UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE BIOLOGIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

HONGOS ENTOMOPATÓGENOS COMO ALTERNATIVA PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN CULTIVOS DE *MANIHOT ESCULENTA* (YUCA) EN LA REGIÓN AMAZÓNICA DEL ECUADOR. (REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)

AUTOR(ES):

Grace Belén Quilambaqui Montaño

Damaris Salome Ramírez Narváez

DOCENTE - TUTOR:

Msc. Yamila Lazo Pérez

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO "Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas en cultivos de Manihot esculenta (yuca) en la Región Amazónica del Ecuador".		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	De acuerdo.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	De acuerdo.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	De acuerdo.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	De acuerdo.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	De acuerdo.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	De acuerdo.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	De acuerdo.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	4/5	Cumplen en parte.
VALORACIÓN TOTAL	100	99/100

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	99/100

Atentamente,

Firmado digitalmente porJESUS ANTONIO BONILLA DE GRACIA
Fecha:2023-03-09 19:30+19:00
JESUS ANTONIO BONILLA DE GRACIA

Dado en la ciudad de Puyo, a los 09 días del mes de marzo de 2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	el texto parece un poco desordenado y podría organizarse mejor. Por ejemplo, se podría comenzar por presentar el objetivo de la revisión bibliográfica y luego dar algunos detalles sobre la importancia del cultivo de yuca en Ecuador y las plagas que lo afectan. También sería útil proporcionar algunas cifras concretas sobre el impacto económico de estas plagas y los costos asociados al uso de pesticidas químicos.
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	17/20	Hay una repetición de información en diferentes partes del texto. Algunas oraciones no están completas y otras presentan errores gramaticales. Se presentan afirmaciones sin sustento científico, como la de que los artrópodos fitófagos no tienen incidencia en el rendimiento del cultivo.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	13/15	
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	14/15	
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		

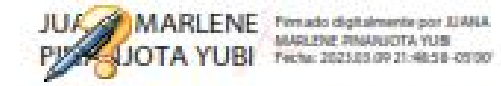
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	22/25	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8/10	Presenta conclusiones con datos que no han sido mostrados en los resultados.
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	88/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	88

Atentamente,



Juana Marlene Pinanjota Yubi
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 8 días del mes de marzo de 2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÌA

Puyo, 02-03-2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Grace Belèn Quillambaqui Montaño, con C.I. 1900782457, con el Tema: "HONGOS ENTOMOPATÓGENOS COMO ALTERNATIVA PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN CULTIVOS DE *MANIHOT ESCULENTA* (YUCA) EN LA REGIÓN AMAZÓNICA DEL ECUADOR. (REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)", de la carrera de Biologìa. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, MS,c. Yamila Lazo Pèrez, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5%, Informe generado con fecha 02-03-2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
YAMILA LAZO PEREZ

MS,c. Yamila Lazo Pèrez

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

Document Information

Analyzed document	Hongos entomoptógenos-01-03-23-URKUND.docx (D159933674)
Submitted	2023-03-02 21:02:00
Submitted by	
Submitter email	ylazo@uea.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	ylazo.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W URL: https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10N583.pdf
Fetched: 2021 09-06 04:59:16 4

Entire Document

Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas en cultivos de Manihot esculenta (yuca) en la Región Amazónica del Ecuador. (Revisión bibliográfica) Resumen El cultivo de Manihot esculenta (yuca) es tradicional en el Ecuador, explotado durante siglos por los habitantes de la Amazonía con altas repercusiones en los ámbitos social y económico debido a su gran utilidad como fuente de nutrientes y materia prima para fabricación de almidones y harinas. En Ecuador según estadísticas del MAGAP hasta el año 2012 la superficie ocupada por cultivos de M. sculenta es de aproximadamente 23518.95 hectáreas, concentrándose la región amazónica cerca del 45,6% de estas superficies cultivadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar, a través de la revisión bibliográfica, los hongos entomopatógenos que pueden ser usados como alternativa para el control biológico de plagas en los cultivos de M. esculenta en la Amazonía ecuatoriana. Esta investigación fue de carácter deductiva y descriptiva, de manera que se realizó una revisión sistemática cualitativa a través información bibliográfica, tomando en cuenta las principales especies de insectos plagas, especies de hongos entomófagos controladoras biológicas, la superficie de producción, especies que intervienen en pérdidas potenciales de rendimiento causadas por plagas. Los resultados demostraron que las principales plagas que atacan a este cultivo fueron
ácaros (Mononychellus spp), la mosca blanca Aleurotrachellus sociales, Aleurothrixus aepim, Bemisia tuberculata, cochinilha
Phenacoccus manihoti y P. herreni, el chinche de encaje Vatiga illudens, V. manihotae y Amblystira machalana,
y el chinche subterráneo Cyrtomenus bergi. Se comprobò que cepas de hongos entomopatógenos como Beauveria bassiana y Lecanicillium lecanii responden positivamente en el control y tratamiento como plaga de estos cultivos. Estos resultados brindan información valiosa que sirve de base para el control de plagas en el cultivo de la yuca, reflejando mediante la revisión sistemática que los hongos entomopatògenos son una alternativa factible para el control biológico de plagas en este importante cultivo agrícola en la región Amazónica ecuatoriana. Palabras clave: Plagas, entomófagos, control biológico, hipocreales.

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE BIOLOGÌA

Puyo, 02-03-2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Damaris Salome Ramirez Narvaez, con C.I. 1600567067, con el Tema: "HONGOS ENTOMOPATÓGENOS COMO ALTERNATIVA PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN CULTIVOS DE *MANIHOT ESCULENTA* (YUCA) EN LA REGIÓN AMAZÓNICA DEL ECUADOR. (REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)", de la carrera de Biologìa. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, MS,c. Yamila Lazo Pèrez, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 5%, Informe generado con fecha 02-03-2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
YAMILA LAZO PEREZ

MS,c. Yamila Lazo Pèrez

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Hongos entomoptógenos-01-03-23-URKUND.docx (D159933674)
Submitted	2023-03-02 21:02:00
Submitted by	
Submitter email	ylazo@uea.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	ylazo.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

W URL: https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10N583.pdf
Fetched: 2021 09-06 04:59:16 4

Entire Document

Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas en cultivos de Manihot esculenta (yuca) en la Región Amazónica del Ecuador. (Revisión bibliográfica) Resumen El cultivo de Manihot esculenta (yuca) es tradicional en el Ecuador, explotado durante siglos por los habitantes de la Amazonía con altas repercusiones en los ámbitos social y económico debido a su gran utilidad como fuente de nutrientes y materia prima para fabricación de almidones y harinas. En Ecuador según estadísticas del MAGAP hasta el año 2012 la superficie ocupada por cultivos de M. sculenta es de aproximadamente 23518.95 hectáreas, concentrándose la región amazónica cerca del 45,6% de estas superficies cultivadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar, a través de la revisión bibliográfica, los hongos entomopatógenos que pueden ser usados como alternativa para el control biológico de plagas en los cultivos de M. esculenta en la Amazonía ecuatoriana. Esta investigación fue de carácter deductiva y descriptiva, de manera que se realizó una revisión sistemática cualitativa a través información bibliográfica, tomando en cuenta las principales especies de insectos plagas, especies de hongos entomófagos controladoras biológicas, la superficie de producción, especies que intervienen en pérdidas potenciales de rendimiento causadas por plagas. Los resultados demostraron que las principales plagas que atacan a este cultivo fueron
ácaros (Mononychellus spp), la mosca blanca Aleurotrachellus sociales, Aleurothrixus aepim, Bemisia tuberculata, cochinilha
Phenacoccus manihoti y P. herreni, el chinche de encaje Vatiga illudens, V. manihotae y Amblystira machalana,
y el chinche subterráneo Cyrtomenus bergi. Se comprobò que cepas de hongos entomopatógenos como Beauveria bassiana y Lecanicillium lecanii responden positivamente en el control y tratamiento como plaga de estos cultivos. Estos resultados brindan información valiosa que sirve de base para el control de plagas en el cultivo de la yuca, reflejando mediante la revisión sistemática que los hongos entomopatògenos son una alternativa factible para el control biológico de plagas en este importante cultivo agrícola en la región Amazónica ecuatoriana. Palabras clave: Plagas, entomófagos, control biológico, hipocreales.

Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas en cultivos de *Manihot esculenta* (yuca) en la Región Amazónica del Ecuador. (Revisión bibliográfica)

Dámaris Salomé Ramírez Narvaez **1**[1]

blg2017112@uea.edu.ec

Grace Belén Quilambaqui Montaño **2**[1]

autor2@uea.edu.ec

Lazo Perez Yamila Msc.[2]

ylazo@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida,

Carrera de Biología

Resumen

El cultivo de *Manihot esculenta* (yuca) es tradicional en el Ecuador, explotado durante siglos por los habitantes de la Amazonía con altas repercusiones en los ámbitos social y económico debido a su gran utilidad como fuente de nutrientes y materia prima para fabricación de almidones y harinas. En Ecuador según estadísticas del MAGAP hasta el año 2012 la superficie ocupada por cultivos de *M. sculenta* es de aproximadamente 23518.95 hectáreas, concentrándose la región amazónica cerca del 45,6% de estas superficies cultivadas. El objetivo de este trabajo fue evaluar, a través de la revisión bibliográfica, los hongos entomopatógenos que pueden ser usados como alternativa para el control biológico de plagas en los cultivos de *M. esculenta* en la Amazonía ecuatoriana. Esta investigación fue de carácter deductiva y descriptiva, de manera que se realizó una revisión sistemática cualitativa a través información bibliográfica, tomando en cuenta las principales especies de insectos plagas, especies de hongos entomófagos controladoras biológicas, la superficie de producción, especies que intervienen en pérdidas potenciales de rendimiento causadas por plagas. Los resultados demostraron que las principales plagas que atacan a este cultivo fueron ácaros (*Mononychellus* spp), la mosca blanca *Aleurotrachellus sociales, Aleurothrixus aepim, Bemisia tuberculata*, cochinilha *Phenacoccus manihoti y P. herreni*, el chinche de encaje Vatiga *illudens, V. manihotae y Amblystira machalana*, y el chinche subterráneo *Cyrtomenus bergi.* Se comprobò que cepas de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium lecanii* responden positivamente

en el control y tratamiento como plaga de estos cultivos. Estos resultados brindan información valiosa que sirve de base para el control de plagas en el cultivo de la yuca, reflejando mediante la revisión sistemática que los hongos entomopatògenos son una alternativa factible para el control biológico de plagas en este importante cultivo agrícola en la región Amazónica ecuatoriana.

Palabras clave: Plagas, entomófagos, control biológico, hipocreales.

Abstract

The cultivation of *Manihot esculenta* (yuca) is traditional in Ecuador, exploited for centuries by the inhabitants of the Amazon with high repercussions in the social and economic surroundings due to its great utility as a source of nutrients, raw material for the manufacture of starches and flours, etc. In Ecuador, according to MAGAP statistics, up to the year 2012, the area occupied by *M. sculenta* (yuca) crops is approximately 23,518.95 hectares, with the Amazon region concentrating about 45.6% of these cultivated areas. Due to this great importance, the objective of this work is to evaluate, through a bibliographic review, the entomopathogenic fungi that can be used as an alternative for the biological control of pests in *M. esculenta* (yuca) crops in the Ecuadorian Amazon. This research is of a deductive and descriptive nature, so a qualitative systematic review was carried out through bibliographic information, taking into account the main species of pest insects, species of biological controlling entomophagous fungi, the production surface, species that intervene in Potential yield losses caused by pests, as a methodology. The main pests that attack this crop are concentrated in species such as mites (*Mononychellus* spp), the *Aleurotrachellus sociales* whitefly, *Aleurothrixus aepim, Bemisia tuberculata, cochinilha Phenacoccus manihoti* and *P. herreni*, the lace bug *Vatiga illudens*, *V. manihotae* and *Amblystira machalana*, and the subterranean bug *Cyrtomenus bergi*. Strains of entomopathogenic fungi such as *Beauveria bassiana* and *Lecanicillium lecanii*, have shown to respond positively in the control and treatment of these crops as a pest, in addition strains of entomophagous fungi are detailed as a treatment for different pests, despite the fact that many ecological and environmental aspects are still missing. To evaluate in Amazonian conditions, entomophages are described for the care of this crop, its use as an alternative to pesticides with a focus on conserving the environment and human health.

Keywords: Plagues, Entomophagous, Biological control, Hypocreals.

1. Introducción

En la actualidad es cada vez más importante los estudios sobre hongos entomopatógenos que permitan su uso para el control biológico de plagas en diferentes cultivos de interés agronómico. Los hongos entomopatógenos han sido agentes de importancia para el control biológico de plagas, debido a que son susceptibles de padecer enfermedades causadas por dichos hongos, siendo la enfermedad más visible en insectos y muchos de ellos se pueden producir masivamente (Correal et al., 2019). Éstos presentan un alto potencial como agentes controladores, infectan cuando sus esporas entran en contacto con la cutícula de insectos susceptibles, germinan y crecen directamente a través de ella hacia el interior del cuerpo de su hospedero (Caballero, 2014).

A diferencia de los insecticidas tradicionales, los hongos entomopatógenos usados como biopesticidas son selectivos, pues actúan sólo sobre algunas especies de insectos (Urra, 2015). Uno de los aspectos más importantes en la producción agrícola, es el control de plagas y enfermedades, las cuales generan pérdidas económicas para los productores de miles de millones de dólares al año (Tangarife, 2021). Además, el uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos es la causa directa de la resistencia de diferentes organismos, eventualmente la pérdida de su efectividad. Por lo que este problema está lejos de solucionarse, se agrava tanto que, el componente ambiental termina siendo afectado y por ende en definitiva no buscan formas para remediar lo ocasionado por los agentes químicos que se quedan por años y años sobre el suelo en el que fue administrado (CNRCB, 2018). Con el manejo del control biológico de plagas se obtienen beneficios a la economía de los agricultores, protección del ambiente y a la salud de los consumidores, por lo que los agricultores podrán combatir plagas contra las cuales se dispone especies entomopatógenas con menor inversión a diferencia de las generadas por el uso de plaguicidas (SMCM, 2018).

El cultivo de *Manihot sculenta* Crantz (yuca) no está exento a estos problemas. En los países de alta producción como Brasil, Colombia, Venezuela, Ecuador y Paraguay, las principales plagas son los ácaros (*Mononychellus* spp), la mosca blanca/mosca branca (*Aleurotrachellus sociales, Aleurothrixus aepim, Bemisia tuberculata*) y otras, el piojo harinoso/cochinilha

farinhosa (*Phenacoccus manihoti y P. herreni*), el gusano cachón/mandorova *(Erinnyis ello*), el chinche de encaje/percevejo da renda (*Vatiga illudens, V. manihotae y Amblystira machalana*), los barrenadores del tallo/broca de caule (*Chilomima clarkei, Coleosternus* spp), y el chinche de la viruela/percevejo subterráneo (*Cyrtomenus bergi*) (Belloti, et al., 2015).

En Ecuador *M. esculenta* es producida en su mayor parte por pequeños agricultores desde cerca del nivel del mar hasta los 1620 msnm en las regiones: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos (Hinostroza, 2014). Estadísticas del SINAGAP (2013) reportaron que la superficie cosechada en el país se encuentra alrededor de las 22.000 ha con rendimiento aproximado de 4 t/h; el consumo per cápita en Ecuador es de 12 kg/persona (Hinostroza, et al., 2014). Entre sus principales artrópodos fitófagos, se destacan a *Phyllophaga spp., Erynnis ello, Silba pendula, Anastrepha spp., Jatrophobia brasiliensis*, moscas blancas y varias especies de ácaros de la familia Tetranychidae (Muñoz et al., 2017), lo que, si bien es cierto, no tienen una incidencia en el rendimiento del cultivo, pueden bajo ciertas circunstancias de desequilibrio del agroecosistema, convertirse en plagas clave (Cañarte, et al. 2021), lo que indica que también tienen limitaciones en su uso en función de las condiciones ambientales adecuadas para su proliferación.

En la región Amazónica ecuatoriana persisten estos problemas, sin embargo, se han enfrentado grandes retos en cuanto a su eficacia, la comprensión de su biología, dinámica y la factibilidad de su uso en los sistemas agrícolas para el control de plagas, (Correal, et al., 2018). De ahí que se plantea la siguiente pregunta científica: ¿Cómo influyen los hongos entomopatógenos como mecanismos para el control biológico de plagas de *Manihot esculenta* (yuca) en la región amazónica del Ecuador?

El objetivo de este trabajo fue evaluar, a través de la revisión bibliográfica sistemática, los hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas en los cultivos de *M. esculenta*, (yuca).

2. Materiales y Métodos / Metodología

2.1. Área de estudio

El área de estudio de esta investigación fue en la Región Amazónica ecuatoriana, ubicada al oeste de la Cordillera de los Andes hasta la zona limítrofe con Perú y

Colombia (Figura 1). Se seleccionó está área debido a que el cultivo de la yuca resulta uno de los rubros económicos fundamentales, donde muchas comunidades indígenas se sostienen de este cultivo. La yuca es un cultivo manejado en varios sistemas de producción asociada con maíz, frejol, maní, zapallo, etc., en su mayoría mini productores. Aproximadamente el 50% de superficie cultivada de *M. esculenta* se encuentra en la región amazónica, es decir, la mitad de los cultivos en Ecuador se restringen a esta región.

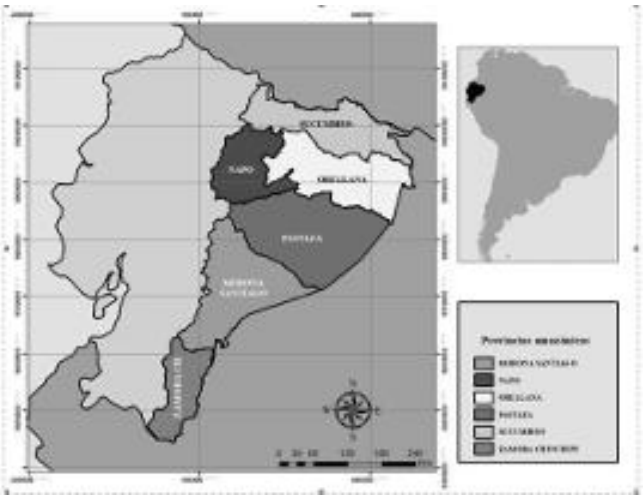


Figura 1. Delimitación área de estudio.

Fuente cartográfica: INEC, 2012.

2.2 Tipo de Investigación

El estudio comprendió una investigación de carácter teórico con un enfoque documental, a partir de revisión sistemática, la misma que se ajustó a la selección y recopilación de información por medio de la lectura crítica de documentos, recursos electrónicos y materiales bibliográficos existentes en un documento, con el fin de tener información para profundizar en las teorías y aportaciones ya emitidas sobre los hongos entomopatògenos como alternativa de control biológico de plagas que inciden en el cultivo de la yuca en la región Amazónica ecuatoriana.

2.3 Métodos de Investigación

La metodología que fue usada en esta investigación fue de carácter deductivo, el cual va de lo general a lo particular, acerca de los diferentes hongos entomopatógenos que actúan como control biológico de plagas en cultivos de *M. sculenta*. Esto permitió a partir de la revisión bibliográfica en los últimos diez años obtener información imprescindible en las distintas fuentes bibliográficas. Los métodos empleados para recopilar y analizar la información fueron la búsqueda sistemática en bases de datos como SCOPUS, DIALNET, SCIELO, SCIENCE DIRECT, PUBMED y SPRINGER LINK, así como la selección de aquellos artículos científicos de mayor interés en el tema de estudio mediante la búsqueda por palabras claves.

El motor de búsqueda bibliográfica que se empleó fue el Google académico, el cual ordena la información según las visitas recibidas de las páginas, y tiene suscripciones a muchas revistas a las que tiene acceso directo. La estrategia de búsqueda de la información científica consistió en identificar palabras claves tales como: plagas, entomophagos, control biológico y cultivo de la yuca. Además, se emplearon los operadores booleanos, que es un conector de palabras o signos que se hallan estandarizados para la búsqueda en internet, entre ellos se utilizó: AND (que busca dos palabras con significado distinto), OR (que busca palabras con significado semejante), y AND NOT (que busca una palabra, pero sin alguna palabra relacionada). Para la búsqueda de palabras específicas se colocó la palabra entre comillas ("…"), y en el caso que se pretendió dar importancia a una palabra en un grupo de palabras se utilizó los signos más y menos según la búsqueda (..+, ..-).

2.4 Obtención y análisis de información.

La revisión del estado del arte sobre hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas en cultivos de *M. sculenta* en la Región Amazónica del Ecuador, comprendió la consulta de diversos artículos científicos, trabajos de diversos autores con alto valor informativo, con el propósito de informar sobre los resultados más relevantes al respecto a través de tablas informativas. Se realizó un resumen para facilitar el análisis y se tomó en cuenta para interpretar a las especies biológicas que pueden ser utilizadas para el control sobre los insectos plagas de mayor problema. Además, el uso de plataformas digitales como fuentes de información como es el caso de Google académico, Redalyc, Bioweb, INABIO, INEC.

3 Resultados y Discusión

Al tener una gran capacidad de distribución y de soportar condiciones adversas, *M. esculenta* (yuca), se ha convertido en una pieza fundamental de la agricultura a pequeña escala, por lo que alrededor del planeta se han registrado varias especies plagas de estos cultivos, de manera que se sintetizó al área de Ecuador donde se detalla las principales especies plagas con importancia económica que afectan estos cultivos alrededor del país.

Tabla 1. Lista de las principales especies plagas con importancia económica y distribución geográfica en Ecuador.

Plaga importancia económica	Lugar de distribución
Phyllophaga spp. (Coleoptera: Scarabaeidae)	Áreas de pasturas y cultivos como yuca, maíz, maní, hortalizas, entre muchos otros (INIAP, 2009).
Anastrepha manihoti; A. montei (Diptera: Tephritidae)	El Oro, Manabí, Santa Elena, Azuay y Santo Domingo de los Tsáchilas.
Erynnis ello L. (Lepidoptera: Sphingidae)	Santo Domingo Tsáchilas.
Silba (Neosilba) pendula (Bezzi) (Diptera: Lonchaeidae)	Distribuido en la mayoría de zonas productoras de yuca del continente americano.
Jatrophobia (Iatrophobia) brasiliensis Rübsaamen (Diptera: Cecidomyiidae)	Distribuido en la mayoría de zonas productoras de yuca del continente americano.
Bemisia tuberculata, Bemisia tabaci, Aleurotrachelus socialis, Aleurotrachelus sp.,	Neotrópico.
Aleurodicus flavas, Aleuronudus sp., Aleurothrixus aepim, Trialeurodes variabilis, Trialeurodes sp., Tetraleurodes sp. (Hemiptera; Aleyrodidae)	Cosmopolita
Complejo de ácaros herbívoros: Mononychellus sp., Tetranychus sp., Oligonychus sp. (Acari: Tetranychidae)	Cosmopolita.
Ácaro verde de la yuca Mononychellus spp.	Cosmopolita
Ácaro de dos manchas, ácaro rojo o arañita roja Tetranychus spp.	Cosmopolita

Fuente: Adaptado de Reconocimiento y manejo de artrópodos asociados al cultivo de yuca en Ecuador- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias 2021.

Adicionalmente, se conoce que en los países de producción de *M. esculenta* (yuca), las principales plagas son los ácaros (Mononychellus spp), la mosca blanca (*Aleurotrachellus sociales, Aleurothrixus aepim, Bemisia tuberculata*) y, la cochinilha (*Phenacoccus manihoti y P. herreni*), (Belloti, et al., 2015).

Tabla 2. Hongos Entomopatógenos empleados en el Control Biológico

Género	Especie que actúa	Cómo infectan
Metarhizium	*M. anisopliae* *M. flavoviridae*	Mediante la penetración de su cutícula, ingestión directa, a través de aberturas externas.
Beauveria	*B. bassiana* *B. brongniartii* *B. tenella*	Crece formando un moho blanquecino o amarillento. Las hifas crecen destruyendo las estructuras internas del insecto y produciendo su muerte al cabo de unas horas.
Ascherosonia	*A.aleyrodis*	Succionar la savia de la planta, e indirectos por la secreción de mielecilla sobre la cual se desarrolla el hongo
Entomophtora	*Entomophthora spp.*	Las esporas se utilizan como método de transmisión de esta enfermedad parasitaria, cuando las esporas entran en contacto con el insecto, ya sea por consumo o contacto directo, el patógeno puede infectar al insecto
Zoophtora	Zoophthora spp.	Comienzan su infección a través de la cutícula externa del insecto
Erynia	*Erynia spp.*	Entra en contacto con la cutícula externa.
Eryniopsis	*Eryniopsis spp.*	Infecta directamente utilizando un hospedador

Akanthomyces	*Akanthomyces spp.*	Se adhiere directamente en a la planta cerca de la plaga
Fusarium	*Fusarium spp.*	Pudriciones de raíz y muertes de plántulas en semilleros
Hirsutella	*H. thompsonii*	Capaces de infectar y parasitar gran variedad de invertebrados patógenos.
Hymenostilbe	*Hymenostilbe spp.*	Produce abundantes conidios
Paecilomyces	*P. farinosus* *P. fumosoroseus* *P. tenuipes* *P. lilacinus*	Forma rápidas colonias sobre la plaga implantada
Lecanicillium (Verticillium)	*L. lecanii* *P. fumosoroseus* *L. longispoum* *L. muscarium*	Secuencia la colonización sobre las plagas.
Rhizopus	*Rhizopus spp.*	Colonias de crecimiento rápido
Cordyceps	*Cordyceps spp.*	Afecta los micelios externos
Culicinomyces	*Culicinomyces spp.*	Implanta colonias y los destruye
Lagenidium	*Lagenidium giganteum*	Son colocados en sustratos de fácil consumo para los insectos plaga
Nomuraea	*N. rileyi*	Ataca los filamentos
Gliocladium	*Gliocladium spp*	Absorbe la sabia
Pochonia	*P. chlamidiospora*	Forma cadenas de colonias sin afectar el cultivo.

Fuente: Hongos de mayor utilización en el mundo según Tellez-Jurado et al. (2009). Actual clasificación taxonómica según Cortez-Madrigal (2006); Elósegui (2006); Eloségui y Elizondo (2010). Nueva denominación de P. fumosoroseus según Luangsa-Ard et al. (2005); Hoy et al. (2010). Adaptado de Pucheta et al., (2006) y Delgado y Murcia, (2014).

Las principales zonas de producción de *M. esculenta* (yuca) se encuentran en la región amazónica, con mayor área cultivada en las provincias de Morona Santiago y Pastaza seguido Zamora Chinchipe y por valles bajos de la Costa y Sierra, es un tubérculo muy representativo de la cultura amazónica ecuatoriana por su historia y tradición.

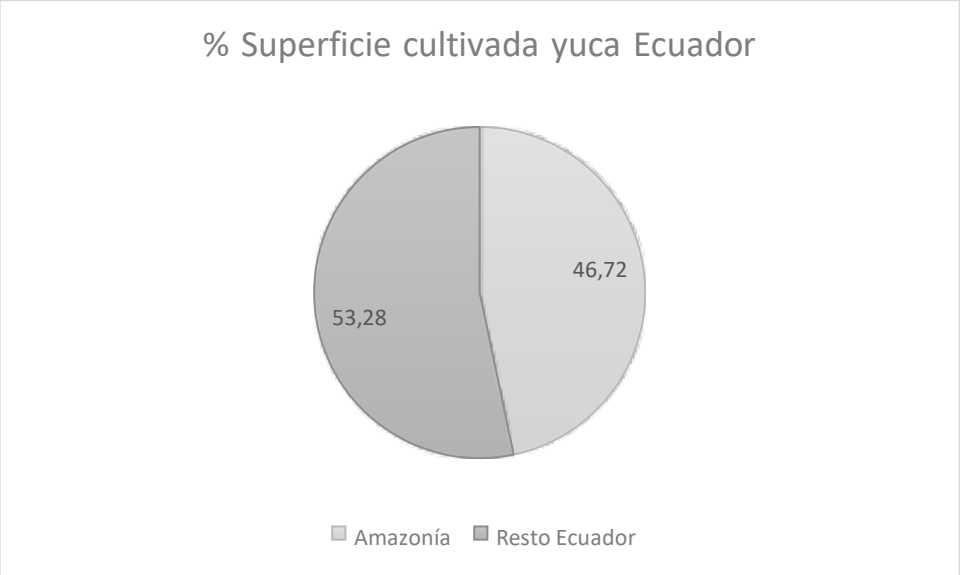
Tabla 3. Superficie, producción y rendimiento del cultivo de *M. esculenta* (yuca) en la Amazonía de Ecuador.

Provincia	Superficie Sembrada ha	Superficie Cosechada ha	Producción t	Rendimiento t/ha
Morona Santiago	4.832,00	4.775,00	17.253,83	3,57
Pastaza	1.314,75	1.251,08	2.755,83	2,18
Zamora Chinchipe	1.247,58	1.130,83	4.689,58	3,85
Orellana	578,50	579,50	1.287,25	2,27
Sucumbíos	283,25	268,67	473,00	1,78
Napo	2733	2719	16,19	--
Total, Amazonía ecuatoriana	**10989,07**	**10724,08**	**26475,68**	**13,65**

Fuente: MAGAP/lll CNA/SIGAGRO/Direcciones técnicas de área; INEC/ESPAC/IFO. SECTOR PRIVADO. Adaptado de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-ESPAC 2016.

En Ecuador, según el MAGAP (2012), la superficie cultivada por *M. esculenta* (yuca) es de 23518,95 hectáreas, donde solo el 46,7 % se concentra en la Amazonía con aproximadamente 10989,07 ha. Aquí radica su importancia, debido a que la mayoría de cultivos de delimitan a la Amazonía ecuatoriana.

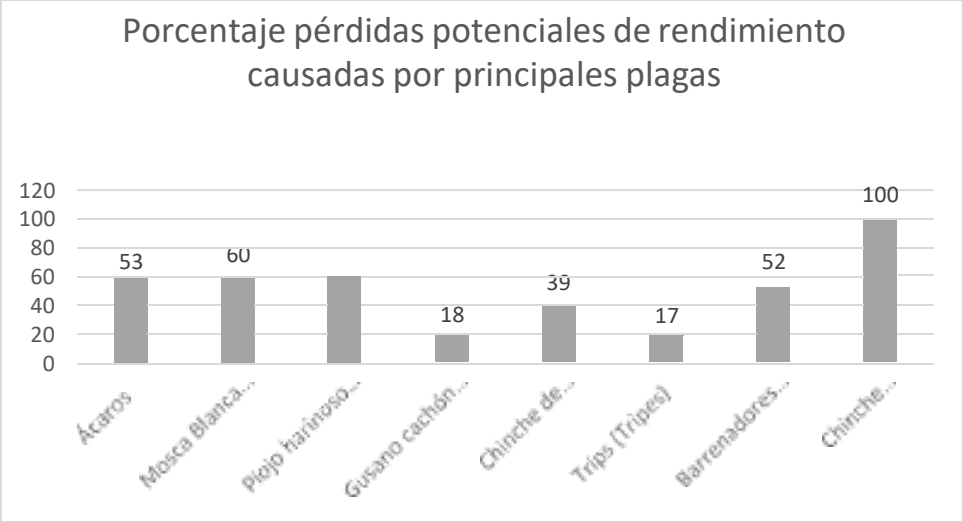
Figura 2. Porcentajes de superficie cultivada de yuca en Ecuador



El tipo de daño y la duración del ataque determinan el grado de disminución en el rendimiento. Investigaciones y estudios realizados en Colombia y Brasil muestran que las plagas que atacan la planta por un periodo prolongado, como los ácaros, mosca blanca, chinche de encaje y piojos harinosos, generalmente reducen más los rendimientos que aquellas que atacan la planta por un corto período (Belloti, 2015). Las plagas como los ácaros, piojos harinosos y chinche de encaje se encuentran en más altas poblaciones y causando grandes pérdidas en rendimiento en ecosistemas donde existan épocas de sequías prolongadas de 3 a 6 meses. El daño más severo es la continua reducción de la tasa fotosintética causada por ácaros, mosca blanca, chinche de encaje y piojos harinosos. *M. esculenta* (yuca) es un cultivo de un período vegetativo largo, el cultivo puede ser atacado continuamente por un grupo de insectos y ácaros plaga que causan diferentes tipos de daño.

Podemos observar las principales especies causante de plagas y pérdidas potenciales en el rendimiento de cultivos de *M. esculenta* (yuca), de hasta un 100% en el caso de la presencia de chinche subterráneo, seguido de barrenadores, mosca blanca y cochinilla con cerca de 60-80% de pérdidas potenciales en los cultivos y por último ácaros. Estas especies tienen un mayor énfasis debido a su facilidad de convertirse en plaga de estos cultivos.

Figura 3. Pérdidas potenciales de rendimiento en cultivos de M. esculenta (yuca).



Fuente: Adaptado de Belloti, et al. (2015) Control de plagas en el cultivo de la yuca: ácaros y mosca blanca**.**

Tabla 5. Principales Hongos entomopatógenos utilizados comercialmente para el control de insectos plaga

Especie	Insectos plaga
- Beauveria bassiana	Langostas, chapulines, áfidos, escarabajos, mosquita blanca.
- Beauveria brogniartii	Moscas, escarabajos
- Langenedium anisopliae	Mosquitos
- Metarhizium anisopliae	Termitas, chapulines, gallina ciega, langostas, picudos del chile y escarabajos
- Paecelomyces fumosoroseus	Mosquita blanca
- Lecanicillium (Verticillium) lecanni	Áfidos, trips, mosquita blanca

Fuente: Adaptado de García et al., (2015).

Para terminar, se expone los principales hongos entomófagos para el control de plagas *en M. esculenta*, debido a que, en diferentes estadios vegetativos, temporadas puede ser atacado por una o diferentes plagas.

4 CONCLUSIONES

La revisión sistemática facilitó la información acerca de los hongos entomopatógenos que pueden ser usados como alternativa para el control biológico de plagas en los cultivos de *M. esculenta* (yuca) en la amazonía ecuatoriana, encontrando que entomófagos como *Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii*, y *Cladosporium* sp. han demostrado ser efectivos en el tratamiento de las principales plagas que afectan a este cultivo, actuando sobre el complejo de mosca blanca, ácaros y chinche subterránea, causantes de pérdidas potenciales.

Se puede aseverar que el crecimiento demográfico, el desarrollo urbano y rural podrían aumentar la demanda de *M. sculenta*, y por lo tanto contar con mayores superficies de este importante cultivo para la Región Amazónica ecuatoriana, lo cual forma parte de las tradiciones alimentarias de esta zona, por lo que se requiere de control biológico para este importante cultivo, que unido con el desarrollo tecnológico-científico facilita nuevas formas de tratamiento de plagas en cultivos, con bajo impacto en la salud humana y ambiental, así como la posibilidad de emplear nuevas formas de uso de los recursos biológicos a favor del bienestar humano.

El estudio bibliográfico permite indicar que las condiciones ambientales son determinantes en el rendimiento de los hongos entomófagos, tales como humedad, temperatura, aspectos ecológicos y tiempo de vida de la planta, resultando importante para la evaluación de los hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas en el cultivo de *M. sculenta* en las condiciones de la amazonía considerar el tipo de especies, la eficacia en el control de plagas, especificidad de hospedero y condiciones de seguridad ambiental.

5 REFERENCIAS

Aguilar Brenes, E. (2017). *Manual del cultivo de yuca (Manihot esculenta Crantz)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10918.pdf.

Aguilera Eguía, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? Revista De La Sociedad Española Del Dolor, 21(6), 359–360. https://doi.org/10.4321/s1134-80462014000600010.

Arismendi, L. . (2001). Investigación sobre el cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz.) en el Oriente de Venezuela. Revista UDO Agrícola 1(1):, 1-10.

Bernácer, R. (2023, 7 febrero). Tipos de yuca, beneficios y composición nutricional. WebConsultas. https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/tipos-de-yuca-y-composicion-nutricional-12298.

Bellotti, A., Carlos J. Herrera, Elsa L. Melo, Bernardo Arias, José M. Guerrero, María del P. Hernández. (2015) Control de plagas en el cultivo de la yuca: Ácaros y mosca blanca. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia.

Cadavid, L., (2006). Aspectos tecnológicos sobre producción de yuca. Colombia: Consorcio Latinoamericano y del Caribe de apoyo a la investigación y al desarrollo de la yuca. CLAYUCA.

Caballero, W. (2014). "Producción y aplicación del Hongo Beauveria bassiana en el laboratorio de control biológico del ITZM." *Secretaría de Educación Pública (SEP)*. http://www.itzonamaya.edu.mx/web_biblio/archivos/res_prof/for/for-2014-5.pdf.

Cañarte, E., Navarrete, J., Muñoz, X., Hinostroza, F., Valarezo, G., (2021). Reconocimiento y manejo de artrópodos asociados al cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Manual 119.

Ceballos, H. Ospina, B. (2002). La yuca en el tercer milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Cap 21. CIAT.

Centro Nacional de Referencia de Control Biológico (CNRCB). 2018. Introducción al CNRCB. https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/centro-nacional-de-referencia-de-control-biologico-103097 (24 de noviembre de 2018).

Correal, C. E., Aracelly, L., Torres, T., Fernanda, L., Rivero, V., Enrique, A., Pardey, B., Victoria, M., Mogollón, Z., Marina, A., & Prado, C. (2019). Hongos entomopatógenos en el control biológico de insectos plaga. *AGROSAVIA*, *6*, 336–367.

Cotes, A. M. (2018). Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros. Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros, Volumen 1: Agentes de control biológico.

Cuervo-Mulet, R. A., López-Villalobos, I. D., Trujillo-Perdomo, J. F., Fernández-Daza, F. F., & Vélez-Correa, S. L. (2018). Riesgos en salud laboral asociados al uso de un bioinsecticida con esporas de Beauveria bassiana y Trichoderma lignorum TT - Labor health risks associated with the use of a bioinsecticide with spores of Beauveria bassiana

and Trichoderma lignorum TT - R. *Entramado*, *14*(2), 244–255. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032018000200244.

De la Cruz, J. (2012, 22 mayo). *Biocidas*. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/biocidas/.

Delgado, P., & Murcia, B. (2014). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Revista Ambiente e Agua*, *9*(3), 445–458. https://doi.org/10.4136/1980-993X.

Escobar, A., Gavas, M., Ranzani, M., Caldas, C., Peruca, A., Figueredp, M., Bulnes, C., & Vega, E. (2015). Estudio de la toxicidad/patogenicidad aguda pulmonar en ratas tratadas con *Metarhizium anisopliae*. (Ene.-abr.). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2015000100005.

FAO. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de Yuca. Roma: FAO.

Faria, M. R. d., & Wraight, S. P. (2007). Micoinsecticidas y micoacaricidas: una lista completa con cobertura mundial y clasificación internacional de tipos de formulación. *Biological Control*, *43*(3), 237–256. https://doi.org/10.1016/J.BIOCONTROL.2007.08.001.

García, M. A. G., García, S. C., Gordillo, J. M. L., & Martínez, R. F. M. (2015). Hongos Entomopatógenos Como Una Alternativa En El Control Biológico. *Kuxulkab'* Revista de Divulgación, 15(27). http://revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab/article/view/846.

Hernández-Rosas, F., García-Pacheco, L. A., Figueroa-Rodríguez, K. A., Figueroa-Sandoval, B., Salinas Ruiz, J., Sangerman-Jarquín, D. M., & Díaz-Sánchez, E. L. (2019). Análisis de las investigaciones sobre *Metarhizium anisopliae* en los últimos 40 años. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 22, 155–166. https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1866.

Hinostroza, F., Mendoza, M., Navarrete, M., Muñoz, X., (2014). Cultivo de yuca en Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Boletín informativo N° 436.

Nicaragua, K., Pavón, F., & Chavarría, E. (2004, enero). Guía MIP del cultivo de la yuca. Cenida. https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENH10N583.pdf.

Pérez, D., Mora, R., & López Carrascal, C. (2019). Conservación de la diversidad de yuca en los sistemas tradicionales de cultivo de la Amazonía. Acta Biológica Colombiana, 24(2), 202-212. https://doi.org/10.15446/abc.v24n2.75428.

Pucheta, M., Flores, A., Rodríguez, S., & De la Torre, M. (2006). *Mecanismos de acción de los hongos Entomopatógenos* (pp. 856–860). SciELO.org. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001200006

Raymundo, T., Escudero-Leyva, E., Soto-Agudelo, R., García-Jiménez, J., Romero-Bautista, L., & Valenzuela, R. (2017). Nuevos registros de Hypocreales (Sordariomycetes, Ascomycota) del bosque mesófilo de montaña de la Sierra Alta Hidalguense en México. *Acta Botanica Mexicana*, *120*, 39–57. https://doi.org/10.21829/abm120.2017.1263

Rodrígue, I., Pérez, H., & Alejandro, S. (2018). *Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador*. *11*, 95–107. https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results.

Silva, J. (2022, 11 octubre). *Cultivo de yuca: paso a paso, siembra y manejo agronómico*. Agrotendencia.tv. https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/el-cultivo-de-la-yuca/.

Sociedad Mexicana de Control Biológico (SMCB). 2018. Página oficial de la SMCB. https://www.smcb-mx.org/.

Zelaya, L., Chávez, I., De los Santos, S., Crus, C., Ruís, S., & Rojas, E. (2022). Control biológico de plagas en la agricultura mexicana. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 27, 69–79. https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3251

6 ANEXOS

6.2 MARCO TEÓRICO

6.2.1 Orden Hypocreales

Se ubica taxonómicamente en el reino fungi de la siguiente manera: Filum Ascomycota, Subfilum Pezizomycotina, Clase Sordariomycetes, Subclase Hypocreomycetidae (Kirk et al., 2008). Al que le han descrito 2647 especies, y es caracterizada por presentar peritecios solitarios, o éstos crecen sobre, o inmersos, en estromas de colores brillantes, blancos, amarillos, anaranjados, rojos, a veces verdosos y rara vez negruzcos (Raymundo et al., 2017).

6.2.2 Plagas

Bajo el término de plaga se considera a cualquier organismo competidor o antagónico con un cultivo, cuyas poblaciones en niveles críticos, sean capaces de causar daños significativos en forma directa o indirecta a los órganos de las plantas y a la economía de los productores. Por

ende, el nivel de daño de las plagas varía de acuerdo a las condiciones del clima, del sistema de cultivo, de la época de siembra, de la variedad o línea, del estado de crecimiento de la plantación y del tipo de plagas que están atacando. Por eso es muy importante la identificación de estos enemigos, conocer sus hábitos y el nivel de daño que ocasiona a la plantación, así como el estado en que atacan y la época en que aparecen o que permiten un mejor manejo y un control más efectivo de las mismas (Rodríguez et al., 2018).

6.2.3 Control biológico con Entomopatógenos

Se consideran como microorganismos entomopatógenos principalmente a diferentes cepas de hongos, bacterias y virus altamente virulentas a uno o varias especies de insectos plaga, su uso en el control biológico de estos insectos es una de las alternativas sostenibles que ha repuntado en los últimos años. Entre ellos, el grupo de los hongos entomopatógenos constituye el de mayor importancia en el control de insectos plaga debido a que 80% de las enfermedades que se producen en los insectos son ocasionados por hongos. En este caso el contacto de las esporas de los hongos con la cutícula de los insectos susceptibles desencadena su crecimiento a través del cuerpo del insecto, que, en combinación con el consumo de nutrientes y la producción de toxinas, ocasionan su muerte, aunque su eficacia depende de factores medioambientales (Zelaya et al., 2022).

6.2.4 Las plagas agrícolas y su impacto en la producción de alimentos

Los daños producidos en los cultivos por las plagas han tenido un grave impacto en la población. El término plaga, de acuerdo con la FAO (Food and Agriculture Organization [fao], 2017), se define como “Cualquier especie, raza o biotipo vegetal, animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales”; Se considera que hay aproximadamente 70.000 especies de plagas agrícolas en el mundo (Pimentel et al., 1997), número en el cual se incluyen cerca de 10.000 especies de insectos (Dhaliwal, Dhawan, & Singh, 2007), 150 especies de bacterias (Chisholm, Coaker, Day, & Staskawicz, 2006), 2.000 virus (Hull, 2013) y más de 10.000 especies de hongos y oomicetos (Krutov & Monkevich, 2002 citados en Govorushko, 2011). Dentro de estos últimos, hay más de 350 especies que son toxigénicas (Monastyrsky, 2002 citado en Govorushko, 2012).

6.2.5 Control biológico

Los términos control biológico y su sinónimo abreviado biocontrol han sido empleados en diferentes campos de la biología, particularmente, en entomología y en fitopatología. En entomología, una de las definiciones clásicas describe el control biológico como la acción ejercida por parásitos, depredadores o patógenos (organismos causantes de enfermedades) para mantener la densidad de población de otros organismos en niveles más bajos de los que existirían sin la acción de estos enemigos naturales (De Bach, 1964), Ahora bien una definición más reciente, aplicada tanto a la fitopatología como a la entomología, establece que el control biológico es "el uso de organismos vivos para suprimir una plaga, para reducir su población o el impacto de esta, haciéndola menos abundante o menos dañina" (Cotes, 2018).

6.2.6 Manejo biológico de las plagas agrícolas

Sus propósitos fundamentales: 1) mitigar los efectos nocivos de estas y las consecuentes pérdidas económicas, 2) reducir o reemplazar el uso de plaguicidas químicos y 3) integrar las estrategias compatibles y sinérgicas para mejorar la efectividad en el manejo de las plagas. Además de los objetivos anteriores, la implementación de los ACB ayuda a proteger el medioambiente, a crear posibilidades para aumentar los rendimientos de los cultivos y a aumentar el suministro de productos agrícolas libres de residuos químicos para el consumidor (Narayanasamy, 2013).

Tabla 6. Estrategias de control biológico más comunes

Control Biológico	Definición
De Conservación	Se refiere a la modificación del medioambiente para proteger y mejorar la actividad de enemigos naturales específicos o de otros organismos que reduzcan el efecto nocivo de plagas y así, incidir sobre su desempeño. Por ejemplo, al aumentar su población, se podría disminuir la de las plagas, de forma que se genere un menor impacto de estas en el cultivo.
Clásico	Definido como "la introducción intencional de un agente de control biológico exótico, habitualmente coevolucionado, para su establecimiento permanente y para el control de plagas a largo plazo", también podría ser visto como el restablecimiento ecológico de un equilibrio que el hombre había perturbado o como la capacidad de los enemigos naturales introducidos para persistir en el medioambiente, reproducirse allí y ejercer una actividad biocontroladora (Waage, 2001).
Aumentativo	Implica la liberación suplementaria de enemigos naturales: pueden liberarse unos pocos enemigos naturales en un momento crítico de la temporada o grandes cantidades de estos, según el caso. Además, el

	sistema de cultivo puede modificarse para favorecer o aumentar los enemigos naturales. Esta última práctica se denomina frecuentemente manipulación del hábitat (Eilenberg et al., 2001).
De Inoculación	Fue definido por Eilenberg et al. (2001, p. 393) como "la liberación intencional de un agente de control biológico con la expectativa de que se multiplique y controle la plaga durante un periodo prolongado de tiempo, pero no de forma permanente". Se usa principalmente cuando una población de plagas empieza a aumentar, pero, antes de que haya alcanzado el máximo potencial, se inocula un agente de control biológico en cantidades pequeñas o moderadas.
Inundativo	Se define como la liberación o aplicación de agentes de control biológico en grandes cantidades para diezmar las plagas cuando su población aumenta de tal forma que el cultivo se pone en riesgo (Eilenberg et al., 2001). Así, la plaga se controla rápidamente y la densidad de población tanto de la plaga como del biocontrolador disminuye con el tiempo.

Fuente: Cotes, (2018)

6.2.7 Mecanismos de acción de hongos entomopatógenos

La población de los insectos plaga puede estar regulada por la aparición frecuente de epizootias importantes, causadas por hongos. Por tal razón, estos últimos se utilizan como una herramienta de manejo de plagas, mediante el desarrollo de bioplaguicidas. En el mundo hay distribuidas más de 700 especies de hongos entomopatógenos; sin embargo, solo unos pocos se estudian en profundidad (Correal et al., n.d.).

6.2.8 Implementación del control biológico

En general, para la implementación efectiva de una estrategia de control biológico se deben considerar los componentes ecológicos y sociales, desde el momento en que se descubre un agente de biocontrol y durante todo el proceso de desarrollo. Por lo tanto los diferentes enfoques del control biológico y sus aplicaciones proporcionan una gran cantidad de oportunidades para la producción agrícola. Su uso en general debe ser exitoso y seguro, tomando en cuenta que no genera perturbaciones importantes en el medioambiente ni efectos adversos en la salud humana y animal. Si bien se reconoce que siempre es mejor prevenir la aparición de problemas fitosanitarios, esto no siempre es posible y, dentro de las estrategias disponibles o por desarrollar, el control biológico es altamente promisorio dentro de una producción agrícola limpia (Cotes, 2018).

6.1.9 Acción hongos entomopatógenos

Por otra parte, los hongos entomopatógenos suprimen la acción del control químico el cual presenta efectos para otros organismos y para el propio y sobre el medio ambiente. En el que están presentes especies de hongos como *Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, Beauveria brogniartii, Verticillium lecanii, Paecilomyces fumosoroseous, Langenedium lecanii, Paecilomyces fumosoroseous, giganteum*, entre otras, y que por lo general son útiles en el control de especies de insectos plagas y vectores que dañan directa o indirectamente la salud humana, como es el caso del mosquito del dengue, al igual que causan pérdidas económicas considerables en los cultivos. Por ende, he aquí la importancia de promover el uso de los hongos como agente antagónico para los insectos y despertar el interés en la investigación de nuevos estudios para la aplicación de dichos hongos, (Garcia, Cappello, Lesher, Molina, 2008).

Tabla 8. Resumen daños sobre la salud humana por agentes biológicos

Hongos entomopatógenos	Plaga que controla	Afectación
Beauveria bassiana	Polilla de los diamantes (Plutella Xilostella), el looper de la Col, broca del café, y el gusano de col	Síntomas respiratorios y deterioro de la función pulmonar en individuos inmunodeprimidos (Cuervo-Mulet et al., 2018).
Metarhizium anisopliae	Coleópteras de las Familias Elateridae y Curculionidae	No nocivo para el ser humano (Escobar et al., 2015).
Beauveria brogniartii	Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood), trips (*Thrips* spp*)*, gallina ciega (*Phyllophaga* spp. Bates), rosquilla negra (*Spodoptera littoralis* Boisduval).	Síntomas respiratorios por el inadecuado uso de implementos, pero no es nocivo por su implementación (Hernández-Rosas et al., 2019).

Fuente: Adaptado de Cuervo-Mulet et al., (2018), Escobar et al., (2015) y Hernández-Rosas et al., (2019).

6.1.9. Ventajas del uso de hongos entomopatógenos como agentes de control

Constituyen alternativas eficientes de manejo de las plagas; si se usan adecuadamente, pueden ser tan eficientes como cualquier otro insecticida.

Se reducen los riesgos de contaminación al ambiente, el suelo, el agua: por ser productos elaborados a base de un organismo vivo, no sintético, se reducen los riesgos de intoxicaciones,

ya que, los hongos entomopatógenos no afectan la salud de los trabajadores, ni de los animales domésticos. (Arismendi, 2001)

Se protegen de los enemigos naturales, debido a que son productos específicos y no afectan a éstos.

Los productos agrícolas se obtienen libres de residuos tóxicos, por tratarse de un organismo vivo, no deja residuos en los cultivos, por lo tanto los consumidores pueden estar seguros que los productos que consumen no tienen problemas de contaminación.

Los costos pueden resultar más bajos, tanto para el país como para los usuarios, debido a que si se usan correctamente se puede requerir de menor número de aplicaciones, además que no requiere de inversión de divisas por que pueden ser producidos localmente (Cadavid, 2006).

6.2. Cultivo de la Yuca

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es una especie de raíces amiláceas que se cultiva en los trópicos y subtrópicos, es un producto agrícola de vital importancia para la seguridad alimentaria de muchos países. Es considerado el cuarto producto básico más importante después del arroz, el trigo y el maíz y su importancia también radica porque es fuente económica de calorías, especialmente para las personas de pocos recursos económicos y es el componente básico de la dieta de más de 1000 millones de personas en el mundo (FAO, 2007).

6.2.1. Variedades *Manihot esculenta*

Este carbohidrato, es uno de los tubérculos que más especies posee a nivel mundial (Bernácer, 2023), a más que en cada país, existen una serie de variedades locales, que más bien se constituyen en tipos comerciales locales que no son homogéneos en sus características, por lo cual, los nombres de cada cual, dependen de la región, llegando al caso de que una misma variedad, posea varios nombres distintos. (Silva, 2022).

6.2.3. Tratamientos agrícolas

Ante la presencia de enfermedades y plagas en los cultivos de yuca, se busca la implementación de diferentes tratamientos agrícolas, los mismos que son eco amigables con el ambiente (Ceballos y Ospina, 2002), siendo el caso de los abonos orgánicos como lombricompuesta, mulch y estiércol (bovino, gallinaza), para mejorar y mantener la

sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola. La utilización de abonos orgánicos como la gallinaza contribuye al mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, entre ella su estructura. Así mismo como ayuda a la agregación y aireación del suelo, y a mantener condiciones óptimas de temperatura y humedad. Los organismos del suelo (hongos, bacterias, etc.), actúan mejor, porque se benefician directamente del empleo de estos abonos orgánicos. (Nicaragua et all, 2004).

Un ejemplo muy clásico de esto, es el caso de algunas malezas como la Sida sp., conocida como escoba dulce o amarga, la cual es una planta que adquiere frecuentemente colores amarillos y rojizos en su follaje, que significa infección por virus, encontrándose también varias malezas euphorbiaceas, como el lecherito, igual portadoras de virus, por lo cual deben estar erradicadas del cultivo y alrededores (Aguilar, 2017).

6.2.4. Tratamientos fitosanitarios

La aplicación de tratamientos fitosanitarios como solución ante la presencia de enfermedades ocasionadas por diversos hongos. Una de las opciones más viables ante esta problemática es la aplicación de biocidas, que como se entiende son mezclas que contienen una o más sustancias activas que sirven para repeler, neutralizar o destruir organismos nocivos, por otro lado, se recomienda aplicar fungicidas a base de cobre o azufre, ante la aparición de los primeros síntomas de las enfermedades (De la Cruz, 2012).

También se puede realizar la desinfección del material para siembra, por inmersión en una solución de insecticida y fungicida que se encuentren registrados para este cultivo, (durante cinco minutos), considerando las medidas de seguridad sobre el uso seguro de plaguicidas. Con esto estamos asegurando la fitosanidad de la semilla para siembra. (Nicaragua et all, 2004).

Así como la última técnica mencionada, existen varias que se pueden aplicar de manera correcta y segura, y con ello, prevenir infecciones a futuro dentro de las plantaciones de Yuca.