



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Revisión sistemática del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Illa Huamán, Fanny Roxana (0000-0001-8076-7823)

Málaga Téllez, Walter Fausto (0000-0002-2402-7748)

ASESOR:

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ
2021

Dedicatoria

A Dios y a la Virgen María por siempre guiar nuestros caminos.

A mi querida madre Inocencia Huamán Ayala por brindarme su apoyo incondicional y enseñarme a trabajar para lograr mis sueños. A mi querido padre fallecido Hermenegildo Illa Huarca que siempre tuvo fe en mí y que supo guiarme en cada etapa de mi vida. A mis hermanos Vilma Zoraida Illa y Víctor Raúl Illa por alentarme y brindarme su apoyo y amor.

Fanny Roxana Illa Huamán

A mis queridos padres: Fausto Sandor Málaga Valdivia, Rosa María Téllez Quispe y a mi amada abuela Cecilia Brígida Quispe David por brindarme sus consejos, dedicación y apoyo incondicional para así poder culminar mis estudios en Ingeniería Ambiental.

Walter Fausto Málaga Téllez

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento ante todo a Dios, que nos dio la vida y la salud para realizar nuestros estudios en sus diferentes fases, hasta culminar nuestra profesión.

A nuestros padres por apoyarnos en cada etapa de nuestra vida, ahora en esta nueva etapa, que es obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental.

A nuestro Asesor de tesis Mgtr. Reyna Mandujano Samuel Carlos, por su apoyo, dedicación, tiempo y habernos guiado en base a su experiencia en todo este proceso de trabajo hasta llegar a nuestra meta.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización.....	15
3.3 Escenario de estudio.....	18
3.4 Participantes.....	18
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.6 Procedimientos.....	18
3.7 Rigor científico.....	20
3.8 Método de análisis de información.....	20
3.9 Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
V. CONCLUSIONES.....	29

VI. RECOMENDACIONES..... 30

REFERENCIAS..... 31

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Grupos y clases de hongos endófitos.....	8
Tabla N°2: Biopesticida fúngico del hongo.....	9
Tabla N°3: Principales hongos entomopatógenos utilizados para el control de plagas de insectos.....	10
Tabla N°4: Cuadro de antecedentes.....	11
Tabla N° 5: Matriz de categorización.....	17
Tabla N° 6: Procedimiento.....	19
Tabla N°7: Metodologías de aplicación de hongos.....	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Hongos más empleados para el control de plagas y enfermedades agrícolas.....	22
Gráfico N°1: Eficiencia de los hongos en el control de plagas y enfermedades agrícolas.....	24

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar la importancia del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades; las especies de hongos más empleados en el control de plagas agrícolas y enfermedades, la eficacia de los hongos en el control de plagas agrícolas y enfermedades y por último las metodologías de aplicación del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades. Para lo cual fue empleado la técnica de análisis documental mediante la ficha de recolección de datos.

Después de procesada las investigaciones, se obtuvo que la importancia del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades, están dentro del grupo con mayor importancia en el control biológico de plagas e insectos, siendo demostrado mediante los resultados obtenidos por los 3 objetivos específicos; siendo que, en el primer objetivo las especies de hongos más empleados en el control de plagas agrícolas y enfermedades son es la clavicipitaceae del orden hypocreales, con un 84% de las especies más utilizadas. Así también, el control de plagas y enfermedades agrícolas, se encuentran en la categoría alta, presentando porcentajes de eficiencia en intervalos de 80-100%. y por último las metodologías de aplicación del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades más empleadas son la aplicación directa. Pudiendo recomendar en vista de los resultados obtenidos, que se deben realizar mayores estudios a nivel de Latinoamérica, probando y comparando la efectividad y viabilidad de los hongos, analizando diferentes métodos de extracción y aplicación de los hongos para ampliar su efectividad de infección, así como establecer rangos numéricos y porcentuales de las concentraciones de conidios empleados para la inhibición de las plagas y niveles de eficiencia de cada especie de hongo que se utilice.

Palabras clave: Hongos, control de plagas, control de enfermedades, bioplaguicidas.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze the importance of the use of fungi for the control of agricultural pests and diseases; the species of fungi most used in the control of agricultural pests and diseases, the efficacy of fungi in the control of agricultural pests and diseases and finally the methodologies of application of the use of fungi for the control of agricultural pests and diseases. For which the documentary analysis technique was used by means of the data collection form.

After processing the research, it was obtained that the importance of the use of fungi for the control of agricultural pests and diseases, are within the group with greater importance in the biological control of pests and insects, being demonstrated by the results obtained by the 3 specific objectives; being that, in the first objective the species of fungi most used in the control of agricultural pests and diseases are the clavicipitaceae of the order hypocreales, with 84% of the most used species. Also, the control of agricultural pests and diseases, are in the high category, presenting efficiency percentages in the range of 80-100%, and finally the application methodologies for the use of fungi for the control of agricultural pests and diseases most used are direct application. In view of the results obtained, it can be recommended that further studies should be carried out in Latin America, testing and comparing the effectiveness and viability of the fungi, analyzing different methods of extraction and application of the fungi to increase their infection effectiveness, as well as establishing numerical and percentage ranges of the concentrations of conidia used for the inhibition of pests and levels of efficiency of each species of fungus used.

Key words: Fungi, pest control, disease control, bioplagicides.

I. INTRODUCCIÓN

La producción agrícola se ha intensificado a nivel mundial durante el último siglo tanto en paisajes cada vez más homogeneizados como a nivel de campo (Emery et al., 2021, p.1). Los cultivos agrícolas y los pastos para el ganado cubren aproximadamente el 38 % de la superficie terrestre libre de hielo a nivel mundial y la producción agrícola ha seguido aumentando en intensidad durante los últimos 300 años (Fidelis et al., 2019, p.1).

Las plagas agrícolas causan entre un 20 y un 40 por ciento de pérdida de la producción agrícola mundial cada año, según lo informado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (karar et al., 2021, p.1). La generación de las plagas en la agricultura genera gastos en la economía mundial alrededor de \$ 220 mil millones y los insectos invasores alrededor de \$ 70 mil millones al año (FAO, 2020, p.1).

Debido a los daños, los agricultores utilizan una amplia variedad de pesticidas en la agricultura para aumentar el rendimiento, la calidad y prolongar la vida útil de los cultivos, siendo utilizados los pesticidas de manera consecutiva, aun sabiendo que son tóxicos, contaminan el medio ambiente y producen enfermedades potenciales de alto riesgo como el cáncer, enfermedades respiratorias y genéticas extremas, y eventualmente la muerte fetal (Narenderan et al., 2020, p.2).

En países como Perú, Colombia, Argentina entre otros, la preocupación pública ha aumentado considerablemente debido al uso intensivo de glifosato para el control de malezas (Primost et al., 2017, p.1). Hay más de seis millones de especies de insectos, aunque solo entre 20 y 30 de ellas son plagas importantes para los principales cultivos que causan daños importantes a los productos agrícolas destinados a la alimentación humana y animal. Además de las pérdidas directas causadas por los insectos en los sistemas de plantas, frutas y semillas, estos agentes bióticos causan pérdidas indirectas porque dejan contaminantes importantes

como partes del cuerpo o exoesqueletos, huevos de insectos y malos olores en los productos (Lara S. y Saldivar S., 2016, p.1).

Los insectos juegan un papel clave en procesos ecológicos como el ciclo de nutrientes, la dispersión de semillas, la bioturbación, la polinización y el control de plagas (Beck et al., 2018, p.1).

Para ello existen tipos de tratamientos de eliminación de plagas, entre los muchos microorganismos presentes en el suelo y en interacción con las plantas que se comportan como entomopatógenos y pueden ser utilizados como agentes de biocontrol efectivos, conocidos como biopesticidas, contra diferentes plagas agrícolas de insectos (Sindhu et al., 2017, p.2).

Los hongos son un grupo de microorganismos con una amplia variedad de aplicaciones en biotecnología e industria. Se utilizan para producir antibióticos, agentes anticancerígenos, enzimas industriales, control de plagas y patógenos vegetales, como biofertilizantes o biorremediadores, entre muchas otras aplicaciones diferentes (Hyde et al., 2019, p.1). En agricultura, una de las aplicaciones más desarrolladas en las últimas décadas es su uso como micopesticidas, debido a la necesidad de nuevas alternativas más amigables con el medio ambiente que los pesticidas químicos (Manivel y Rajkumar, 2018, p.2).

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue: ¿Que se conoce acerca del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades? Y como problemas específicos se tiene: ¿Cuáles son las especies de hongos más empleados en el control de plagas agrícolas y enfermedades?, ¿Qué tan eficaz son los hongos en el control de plagas agrícolas y enfermedades? Y por último ¿Cuáles son las metodologías de aplicación del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades?

De igual manera se tienen al objetivo general: Analizar la importancia del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades, y como objetivos

específicos: Determinar las especies de hongos más empleados en el control de plagas agrícolas y enfermedades, Analizar la eficacia de los hongos en el control de plagas agrícolas y enfermedades y por último Definir las metodologías de aplicación del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades.

La presente investigación pretende englobar acerca del tema de la aplicación de hongos en el control de plagas y enfermedades agrícolas; por ello, la presente investigación se justifica en la revisión a nivel nacional e internacional que pretende realizar para brindar a los lectores una actualización de acerca del tema a tratar, basándonos en una recolección de diversas literaturas e investigaciones para ayudar con un aporte a nuevas investigaciones.

II. MARCO TEÓRICO

Desde la antigüedad y hasta la actualidad la agricultura, constituye una de las actividades más esenciales para la supervivencia humana, debido a que los productos agrícolas son la base fundamental en la dieta y alimentación diaria. Actualmente, The Food and Agriculture Organization of the United Nations, considera a la agricultura como el mayor empleador del mundo, debido a que es el sector económico más influyente en muchos países (FAO, 2017, p.5).

Para el público, la ciencia agrícola parece progresar a través de una serie de avances, independientemente de si se trata de la invención de tractores, maíz híbrido, plagas de bioingeniería o cultivos resistentes a herbicidas, o riego por goteo, pero la magia de la ciencia proviene de la acumulación lenta y constante de nuevos conocimientos. En el Perú, las actividades de agro exportación son el segundo sector económico con mayor rentabilidad, es decir que los agronegocios son considerados como una serie de operaciones con el fin de distribuir producción agrícola. (Larrea, Ugaz & Florez, 2018, p.1).

En el último medio siglo, la ciencia agrícola logró mucho; de 3,1 mil millones en el año 1961, la población mundial se duplicó con creces a poco más de 7,0 mil millones en 2012 (una tasa compuesta promedio de crecimiento del 1,6% anual); durante el mismo período, la producción total de cereales creció más rápido que la población (de 877 millones de TM en 1961 a 2546 millones de TM en 2012, o aproximadamente 2.1% por año), y este aumento se debió en gran parte a aumentos sin precedentes en el rendimiento de los cultivos (Beddow et al., 2016, p.4). Como la agricultura ecológica, orgánica o biológica, que es un sistema de cultivo basado en la utilización óptima de los recursos naturales, sin emplear productos químicos sintéticos así sea para eliminar las plagas (Moreno N., 2017, p.3).

De acuerdo con Sawicka B. y Egbuna C., (2020, p.2) una plaga es cualquier especie considerada indeseable y organismos que causan pérdidas en las actividades agrícolas, forestales y de almacenamiento. Se estima que las pérdidas causadas por

las plagas en los cultivos herbáceos suponen alrededor del 10% y 15% del valor total de la producción a escala mundial.

La cuantificación de los impactos de las plagas y enfermedades de las plantas en el rendimiento de los cultivos representa una de las preguntas de investigación más importantes para el modelado de simulación agrícola. En el pasado, se desarrollaron marcos teóricos para tomar en cuenta el impacto de las plagas y enfermedades en el rendimiento, separados por otros factores limitantes debido a las interacciones genotipo por ambiente, por manejo donde se introdujo el concepto de situación de producción, que engloba el manejo de cultivos de los agricultores, incluido el manejo de plagas y enfermedades (Donatelli et al., 2017, p.1).

Así como las plagas las enfermedades agrícolas generan daños en la producción; las enfermedades ocasionadas por los microorganismos fitopatógenos son las causantes de considerables pérdidas agrícolas, las cuales pueden presentarse durante la producción, el empaque, el transporte y la comercialización de los productos (Galindo et al., 2016, p.2).

Las pérdidas desde niveles mínimos hasta el 100%, y el daño económico no es necesariamente proporcional, ya que el valor de la producción puede reducirse considerablemente aun con una severidad de daño mínima (Gerhardson B., 2016, p.1).

Los seres humanos han estado controlando las plagas y enfermedades agrícolas durante miles de años; debido a que pueden incluir malezas, patógenos de plantas (ciertos hongos, bacterias y virus), roedores y nematodos, además de los insectos y ácaros que se alimentan de plantas; para lo cual se han empleado diversas técnicas y métodos de control de plagas y enfermedades que incluyen prácticas culturales como el deshierbe, quema de biomasa, la aplicación de pesticidas y el fitomejoramiento selectivo (Walker K. y Fredeick R., 2019, p.2).

También, los sistemas agrícolas modernos durante los últimos 50-60 años han seguido en gran medida la “agricultura de sustitución”, en la que el control de

malezas, plagas y enfermedades se logra generalmente mediante el uso de agroquímicos que ha causado graves daños ambientales, incluidas reducciones en la biodiversidad (wratten S., 2018, p.130).

Los pesticidas químicos han jugado un papel importante en la agricultura y, desde la Segunda Guerra Mundial, han traído cambios significativos a los agroecosistemas, transformándolos de comunidades ecológicas generalmente de pequeña escala y bastante diversas en grandes monocultivos (Latchininsky et al., 2016, p.1).

La quema de biomasa se utiliza en todo el mundo para controlar enfermedades y plagas en los cultivos, eliminar los residuos de los cultivos que de otro modo interfieren con las operaciones de cosecha o siembra y como fuente de combustible. Sin embargo, la quema de biomasa puede contribuir a la carga de polvo en la atmósfera (Sharratt B. y Auvermann B., 2016, p.3). Es el caso de china, donde se realiza la práctica de quema de maíz y trigo incrementando las concentraciones de PM2.5 (Li Xinghua et al., 2017, p.1).

A nivel mundial, se utilizan casi 3 mil millones de kg de pesticidas cada año con un presupuesto de ~ 40 mil millones de dólares; este uso extensivo ha aumentado el rendimiento de los cultivos y ha llevado a una reducción significativa de las pérdidas de cosecha y, por lo tanto, ha mejorado la disponibilidad de alimentos; por otro lado, el uso indiscriminado de estos productos químicos ha tenido varias implicaciones ambientales y ha causado efectos adversos en la salud humana. (Sharma et al., 2020, p.1).

En relación a los plaguicidas, se encuentra definido como como cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinada a prevenir, destruir, repeler o mitigar cualquier plaga de acuerdo con las leyes federales y estatales (Colosio C. y Moretto A., 2017, p.17).

Los plaguicidas pueden utilizarse durante todo el ciclo de crecimiento de las plantas, donde los usos de pesticidas no solo dañan el medio ambiente natural, sino que también afectan directamente la salud humana; dado que los pesticidas por naturaleza se utilizan para tener efectos perjudiciales en los organismos biológicos,

siendo al mismo tiempo una amenaza seria para los organismos vivos que no estaban destinados a ser controlados (Subrata et al., 2016, p.14).

En las últimas décadas, los hongos entomopatógenos se han convertido en una alternativa importante en la conformación de un espectro más amplio de insecticidas, dentro de los esquemas contemporáneos de manejo de insectos plagas (Khachatourians G., 2019, p.1). Pero se sabe que existen diferentes requisitos para que un hongo sea considerado un agente de control biológico potencial de una o varias plagas; uno de esos requisitos es que pueda producir propágulos infectivos a altas tasas (Gandarilla et al., 2017, p.3).

Los hongos también se pueden clasificar de acuerdo a su taxonomía, la planta que los hospeda, su evolución y funciones ecológicas; siendo encontrados en esta clasificación los grupos clavicipitáceos y no clavicipitáceos; como se muestra en la tabla N°1.

Tabla N°1: Grupos y clases de hongos endófitos

Criterio	Clavicipitáceos		No Clavicipitáceos	
Clases	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Rango de hospederos	Reducido	Extenso	Extenso	Extenso
Tejidos que colonizan	Tallo y rizomas	Tallos, hojas y rizomas	Tallos, hojas, corteza, flores, frutos	Raíces
Colonización i n planta	Extensiva	Extensiva	Limitada	Extensiva
Biodiversidad i n planta	Baja	Baja	Alta	Desconocid a
Transmisión	Vertical y horizontal	Vertical y horizontal	Horizontal	Horizontal
Función ecológica	Incrementan la biomasa de la planta, confieren tolerancia a la sequía y producen metabolitos secundarios tóxicos para los herbívoros	Incrementan la biomasa de la planta, confieren tolerancia al estrés biótico y abiótico y protegen contra los hongos patógenos por acción de los metabolitos secundarios	Inducen resistencia a las enfermedades, protección contra los herbívoros y modifican la sensibilidad al estrés abiótico mediante la producción de los metabolitos secundarios	Inhiben el crecimiento de patógenos y producen metabolitos secundarios tóxicos para los herbívoros

Fuente: Extraído de Sánchez R., (2018, p.4)

La mayoría de los hongos endofíticos pertenecen a Ascomycota y viven simbióticamente dentro de las hojas, frutos, flores y tallos de las plantas, sin indicación externa de su presencia; son capaces de degradar los materiales vegetales donde el hongo endofílico en unión con la planta hospedadora pueden generar desde un mutualismo hasta patogénesis, obteniendo como consecuencia

metabolitos secundarios de parte de ambas partes los cuales son potencialmente tóxicos (Abdel et al., 2019, p.1).

Los hongos entomopatógenos son el tipo de microorganismos más abundante que infecta a los insectos, siendo aproximadamente el 60% de las enfermedades de los insectos causadas por hongos patógenos (Liu et al., 2017, p.1). Como patógenos naturales de una variedad de insectos, los hongos entomopatógenos pueden ser alternativas amigables con el medio ambiente a los insecticidas químicos para el control biológico de plagas.

Hasta el momento se han descrito más de 750 especies de hongos entomopatógenos y el aislamiento de nuevas cepas continúa; dentro de los más utilizados a nivel mundial se encuentran *Metarhizum anisopliae* (33.9%), *Beauveria bassiana* (33.9%), *Isaria fumosorosea* (antes *Paecilomyces fumosoroseus*) (5.8%) y *Beauveria brongniartii* (4.1%).

Tabla N°2: Biopesticida fúngico del hongo

Matriz de hongos	Organismo objetivo / maleza
<i>Hirsutella thompsonii</i>	Ácaros fitófagos
<i>Lateritio Fusarium</i>	Hoja de terciopelo (hierba)
<i>Verticillium lecanii</i>	Pulgón, mosca blanca y escamas
<i>Alternaria casia</i>	Vaina de hoz (maleza)
<i>Phytophthora palmivora</i>	Vid de hierba de leche (hierba)

Fuente: Extraído y modificado de Verma et al., (2020, p.3)

Se sabe que los hongos entomopatógenos desempeñan un papel vital como agente de control biológico de las poblaciones de insectos y se encuentran en gamas diferentes de especies de hongos de varios grupos diferentes que infectan insecto, algunos de ellos se encuentran detallados en la tabla N°2.

Del mismo modo, los hongos micorrízicos, alteran la fisiología de su planta huésped y presentan efectos indirectos sobre los insectos herbívoros; para ello la aplicación del fungicida es una operación importante en la planta de empaque y existen varios métodos, donde el costo, la eficiencia de la operación y la efectividad del tratamiento determinan el procedimiento de aplicación que se selecciona (Ladaniya M., 2016, p.3).

Tabla N°3: Principales hongos entomopatógeno utilizados para el control de plagas de insectos

Especie	Insecto plaga
<i>Beauveria Bassiana</i>	Langosta, chapulines, áfidos, escarabajos, mosquita blanca
<i>Beauveria brogniartii</i>	Moscas, escarabajos
<i>Langenedium giganteum</i>	Mosquitos
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Termitas, chapulines, gallina ciega, langostas, picudos del chile y algodón, escarabajos
<i>Paecilomyces fumosoroseas</i>	Mosquita blanca
<i>Lecanicillium (Verticillium) lecanii</i>	Áfidos, trips, mosquita blanca

Fuente: Elaboración propia, 2021

De acuerdo con Weaight et al., (1998) en su investigación en una comparación de diversos hongos entomopatógenos; las especies *Beauveria bassiana*, *beauveria brogniartoo*, son los principales tipos de hongos empleados comercialmente para el control de plagas de insectos en la agricultura como se muestra en la imagen N°1.

El momento de la aplicación y el tipo de fungicida utilizado dependen principalmente del patógeno objetivo, el momento de la infección y el producto; siendo uno de los métodos, la aplicación del fungicida pos cosecha, que se realiza en tanques de remojo, donde la fruta se sumerge en agua que contiene fungicida y en el mismo tanque la fruta es transportada por corriente de agua, los fungicidas aplicados a las raíces, estos pueden afectar el comportamiento de los insectos herbívoros incluso en

ausencia de la posibilidad de efectos mediados por hongos (Laird R. y Addicott J., 2018, p.1). Otro método es por aplicación directa; adhesión de la cutícula del hospedero y germinación de la espora (Saha et al., 2018, p.3).

La presente investigación cuenta con 40 antecedentes de los cuales se seleccionaron 10 más relevantes para graficarlos en la Tabla N°3, donde se describió los tipos de tratamientos empleados para el control de plagas y enfermedades agrícolas.

Tabla N°4: Cuadro de antecedentes

Espece de planta	Plaga	Tratamiento	Respuesta observada	País	Fuente	Referencia
Cultivo de cítricos	Hormiga arriera (<i>Atta cephalotes</i>)	Hongos <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Trichoderma lignorum</i>	<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Trichoderma lignorum</i> poseen mayor actividad infecciosa sobre la hormiga en laboratorio.	Colombia	Scielo	Fernández et al., 2016
Abedul (<i>Betula pubescens</i>)	Depredadores aviares	Hojas dañadas por herbívoros o tratamiento con jasmonato de metilo	Atracción de aves insectívoras	Finlandia	Scopus	Mantyla et al., 2008
Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Hongo patógeno <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Exposición a plantas emisoras inoculadas o tratadas con	Mayor resistencia al patógeno fúngico <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ,	México	Scopus	Quintana et al., 2015

		benzotiazol	cebado de PR -1, 2 y 4 e inhibición directa de la germinación de esporas fúngicas en la superficie de la hoja.			
Algodón (<i>Gossypium hirsutum</i>)	Rosquilla negra <i>S. littoralis</i>	Inducción de herbívoros en plantas dañadas	Repelencia de hembras adultas del herbívoro <i>Spodoptera littoralis</i>	Egipto	Scopus	Zakir et al., 2013
Maíz (<i>Zea mays</i>)	Nematodo entomopatógeno	Daño por larvas de <i>Diabrotica</i> que se alimentan de raíces	Atracción de nematodos entomopatógenos	América del Norte	Scopus	Sergio R. et al., 2015
Cosecha de maíz	Fitopatógenos	Control in vitro	Porcentaje de inhibición de crecimiento de micelio en un 100%	Perú	Scielo	Alburquerque D. y Gusqui R., 2018
Frijol Lima (<i>Phaseolus lunatus</i>)	Herbívoros	Suplementación de EFN	Mayor número de hormigas, menor tasa de herbivoría y mejor conjunto de semillas	México	Scopus	Kost C. y Heil M., 2008
Frijol Lima (<i>Phaseolus lunatus</i>)	Escarabajos herbívoros (Chrysomelidae): Gynandrobrotica guerreroensis y Cerotoma	Tratamiento con ácido jasmónico	Las hembras adultas de los escarabajos herbívoros, Gynandrobrotica	México	Scopus	Ballhorn D. y Kautz H., 2013

	ruficornis)		guerreroensis y Cerotoma ruficornis , prefirieron los controles sobre las plantas inducidas.			
Plantas de tabaco (Nicotiana tabacum)	Hembras conespecíficas	Daño por orugas de <i>virescens</i> de <i>Heliothis</i>	Repelencia de hembras conespecíficas	EEU	Google académico	De morales et al., 2001
olivo (<i>Olea europaea</i> L.)	Bacterias (<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>Savastanoi</i> , <i>Xylella fastidiosa</i>), hongos (<i>Colletotrichum</i> spp., <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Fusarium</i> spp. <i>Rhizoctonia solani</i>), oomicetos (<i>Phytophthora</i> spp.) Y nematodos (<i>Meloidogynesp</i> p.)	Hongos filamentosos como agentes de biocontrol	Reduce el daño causado por patógenos, especialmente el uso de especies de <i>Trichoderma</i> .	Colombia	Science direct	Pove J. y Baptista P., 2021

Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación es de tipo cualitativa, ya de, de acuerdo con Maxwell, (2019) la investigación cualitativa es un método subjetivo, analítico e interpretativo de la realidad que se presenta en dicho momento, ya sea bajo la perspectiva biográfica o desde cualquier otra perspectiva y no se emplean análisis estadísticos detallados a diferencia del método cuantitativo (p.17). Por tal motivo es la aplicación que se emplea en el presente trabajo, debido a que se va enfocar en las metodologías de las investigaciones prácticas de otros estudios para contrarrestarlas y obtener una respuesta a la problemática planteada.

El diseño de investigación utilizado es el narrativo de tópico; Sánchez, Reyes & Mejía, (2018), señala que en un diseño narrativo el investigador va a recolectar la información de las experiencias de vida que tuvo el autor en la parte experimental de sus estudios, así como el de su entorno, para describirlas y analizarlas y esto es aplicado debido a que al contar una historia con los hechos reales del propio autor se esclarecen temas que no se encuentran claros (p.79)

El tipo de tópico se da cuando se enfoca en un hecho en especial, en un fenómeno, acontecimiento, suceso e incluye la narración de los participantes involucrados (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014, p. 75) y es empleado ya que se busca describir y analizar las ideas de los diversos investigadores con respecto al uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades mediante revisiones de diversos artículos de investigación.

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización

La categorización apriorística se realiza antes de la recopilación de la información mediante las investigaciones que se van a emplear y es clasificado en categorías y

sub categorías; los tópicos surgen a partir de la formulación de los objetivos generales y específicos (Herrera et al., 2015, p.6). En la presente investigación se detalla la matriz de categorización apriorística y sus categorías y sus categorías en la Tabla N° 4.

Tabla N° 5: Matriz de categorización

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	UNIDAD DE ANÁLISIS
Determinar las especies de hongos más empleados en el control de plagas agrícolas y enfermedades.	¿Cuáles son las especies de hongos más empleados en el control de plagas agrícolas y enfermedades?	Especies de hongos	Familia Orden	(Verma et al., 2020, p.3), (Weaight et al., 1998, p.4), (Droby et al., 2011, p.4), (Laird R. y Addicott J., 2008, p.1).
Analizar la eficacia de los hongos en el control de plagas agrícolas y enfermedades	¿Qué tan eficaz son los hongos en el control de plagas agrícolas y enfermedades?	Eficiencia de los hongos	Alta Media Baja	(Khachatourians G., 2009, p.1), (Gandarilla et al., 2017, p.3), (Horsak et al., 1964, p.5).
Definir las metodologías de aplicación del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades.	¿Cuáles son las metodologías de aplicación del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades?	Metodologías de aplicación	Aplicación previa a la siembra (semillas o material de propagación) Incorporación al suelo durante la siembra o trasplante (riego por riego, mojado o inmersión radicular) Aplicación directa (a semillas y raíces).	(Laird R. y Addicott J., 2008, p.1, (Droby et al., 2011, p.4), (Ladaniya M., 2010, p.3), (Saha et al., 2018, p.3).

Elaboración propia

3.3 Escenario de estudio

En la presente investigación al ser un diseño narrativo el escenario de estudio son las investigaciones obtenidas, mediante los artículos, recolectados a nivel nacional e internacional que traten acerca del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades.

3.4 Participantes

Los participantes en el presente estudio de investigación son las fuentes extraídas de las cuales se extrajeron diversos estudios de revistas indizadas, fuentes como: ScienceDirect, Scopus, Redalyc, ProQuest, Scielo.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se da mediante la técnica de análisis documental. De acuerdo con Rubio M., 2018, p.2), esta técnica permite extraer información sintetizada del trabajo original para tener noción del contenido y facilitar su acceso; mediante la extracción de elementos formales como autor, título, editorial, nombre de revista, año de publicación, etc., definiciones conceptuales, metodológicos, objetivos, resultados. Esto se da mediante la ficha de recolección de datos, en la cual se extraen los datos e informaciones del autor mediante la técnica de análisis documental (**Ver Anexo N°1**).

3.6 Procedimientos

En el procedimiento se explica los pasos y términos que se siguieron para realizar la búsqueda y recolección de la información que se va a incluir en el estudio. para lo cual se muestra la Tabla N°5.

Tabla N° 6: Procedimiento

ARTÍCULOS DE REVISTAS CIENTÍFICAS					
Tipo de documento	Palabra clave	Fuente	Inclusión	Exclusión	Total
Artículo científico	Hongos	Sciencedirect	-Revistas que cuenten con DOI o IBN -Artículos entre los años 2006-2021 -Investigaciones potencialmente relevantes al tema.	-Que no sea de una revista indizada -Que sea mayor a 15 años de antigüedad -Que no tenga información que aporte al tema -Artículos duplicados -Que no traten de plagas agrícolas	Total de artículos incluidos a la investigación después del proceso de inclusión y exclusión
	Plagas agrícolas	Scopus			
	Enfermedades agrícolas	Scielo			
	Metodología de aplicación de Tipos de hongos	Google Scholar			
Cantidad			80	64	16

Elaboración propia

3.7 Rigor científico

El presente trabajo de investigación presenta 4 criterios que permiten obtener el rigor científico en la presente investigación; los cuales respaldan la calidad del estudio y permiten que este sea confiable; entre los criterios tenemos: Credibilidad, Confirmabilidad o auditabilidad, transferibilidad y confiabilidad.

Ahora bien por un lado, La credibilidad; permite mediante la capacidad del investigador seguir la pista en la que otro autor llegó a afirmar determinado resultado, basados en la revisión de los registros y la documentación necesaria; esta información debe presentar óptimos resultados de manera clara y ordenada y se aplicada en la discusión de los resultados y las comparaciones, en las que otros investigadores, emplearon el mismo métodos, pero llegaron a resultados diferentes o parecidos. Del mismo modo, La confirmabilidad auditabilidad o neutralidad es el criterio que validez que permite que con dichos datos presentados en un estudio diversos investigadores lleguen a una misma conclusión o resultados parecidos y se demuestra en los resultados, mediante la similitud en la que algunos estudios llegan a conclusiones parecidas siguiendo la misma línea o método de aplicación y son contrastadas en las discusiones. Mientras que para La transferibilidad o aplicabilidad se encuentra enfocado en los resultados del estudio, donde mediante la hipótesis se puede aplicar a otro estudio similar, presentando como recurso la descripción detallada de los contextos en que se generaron los resultados y se aplica mediante la comparación de estos con la eficiencia de los hongos para el control de plagas agrícolas, donde algunos obtuvieron diferentes resultados con la misma metodología de aplicación. Y finalmente, la confiabilidad o auditabilidad, es el criterio que respalda la concordancia o resultados similares con otro estudio y es obtenido en la investigación con la comparación de resultados obtenidos mediante una misma o similar metodología. (Quiroz, 2020, p.31)

3.8 Método de análisis de información

El procedimiento que se siguió para el análisis de la presente investigación consistió

en una búsqueda a nivel nacional e internacional para determinar los estudios más actualizados aplicados al uso de hongos en el control de plagas agrícolas y enfermedades; donde, de acuerdo a los problemas y objetivos específicos se obtuvieron las 3 categorías y sub categorías mostradas a continuación:

- Categorías: Especies de hongos, Eficiencia de los hongos, Metodologías de aplicación
- Subcategorías: Ophiocordyceps Cordyceps, Torubiella, Pochonia, Hirsutella Paecilomyces Lecanicillium, Metarhizium, Beauveria; Alta, Media, Baja; Aplicación previa a la siembra (semillas o material de propagación), Incorporación al suelo durante la siembra o trasplante (riego por riego, mojado o inmersión radicular), Aplicación directa (a semillas y raíces).

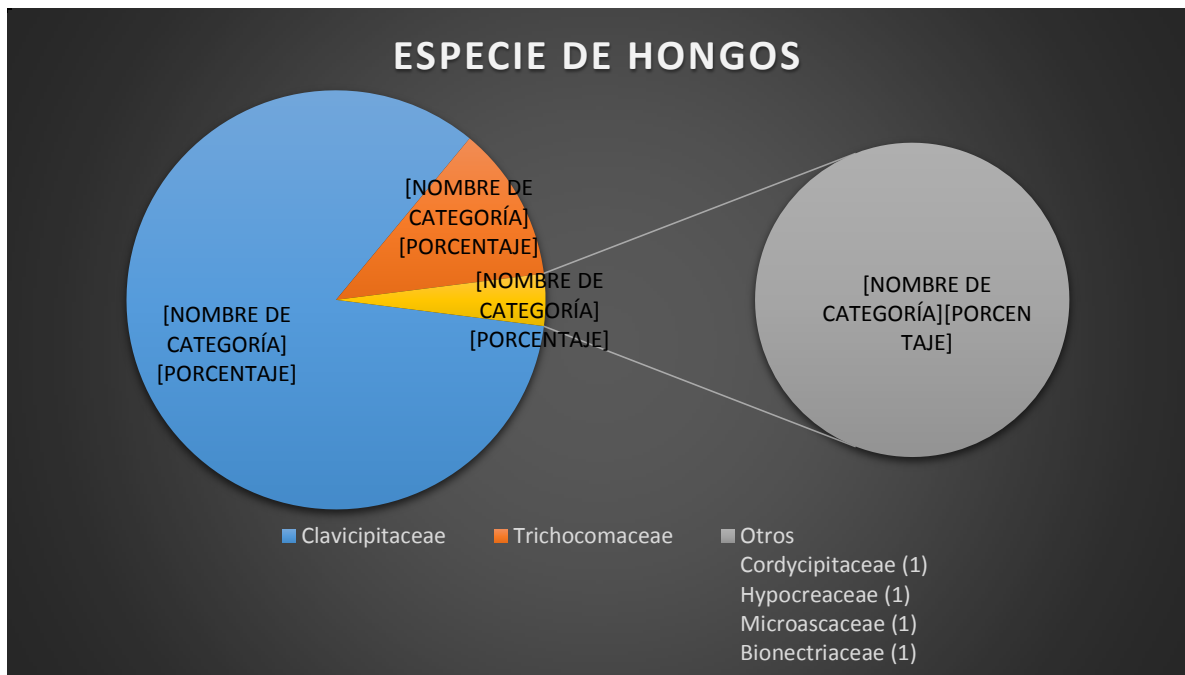
3.9 Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación fue elaborado con fines académicos en los cuales se cumplieron con los principios de autenticidad de los autores, quienes brindaron aporte por medio de sus investigaciones; utilizando para ello la norma ISO 690-2 con el código de ética de la Universidad Cesar Vallejo, respetando los derechos de autoría y la normativa de la cesar vallejo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 16 investigaciones respecto a la importancia del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades mediante la recolección y comparación de diversos estudios a nivel mundial, en base a ello se elaboraron las tablas encontradas en el Anexo N°2 y el Gráfico N°1; para determinar las especies de hongos más empleados en el control de plagas agrícolas y enfermedades; obteniendo lo siguiente:

Gráfico N°1: Hongos más empleados para el control de plagas y enfermedades agrícolas



Elaboración propia

De acuerdo a lo presentado en el gráfico 1; los hongos más empleados frecuentemente son los clavicipitaceae y trichocomaceae; seguido se Cordycipitaceae, hypocreaceae, microascaceae y bionectriaceae en menor cantidad clasificados como otros.

Se tiene que la especie de hongos más empleado para el control de plagas pertenece a la familia Clavicipitaceae con un 84%, del orden Hypocreales, en todas

las investigaciones realizadas; siendo respaldado por: Guzman et al., 2021, Gul et al., 2021, Parker et al., 2003, Silva et al., 2020m Pelizza et al., 2018, Lozano et al., 2013, Liu et al., 2020, Mbata et al., 2018, Castrillo et al., 2017, Falconi et al., 2010, García et al., 2012, Leán et al., 2004, Rodríguez M. y France A., 2006.

Los hongos entomopatógenos son organismos parásitos que atacan a los insectos y causan infecciones letales debido a ello, están siendo ampliamente empleadas para regular la población de insectos dañinos; siendo conocidas hasta el momento más de 400 especies de este tipo de hongos y 1800 relaciones definidas entre hongos y ciertas especies de insectos (Cerkowaniak et al., 2013, p.2).

Los hongos más frecuentes en la familia clavicipitaceae del orden hypocreales es el hongo *Beauveria bassiana*. Esto es confirmado por Castrillo et al., 2017, quien empleó este tipo de hongo para inhibir al escarabajo *Pityophthorus juglandis*. Esto es confirmado también por Rodríguez M. y France A., 2006, Liu et al., 2020 y Lozano et al., 2013, quienes utilizaron el hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, para la eliminación, inhibición y control de la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), Psílido del tomate, de la papa (*Bactericera cockerelli*) y Mosca del olivo (*Bactrocera oleae*) respectivamente.

Así mismo, la segunda especie de hongo más utilizado pertenece a la familia Trichocomaceae con un 12%, esto es respaldado por: Parker et al., 2003, García et al., 2012 y Leán et al., 2004.

Y por último el grupo clasificado como otros, abarca a las especies de hongos que no fueron empleadas más de una vez por los diferentes investigadores; siendo encontrados las familias Cordycipitaceae (1), Hypocreaceae (1), Microascaceae (1) y Bionectriaceae (1) 4%.

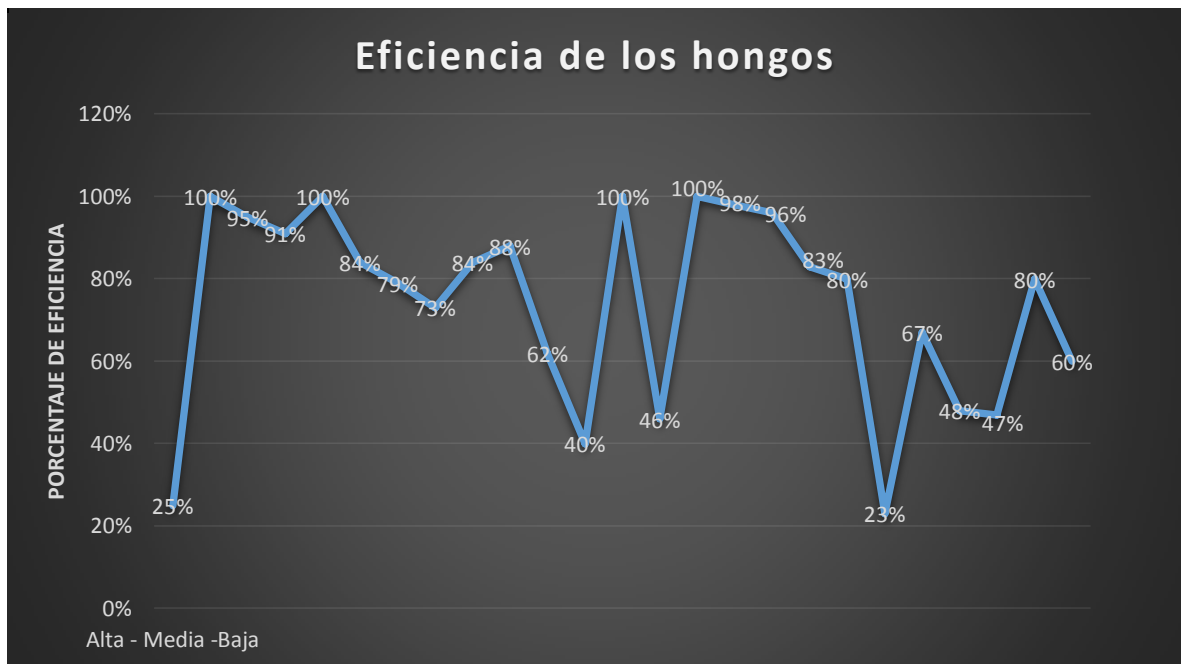
Dentro del porcentaje más bajo se encuentra el hongo micorrízicos del orden ericales, empleado por Zakir et al., (2013); en el anexo 2, y retracta los resultados señalando en su investigación, que lo empleó como hongo inhibidor de la cepa agrícola pulgón de la papa (*Macrosiphum euphorbiae*) al hongo micorrízico

arbuscular y presentó óptimos resultados. Esta afirmación es apoyada por Zakir et al., (2013, p.5) quien señala que los hongos micorrízicos arbusculares promueven el éxito del parasitismo de pulgones en nuestro sistema, ya que, en su investigación los pulgones que se alimentan de plantas colonizadas por hongos MA experimentaron niveles elevados de ataque por A. ervi y niveles más altos de momificación, y una mayor proporción de aparición exitosa de avispas, lo que indica efectos consistentes de los hongos MA en varios componentes del comportamiento de búsqueda de la aptitud parasitoide.

Los resultados obtenidos por (Zakir et al., 2013); son respaldados por Gange K. y Jones T., (2009, p.1) ya que indica que los hongos micorrizicos arbusculares han presentan resultados positivos en su investigación, para el control de los pulgones de las plantas.

Los resultados obtenidos acerca de la eficacia de los hongos en el control de plagas agrícolas y enfermedades señalan.

Gráfico N°2: Eficiencia de los hongos en el control de plagas y enfermedades agrícolas



Elaboración propia

Teniendo en cuenta las 6 familias de especies de hongos empleadas por los investigadores citados en el Anexo N°3, se tuvo que la eficiencia de los hongos en el control de plagas y enfermedades agrícolas, se encuentran en la categoría alta; ya que en su mayoría los investigadores obtuvieron porcentajes altos de eficiencia de inhibición, control y mortalidad.

Siendo los autores que respaldan lo eficaz que son los hongos se encuentran respaldando el nivel alto: Gul et al., 2021 (100%, 100%), Parker et al., 2003 (95%, 91%), Silva et al., 2020 (73%, 84%, 79%, 88%), Lozano et al., 2013 (100%), Mbata et al., 2018 (100%), Castrillo et al., 2017 (98%, 96%), Falconi et al., 2010 (83,3%, 80%), Rodríguez M. y France A., 2006 (80% y 60%).

Los hongos entomopatógenos en el sudeste asiático y África son ubicuos y juegan un papel muy importante en el control de la población de insectos, siendo comprobado que presentan resultados prometedores para el control de plagas en la agricultura (Rajula et al., 2020, p.1). Esto es apoyado por Guzmán et al., (2021, p.1) quien indica en su estudio que los hongos entomopatógenos (EF) también pueden actuar adicionalmente como promotores del crecimiento de las plantas y potenciadores nutricionales.

En su investigación, Durman et al. (2003, p.2) empleando el hongo *Trichoderma* obtuvo mediante la aplicación al suelo en pre-siembra, siembra y post-emergencia temprana, la disminución de la incidencia de las enfermedades en más del 60%, y retrasó la aparición de los síntomas de los patógenos en plantas.

Mientras que en el nivel medio: Lozano et al., 2013 (62%), Aleán et al., 2004 (67,3%, 48,5% y 47,2%).

Y por último el nivel bajo: Quintana et al., 2015 (25m 15%), Yang et al., 2021 (46,67%), Falconi et al., 2010 (23,3%).

Por otro lado, Kaaya G. (1989, p.1), evaluó la efectividad de cuatro hongos entomopatógenos, *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *Paecilomyces fimosporoseus* y *P.*

farinosus, hallando que la patogenicidad de los hongos generó mortalidades en adultos de *Glossina morsitans* del 100%. Esta afirmación es compartida por Rodríguez M. y France A., (2006) en el anexo 3; quien en su ensayo evaluó la patogenicidad de *M. anisopliae* y *B. bassiana* en el control de los huevos de la polilla del tomate (*Tutta absoluta*), hallando que los aislados con mayor efectividad fueron *M. anisopliae* y *B. bassiana* con 80% y 60% de mortalidad respectivamente.

Tabla N°7: Metodologías de aplicación de hongos

N°	Aplicación	Cepa agrícola	Autor(es)
1	Aplicación directa (a las semillas, colocadas sobre semillas de algodón, por pulverización)	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Quintana et al., 2015
2		Barrenador del arroz asiático <i>Chilo suppressalis</i>	Shahriari et al., 2021
3		<i>M. brunneum</i>	Guzman et al., 2021
4		Plagas de trigo y la cebada <i>Eurygaster spp</i>	Gul et al., 2021
5		Plaga del maíz <i>Eurygaster integriceps</i>	Parker et al., 2016
6		Mosca blanca Pulgonos del haz	Silva et al., 2020
7		<i>Rachiplusia nu</i>	Pelizza et al., 2018
8		Plaga de algodonero <i>Dysdercus peruvianus</i> Plaga de cultivos <i>Schistocerca piceifrons</i>	Falconi et al., 2010
9		Moscas blancas <i>Aleurotrachelus socialis</i>	Leán et al., 2004

10		Polilla del tomate <i>Tuta absoluta</i> Meyrick	Rodríguez M. y France A., 2006
11		Pulgón de la papa (<i>Macrosiphum euphorbiae</i>)	Zakir et al., 2013
1	Incorporación al suelo durante la siembra o trasplante (mojado)	Mosca del olivo <i>Bactrocera oleae</i> <i>Phytophthora</i>	Lozano et al., 2013
2		Plaga grave de los cítricos <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama	Yang et al., 2021
1	Aplicación previa a la siembra (Bolsas de yute) con polvo humectable de a la plaga, roseado, material de propagación.	Gorgojo del maíz <i>S. zeamais</i>	Mbata et al., 2018
2		Escarabajos <i>Pityophthorus juglandis</i>	Castrillo et al., 2017
3		Salivazos <i>Aeneolamia varia</i> <i>Zulia carbonaria</i>	García et al., 2012
4		<i>M. brunneum</i>	Guzman et al., 2021
5	En condiciones de laboratorio	Psílido del tomate y de la papa <i>Bactericera cockerelli</i>	Liu et al., 2020

Elaboración propia

De las 6 familias de hongos utilizados las metodologías de aplicación más empleadas por las literaturas citadas, son el método de aplicación directa, siendo seleccionado en la tabla 5 respecto al Anexo 2; siendo 11 los investigadores que lo emplean para el control de plagas y enfermedades agrícolas. Esta aplicación

De acuerdo con Gul et al., (2021) para extraer Plagas de trigo y la cebada *Eurygaster* spp en la aplicación del hongo entomopatógeno para el control de la plaga de trigo y cebada (*Eurygaster* spp) realizó una comparación de dos técnicas de aplicación, entre la aplicación directa y la aplicación previa a la siembra, en la cual la primera

permitió mayores beneficios como permitir significativamente la longitud total de la raíz y el área de la superficie de la raíz en la etapa de elongación del tallo, así como la longitud de la raíz y el área de la superficie de la raíz; mientras que la aplicación previa a la siembra disminuyó la vitrosidad del grano.

En su investigación Quintana et al., (2015) empleó el tipo de aplicación directa para el control de plaga de la planta de trigo (*Colletotrichum, Lindemuthianum*), esta técnica también fue empleada por Silva et al., (2020) mediante la aplicación directa a la semilla del cultivo de col y lechuga, para eliminar a la mosca blanca o pulgones de haz, Gul et al., (2021) también aplicación directa para eliminar las plagas de trigo (*Eurygaster spp*).

V. CONCLUSIONES

Se concluye respecto a la importancia del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades que los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos y plagas; debido a que sus esporas entran en contacto con la cutícula de los insectos, crecen de manera directa hacia el interior de su hospedero , proliferando en el cuerpo del insecto, produciendo toxinas y consumiendo los nutrientes del insecto hasta causarles la muerte (Pacheco et al., 2019, p.5).

- Por ello en relación al primer objetivo se tuvo que las especies de hongos más empleados en el control de plagas agrícolas y enfermedades son los clavicipitaceae y trichocomaceae; donde la especie de hongos más empleado para el control de plagas pertenece a la familia Clavicipitaceae con un 84%, del orden hypocreales, donde el hongo *Beauveria bassiana* es el más utilizado; señalando que la importancia del uso adecuado de hongos es esencial ya que, la especie de hongo puede variar la virulencia y la patogenicidad.
- Con respecto a la eficacia de los hongos en el control de plagas agrícolas y enfermedades la eficiencia de los hongos en el control de plagas y enfermedades agrícolas, se encuentran en la categoría alta, presentando porcentajes de eficiencia en intervalos de 80-100%.
- Finalmente se encontró que en las metodologías de aplicación del uso de hongos para el control de plagas agrícolas y enfermedades es la aplicación directa siendo la más empleada de acuerdo a los mayores resultados de eficiencia.

VI. RECOMENDACIONES

Considerando la presente investigación y en función a los objetivos desarrollados se recomienda a los futuros investigadores lo siguiente:

1. Realizar mayores estudios a nivel de Latinoamérica, probando y comparando la efectividad y viabilidad de los hongos para el control de plagas y enfermedades en la agricultura y otros campos como las plagas forestales.
2. Realizar análisis de diferentes métodos de extracción y aplicación de los hongos para ampliar su efectividad de infección contra las plagas y enfermedades.
3. Realizar nuevos estudios de revisiones en las cuales se establezca niveles de eficiencia numéricos y porcentuales para tener en claro el nivel de eficiencia de cada especie de hongo que se utilice en los estudios prácticos.
4. Establecer rangos numéricos y porcentuales de las concentraciones de conidios empleados para la inhibición de las plagas.

REREFERENCIAS

ABDEL-AZEEM, Ahmed M.; ABDEL-AZEEM, Mohamed A.; KHALIL, Waleed F. Endophytic fungi as a new source of antirheumatoid metabolites. En *Bioactive Food as dietary interventions for arthritis and related inflammatory diseases*. Academic Press, 2019. p. 355-384. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813820-5.00021-0>

ALBURQUEQUE ANDRADE, Diana; GUSQUI MATA, Roberto. Eficacia de fungicidas químicos para el control in vitro de diferentes fitopatógenos en condiciones controladas. *Arnaldoa*, 2018, vol. 25, no 2, p. 489-498. Disponible en: <http://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25209>

ALEÁN CARREÑO, Irina, et al. Patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero= Pathogenicity of different fungal entomopathogens for the control of *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) under greenhouse conditions. [en línea]. *Revista Colombiana de Entomología*, 2004. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. ISSN 2665-4385

BALLHORN, Daniel J.; KAUTZ, Stefanie; HEIL, Martin. Distance and sex determine host plant choice by herbivorous beetles. [en línea]. *PloS one*, 2013, vol. 8, no 2, p. e55602. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055602>

BECK, John J., et al. Interactions among plants, insects, and microbes: elucidation of inter-organismal chemical communications in agricultural ecology. [en línea]. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2018, vol. 66, no 26, p. 6663-6674. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b01763>

BEDDOW, Jason M., et al. Food security: Yield gap. [en línea]. *Encyclopedia of agriculture and food systems*, 2016, vol. 3, p. 352-365. [Fecha de consulta: 24 de

mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00037-1>

BLANCO, Mercedes. Investigación narrativa: una forma de generación de conocimientos. [en línea]. Argumentos (México, DF), 2011, vol. 24, no 67, p. 135-156. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. ISSN 0187-5795

CARRILLO, D., et al. Entomopathogenic fungi as biological control agents for the vector of the laurel wilt disease, the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae). [en línea]. Biological Control, 2015, vol. 81, p. 44-50. [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.10.009>

CASTRILLO, Louela A., et al. Mortality and reduced brood production in walnut twig beetles, *Pityophthorus juglandis* (Coleoptera: Curculionidae), following exposure to commercial strains of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. [en línea]. Biological Control, 2017, vol. 114, p. 79-86. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.08.007>

CERKOWNIAK, Magdalena, et al. The use of chromatographic techniques for the separation and the identification of insect lipids. [en línea]. Journal of chromatography B, 2013, vol. 937, p. 67-78. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2013.08.023>

Colosio, C., Rubino, F. M., & Moretto, A. (2017). Pesticides. International Encyclopedia of Public Health, 454–462. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803678-5.00329-5>

CORONA LISBOA, José. Apuntes sobre métodos de investigación. [en línea]. Medisur, 2016, vol. 14, no 1, p. 81-83. Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. ISSN 1727-897X

DAS, Subrata (ed.). Product safety and restricted substances in apparel. [en línea]. Woodhead Publishing India PVT. Limited, 2016. [Fecha de consulta: 24 de mayo del

2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1533/9780857098375.14>

DE MORAES, Consuelo M.; MESCHER, Mark C.; TUMLINSON, James H. Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. [en línea]. Nature, 2001, vol. 410, no 6828, p. 577-580. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. [Disponible en: https://doi.org/10.1038/35069058](https://doi.org/10.1038/35069058)

DICKE, Marcel; SABELIS, Maurice W. How plants obtain predatory mites as bodyguards. [en línea]. Netherlands journal of zoology, 1987, vol. 38, no 2-4, p. 148-165. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1163/156854288X00111>

DONATELLI, Marcello, et al. Modelling the impacts of pests and diseases on agricultural systems. [en línea]. Agricultural systems, 2017, vol. 155, p. 213-224. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.019>

DURMAN, S.; MENÉNDEZ, A.; GODEAS, A. Evaluación de Trichoderma spp. como antagonista de Rhizoctonia solani in vitro y como biocontrolador del damping off de plantas de tomate en invernadero. [en línea]. Revista Argentina de Microbiología, 2003, vol. 31, no 1, p. 13-18. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. ISSN: 0325-7541

EMERY, S. E., et al. High agricultural intensity at the landscape scale benefits pests, but low intensity practices at the local scale can mitigate these effects. [en línea]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2021, vol. 306, p. 107199. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107199>

FALCONI, Francesca; FLORES, Aldo; CASTELLANOS, Pedro. Letalidad de hongos entomopatogenos sobre Dysdercus peruvianus Dysdercus peruvianus. [en línea]. Revista peruana de biología, 2010, vol. 17, no 2, p. 225-229. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. ISSN 1727-9933

FERNÁNDEZ, Fabián, et al. Elaboración de bioinsecticida a partir de los hongos *Beauveria bassiana* y *Trichoderma lignorum* para el control de la hormiga arriera (*Atta cephalotes*). *Revista de Protección Vegetal*, 2016, vol. 30, p. 79-79. Disponible en: ISSN 2224-4697

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO (2017). *La alimentación y la agricultura: Acciones para impulsar el programa de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 40 pp. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7454s.pdf>

FIDELIS, Elisangela G., et al. Contributions of climate, plant phenology and natural enemies to the seasonal variation of aphids on cabbage. [en línea]. *Journal of Applied Entomology*, 2019, vol. 143, no 4, p. 365-370. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jen.12607>

GALINDO, Enrique, et al. Desarrollo histórico y los retos tecnológicos y legales para comercializar Fungifree AB, el primer biofungicida 100% mexicano. [en línea]. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 2016, vol. 18, no 1, p. 52-60. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2015.05.005>

GANDARILLA-PACHECO, Fatima L., et al. Production of infectious units of *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae) from different indigenous isolates of northeastern Mexico using 3 propagation strategies. [en línea]. *Revista Argentina de microbiología*, 2017, vol. 50, no 1, p. 81-89. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.008>

GONZALEZ-GUZMAN, A., et al. Effects of entomopathogenic fungi on durum wheat nutrition and growth in the field. [en línea]. *European Journal of Agronomy*, 2021, vol. 128, p. 126282. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126282>

GÜL, Esra; BABAROĞLU, Numan Ertuğrul; DEMIRCI, Fikret. Characterization and

virulence of entomopathogenic fungi from sunn pests in Turkey. [en línea]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2021. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2021.02.007>

GERHARDSON, Berndt. Biological substitutes for pesticides. [en línea]. Trends in biotechnology, 2002, vol. 20, no 8, p. 338-343. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0167-7799\(02\)02021-8](https://doi.org/10.1016/S0167-7799(02)02021-8)

HERRERA RODRÍGUEZ, José Ignacio; GUEVARA FERNÁNDEZ, Geycell Emma; MUNSTER DE LA ROSA, Harold. Los diseños y estrategias para los estudios cualitativos. [en línea]. Un acercamiento teórico-metodológico. Gaceta Médica Espirituana, 2015, vol. 17, no 2, p. 120-134. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. ISSN 1608 – 8921

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos & BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6° ed., McGraw-Hill, México. 2014, 634pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0

Horsak, R. D., Bedient, P. B., Hamilton, M. C., & Thomas, F. B. (1964). Pesticides. [en línea]. Environmental Forensics, 143–165. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-012507751-4/50030-6>

HYDE, Kevin D., et al. The amazing potential of fungi: 50 ways we can exploit fungi industrially. [en línea]. Fungal Diversity, 2019, vol. 97, no 1, p. 1-136. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: https://doi.org/10.1007 / 978-981-13-0393-7_11

KHACHATOURIANS, George G. Insecticides, microbial. 2019. [en línea]. Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021].

Koricheva, Julia, Alan C. Gange, and Tara Jones. "Effects of mycorrhizal fungi on insect herbivores: a meta-analysis." [en línea]. Ecology 90, no. 8 (2009): 2088-2097. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1890/08-1555.1>

KOST, Christian; HEIL, Martin. The defensive role of volatile emission and extrafloral nectar secretion for lima bean in nature. [en línea]. *Journal of chemical ecology*, 2008, vol. 34, no 1, p. 2-13. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10886-007-9404-0>

LARREA, H, UGAZ, C. & FLOREZ, M. (2018). El sistema de agronegocios en el Perú: de la agricultura familiar al negocio agroalimentario. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43(1): 1-16 pp.

LADANYIA, Milind; LADANIYA, Milind. Citrus fruit: biology, technology and evaluation. [en línea]. Academic press, 2016. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-012374130-1.50011-5>

LAIRD, Robert A.; ADDICOTT, John F. 'Fungicide application method'and the interpretation of mycorrhizal fungus–insect indirect effects. [en línea]. *Acta oecologica*, 2018, vol. 34, no 2, p. 214-220. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.actao.2008.05.001>

LATCHININSKY, Alexandre, et al. Applications of remote sensing to locust management. [en línea]. En *Land Surface Remote Sensing*. Elsevier, 2016. p. 263-293. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78548-105-5.50008-6>

LI, Xinghua, et al. Particulate and trace gas emissions from open burning of wheat straw and corn stover in China. [en línea]. *Environmental Science & Technology*, 2017, vol. 41, no 17, p. 6052-6058. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/es0705137>

LINIERS, María Cruz Rubio. El análisis documental: indización y resumen en bases de datos especializadas. [en línea]. e-LIS Repository, http://eprints.rclis.org/6015/1/Análisis_documental_indización_y_resumen.pdf (accessed March 15, 2018), 2009. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021].

LIU, Fei, et al. Exploiting innate immunity for biological pest control. [en línea].

Advances in Insect Physiology, 2017, vol. 52, p. 199-230. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/bs.aiip.2017.02.001>

LIU, Jian-Feng, et al. Lethal and sublethal effects of entomopathogenic fungi on tomato/potato psyllid, *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae) in *Capsicum*. [en línea]. Crop Protection, 2020, vol. 129, p. 105023. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.105023>

LOZANO-TOVAR, M. D., et al. Assessment of entomopathogenic fungi and their extracts against a soil-dwelling pest and soil-borne pathogens of olive. [en línea]. Biological Control, 2013, vol. 67, no 3, p. 409-420. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.09.006>

MAXWELL, J. (2019). Diseño de investigación cualitativa. [En línea] 1er ed. Barcelona. Editorial GEDISA S.A. Cap 2. El modelo de diseño. [Fecha de consulta: 3 de noviembre del 2020]. ISBN 978-84-17835-05-7. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ZLewDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=dise%C3%B1o+cualitativo+libro&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiBnMKm5uPpAhUVGLkGHZivDUUsQ6AEIMDAB#v=onepage&q=dise%C3%B1o%20cualitativo%20libro&f=falseE>

MANIVEL, S. Bhuvaneshwari; RAJKUMAR, G. Subashini. Mycopesticides: fungal based pesticides for sustainable agriculture. [en línea]. En Fungi and their Role in Sustainable Development: Current Perspectives. Springer, Singapore, 2018. p. 183-203. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021].

MARGOSIAN, M.L., GARRETT, K.A., HUTCHINSON, J.M.S., WITH, K.A., 2009. Connectivity of the american agricultural landscape: assessing the national risk of crop pest and disease spread. [en línea]. Bioscience 59, 141–151. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.2.7>

MBATA, George N.; IVEY, Cleveland; SHAPIRO-ILAN, David. The potential for using

entomopathogenic nematodes and fungi in the management of the maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae). [en línea]. *Biological control*, 2018, vol. 125, p. 39-43. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.06.008>

MORENO, Niurka Meneses. Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. [en línea]. *Revista Médica de Homeopatía*, 2017, vol. 10, no 1, p. 9-13. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.homeo.2017.04.004>

NINKOVIC, Velemir; AL ABASSI, Sate; PETTERSSON, Jan. The influence of aphid-induced plant volatiles on ladybird beetle searching behavior. [en línea]. *Biological Control*, 2001, vol. 21, no 2, p. 191-195. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1006/bcon.2001.0935>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2020) Nuevos estándares para frenar la propagación mundial de plagas y enfermedades de las plantas. [en línea]. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/en/item/1187738/icode/>

PACHECO HERNÁNDEZ, Ma, et al. Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. [en línea]. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 2019, vol. 10, no 56, p. 4-32. [Fecha de consulta: 31 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i56.496>

PARDEY, P. G., et al. Investments in and the economic returns to agricultural and food R&D worldwide. [en línea]. En *Agriculture and people*. Elsevier, 2014. p. 78-97. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00045-0>

PARKER, Bruce L., et al. Entomopathogenic fungi of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae): collection and characterization for development. [en

línea]. *Biological Control*, 2003, vol. 27, no 3, p. 260-272. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2021]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00017-3)

PELIZZA, Sebastian A., et al. Compatibility of chemical insecticides and entomopathogenic fungi for control of soybean defoliating pest, *Rachiplusia nu*. [en línea]. *Revista Argentina de microbiología*, 2018, vol. 50, no 2, p. 189-201. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.06.002>

POVEDA, Jorge; BAPTISTA, Paula. Filamentous fungi as biocontrol agents in olive (*Olea europaea* L.) diseases: mycorrhizal and endophytic fungi. *Crop Protection*, 2021, p. 105672. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105672>

PRIMOST, Jezabel E., et al. Glyphosate and AMPA, “pseudo-persistent” pollutants under real-world agricultural management practices in the Mesopotamic Pampas agroecosystem, Argentina. [en línea]. *Environmental Pollution*, 2017, vol. 229, p. 771-779. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.06.006>

QUIROZ, D. (2020). Gestión del tiempo, rigor científico y estrés académico en estudiantes modalidad semipresencial, décimo semestre de universidad privada, Pueblo Libre. Tesis de post grado, Universidad Cesar Vallejo, 166pp.

QUINTANA-RODRIGUEZ, Elizabeth, et al. Plant volatiles cause direct, induced and associational resistance in common bean to the fungal pathogen *Colletotrichum lindemuthianum*. [en línea]. *Journal of Ecology*, 2015, vol. 103, no 1, p. 250-260. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12340>

RAJULA, Julius; RAHMAN, Afroja; KRUTMUANG, Patcharin. Entomopathogenic fungi in Southeast Asia and Africa and their possible adoption in biological control. [en línea]. *Biological Control*, 2020, p. 104399. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104399>

RASMANN, Sergio, et al. Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots. [en línea]. Nature, 2015, vol. 434, no 7034, p. 732-737. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/nature03451>

RODRÍGUEZ, Marta; GERDING, Marcos; FRANCE, Andrés. Selección de aislamientos de hongos entomopatógenos para el control de huevos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). [en línea]. Agricultura técnica, 2006, vol. 66, no 2, p. 151-158. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072006000200005>

RODRIGUEZ, R. J., et al. Fungal endophytes: diversity and functional roles. [en línea]. New phytologist, 2009, vol. 182, no 2, p. 314-330. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02773.x>

SAHA, Tamoghna, et al. Insect Pest Management of Preharvest Vegetables for Better Postharvest Quality. [en línea]. En Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality. Academic Press, 2018. p. 277-300. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809807-3.00011-1>

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJIA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. 1° edición, Bussiness Support Aneth S.R.L., Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2018, 146 pp. ISBN: 978-612-47351-4-1

SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, Rosa Elvira, et al. Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. [en línea]. TIP Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 2018, vol. 16, no 2, p. 132-146. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1405-888X\(13\)72084-9](https://doi.org/10.1016/S1405-888X(13)72084-9)

SHAHRIARI, Morteza, et al. Immunological interactions of *Chilo suppressalis* Walker (Lepidoptera: Crambidae) with the native entomopathogenic fungi. [en línea].

Microbial Pathogenesis, 2021, vol. 154, p. 104858. [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.104858>

SHARMA, Akanksha, et al. Global trends in pesticides: A looming threat and viable alternatives. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2020, vol. 201, p. 110812. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110812>

SHARRATT, Brenton; AUVERMANN, B. Dust pollution from agriculture. [en línea]. *Encyclopedia of Agriculture & Food Systems*; Elsevier: New York, NY, USA, 2016, p. 487-504. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00089-9>

SILVA, Richard Ríos Da, et al. *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos. [en línea]. *Scientia Agropecuaria*, 2020, vol. 11, no 3, p. 419-426. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.14>

S.S. Sindhu, A. Sehrawat, R. Sharma, A. Khandelwal Biological control of insect pests for sustainable agriculture T.K. Adhya, B.B. Mishra, K. Annapura, D.K. Verma, U. Kumar (Eds.), *Advances in Soil Microbiology: Recent Trends and Future Prospects*, Springer, Singapore (2017). [en línea]. pp. 189-218. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021].

THALER, Jennifer S. Jasmonate-inducible plant defences cause increased parasitism of herbivores. [en línea]. *Nature*, 1999, vol. 399, no 6737, p. 686-688. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/21420>

TURLINGS, Ted CJ; TUMLINSON, James H.; LEWIS, W. Joe. Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. [en línea]. *Science*, 1990, vol. 250, no 4985, p. 1251-1253. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.250.4985.1251>

TRACY, Sarah J. *Qualitative research methods: Collecting evidence, crafting analysis, communicating impact*. [en línea]. John Wiley & Sons, 2019. [Fecha de

consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00396-2>

KAAYA, Godwin P. *Glossina morsitans morsitans*: Mortalities caused in adults by experimental infection with entomopathogenic fungi. [en línea]. *Acta tropica*, 1989, vol. 46, no 2, p. 107-114. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0001-706X\(89\)90004-1](https://doi.org/10.1016/0001-706X(89)90004-1)

KARAR, Mohamed Esmail, et al. A new mobile application of agricultural pests recognition using deep learning in cloud computing system. [en línea]. *Alexandria Engineering Journal*, 2021, vol. 60, no 5, p. 4423-4432. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.03.009>

KHAN, Z. R., et al. Intercropping increases parasitism of pests. [en línea]. *Nature*, 1997, vol. 388, no 6643, p. 631-632. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/41681>

MÄNTYLÄ, Elina, et al. From plants to birds: higher avian predation rates in trees responding to insect herbivory. [en línea]. *PLoS One*, 2008, vol. 3, no 7, p. e2832. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0002832>

NARENDERAN, S. T.; MEYYANATHAN, S. N.; BABU, B. Review of pesticide residue analysis in fruits and vegetables. Pre-treatment, extraction and detection techniques. [en línea]. *Food Research International*, 2020, vol. 133, p. 109141. [Fecha de consulta: 7 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109141>

SALGADO LÉVANO, Ana Cecilia. Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. [en línea]. *Liberabit*, 2007, vol. 13, no 13, p. 71-78. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. ISSN 1729-4827

SAWICKA, Barbara; EGBUNA, Chukwuebuka. Pests of agricultural crops and control measures. [en línea]. En *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*.

Academic Press, 2020. p. 1-16. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021].
Disponibile en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819304-4.00001-4>

VERMA, Deepa, et al. Microbial Control of Pests and Weeds. [en línea]. En Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control. Academic Press, 2020. p. 119-126. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819304-4.00010-5>

VINCHIRA-VILLARRAGA, Diana Marcela; MORENO-SARMIENTO, Nubia. Control biológico: Camino a la agricultura moderna. [en línea]. Revista Colombiana de Biotecnología, 2019, vol. 21, no 1, p. 2-5. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860>

WALKER, K.; FREDERICK, R. Entomological Risks of Genetically Engineered Crops. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11677-X>

WRAIGHT, S. P., et al. Pathogenicity of the Entomopathogenic Fungi *Paecilomyces* spp. and *Beauveria bassiana* against the Silverleaf Whitefly, *Bemisia argentifolii*. [en línea]. Journal of Invertebrate Pathology, 1998, vol. 71, no 3, p. 217-226. [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1006/jjpa.1997.4734>

WRATTEN, S. D. Conservation biological control and biopesticides in agricultural. [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. ISBN: 978-0-444-53448-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.00539-X>

WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura. [en línea]. 1992. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. ISBN: 9243561391

YANG, Zhiyuan, et al. Effects of the entomopathogenic fungus *Clonostachys rosea* on mortality rates and gene expression profiles in *Diaphorina citri* adults. [en línea]. Journal of Invertebrate Pathology, 2021, vol. 179, p. 107539. [Fecha de consulta: 26

de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2021.107539>

ZAKIR, Ali, et al. Herbivore-induced plant volatiles provide associational resistance against an ovipositing herbivore. [en línea]. Journal of Ecology, 2013, vol. 101, no 2, p. 410-417. [Fecha de consulta: 24 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12041>

ANEXO

Anexos N°1:

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

TÍTULO:

PAGINA (S)	AÑO DE PUBLICACIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN

TÍTULO DE INVESTIGACIÓN:	AUTOR (ES):

CÓDIGO (DOI, ISBN, ISNN)	
PALABRAS CLAVES	
TIPO DE HONGOS (FAMILIA, ORDEN)	
TIPO DE PLAGA AGRÍCOLA (Especie)	
TIPO DE ENFERMEDAD AGRÍCOLA (Especie)	
EFICIENCIA	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES:	

Elaboración propia

Anexos N°2:

Especie patógena	Orden	Familia	Cepa agrícola	Aplicación	Planta dañada	Autor(es)
Hongo patógeno <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Glomerellales	Glomerellaceae	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	Aplicación directa	Frijol	Quintana et al., 2015
Hongos micorrízicos arbusculares	Ericales	No detalla	Pulgón de la papa (Macrosiphum euphorbiae)	Aplicación previa a la siembra	Solanum spp. (S. tuberosum)	Zakir et al., 2013
Hongos entomopatógenos nativos	No detalla	No detalla	Barrenador del arroz asiático <i>Chilo suppressalis</i>	Aplicación directa	No detalla	Shahriari et al., 2021
Hongo <i>B. bassiana</i>	Hypocreales	Clavicipitaceae	<i>M. brunneum</i>	Aplicación directa (en semillas) Aplicación previa a la siembra	Trigo duro	Guzman et al., 2021
Hongo <i>B. pseudobassiana</i>	Hypocreales	Clavicipitaceae	Plagas de trigo y la cebada Eurygaster spp	Aplicación directa	Plagas solares	Gul et al., 2021
Hongos <i>Beauveria</i> , <i>Paecilomyces</i> y <i>Verticillium</i>	Hypocreales Eurotiales Hypocreales	Clavicipitaceae Trichocomaceae Plectosphaerellaceae	plaga del maíz Eurygaster integriceps	Aplicación directa	Plantas de trigo	Parker et al., 2003

<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i>	Hypocreales Hypocreales	Clavicipitaceae Clavicipitaceae	Mosca blanca Pulgones del haz	Aplicación directa (a las semillas)	Cultivo de col y lechuga	Silva et al., 2020
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Metarhizium robertsii</i>	Hypocreales Hypocreales Hypocreales	Clavicipitaceae Clavicipitaceae Clavicipitaceae	<i>Rachiplusia nu</i>	Aplicación directa	Cultivo de soja	Pelizza et al., 2018
<i>Metarhizium</i> spp. y <i>Beauveria</i> spp.	Hypocreales Hypocreales	Clavicipitaceae Clavicipitaceae	Mosca del olivo <i>Bactrocera oleae</i> Phytophthora	Incorporación al suelo durante la siembra	Cultivo de olivo	Lozano et al., 2013
16 cepas nativas de hongos <i>Beauveria bassiana</i>	Hypocreales	Clavicipitaceae	Psílido del tomate y de la papa <i>Bactericera cockerelli</i>	En condiciones de laboratorio	Cultivo de tomate / papa	Liu et al., 2020
6 nematodos <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> Poinar, <i>H. indica</i> Poinar, Karunakar y David, <i>H. georgiana</i> , <i>Steinernema feeliae</i> , <i>S. carpocapsae</i>	Hypocreales Hypocreales	Clavicipitaceae Clavicipitaceae	Gorgojo del maiz <i>S. zeamais</i>	Aplicación previa a la siembra Bolsas de yute) con polvo humectable de <i>B. bassiana</i>	Cultivo de maiz	Mbata et al., 2018
2 hongos <i>Beauveria</i>						

<i>bassiana</i> , <i>Metarhizium</i> <i>brunneum</i>						
<i>Clonostachys</i> <i>rosea</i>	Hypocreales	Bionectriaceae	Plaga grave de los cítricos <i>Diaphorina citri</i> Kuwayama	Incorporación al suelo durante la siembra o trasplante (mojado)	Plantas de limón, naranja y mandarina	Yang et al., 2021
<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium brunneum</i>	Hypocreales Hypocreales	Clavicipitaceae Clavicipitaceae	Escarabajos <i>Pityophthorus juglandis</i>	Aplicación previa a la siembra (roseado)	Ramas de nodal	Castrillo et al., 2017
<i>Acremonium</i> y <i>Scopulariopsis</i> <i>Beauveria</i> sp.	Hypocreales Microascales Hypocreales	Hypocreaceae Microascaceae Clavicipitaceae	Plaga de algodonero <i>Dysdercus peruvianus</i> Plaga de cultivos <i>Schistocerca piceifrons</i>	Aplicación directa (colocadas sobre semillas de algodón)	Plantación de algodones	Falconi et al., 2010
26 hongos entomopatógenos 15 aislamientos de <i>Metarhizium anisopliae</i> y 11 de <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Hypocreales Eurotiales	Clavicipitaceae Trichocomaceae	Salivazos <i>Aeneolamia varia</i> <i>Zulia carbonaria</i>	Aplicación previa a la siembra (material de propagación)	Plantación de caña de azúcar	García et al., 2012
<i>Verticillium lecanii</i> , <i>Beauveria bassiana</i> ,	Hypocreales Hypocreales Eurotiales	Cordycipitaceae Clavicipitaceae Trichocomaceae	Moscas blancas <i>Aleurotrachelus socialis</i>	Aplicación directa	Cultivo de yuca	Leán et al., 2004

<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>						
<i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Anisopliae</i> , <i>Beauveria bassiana</i>	Hypocreales Hypocreales Hypocreales	Clavicipitaceae Clavicipitaceae Clavicipitaceae	Polilla del tomate <i>Tuta absoluta</i> Meyrick	Aplicación directa (pulverización)	Cultivos de tomate	Rodríguez M. y France A., 2006
<i>Isaria fumosorosea</i> <i>Beauveria bassiana</i>	Eurotiales Hypocreales	Trichocomaceae Cordycipitaceae	Marchitez del laurel (Escarabajo ambrosía de las bayas rojas)	Método de inmerción	Cultivo de aguacate	Carrillo et al., 2015

Elaboración propia

Anexos N°3:

Especie patógena	Concentración	Tiempo de exposición	Resultados	Autor(es)
Hongo patógeno <i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	1 x 10 ⁷ conidias mL ⁻¹	12, 24, 48 y 72 h	En un tiempo de exposición de 15 días solo el 25% del área foliar de las plantas presentó daño	Quintana et al., 2015
Hongos micorrízicos arbusculares	200 mL de esporas Aplicando 1mL en las macetas	3 semanas	<i>Solanum tuberosum</i> produjo tubérculos consistentemente durante el período experimental	Zakir et al., 2013
Hongos entomopatógenos nativos	No detalla	12 y 24 horas	Los hongos entomopatógenos aumentaron el número de hemocitos en <i>Chilo suppressalis</i> después de 3 y 6 h.	Shahriari et al., 2021
Hongo <i>B. bassiana</i>	No detalla	30 días	Aplicación directa: Aumentó significativamente la longitud total de la raíz y el área de la superficie de la raíz en la etapa de elongación del tallo, así como la	Guzmán et al., 2021

			<p>longitud de la raíz y el área de la superficie de la raíz.</p> <p>Aplicación previa a la siembra: Disminuyó la vitrosidad del grano.</p>	
<p>Hongo <i>B. pseudobassiana</i></p>	No detalla	9, 12 y 15 días	<p>En un tiempo de exposición de 9 días los aislamientos de <i>B. pseudobassiana</i> BB34 y AF4 causaron el 100% de muerte</p> <p>Y a los 12 días <i>B. pseudobassiana</i> E512 causó el 100% de muerte.</p> <p>Concluyendo que la <i>B. pseudobassiana</i> es la especie más prevalente y virulenta sobre las plagas solares.</p>	Gul et al., 2021
<p>Hongos <i>Beauveria</i> , <i>Paecilomyces</i> y <i>Verticillium</i></p>	No detalla	15 días	<p>En un tiempo de 15 días la mortalidad de <i>E. integriceps</i> osciló entre 66 y > 95% en los ensayos de cama y 50</p>	Parker et al., 2003

			<p>a 91% en los ensayos de plantas.</p> <p>Demostrando potencial de los hongos entomopatógenos para el manejo de <i>E. integriceps</i> en sitios de hibernación y en campos de trigo.</p>	
<p><i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i></p>	<p><i>B. tabaci</i> a una concentración de 6.1×10^7 conidios/mL (100 %) y <i>M. anisopliae</i> con una concentración de $9,5 \times 10^7$ conidios/mL (87,9 %) durante 8 días</p>	<p>6 días</p> <p>8 días</p> <p>23 días</p>	<p><i>B. bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i> ocasionó 73% de mortalidad de <i>Bemisia tabaci</i> en el envés de las hojas de lechuga.</p> <p>En un tiempo de 23 días <i>B. bassiana</i> reveló 84% de mortalidad para <i>Brevicoryne brassicae</i> L. en el haz de las hojas de col.</p> <p>En 6 días, <i>B. bassiana</i> + <i>M. anisopliae</i>, mostraron 79% de mortalidad en las hojas de col</p> <p>En 23 días, <i>M.</i></p>	<p>Silva et al., 2020</p>

			<i>anisopliae</i> presentó 88% de mortalidad.	
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Metarhizium robertsii</i>	1 × 10 ⁸ , 1 × 10 ⁶ y 1 × 10 ⁴ conidios/ml.	8 y 16 horas	Las combinaciones de estos insecticidas con <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Metarhizium robertsii</i> causaron una mayor mortalidad de larvas de R. nu que cualquiera de los agentes individuales.	Pelizza et al., 2018
Metarhizium spp. y <i>Beauveria</i> spp.	1,0 X 10 ⁸ conidios 1,8 X 10 ⁸ conidios con 30g de suelo; 6,0 X 10 ⁶ conidios/g	15 días	<p><i>Beauveria</i> y <i>Metarhizium</i> han mostrado potencial en tratamientos de suelo contra preimaginales y adultos</p> <p><i>Beauveria</i> y <i>Metarhizium</i> causaron una inhibición del 40-62% de las tasas de crecimiento de <i>Phytophthora</i> y <i>Verticilium</i>.</p> <p><i>Beauveria</i> y <i>Metarhizium</i> provocaron una</p>	Lozano et al., 2013

			inhibición del 100% de los patógenos GR.	
<i>Beauveria bassiana</i>	1 × 10 ⁷ mL ⁻¹	10 días	En un tiempo de 10 días. <i>B. bassiana</i> indujo una alta mortalidad	Liu et al., 2020
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i> Poinar, <i>H. indica</i> Poinar, Karunakar y David, <i>H. georgiana</i> , <i>Steinernema feeliae</i> , <i>S. carpocapsae</i>	1 × 10 ⁹ conidios / mL 2,13 × 10 ⁷ conidios / mm ²	14 días	<i>S. carpocapsae</i> fue el más virulento para los gorgojos adultos con dosis alta de 1 × 10 ⁹ conidios / mL. Gorgojos adultos que caminaron durante 30 minutos sobre las bolsas de yute tratadas registraron una mortalidad del 100% a los 14 días posteriores a la inoculación La mortalidad por hongos fue mayor al control.	Mbata et al., 2018
<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium brunneum</i>				
<i>Clonostachys rosea</i>	1 × 10 ⁸ suspensión de conidios / ml de esporas.	No indica	Mortalidad de <i>C. rosea</i> contra <i>D. citri</i> en un 46,67%. <i>C. rosea</i> es virulenta	Yang et al., 2021

			contra adultos ACP y tiene el potencial como agente de control biológico para el manejo de ACP en el campo.	
<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium brunneum</i>	10 ³ a 10 ² conidios por ml de solución acuosa estéril	4 días	Reducción de los daños del escarabajo con <i>B. bassiana</i> en un 98% y con <i>M. brunneum</i> en un 96%.	Castrillo et al., 2017
<i>Acremonium</i> y <i>Scopulariopsis</i> <i>Beauveria</i> sp.	<i>Beauveria</i> sp.: 3,7x10 ⁸ conidios/mL <i>Acremonium</i> sp.: 1,9x10 ⁸ conidios/mL <i>Scopulariopsis</i> sp.: 9,4x10 ⁷ conidios/mL	20 días	Los mayores porcentajes de mortalidad en 20 días: <i>Beauveria</i> sp. (83,3%) <i>Acremonium</i> sp. (80%) <i>Scopulariopsis</i> sp. (23,3%)	Falconi et al., 2010
15 aislamientos de <i>Metarhizium anisopliae</i> y 11 de <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Se sembraron 10 µl de una suspensión (1x10 ⁶ conidios/ml) de cada aislamiento de los hongos	20 días	Solo ocho aislamientos de <i>M. anisopliae</i> y seis de <i>P. lilacinus</i> resultaron patogénicos al salivazo.	García et al., 2012

<i>Verticillium lecanii</i> , <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	1x10 ³ , 1x10 ⁴ , 1x10 ⁵ , 1x10 ⁶ , 5,0x10 ⁶ , 1x10 ⁷ , 5,0x10 ⁷ conidios/ml,	24 horas	Mortalidad para <i>A. socialis</i> con el hongo <i>V. lecanii</i> : 67,3% <i>P. fumosoroseus</i> : 48,5% <i>B. bassiana</i> : 47,2%	Aleán et al., 2004
<i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Anisopliae</i> , <i>Beauveria bassiana</i>	Después suspensiones crecientes de 0 a 10 ⁸ conidias mL-1	No indica	La mortalidad y esporulación con los aislamientos <i>M. anisopliae</i> y <i>B. bassiana</i> fueron mayores produciendo porcentajes de mortalidad de huevos en 80 y 60% con concentración de 10 ⁸ conidias mL-1	Rodríguez M. y France A., 2006
<i>Isaria fumosorosea</i> <i>Beauveria bassiana</i>	Se extendieron 100 µl de suspensiones de blastosporas o conidios (10 ³ esporas / mL)	3 días (<i>B. bassiana</i>) 5 días (<i>I. fumosorosea</i>)	Porcentajes de mortalidad de escarabajos (F = 0,66; df = 4, 119; P = 0,57), o los porcentajes de individuos con signos de micosis (F = 0,21; df = 4, 119; P = 0,88).	Carrillo et al., 2015

Elaboración propia