



Universidad **César Vallejo**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Bioplaguicidas Utilizados para una Agricultura Sostenible:
Revisión Sistemática**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Guzman Cuadros, Pamela Alessandra (ORCID: 0000-0001-9393-9460)

Iparraguirre Rivera, Leslie Pilar (ORCID: 0000-0002-0956-5003)

ASESOR:

Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio (ORCID: 0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de Recursos Naturales

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios en primer lugar, por apoyarme a cumplir una las metas más importantes propuestas en la vida, en especial a mis padres por el amor y apoyo incondicional que me han brindado durante el proceso de mi formación profesional; a mi hermana y abuela por siempre brindarme apoyo emocional.

**Guzman Cuadros, Pamela
Alessandra**

Dedico esta tesis a 4 personas que siempre han estado conmigo, aconsejándome para dar todo de mi esfuerzo, confiaron y nunca dudaron mí; con mucho aprecio, amor, a mi mama Raquel Isabel Rivera Montalvo, mi hermano José Luis De la Calle Rivera, Jorge Hinojosa Navarro, Emición Hugo Reyes Gálvez, finalmente a mi hermano que está en el cielo que siempre lo llevo presente.

Iparraguirre Rivera, Leslie Pilar

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por apoyarme y brindarme fuerza en el proceso de mi carrera.

A mi madre Mabel y a mi padre Carlos, por enseñarme a no rendirme a pesar de las dificultades, brindarme apoyo emocional y económico, amor incondicional y motivación, por darme la oportunidad de tener educación y apoyarme en mi formación personal y profesional, así como también a mi amada hermana Valeria y a mi abuela Soledad por brindarme apoyo constante y a mi compañera de tesis por el trabajo en equipo.

Agradecer al Dr. Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio por brindarme conocimiento y apoyarme con las asesorías durante el proceso de desarrollo de la presente investigación.

Guzman Cuadros, Pamela Alessandra

Agradezco profundamente a mi asesor por ayudarme y guiarme a terminar con esta tesis, de igual manera a mi familia en general como a dios por darme esa fortaleza y salud, a mi compañera que a pesar de todas las dificultades supimos cómo sobre salir.

Iparraguirre Rivera, Leslie Pilar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Categorías, subcategoría y matriz de categorización apriorística	15
3.3. Escenario de estudio	17
3.4. Participantes	17
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	17
3.6. Procedimientos	17
3.7. Rigor científico.....	19
3.8. Método de análisis de información.....	20
3.9. Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Plantas dañadas por plagas agrícolas

Tabla N°2: Antecedentes de Bioplaguicidas microbianos

Tabla N°3: Cuadro de categorización

Tabla N°4: Clasificación de plagas

Tabla N°5: Tipos de bioplaguicidas más empleados

Tabla N°6: Clasificación de plagas

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Principales instrumentos de control biológico mediante bioplaguicidas bacterianos

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Procedimiento de la evaluación de artículos a incluir al estudio

Gráfico N°2: Tipos de bioplaguicidas más empleados

RESUMEN

La presente investigación busca determinar cuáles son los bioplaguicidas utilizados para una agricultura sostenible; teniendo como metodología de investigación al diseño narrativo de tópico mediante una investigación tipo aplicada. De donde se realizó la selección de 3 categorías y sub categorías respecto a los 3 objetivos específicos planteados; Identificar el tipo de plaga más recurrente en la agricultura, Definir los bioplaguicidas más utilizados para una agricultura sostenible y, por último, analizar el tipo de bioplaguicida que permite un mayor control de plagas agrícolas.

Obteniendo que el tipo de plaga más recurrente en la agricultura es aquellos que causan daños en los cultivos de cereales y cítricos; de acuerdo al 85% de los autores; donde el cereal afectado más recurrente es el maíz. Siendo la plaga *Septoria tritici* el hongo del trigo el que más afecta a las plantas de trigo. El bioplaguicida más utilizado es a base de hongos; siendo ello corroborado por el 45% de los estudios; donde 9 de ellos lo aplican, así también están los bioplaguicidas a base de bacterias con un 30% donde 6 de los estudios lo respaldan. Por último, el tipo de bioplaguicida que presenta un mayor control de plagas son tanto los bioplaguicidas a base de hongos como de bacterias, presentando porcentajes de mortalidad en intervalos de 80 a 90%; además de ser los más recurrentes en la aplicación.

Palabras clave: Biopesticides, agricultural sustainability, microbial, bacterial, fungal biopesticide, agricultural pests.

ABSTRACT

This research seeks to determine which biopesticides are used for sustainable agriculture, using a topical narrative design research methodology through an applied type of research. Three categories and sub-categories were selected with respect to the three specific objectives: to identify the most common type of pest in agriculture, to define the most commonly used biopesticides for sustainable agriculture and, finally, to analyse the type of biopesticide that allows greater control of agricultural pests.

It was found that the most recurrent type of pests in agriculture are those that cause damage to cereal and citrus crops; according to 85% of the authors; where the most recurrent affected cereal is maize. *Septoria tritici*, the wheat fungus, is the most common pest affecting wheat plants. The most commonly used biopesticide is fungus-based; this is corroborated by 45% of the studies, where 9 of them apply it, as well as bacteria-based biopesticides with 30%, where 6 of the studies support it. Finally, the type of biopesticides that show the best pest control are both fungal and bacterial biopesticides, with mortality percentages ranging from 80 to 90%, as well as being the most frequently applied.

Keywords: Biopesticides, agricultural sustainability, microbial, bacterial, fungal biopesticide, agricultural pests.

I. INTRODUCCIÓN

El aumento global de la población y la degradación del medio ambiente representan un desafío para la producción de cultivos en todo el mundo; viéndose el campo de la agricultura en la necesidad de incrementar su producción (Thakur et al., 2020, p.1).

Pero existen aproximadamente 50.000 hongos, 10.000 insectos, 15.000 nematodos y 1.800 especies de malas hierbas que dañan los cultivos de fibra y alimentos en todo el mundo, siendo basado el aumento de los cultivos en los fertilizantes, la mejora de la variedad de los cultivos, el control eficaz de las enfermedades y la gestión de las plagas (Barron et al., 2004, p.2).

El daño causado por las plagas es un factor limitante importante para la producción mundial de alimentos, debido a que las plagas animales destruyen entre el 8% y el 15% de la producción mundial de trigo, arroz, maíz, papa, soja y causan más de 30.000 millones de dólares en daños en los Estados Unidos cada año (Garbach et al., 2014, p.1).

La clave para el manejo adecuado de plagas de insectos comprender su biología y comportamiento, los tipos de daño que producen y la aplicación de un manejo integrado adecuado de plagas (García S. y Saldivar S., 2016, p.1). Para ello, los bioplaguicidas son un tipo de plaguicida comprendido por fuentes naturales, como los pesticidas microbianos, pesticidas bioquímicos y protectores incorporados a las plantas (PIP) (Lichtenberg E., 2013, p.86).

Los bioplaguicidas son diversas sustancias naturales biológicamente activas que existen en la naturaleza y tienen efectos inhibidores sobre las enfermedades de los cultivos y las plagas de insectos; en general, la creación de bioplaguicidas depende en gran medida de los recursos biológicos como el suelo, el clima, la diversidad de cultivos y la diversidad microbiana (Shen et al., 2021, p.2). Los comúnmente utilizados son organismos vivos, que son patógenos para la plaga de interés como los biofungicidas (*Trichoderma*), bioherbicidas (*Phytophthora*) y bioinsecticidas (*Bacillus thuringiensis*); donde los beneficios clave de los bioplaguicidas son la rentabilidad, más costosos pero un número reducido de aplicaciones; bajo efecto

residual y resurgimiento de plagas bajo en su mayoría biodegradable; objetivo específico y menos dañino para las plagas beneficiosas (Warra A. y Prasad M., 2020, p.2).

Un ejemplo de ellos, son los diversos países que implementaron la técnica de bioplaguicidas; como es el caso de Uruguay, quien presentó abundantes plagas en los países vecinos dando lugar a un control completo de *Icerya purchasi*, *Lanigerum erosiona*, y *Pseudaulacaspis pentagona*. En Venezuela, los barrenadores de la caña de azúcar han sido controlados con éxito con *Metagonistylum minense* y *Cotesia flavipes*. En Centroamérica, el caso más destacado es el control biológico completo de la mosca negra de los cítricos por *Eretmocerus serius*, así como en Costa Rica y Panamá (Arthurs S. y Dara S., 2019, p.3). También, en cinco países de América Latina. Actualmente, los cultivos *Bacillus thuringiensis* controlan eficazmente las plagas problemáticas del algodón y la soja (Blanco et al., 2016, p.1).

Pese a ello, continúa existiendo un escaso empleo de lo bioplaguicidas en cultivos agrícolas en diversas partes del mundo (Keswani, Chetan, et al., 2019, p.1). Aun teniendo en cuenta que los bioplaguicidas son capaces de sustituir a los pesticidas tradicionales ya que son biodegradables, ecológicos, eficaces, y no producen residuos nocivos que afecten al medio ambiente (Prabha, Shashi, et al., 2016).

Debido a lo expuesto sobre la realidad problemática, se plantearon los problemas, objetivos generales y específicos. Siendo el problema general: ¿Cuáles son los bioplaguicidas utilizados para una agricultura sostenible? Dando ello lugar a los problemas específicos siguientes: ¿Cuál es el tipo de plaga más recurrente en la agricultura? ¿Cuáles son los bioplaguicidas más utilizados para una agricultura sostenible? Y ¿Cuál es el tipo de bioplaguicida que permite un mayor control de plagas agrícolas?

De igual manera, se obtuvo el Objetivo general: Determinar cuáles son los bioplaguicidas utilizados para una agricultura sostenible. Generándose así los siguientes objetivos específicos: Identificar el tipo de plaga más recurrente en la agricultura, Definir los bioplaguicidas más utilizados para una agricultura sostenible

y, por último, analizar el tipo de bioplaguicida que permite un mayor control de plagas agrícolas.

El presente trabajo de investigación al ser una revisión sistemática, va a emplear un análisis sistemático de diversos estudios a nivel nacional e internacional, acerca de los Bioplaguicidas utilizados para una agricultura sostenible; dicho ello, el presente trabajo de investigación presenta una justificación teórica, la cual permite al investigador profundizar un enfoque teórico que tratan explicar el problema, con el fin de avanzar el conocimiento en una línea de la investigación, se presenta una justificación cuando el propósito del estudio es el generar reflexión, discusión académica acerca de un conocimiento existente, confrontando la teoría, contrastando resultados o generando epistemología (Bedoya, H. 2020). buscando dar a conocer mayores informaciones, brindando de manera actualizada y amplia un conglomerado de literaturas a nivel internacional de la importancia de los diversos tipos de bioplaguicidas aplicados a la agricultura para un aumento de la sostenibilidad. Metodológicamente justificándose en el punto de servir como base y fuente para futuros investigadores, buscando ampliar conocimientos y fomentar la búsqueda de técnicas amigables con el medio ambiente para una agricultura sostenible.

II. MARCO TEÓRICO

La población mundial alcanzará los 10.120 millones de habitantes en 2100, y para una población tan elevada la demanda de alimentos también aumentará, lo que necesita el avance y el aumento de los materiales productivos agrícolas (Economic and Social Affairs, 2017, p.1). La producción de alimentos ha aumentado de forma impresionante en diferentes partes del mundo durante los últimos 40 años, principalmente debido al uso de pesticidas químicos para evitar las plagas agrícolas (Ferreira Alice et al., 2021, p.2).

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) (Larar et al., 2021, p.1).

Los insectos dañan las plantas de muchas maneras, pero el tipo de daño más común es la eliminación de tejidos vegetales, como en los ejemplos familiares de orugas, escarabajos y saltamontes cuya alimentación crea agujeros notables o incluso la eliminación total de hojas, frutos u otras partes de la planta (Parewa Hanuman Prasad et al., 2021, p.134). Los artrópodos diminutos, como los ácaros y los trips, eliminan las partes de las plantas en una escala más pequeña al evacuar el contenido de las células vegetales individuales al alimentarse (Jampílek J. y Králová K., 2017, p.2). A diferencia del daño causado por la eliminación de tejido vegetal, una fitotoxemia es la reacción de una planta a una toxina química introducida por la alimentación de los insectos chupadores del orden de los hemípteros, como chinches, pulgones, saltahojas y psílicos (Harkness Caroline et al., 2021, p.6).

Algunas cochinillas son también plagas graves de las plantas, especialmente de las plantas agrícolas perennes; ya que, pueden causar daños a los árboles frutales y de nueces, árboles forestales o de plantaciones, plantas de invernadero, ornamentales leñosos, plantas de interior y, a veces, a la caña de azúcar e incluso a la hierba del césped (Jones Michael S. et al., 2018, p.3). De igual manera, la

principal forma de daño a las plantas causado por las larvas que extraen el tejido foliar. Una mina alargada e irregular que se ensancha a medida que madura la larva es típica del patrón de alimentación de este insecto (Carpinera J., 2020, p.211).

Entre las plantas más comunes con actividad para el control de insectos agrícolas se tiene a los mostrados en la Tabla N°1; las cuales están clasificadas de acuerdo a la familia, con plantas que tienen diferentes grupos químicos para el control de insectos.

FAMILIA	PLANTAS	MOLÉCULAS ACTIVAS	TIPO DE ACTIVIDAD
ANNONACEAE	<i>Annona muricata</i> L. <i>Annona squamosa</i> L. <i>Annona cherimola</i> Miller	Acetogeninas, alcaloides, isoquinolina	Sinérgico, insecticida, fungicida, citotóxico, antiparasitario
LILIACEAE	<i>Allium sativum</i> L. <i>Allium fistulosum</i> L.	Disulfuro, tiosulfinato, tiosulfonato	Insecticida, acaricida, nematocida, herbicida, fungicida, bactericida
SOLANACEAE	<i>Nicotiana tabacum</i> L. <i>Capsicum frutescens</i> L.	Alcaloides (atropina, nicotina, solanina)	Insecticida de contacto tóxico, disuasorio y no persistente
MELIACEAE	<i>Azadirachta indica</i> A.Juss. <i>Melia azedarach</i> L.	Limonoides terpenoides	Insecticida
PIPERACEAE	<i>Piper nigrum</i> L.	Lignanós	Sinérgico, insecticida

Tabla N°1: Plantas dañadas por plagas agrícolas

Fuente: Extraído y modificado de Giraldo A. y Guerrero G., 2019, p.3

Debido a ello, la agricultura se ha enfrentado a las actividades destructivas de numerosas plagas, como hongos, malas hierbas e insectos, desde tiempos

inmemoriales, lo que a veces ha provocado una drástica disminución de los rendimientos y las cantidades; donde las plagas se introducen continuamente en nuevas zonas de forma natural o accidental, o, en algunos casos, organismos que se introducen intencionadamente se convierten en plagas (Mnif I. y Ghribi D., 2015, p.2).

Debido a esa problemática se invierten millones de dinero para el control de plagas y enfermedades de las plantas; en un momento parecía que la aplicación de plaguicidas químicos debía resolver este problema, pero sus aplicaciones constantes y no planificadas causan estragos en la contaminación ambiental y peligros para la salud humana, lo que nos obliga a pensar en alternativas (Ghosh S. y Bera T., 2021, p.2).

Por ello, en diversas partes se viene empleando el uso de bioplaguicidas; los cuales han atraído mucho interés en la comunidad investigadora y se han recomendado como alternativas potencialmente buenas a los pesticidas sintéticos; por esta razón, han atraído mucha atención durante la última década (Nuruzzaman et al., 2019, p.2). Los bioplaguicidas, componentes clave de los programas integrados de manejo de plagas, están recibiendo atención práctica como un medio para reducir la cantidad de productos químicos sintéticos que se utilizan para controlar las plagas y enfermedades de las plantas y para proteger los productos almacenados (Ramírez Guzmán N. et al., 2020, p.7).

Son diversas sustancias naturales biológicamente activas que existen en la naturaleza y tienen efectos inhibidores sobre las enfermedades de los cultivos y las plagas de insectos; en general, la creación de bioplaguicidas depende en gran medida de los recursos biológicos, el suelo, el clima, la diversidad de cultivos y la diversidad microbiana del lugar (Shen et al., 2021, p.1). Se dividen en tres tipos diferentes según la sustancia activa: microorganismos; productos bioquímicos; y semioquímicos; en función de los recursos naturales de los que se derivan, los bioplaguicidas se clasifican en plaguicidas microbianos, plaguicidas botánicos, plaguicidas zooides y plantas modificadas genéticamente (Das Tuyelee et al., 2021, p.4).

El control biológico ahora forma la base de los programas de manejo de plagas en la agricultura, sin embargo, el éxito en un programa de control biológico rara vez se logra mediante el uso de un solo agente, más bien, se realiza mediante el uso concurrente de estrategias biológicas, culturales y de otro tipo dentro de un sistema integrado de producción de plantas (Brownbridge M. y Buitenhuis R., 2019, p.2).

Ante ello, los insecticidas microbianos pueden desempeñar un papel de apoyo fundamental en los programas de manejo integrado de plagas (MIP) de base biológica, ya que, tienen modos de acción únicos y son activos contra una variedad de plagas desafiantes (Guijarro Belén et al., 2020, p.1).

También existen muchos fungicidas que son bioplaguicidas bioquímicos y sus ingredientes incluyen bicarbonato de potasio, dióxido de hidrógeno, aceites botánicos y extractos de plantas (Singh et al., 2018, p.2).

Por ejemplo, los bioplaguicidas microbianos derivados de bacterias, hongos, o virus y protozoos se están utilizando ampliamente para el control biológico de insectos plaguicidas, patógenos de plantas y malas hierbas; para todos los tipos de cultivos, representando ya el 74% del mercado; los bioplaguicidas fúngicos, alrededor del 10%; los bioplaguicidas víricos, el 5%; los bioplaguicidas depredadores, 8%; y "otros" bioplaguicidas, 3% (Fournier Bertran et al., 2020, p.3).

Existe una gran variedad de especies del género *Bacillus* que han demostrado tener gran potencial como entomopatógenos para las plagas agrícolas de cultivos como el maíz, arroz, frutas, etc. En la Figura N°1, se observa cómo actúan las bacterias en las plantas para evitar que se establezcan y desarrollen organismos fitopatógenos, mediante diversos mecanismos

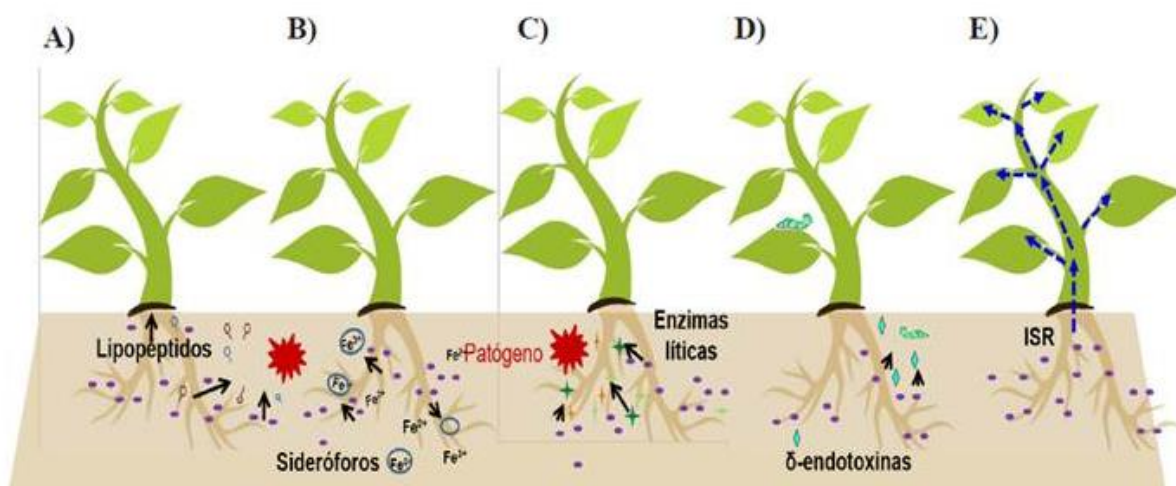


Figura N°1: Principales instrumentos de control biológico mediante bioplaguicidas bacterianos

Fuente: Villarreal et al., 2018, p.4

De acuerdo a la figura 1, se puede observar a) lipopéptidos, b) sideróforos, c) enzimas líticas, d) endotoxinas y e) inducción a la respuesta sistémica.

Los plaguicidas microbianos más utilizados son las subespecies y cepas de *Bacillus thuringiensis (Bt)*, ya que es una de las bacterias más estudiadas en biotecnología industrial y comercializada como bioplaguicida ambientalmente sostenible representando aproximadamente el 90% del mercado de bioplaguicidas y (Kumar Lalit R. et al., 2019, p.3).

Las esporas y los cristales Bt se han comercializado para controlar una serie de órdenes de insectos diferentes durante sus fases larvianas, como los dípteros, los coleópteros, los himenópteros y los malófagos, entre otros (Ballardo Cindy et al., 2017, p.2). Los principales objetivos de los bioinsecticidas basados en Bt son las larvas de lepidópteros herbívoros como los gusanos de la col, los gusanos de la col, los gusanos del cuerno, gusanos del maíz, gusanos cortadores, algunos gusanos del ejército, polillas, orugas de la carpa y larvas de la polilla de la India en el grano almacenado (Dhania Narender K. et al., 2019, p.4).

Del mismo modo, las bacterias entomopatógenas son organismos unicelulares que tienen un tamaño que oscila entre menos de 1 μm a varios μm de longitud; las que tienen paredes celulares rígidas son cocos, con forma de bastón y espirales, mientras que las bacterias sin paredes celulares son pleomórficas; siendo identificadas más de 100 bacterias como patógenos de artrópodos, entre ellas *Bacillus thuringiensis*, *B. sphaericus*, *B. cereus* y *B. popillia. cereus* y *B. popilliae* han recibido la mayor atención como agentes de control microbiano (Kalha et al., 2014, p.226).

Así mismo, los hongos entomopatógenos son un gran grupo de 750 especies que presentan alto potencial como agente de control (Rodríguez P. et al., 2019, p.8). Son generalmente ubicuos y pertenecen principalmente a los *phyla Chytridiomycota, Zygomycota, Oomycota, Ascomycotay Deuteromycota* y la mayoría de ellos al infectar a los insectos tienen un modo de acción por contacto (Sinha et al., 2016, p.475). También las condiciones climáticas dependen para que exista abundancia de hongos patógenos de insectos, la actividad biológica y las epizootias y la efectividad y consistencia del desempeño dependen en gran medida de los factores abióticos y bióticos (Qayyum et al., 2021, p.3).

Estos hongos, son microorganismos que infectan específicamente y a menudo matan insectos y otros artrópodos; la mayoría son no patógenos para las plantas y relativamente no tóxicos para los seres humanos y los animales, aunque los insectos infectados por hongos se pueden encontrar comúnmente en la naturaleza, y se observan epizootias que impactan a las poblaciones de plagas, la mortalidad por infecciones por hongos rara vez ocurre naturalmente a niveles suficientemente altos o lo suficientemente temprano en un ciclo de plagas para evitar pérdidas económicas (Skinner M., Parker B. y Kim J., 2014, p.3).

Para saber que hongos van a ser entomopatógenos, se debe evaluar su actividad biológica como bioinsecticida y para ello se determina la eficacia de su aplicación; mediante (Mejía et al., 2020, p.2), de acuerdo a la fórmula N°1 planteada por Schneider O., (1999, p.4):

$$\text{Eficacia} = \frac{b-k}{100-k} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

b = mortalidad en el tratamiento

k = mortalidad en el tratamiento control

De manera análoga se encuentran los bioplaguicidas microbianos derivados de virus; estos virus transmitidos por artrópodos (arbovirus) se ingieren con sangre cuando un insecto hematófago se alimenta de un huésped virémico (Almeida Felipe Chagas et al., 2021, p.5). Los mosquitos vectores de los arbovirus de importancia

médica se encuentran con mayor frecuencia en el género *Aedes* o *Culex* (Payne C., 1982, p.1).

Dentro del huésped del mosquito, el virus viaja con la sangre hasta el intestino medio, en el intestino medio de un mosquito vector susceptible y competente que apoya la replicación y diseminación del virus (De Oliveira et al., 2021, p.112). El virus se une y entra en las células epiteliales del intestino medio, se replica, se disemina desde las células del intestino medio y entra en el hemocele, este proceso se repite con la entrada, la replicación y el escape de la glándula salival células, con virus secretado en la saliva cuando el mosquito se alimenta de un huésped (Rajula Julius et al., 2021, p.4).

A continuación, se muestra las fuentes más resaltantes acerca de los bioplaguicidas en búsqueda de una agricultura sostenible.

Tabla N°2: Antecedentes de Bioplaguicidas microbianos

Título	bioplaguicidas	Tipo	Eficiencia	Autor (es)
Diversidad y correlación de los hongos entomopatógenos y asociados con los factores del suelo	Bioplaguicidas derivados de hongos	<i>Beauveria bassiana</i>	Estos hongos entomopatógenos podrán controlar con éxito las infestaciones de moscas de la fruta en todos los sistemas agrícolas, desde frutas, cultivos de hortalizas hasta sistemas forestales	Qayyum et al., 2021
Efectos de los hongos entomopatógenos en la nutrición y el crecimiento del trigo duro en el campo	Bioplaguicidas derivados de hongos	<i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium brunneum</i>	Los hongos entomopatógenos pueden promover el crecimiento del trigo en etapas fenológicas más tempranas.	Gonzales et al., 2021

Hongos entomopatógenos en el sudeste asiático y África y su posible adopción en el control biológico	Bioplaguicidas derivados de hongos	Chytridiomycota, Ascomycota, Basidiomycota	El control biológico es ahora más necesario que nunca para controlar los insectos que han seguido evadiendo y dañando los cultivos.	Rajula et al., 2020
Evaluación del potencial de bioeficacia de hongos entomopatógenos contra la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i> Genn.) en algodón en condiciones de invernadero y de campo	Bioplaguicidas derivados de hongos	<i>Metarhizium anisopliae</i> , <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Cordyceps javanica</i>	Una aspersión secuencial de hongos entomopat. seleccionados sería un enfoque vital para el manejo integrado resiliente y sostenible de la población de <i>B. tabaci</i> nymphal en condiciones de campo.	Sain et al., 2021
El efecto de la cubierta del suelo de los viñedos sobre la abundancia de hongos entomopatógenos naturales aislados mediante un método cuantitativo de cebo de <i>Galleria</i>	Bioplaguicidas derivados de hongos	<i>Beauveria bassiana</i>	La muerte por micosis fue mayor cuando <i>Galleria</i> estuvo expuesta a suelo recolectado de cubiertas vegetales que contenían pastos nativos versus exóticos.	Vukicevick et al., 2020

Caracterización de micotoxinas de hongos entomopatógenos (<i>Cordyceps fumosorosea</i>) y sus efectos tóxicos para el desarrollo del psílido asiático de los cítricos criado en plantas de cítricos sanas y enfermas	Bioplaguicidas derivados de hongos	<i>Cordyceps fumosorosea</i>	Bassianolide causó más del 70% de mortalidad del psílido de los cítricos en dos días.	Qasim et al., 2020
Aplicación foliar de nematodos y hongos entomopatógenos para el manejo de la polilla de la espalda del diamante en invernadero y campo	Bioplaguicidas derivados de hongos	<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i>	La interacción de hongos entomopatógenos y nematodos reduce el daño a las plantas causado por la polilla del diamante	Sáenz et al., 2020
Efecto de los hongos entomopatógenos nativos de los suelos de los potreros contra las larvas de <i>Rhipicephalus microplus</i> con	Bioplaguicidas derivados de hongos	<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i> y <i>Purpureocillium lilacinum</i>	varias cepas de hongos entomopatógenos mostraron un alto efecto acaricida contra el <i>R. microplus</i> larvas de ambas poblaciones, lo que sugiere que estos hongos pueden ser un adyuvante promisorio en	Fernandez et al., 2019

diferentes comportamientos toxicológicos a los acaricidas			el control de <i>R. microplus</i> , incluidos los resistentes	
La expresión transgénica de péptidos antimicrobianos de la mosca soldado negra mejora la resistencia contra las bacterias entomopatógenas en el gusano de seda, <i>Bombyx mori</i>	Bacterias entomopatógenas	<i>Streptococcus pneumoniae</i> y <i>Escherichia coli</i>	In vitro, tanto H1defensin-1 como H1dipterin-1 inhibieron el crecimiento de <i>Streptococcus pneumoniae</i> y <i>Escherichia coli</i> , mientras que H1CG13551 inhibió el crecimiento de <i>Staphylococcus aureus</i> y <i>E. coli</i> .	Xu et al., 2020
Mecanismo de inmunosupresión de las bacterias entomopatógenas contra las larvas de <i>Galleria mellonella</i>	Bacterias entomopatógenas	<i>Nematodos entomopatógenos</i>	Los hemocitos comenzaron a distorsionarse y desintegrarse después de 12 h con una disminución de la hemolinfa en un 34,9%.	Liao et al., 2019
Bioactividad de un bioplaguicida a base de matrina contra cuatro especies de plagas de importancia agrícola	Matrina	<i>Diaphorina citri</i> , <i>Panonychus citri</i> , <i>Sitophilus zeamais</i> y <i>Spodoptera frugiperda</i>	bioplaguicida a base de matrina provocó efectos letales y subletales en todas las especies de plagas estudiadas. su actividad acaricida contra <i>P. citri</i> fue entre ~ 10 y 100 veces mayor que su actividad insecticida (en	Zanardi et al., 2015

			D. citri , S. zeamais y S. frugiperda). Dando una eficiencia del 90%.	
Comparación de métodos de enumeración microscópica y molecular para virus de insectos: granulovirus de <i>Cryptophlebia leucotreta</i> como estudio de caso	Baculovirus	<i>Cryptophlebia leucotreta</i> (CrleGV-SA)	El aislado sudafricano de <i>Cryptophlebia leucotreta</i> granulovirus (CrleGV-SA), es eficiente como biopesticida para el control de la falsa polilla de la manzana (<i>Thaumatotibia leucotreta</i>), una plaga de insectos de diversas frutas y nueces, incluidos los cítricos.	Dhlad hla et al., 2018
La resistencia a un plaguicida químico aumenta la vulnerabilidad a un biopesticida: efectos sobre la mortalidad directa y la mortalidad por depredación	Derivado de bacterias	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> (Bti)	Bti provocó una mayor mortalidad en las larvas de mosquitos de la cepa resistente a CPF en comparación con la cepa no resistente.	Delnat et al., 2019
Quitinasas microbianas y virales: atractivos bioplaguicidas para el manejo integrado de plagas	Mediante el uso de quitinasas microbianas y virales	<i>insectos, virus, plantas y vertebrados</i>	Las quitinasas son inofensivas para las plantas y vertebrados que no contienen quitina; tiene actividades fungicidas, insecticidas y nematocidas.	Berini et al., 2018

Potencial de los Baculovirus para el manejo de plagas agrícolas en Cuba	Basado en virus	Virus de la familia <i>Baculoviridae</i>	Los baculovirus tienen características que los hacen ideales para el manejo de plagas, dentro de ellas la especificidad, persistencia y posibilidad de reproducirse en la naturaleza y crear epizootias.	Ayala J. y Henderson D., 2017
---	-----------------	--	--	-------------------------------

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación emplea el tipo de investigación aplicada. Donde, la investigación aplicada es el paso en el ciclo de vida de la investigación en el que comprendemos qué tan bien usamos nuestro conocimiento para diseñar un sistema que resuelva un problema urgente y genere resultados predecibles (Edgar T. y Manz D., 2017, p.1). Es un poco diferente al resto de los métodos básicos, la investigación aplicada es el proceso de cuantificar qué tan bien aplicamos el conocimiento que hemos aprendido de la ciencia básica para resolver algún problema. Aquí utilizamos técnicas similares a las de la investigación básica, pero los objetivos de la investigación son diferentes (Pennock B., 2015, p.2). Debido a ello, la presente investigación busca resolver de qué manera los bioplaguicidas pueden ayudar a mantener una agricultura sostenible.

Así mismo, el diseño empleado es narrativo tópic; ya que, el artículo analiza el potencial de las técnicas de entrevistas narrativas en el contexto de una recopilación asistida por computadora de datos e ilustra una forma en que se puede conceptualizar el instrumento de recolección de datos para estimular procesos de estructuración narrativa (Noack A. y Schmidt T., 2013, p.1). Este tipo de diseño es

empleado ya que se busca contar la historia de los autores de quienes se va a tomar sus resultados, buscando narrar sus acontecimientos y hechos ocurridos para esclarecer puntos que no se encuentran claros. De acuerdo con OvercashJ., (2003, p.4) la narrativa se utiliza para describir una variedad de formas en que los humanos realizan el "relato de acontecimientos".

3.2. Categorías, subcategoría y matriz de categorización apriorística

El matriz de categorización se encuentra dividida entre las categorías y sub categorías, las cuales se desglosan de los objetivos y problemas específicos; para brindar una mayor exactitud de la información que se quiera proporcionar en los resultados (Ver Tabla N°3).

Tabla N°3: Cuadro de categorización

Objetivo Especifico	Problemas Específicos	Categoría	Subcategoría	Criterio 1	Criterio 2
Identificar el tipo de plaga más recurrente en la agricultura	¿Cuál es el tipo de plaga más recurrente en la agricultura?	Clasificación de plagas (Warra A. y Prasad M., 2020, p.1)	Daños en las hojas Daños en los tallos Daños en las raíces Daños de los frutos (Chojnacka K. y Szyrkowska M., 2014, p.1).	De acuerdo al tipo de cultivo.	De acuerdo al tipo de plaga.
Definir los bioplaguicidas más utilizados para una agricultura sostenible	¿Cuáles son los bioplaguicidas más utilizados para una agricultura sostenible?	Tipos de bioplaguicidas más empleados (Rajput et al., 2020, p.1)	Microbianos Derivados de bacterias Derivados de hongos Derivados de virus y protozoos (Rajput et al., 2020, p.1).	De acuerdo a la patogenicidad de los tipos de bioplaguicidas.	De acuerdo a los resultados de patogenicidad
Analizar el tipo de bioplaguicida que permite un mayor control de plagas agrícolas	¿Cuál es el tipo de bioplaguicida que permite un mayor control de plagas agrícolas?	La capacidad de control de plagas de acuerdo a los tipos de bioplaguicidas (Smith et al., 2015, p.2).	Eficiente Medio Bajo (Pateraki et al., 2019, p.3)	De acuerdo a su mortalidad	De acuerdo al tipo de plaga

3.3. Escenario de estudio

Los escenarios de estudios que presenta la revisión sistemática tuvieron lugar en campos de cultivos en países de América del Norte como Cuba y California en América del sur como Brasil y países del continente asiático donde se realizaron muestras de diversos tipos de organismos, de distintas variedades de vegetales y suelo, donde se estudió su patogenicidad en laboratorios locales; en el presente proyecto se realizó un análisis, y extracción de diversas literaturas, lo cual sirve como un método de investigación útil y aceptable para ser utilizado por estudiantes que pretendan ahondar en el tema.

3.4. Participantes

Los participantes del presente estudio son todos aquellos documentos, en específicos artículos de investigación obtenidos de fuentes académicas confiables y de calidad como: science direct, scopus, scielo, proquest, redalyc y dialnet.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

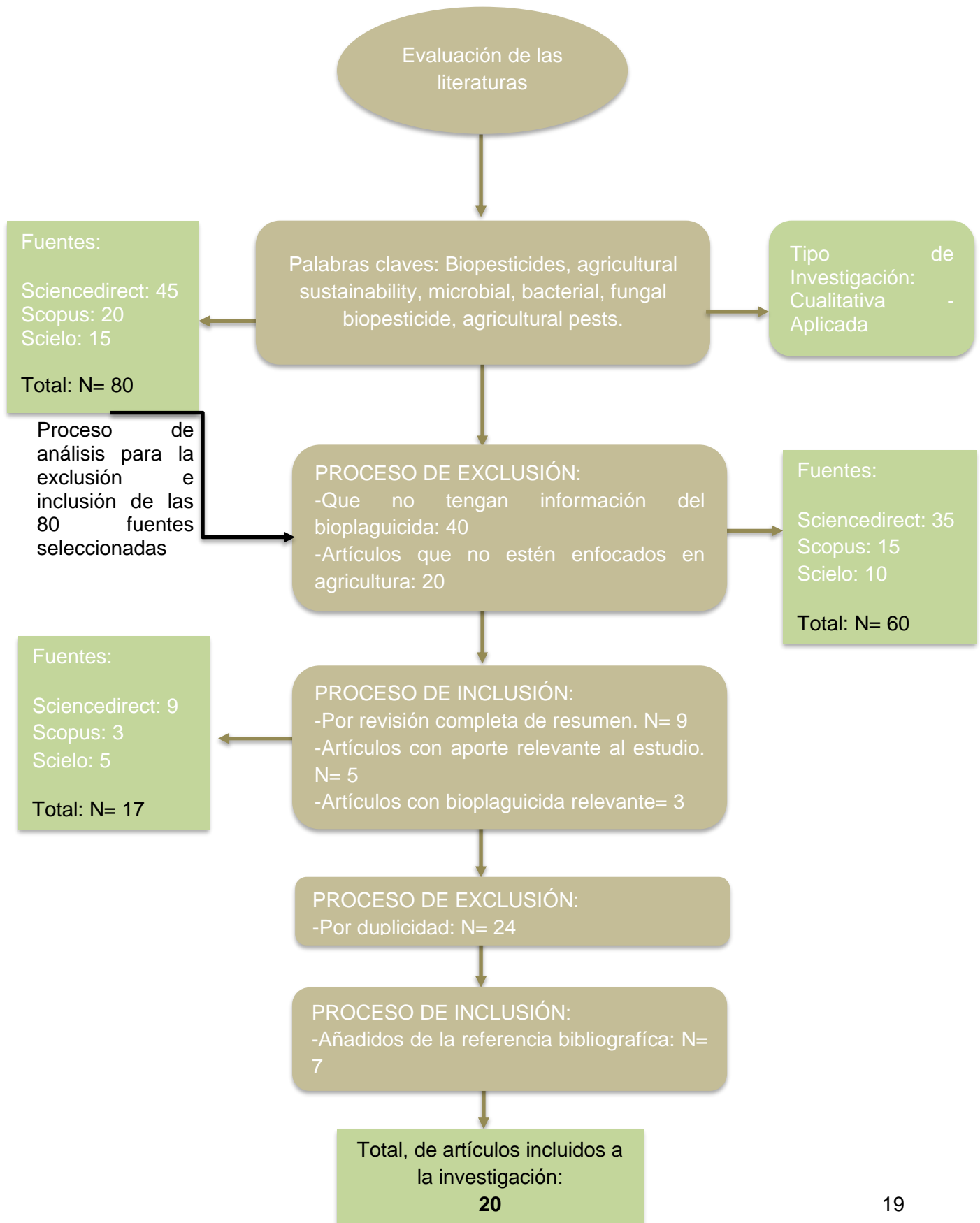
La técnica empleada es el análisis documental mediante la recolección de datos empleando la ficha de análisis que se encuentra en el "Anexo N°1"; el análisis de documentos se utiliza como un método para acceder a datos e información en diferentes disciplinas y tiene diferentes significados en la forma en que se lleva a cabo, se interpreta y se aplica como método de recopilación de datos de investigación, generalmente se describe como la recopilación, documentación, análisis, interpretación y organización sistemáticos de datos, impresos o electrónicos y un análisis de documentos bien ejecutado tiene el potencial de fortalecer los estudios (Kayesa N. y Shung M., 2020, p.6); Por otro lado; la recolección de datos que se realiza en la ficha mencionada se encarga de sintetizar la información como la metodología, objetivos, datos de autos, nombre de la investigación, entre otros; para que se esta manera sea más ligera la búsqueda de la información.

3.6. Procedimientos

El procedimiento empleado en el presente estudio, consta de diferentes etapas, en las cuales se va a recolectar, la información empleando palabras claves, para luego

incluirlas a la investigación, pasando por un filtro de inclusión y de exclusión, como se detalla en el Gráfico N°1.

Gráfico N°1: Procedimiento de la evaluación de artículos a incluir al estudio



3.7. Rigor científico

El rigor se refiere a la calidad de ser extremadamente minucioso y cuidadoso al realizar cualquier estudio de investigación; de acuerdo a ello el presente estudio garantiza su confiabilidad cumpliendo con 4 rigores científicos: Dependencia, credibilidad, confiabilidad y transferibilidad

- Dependencia: Este tipo de criterio en la investigación cualitativa, indica la extracción de datos e informaciones de estudios realizados que ayudarán a obtener resultados permanentes (Salgado, A, 2007 p. 74). Y esto es demostrado en las conclusiones que se obtendrán después de realizar la comparación de diversos estudios científicos acerca de los bioplaguicidas y su relación con la agricultura sostenible.
- Validez: La validez se refiere a si los hallazgos son correctos o hasta qué punto los hallazgos representan la realidad y si son útiles para considerar la validez interna de la investigación (Paudyal V., 2018, p.4). Este criterio es demostrado en base a la confiabilidad que nos brinda cada artículo extraído, el cual proviene de una fuente confiable en las cuales nos brindan la certeza de emplear resultados válidos y confiables, donde se detalla los datos del autor.
- Confiabilidad: La confiabilidad se puede definir como el grado en que los hallazgos son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación (Paterson, 1994, p.2). Esto requiere decir que el investigador asegure a los lectores que se habrían producido resultados similares si la investigación se hubiera repetido utilizando métodos iguales o similares, y se emplea en la discusión de resultados del presente estudio.
- Transferibilidad: La transferibilidad (se aplica a la investigación cualitativa y se relaciona como si los hallazgos podrían aplicarse a otro contexto de práctica similar) y la generalización (se aplica a datos cuantitativos y se relaciona con si los hallazgos podrían generalizarse a una población más amplia más allá del nuestra de participantes de la investigación) de los datos de la investigación (Paudyal V., 2018, p.4). Y es empleado en la aplicación de los resultados obtenidos por otros investigadores acerca de la comparación de cómo los diversos bioplaguicidas pueden generar una agricultura sostenible.

3.8. Método de análisis de información

Para el análisis de la información se utilizó la ficha de análisis de contenido, en la cual se detalló la información más relevante del documento original; tomando como criterios a los datos del autor, información del tema a tratar.

De manera consecutiva se empleó el punto 3.6, para resolver los objetivos planteados en la matriz de categorización: Identificar el tipo de plaga más recurrente en la agricultura, Definir los bioplaguicidas más utilizados para una agricultura sostenible y Analizar el tipo de bioplaguicida que permite un mayor control de plagas agrícolas; de ellos se desglosó las 3 categorías (Clasificación de plagas, Tipos de bioplaguicidas más empleados, De acuerdo a su mortalidad), y sub categorías (Daños en las hojas, Daños en los tallos, Daños en las raíces, Daños de los frutos), (Microbianos, Derivados de bacterias, Derivados de hongos, Derivados de virus y protozoos) y (Eficiente, Medio, bajo); con la finalidad de obtener resultados más exactos y actuales acerca de cómo los bioplaguicidas permiten obtener una agricultura sostenible. Todo ello fue realizado siguiendo la metodología utilizada por Cilleros y Gómez (2016, p.2368).

3.9. Aspectos éticos

El presente estudio se realizó siguiendo la resolución de consejo universitario N° 0103-2018 de la UCV, así como la guía de productos observables; de igual manera los investigadores que aportaron en la resolución del presente estudio fueron debidamente citados de acuerdo con la norma ISO 690, señalando que la investigación del presente estudio es verídica y auténtica.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de plaga más recurrente en la agricultura se encuentra sub categorizado por los daños que genera en los diferentes tipos de cultivos; como los daños en las hojas, tallos, raíces y frutos; como se muestra en la tabla 4.

Tabla N°4: Clasificación de plagas

Fuente de información	Plaga	Cultivos dañados	Daños
Qayyum et al., 2021	<i>Galleria mellonella</i> Larvas de la polilla de la cera	Colmenas de abejas	El adulto hembra penetra en la colmena y pone los huevos directamente en panales.
Gonzales et al., 2021	<i>Septoria tritici</i> Hongos del trigo	Plantas de trigo duro (<i>Triticum durum</i> L.)	Afecta directamente el ciclo del cultivo y la productividad alterando el rendimiento de los granos hasta en un 44%.
Sain et al., 2021	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Genn.</i> Mosca blanca	Plantaciones de algodón	Infección por <i>Fusarium verticillioides</i> en <i>Bemisia tabaci</i> .
Vukicevick et al., 2020	<i>Galleria mellonella</i> Polilla de la cera	Colmenas de abejas	Daños en los panales y en los productos de colmenas en colonias almacenadas como en las vivas
Qasim et al., 2020	<i>Diaphorina citri</i> psílido asiático	Plantas de cítricos	Folia las hojas y ramas hasta cubrir la copa de la planta.
Sáenz et al., 2020	<i>Plutella xylostella</i> Polilla del diamante	Cultivos de brócoli	Daña las hojas al horadarlas, y afecta los puntos de crecimiento.
Fernandez et al., 2019	Rhipicephalus microplus	Población bovina	Afecta al 80% de la población bovina y por ende la producción que este genera.
Xu et al., 2020	<i>B. mori</i> Nucleopoliedrovirus Enfermedades del gusano de seda	Sericultura (gusano de seda)	Cada año, la industria de la sericultura enfrenta una gran pérdida económica debido a las enfermedades del gusano de seda causadas por el nucleopoliedrovirus de <i>B. mori</i> .
Liao et al., 2019	<i>Galleria mellonella</i> larvas de la polilla de la cera	Colmenas de abejas	Daños en los panales.
Zanardi et al., 2015	<i>Diaphorina citri</i> , <i>Panonychus citri</i> , <i>Sitophilus zeamais</i> y <i>Spodoptera frugiperda</i>	Cultivos de maíz, de cítricos	Transmiten rápidamente la enfermedad del Huanglongbing y dañan el reverdecimiento de los

	Plagas de gorgojos de granos de cereales, cítricos.		cítricos como la producción de maíz.
Dhlahla et al., 2018	<i>Thaumatotibia leucotreta</i> Falsa polilla de la manzana	Cultivos de manzana	Deterioran las hojas y frutos reduciendo su productividad.
Delnat et al., 2019	<i>Plea minutissima.</i>	Cultivos de maíz	No indica
Ayala J. y Henderson D., 2017	<i>Poliedrosis nuclear</i> de <i>Spodoptera frugiperda</i> y de <i>S. exigua</i>	Cultivos de maíz	Causa daños en la producción de los cultivos de maíz.
Pidre Matías Luis et al., 2019	<i>Spodoptera frugiperda</i> (cogollero del maíz)	Cultivos de maíz	Especie nativa que causa daños en los cultivos de maíz
Blanco Carlos et al., 2016	<i>Spodoptera frugiperda</i> (gusano cogollero)	Cultivos de maíz	Plaga de especies de insectos cogolleros que daña a más de 80 tipos de plantas agrícolas.
Neshani Alireza et al., 2019	Enfermedades de las plantas	Cultivo de maíz	No especifica.
Mejías Laura et al., 2020	<i>Spodoptera frugiperda</i> (gusano cogollero)	Cultivos de maíz	Especie nativa que causa daños en los cultivos de maíz
Stanoljevin Olja et al., 2019	<i>Agaricus bisporus L.</i> (Moho verde y burbujas secas)	Hongo de botón blanco	Genera en las plantas la antracnosis
Singh Garima et al., 2021	<i>F. oxysporum f. Sp. Lycopersici</i>	Plantas de tomate	Daños en los frutos de tomate y en su crecimiento
Orfali Raha et al., 2020	<i>Rhynchophorus ferrugineus Olivier</i> Picudo rojo de las palmeras (RPW)	Cultivos de papa	or

De acuerdo a las investigaciones estudiados, los autores indican que el tipo de plaga más recurrente es aquellos que causan daños en los cultivos de cereales y cítricos; siendo ello corroborado por un 85% de los autores; donde el cereal afectado más recurrente es el maíz.

De acuerdo con Zanardi et al., 2015 manifiesta que una de las plagas agrícolas de los cultivos de cereales y cítricos son *Diaphorina citri*, *Panonychus citri*, *Sitophilus*

zeamais y *Spodoptera frugiperda* Plagas de gorgojos de granos de cereales y cítricos; generando la transmisión rápida de la enfermedad del *Huanglongbing* y dañando el reverdecimiento de los cítricos como la producción de maíz. Añadiendo Blanco Carlos et al., 2016 que la plaga *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero) que afecta a los cultivos de maíz es una plaga de especies de insectos cogolleros, es decir que daña a más de 80 tipos de plantas agrícolas entre ellos los cultivos de algodón.

El autor Sain et al., 2021 en su estudio manifiesta a las plantaciones de algodón como otro de los cultivos agrícolas más afectados por plagas como *Bemisia tabaci* Genn. Mosca blanca, quien causa infección por *Fusarium verticillioides* en *Bemisia tabaci*.

Así también, Gonzales et al., 2021 afirma que la plaga *Septoria tritici* Hongos del trigo, es la plaga que más afecta a las plantas de trigo duro (*Triticum durum* L.) afectando directamente el ciclo del cultivo y la productividad alterando el rendimiento de los granos hasta en un 44%.

Los autores Delnat et al., 2019, Neshani Alireza et al., 2019, Mejías Laura et al., 2020, Pidre Matías Luis et al., 2019 también apoyan lo anteriormente dicho; señalando a las plagas de los cultivos de cereales como los más dañitos y recurrentes en la agricultura.

De acuerdo con Stanoljevin Olja et al., 2019 en la tabla 4 las plagas *Agaricus bisporus* L. (Moho verde y burbujas secas) generan la enfermedad de antracnosis, la cual se expande por los cultivos cítricos aumentando la enfermedad. Esa afirmación también la respalda Zanardi et al., 2015 quien afirma que esta plaga daña el reverdecimiento de los cítricos y disminuye la producción.

Por otro lado, los bioplaguicidas más utilizados para una agricultura sostenible pueden ser los derivados de bacterias, hongos, virus y protozoos. Siendo la clasificación comparada con diversos artículos científicos y plasmados en la tabla N°5.

Tabla N°5: Tipos de bioplaguicidas más empleados

Fuente de información	Tipo de bioplaguicida	Nombre / Filum	Metodología	Resultados de patogenicidad
Qayyum et al., 2021	Bioplaguicida a base de hongo	Hongo entomopatógeno Beauveria	-Recolección de cadáveres de insectos con	De las 145 muestras 40

		bassiana / Ascomisetos El hongo <i>Fusarium oxysporium</i> fue la especie más predominante (17,02%) aislada, seguida de <i>F. solani</i> (15,96%)	crecimiento de hongos de vegetales, orquídeas y campos no cultivados. -Inoculación: 25 ° C durante 3-5 días -Crecimiento: El crecimiento de hongos que se desarrolló alrededor de los cadáveres.	fueron patógenos para el insecto.
Gonzales et al., 2021	Bioplaguicida a base de hongo	Beauveria bassiana y Metarhizium brunneum / Ascomisetos	-Los hongos se aplicaron directamente al suelo (2015-2016) como abono de semillas -Crecimiento: Después de 30 días de la siembra <i>M. brunneum</i> estuvo presente hasta un 16,6%.	Los hongos entomopatógenos aumentaron la longitud y la superficie de la raíz del trigo y aumentó la colonización del trigo en el campo.
Sain et al., 2021	Bioplaguicida a base de hongo	<i>Fusarium verticillioides</i> , <i>B. bassiana</i> / Ascomicetos	-Se inoculó 5mm de cada cultivo de EPF, 10 días a 25 ± 2 °C en la oscuridad. -Crecimiento: La germinación se dio a los 24 horas de incubación.	Entre todos los EPF, el IB más alto se registró en <i>C. javanica</i> (77%), IT-10495 (75,4%), <i>Fusarium verticillioides</i> IT-10493 (74,6%) y <i>B. bassiana</i> MT-4511 (73,1%).
Vukicevick et al., 2020	Bioplaguicida a base de hongo	<i>B. bassiana</i>	-Se inoculó a 25°C durante 1 hora	La tasa de mortalidad relativa más alta fue durante el periodo de 14 días.
Qasim et al., 2020	Bioplaguicida a base de hongo	Se identificaron 17 compuestos del extracto de hongos y se clasificaron en	-Se inoculó el hongo a 25 ± 2 °C y 70 ± 5% por 2 semanas. -Se cultivó en un matraz de 250 mL a pH 7,0	Bassianolide causó más del 70% de mortalidad del psílido de los

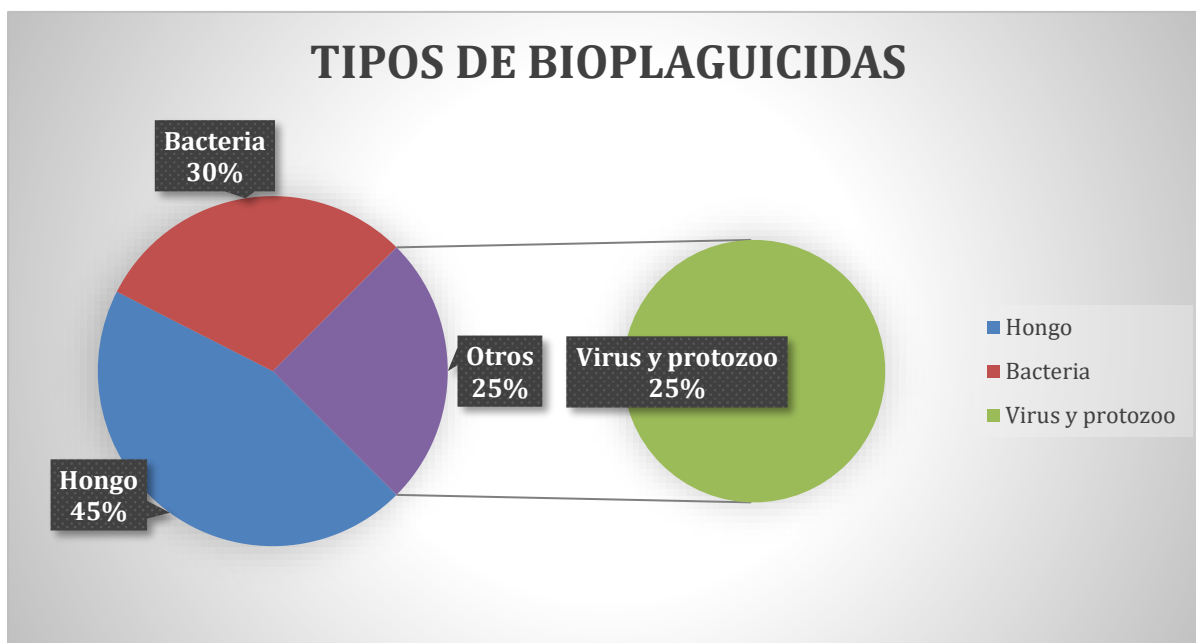
		tres grupos: (1) alcaloides (Isariotinas AC), (2) péptidos (Bassianolide, Beauverolides, Beauvericin A, Isaridins y Destruxin E) y (3) policétido (Tenuipyrone).	-Para la incubación del cultivo de hongos a 25 ± 1 °C con 20×g (150 p.m.) durante dos semanas.	cítricos en dos días.
Sáenz et al., 2020	Bioplaguicidas a base de nematodos entomopatógenos y hongos entomopatógenos	Heterorhabditis bacteriophora, Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae	-Se colocaron cuatro larvas de tercer estadio ocho horas antes del experimento en cada planta. -Se evaluó cada 24 h. por 5 días y nematodos cada 3 días por 15 días.	Los porcentajes de daño fueron altos con dosis de 600 y 1200 IJs/cm ² (71,2 y 59,5% respectivamente a los cinco días de la aplicación).
Fernandez et al., 2019	Bioplaguicida a base de hongo	54 cepas de <i>Metarhizium anisopliae</i> , seis cepas de <i>Beauveria bassiana</i> y una cepa de <i>Purpureocillium lilacinum</i> / Ascomicetos	-No presenta detalles	Nueve cepas de <i>M. anisopliae</i> y la cepa <i>P. lilacinum</i> mostraron un alto porcentaje de mortalidad en las larvas de <i>R. microplus</i> de ambas poblaciones.
Xu et al., 2020	Bioplaguicida derivado bacterias entomopatógenas	<i>S. aureus</i> , <i>P. aeruginosa</i> y <i>B. bombyseptieus</i> / Proteobacteria	-Se cultivaron en caldo Luria Bertani (LB) a 37°C, 220 rpm agitando durante la noche. - Tras la inyección, las larvas fueron transferidas a una dieta de cereales. A las 24 horas después de la inyección, las larvas inmunizadas se diseccionaron para eliminar el	En cuanto a la infección por el patógeno <i>S. aureus</i> , el grupo de control inoculado con 106 UFC murió en 2 días, mientras que el grupo transgénico duró 4 días.

			alimento del tracto digestivo	
Liao et al., 2019	Bioplaguicidas derivados de bacterias entomopatógenos	<i>Enterobacter gergoviae</i> bacteria de <i>Heterorhabditis megidis</i>	- La bacteria simbiótica <i>E. gergoviae</i> se aisló de los canales intestinales del nematodo <i>H. megidis</i> . Tenían 5 días de edad y se mantuvieron a 12 °C en condiciones de oscuridad.	Después de 12 horas de infección la bacteria puede infectar y dañar el sistema inmunitario de las larvas de <i>G. mellonella</i> .
Zanardi et al., 2015	Bioplaguicidas derivados de protozoos	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack (Rutaceae) Plántulas de jazmín naranja	-Insectos y ácaros procedentes de poblaciones mantenidas en condiciones controladas de laboratorio [25 ± 2 C, humedad relativa (HR) 60 ± 10%. - Los bioensayos se realizaron en una sala climatizada a una temperatura de 25 ± 2 C, 60 ± 10% de HR y un fotoperiodo de 14 L: 10 D h.	La actividad acaricida contra <i>P. citri</i> fue entre ~ 10 y 100 veces mayor que su actividad insecticida y provocó efectos letales y sub letales en todas las especies de plagas estudiadas.
Dhlahla et al., 2018	Bioplaguicidas derivados de virus (granulovirus)	<i>Cryptophlebia leucotreta</i> (CrleGV-SA)	-No presenta detalles	-No presenta detalles
Delnat et al., 2019	Bioplaguicidas derivados bacterias entomopatógenas	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i> / Firmicutes	- Los adultos se mantuvieron en jaulas (30 cm x 30 cm x 30 cm) dentro de una cámara climática (24 °C, 70% de humedad relativa, L:D 14:10) y se alimentaron con una solución de glucosa al 6%.	La exposición a Bti provocó una mortalidad y depredación más directas en la cepa resistente; con un porcentaje mayor al 80%.

Ayala J. y Henderson D., 2017	Insecticida a base de virus	<i>Baculoviridae</i> virus de la poliedrosis nuclear de <i>Spodoptera frugiperda</i> y de <i>S. exigua</i>	-Se identificaron 15 familias y 33 géneros de virus de insectos que causan afecciones.	La facilidad de manejar los baculovirus para producciones "in vivo" en gran escala y a costos razonables los hacen atractivos para países en desarrollo.
Pidre Matías Luis et al., 2019	Baculovirus (Betabaculovirus)	Baculovirus de <i>Spodoptera frugiperda granulovirus</i>	-Aislamiento del granulovirus en un cultivo de alfalfa infectando larvas. -Tiempo de infección 3 días	-Tiempo de muerte con vaculovirus: después de 10 días independientemente de la dosis.
Blanco Carlos et al., 2016	Bioplaguicidas derivados de bacterias	<i>Bacillus thuringiensis</i> - (<i>Bt</i>)	No indica	La actividad del vaculovirus roseado en las plantas generó que la plaga desaparezca del cultivo.
Neshani Alireza et al., 2019	Bioplaguicida a base de protozoos <i>Pichia pastoris</i>	<i>Péptido antimicrobiano pexiganan</i>	Se evaluó la eficacia antimicrobiana en 8 patógenos vegetales y 2 patógenos humanos.	La actividad antimicrobiana de este bioplaguicida era > 500 veces más fuerte que los compuestos de cobre en los patógenos de las plantas.
Mejías Laura et al., 2020	Bioplaguicidas derivados de bacterias	<i>Bacillus thuringiensis</i> (<i>Bt kusrtaki</i> , <i>Btk</i> e <i>israelensis</i> , <i>Bti</i>)	El bioplaguicida a base de <i>Bacillus thuringiensis</i> se produjo mediante fermentación en estado sólido en un reactor de 22L. utilizando 2 Bt.	Se obtuvieron 8 esporas g ⁻¹ de materia seca para Btk y 4 × 10 ⁸ esporas g ⁻¹ de materia seca para Bti, lo que da un rendimiento final de 5 y 29 esporas.

Stanoljevin Olja et al., 2019	Bioplaguicida a base de bacterias	<i>Bacillus spp.</i>	Los aislamientos en agar nutritivo se realizaron después de calentar las muestras a 80 °C durante 10 min. Para seleccionar las especies de <i>Bacillus</i> formadoras de endosporas 200 cultivos puros obtenidos tras 48 h de incubación a 30 °C se caracterizaron mediante la prueba de KOH.	<i>B. amyloliquefaciens</i> tiene potencial para el control biológico del moho verde y la burbuja seca.
Singh Garima et al., 2021	Bioplaguicida a base de hongos	<i>B. bassiana</i>	No indica	Se registró un recuento de conidios aceptable ($2,22 \times 10^6$ ufc / g) hacia el final del período de almacenamiento de seis meses sobre otras bioformulaciones .
Orfali Raha et al., 2020	Bioplaguicida a base de hongos	<i>Clonostachys rosea</i>	La actividad de los inhibidores de proteasa (IP) se registró en el extracto crudo que se aisló del núcleo del dátil (DKE), huésped y látex de <i>Calotropis</i> (CLE), no huésped. Estos IP se purificaron parcialmente mediante precipitación con sulfato de amonio.	La reducción de proteasas intestinales por la solución DKE y CLE fue del 39%, 18%, respectivamente.

Gráfico N°2: Tipos de bioplaguicidas más empleados



De acuerdo al gráfico 2 respecto a la tabla N° 5 el bioplaguicida más utilizado es a base de hongos; siendo ello corroborado por el 45% de los estudios; donde 9 de ellos lo aplican, pero no siendo un gran margen están los bioplaguicidas a base de bacterias con un 30% donde 6 de ellos estudios lo respaldan.

De acuerdo con Qayyum et al., 2021 los hongos entomopatógenos tienen una gran tendencia a prosperar en el suelo, especialmente cuando el pH, la CE y la temperatura del suelo son bajos, mientras que su contenido de humedad es alto. Además, actualmente, se sabe que más de 750 especies de hongos de alrededor de 90 géneros son patógenos para insectos clasificados en varios phyla, a saber, *Chytridiomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota* y el subfilo *Entomophthoromycotina* (Rajula et al., 2020, p.1).

Los autores Qayyum et al., 2021, Gonzales et al., 2021, Sain et al., 2021, Vukicevick et al., 2020, Qasim et al., 2020, Sáenz et al., 2020, Fernandez et al., 2019, Singh Garima et al., 2021, Orfali Raha et al., 2020 respaldan lo afirmado.

Entre los hongos más recurrentes se encuentra el *Beauveria bassiana*, señalado por Qayyum et al., 2021 y Gonzales et al., 2021, donde los resultados de su patogenicidad muestran: Que de las 145 muestras 40 fueron patógenos para los insectos; Los

hongos entomopatógenos aumentaron la longitud y la superficie de la raíz del trigo y aumentó la colonización del trigo en el campo respectivamente.

Sain et al., 2021 también respaldó la afirmación anterior, señalando que el *B. bassiana* presenta un 73,1% de patogenicidad en las plagas agrícolas.

Entre estos tipos de bioplaguicidas, se realizó el análisis de cuál es el que genera un mayor control de plagas agrícolas; mostrando los resultados en la tabla 6.

Tabla N°6: Clasificación de plagas

Fuente de información	Tipo de bioplaguicida	Plaga	Mortalidad
Qayyum et al., 2021	Bioplaguicida a base de hongo	<i>Galleria mellonella</i> Larvas de la polilla de la cera	La mortalidad con las EPF fue en un 73%
Gonzales et al., 2021	Bioplaguicida a base de hongo	<i>Septoria tritici</i> Hongos del trigo	Mortalidad del 80%
Sain et al., 2021	Bioplaguicida a base de hongo	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Genn.</i> Mosca blanca	La mortalidad ninfal más alta en condiciones de polyhouse se registró para <i>Metarhizium anisopliae</i> (86,7%), <i>Beauveria bassiana</i> MT-4511 (85,1%), <i>Cordyceps javanica</i> (81,1%), IT-10499 (81%) y <i>B. bassiana</i> (78,2%) Tiempo: 7 días después del tratamiento de pulverización (DAS).
Vukicevick et al., 2020	Bioplaguicida a base de hongo	<i>Galleria mellonella</i> Polilla de la cera	Mortalidad del 62% Después de 5 días de aplicación.
Qasim et al., 2020	Bioplaguicida a base de hongo	<i>Diaphorina citri</i> psílido asiático	El <i>bassianolide</i> causó más del 70% y 80% de mortalidad de ninfas y adultos de <i>D. citri</i> . Tiempo: 3 días después del tratamiento.
Sáenz et al., 2020	Bioplaguicidas a base de nematodos entomopatógenos	<i>Plutella xylostella</i> Polilla del diamante	Con porcentajes de mortalidad entre el 80 y el 89% a los cinco días de la aplicación del nematodo

	y hongos entomopatógenos		
Fernandez et al., 2019	Bioplaguicida a base de hongo	<i>Rhipicephalus microplus</i>	Nueve cepas de <i>M. anisopliae</i> tuvieron los mayores porcentajes de mortalidad en ambas poblaciones de <i>R. microplus</i> (79,8%-100%).
Xu et al., 2020	Bioplaguicida derivado bacterias	<i>B. mori</i> Nucleopoliedrovirus Enfermedades del gusano de seda	En la infección por <i>S. pneumoniae</i> las tasas de supervivencia final de la línea transgénica inoculada con 1×10^4 y 1×10^6 bacterias fueron del 80,00% y el 56,67%.
Liao et al., 2019	Bioplaguicidas derivados de nematodos entomopatógenos	<i>Galleria mellonella</i> larvas de la polilla de la cera	En las 12 horas se presentó la muerte del 35%.
Zanardi et al., 2015	Bioplaguicidad derivados de protozoos	<i>Diaphorina citri</i> , <i>Panonychus citri</i> , <i>Sitophilus zeamais</i> y <i>Spodoptera frugiperda</i>	Con 150 ppm mostró alta eficacia ~90%.
Dhladhla et al., 2018	Bioplaguicidad derivados de virus (granulovirus)	<i>Thaumatotibia leucotreta</i> <i>Falsa polilla de la manzana</i>	-No presenta detalles
Delnat et al., 2019	Bioplaguicida derivado bacterias entomopatógenas	<i>Plea minutissima.</i>	Porcentaje mayor al 80%.
Ayala J. y Henderson D., 2017	Insecticida a base de virus	<i>Poliedrosis nuclear</i> de <i>Spodoptera frugiperda</i> y de <i>S. exigua</i>	No indica
Pidre Matías Luis et al., 2019	Baculovirus (Betabaculovirus)	<i>Spodoptera frugiperda</i> (cogollero del maíz)	Porcentaje de mortalidad 90%
Blanco Carlos et al., 2016	Bioplaguicidas derivados de bacterias	<i>Spodoptera frugiperda</i> (gusano cogollero)	Porcentaje de control y mortalidad de plagas en un 80%.
Neshani Alireza et al., 2019	Bioplaguicida a base de protozoos <i>Pichia pastoris</i>	Enfermedades de las plantas	Porcentaje del control de plagas del 75%

Mejías Laura et al., 2020	Bioplaguicidas derivados de bacterias	<i>Spodoptera frugiperda</i> (gusano cogollero)	Porcentaje del control de plagas 78%
Stanoljevin Olja et al., 2019	Bioplaguicida a base de bacterias	<i>Agaricus bisporus</i> L. (Moho verde y burbujas secas)	30 cepas mostraron una inhibición superior al 70%, incluyendo 15 cepas que mostraron una actividad antagonista superior al 80%
Singh Garima et al., 2021	Bioplaguicida a base de hongos	<i>F. oxysporum f. Sp. Lycopersici</i>	Porcentaje del control de plagas del 83,73% y 72,25%
Orfali Raha et al., 2020	Bioplaguicida a base de protozoo	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> Olivier Picudo rojo de las palmeras (RPW)	Porcentaje de mortalidad del 88%

De acuerdo a la comparación de los 20 autores seleccionados; y de acuerdo a la plaga y al porcentaje de mortalidad se tiene que tanto los bioplaguicidas a base de hongos como de bacterias presentan porcentajes de mortalidad en intervalos de 80 a 90%; además de ser los más recurrentes en la aplicación.

Sain et al., 2021 señala que la mortalidad ninfal más alta en condiciones de *polyhouse* se registró para *Metarhizium anisopliae* (86,7%), *Beauveria bassiana* MT-4511 (85,1%), *Cordyceps javanica* (81,1%), IT-10499 (81%) y *B. bassiana* (78,2%) en un tiempo de 7 días después del tratamiento de pulverización (DAS). Al igual que el Qasim et al., 2020 manifiesta que el *bassianolide* causó más del 70% y 80% de mortalidad de ninfas y adultos de *D. citri*. en un tiempo de 3 días.

El autor Fernandez et al., 2019 también empleó el bioplaguicida a base de hongos, para la plaga *Rhipicephalus microplus* donde nueve cepas de *M. anisopliae* tuvieron los mayores porcentajes de mortalidad en ambas poblaciones de *R. microplus* (79,8%-100%).

Al igual que los anteriores autores, Singh Garima et al., 2021 con el bioplaguicida a base de hongos para la plaga *F. oxysporum f., Sp. Lycopersici* presentó un porcentaje del control de plagas del 83,73% y 72,25%.

A su vez, Stanoljevin Olja et al., 2019 utilizó la bacteria *Bacillus* para la plaga *Agaricus bisporus* L. (Moho verde y burbujas secas), obteniendo que 30 cepas mostraron una inhibición superior al 70%, incluyendo 15 cepas que mostraron una actividad

antagonista superior al 80%. Así también Delnat et al., 2019 afirma que la aplicación directa de *B. bassiana* al suelo 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 longitud de la raíz y el área de la superficie de la raíz en las raíces más finas con ambos métodos de aplicación permitiendo un 80% de mortalidad de los patógenos.

Blanco Carlos et al., 2016 también manifiesta que Bioplaguicidas derivados de bacterias frente a la plaga *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero) presentó un porcentaje de control y mortalidad de plagas en un 80%.

V. CONCLUSIONES

- El tipo de plaga más recurrente es aquellos que causan daños en los cultivos de cereales y cítricos; siendo ello corroborado por un 85% de los autores; donde el cereal afectado más recurrente es el maíz. Siendo la plaga *Septoria tritici* Hongos del trigo el que más afecta a las plantas de trigo.
- El bioplaguicida más utilizado es a base de hongos; siendo ello corroborado por el 45% de los estudios; donde 9 de ellos lo aplican, pero no siendo un gran margen están los bioplaguicidas a base de bacterias con un 30% donde 6 de ellos estudios lo respaldan.
- El tipo de bioplaguicida que presenta un mayor control de plagas son tanto los bioplaguicidas a base de hongos como de bacterias, presentando porcentajes de mortalidad en intervalos de 80 a 90%; además de ser los más recurrentes en la aplicación.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar mayor aplicación de hongos entomopatógenos, así como de bacterias y baculovirus; ya que como agentes de control biológico tienen varias ventajas en comparación con los insecticidas convencionales; entre ellas se encuentran los bajos costes, alta eficacia, seguridad para los organismos beneficiosos, reducción de los residuos en el medio ambiente y aumento de la biodiversidad en los ecosistemas gestionados por el hombre.
- Se recomienda realizar una recopilación de datos disponibles acerca de los bioplaguicidas más usados y su impacto en la seguridad alimentaria de los productos frescos; ya que existen varios aspectos que podrían impactar la toma de decisiones sobre el uso de estos bioplaguicidas.
- Finalmente se recomienda darle más interés a los baculovirus; que son los bioplaguicidas derivados de virus de los mismos patógenos ya que son escasamente empleados, pero en los pocos estudios analizados presentan un alto porcentaje de letalidad para combatir las plagas agrícolas.

REFERENCIAS

1. ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, CLARA I. Classical biological control in Latin America: past, present, and future. En Handbook of biological control. Academic Press, 1999. p. 975-991. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-012257305-7/50086-2>
2. ALMEIDA, Felipe Chagas Rocha, et al. Side effects of a fungus-based biopesticide on stingless bee guarding behaviour. Chemosphere, 2021, p. 132147. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132147>
3. ARTHURS, Steven; DARA, Surendra K. Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. Journal of invertebrate pathology, 2019, vol. 165, p. 13-21. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.008>
4. AYALA SIFONTES, Jorge Luis; HENDERSON, Deborah. Potencial de los Baculovirus para el manejo de plagas agrícolas en Cuba. Centro agrícola, 2017, vol. 44, no 3, p. 80-87. Disponible en: ISSN 0253-5785
5. BARRON, GEORGE L., et al. Fungal parasites and predators of rotifers, nematodes, and other invertebrates. Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods, 2004, p. 435-450. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-012509551-8/50022-2>
6. BERINI, Francesca, et al. Microbial and viral chitinases: attractive biopesticides for integrated pest management. Biotechnology advances, 2018, vol. 36, no 3, p. 818-838. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.01.002>
7. BLANCO, Carlos A., et al. Current situation of pests targeted by Bt crops in Latin America. Current opinion in insect science, 2016, vol. 15, p. 131-138. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.04.012>
8. Capinera, J. L. (2020). Order Diptera—Flies and Maggots. Handbook of Vegetable Pests, 211–258. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814488-6.00007-8>
9. BALLARDO, Cindy, et al. A novel strategy for producing compost with enhanced biopesticide properties through solid-state fermentation of biowaste and inoculation with Bacillus thuringiensis. Waste management, 2017, vol. 70, p. 53-58. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.041>

10. BEDOYA, Victor Hugo Fernández. Tipos de justificación en la investigación científica. *Espíritu emprendedor TES*, 2020, vol. 4, no 3, p. 65-76. Disponible en: <http://espirituemprededores.com/index.php/revista/article/view/207>
11. BLANCO, Carlos A., et al. Current situation of pests targeted by Bt crops in Latin America. *Current opinion in insect science*, 2016, vol. 15, p. 131-138. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2016.04.012>
12. BROWNBRIDGE, Michael; BUITENHUIS, Rose. Integration of microbial biopesticides in greenhouse floriculture: The Canadian experience. *Journal of invertebrate pathology*, 2019, vol. 165, p. 4-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2017.11.013>
13. CHANDLER, David, et al. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2011, vol. 366, no 1573, p. 1987-1998. Disponible en: <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0390>
14. CHOJNACKA, K.; SZYNKOWSKA, M. I. How Toxicology Impacts Other Sciences. 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00456-5>
15. CILLEROS, María y GÓMEZ, María. Análisis cualitativo de tópicos vinculados a la calidad de vida en personas con discapacidad. *Ciênc. saúde coletiva*. Vol.21(8): 2365-2374, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015218.04182016>
16. DALE, Adam G.; FRANK, Steven D. Urban warming trumps natural enemy regulation of herbivorous pests. *Ecological Applications*, 2014, vol. 24, no 7, p. 1596-1607. Disponible en: <https://doi.org/10.1890/13-1961.1>
17. DHANIA, Narender K., et al. Midgut de novo transcriptome analysis and gene expression profiling of *Achaea janata* larvae exposed with *Bacillus thuringiensis* (Bt)-based biopesticide formulation. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, 2019, vol. 30, p. 81-90. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cbd.2019.02.005>
18. DAS, Tuyelee, et al. Role of fungal metabolites as biopesticides: an emerging trend in sustainable agriculture. En *Volatiles and Metabolites of Microbes*.

- Academic Press, 2021. p. 385-407. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824523-1.00014-6>
19. DE OLIVEIRA, Jhones Luiz. Nano-biopesticides: Present concepts and future perspectives in integrated pest management. En *Advances in Nano-Fertilizers and Nano-Pesticides in Agriculture*. Woodhead Publishing, 2021. p. 1-27. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820092-6.00001-X>
 20. DELNAT, Vienna, et al. Resistance to a chemical pesticide increases vulnerability to a biopesticide: Effects on direct mortality and mortality by predation. *Aquatic Toxicology*, 2019, vol. 216, p. 105310. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2019.105310>
 21. DHLADHLA, B. I. R., et al. Comparison of microscopic and molecular enumeration methods for insect viruses: *Cryptophlebia leucotreta* granulovirus as a case study. *Journal of virological methods*, 2018, vol. 256, p. 107-110. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2018.03.008>
 22. E. BIRCH, A. Nicholas; BEGG, Graham S.; SQUIRE, Geoffrey R. How agro-ecological research helps to address food security issues under new IPM and pesticide reduction policies for global crop production systems. *Journal of experimental botany*, 2011, vol. 62, no 10, p. 3251-3261. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/jxb/err064>
 23. Edgar, T. W., & Manz, D. O. (2017). *Applied Experimentation. Research Methods for Cyber Security*, 271–297. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805349-2.00011-x>
 24. FERREIRA, Alice, et al. Biostimulant and biopesticide potential of microalgae growing in piggery wastewater. *Environmental Advances*, 2021, vol. 4, p. 100062. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100062>
 25. FERNANDEZ-SALAS, Agustin; ALONSO-DÍAZ, Miguel Angel; ALONSO-MORALES, Rogelio Alejandro. Effect of entomopathogenic native fungi from paddock soils against *Rhipicephalus microplus* larvae with different toxicological behaviors to acaricides. *Experimental parasitology*, 2019, vol. 204, p. 107729. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.107729>
 26. FOURNIER, Bertrand, et al. Impact of a synthetic fungicide (fosetyl-AI and propamocarb-hydrochloride) and a biopesticide (*Clonostachys rosea*) on soil bacterial, fungal, and protist communities. *Science of The Total Environment*,

- 2020, vol. 738, p. 139635. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139635>
27. GARBACH, K., et al. Biodiversity and ecosystem services in agroecosystems. Encyclopedia of agriculture and food systems, 2014, vol. 2, p. 21-40. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00013-9>
 28. García-Lara, S., & Saldivar, S. O. S. (2016). Insect Pests. Encyclopedia of Food and Health, 432–436. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00396-2>
 29. GHOSH, Swapan Kumar; BERA, Tanmay. Unraveling the mechanism of nanoparticles for controlling plant pathogens and pests. En Advances in Nano-Fertilizers and Nano-Pesticides in Agriculture. Woodhead Publishing, 2021. p. 415-436. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820092-6.00016-1>
 30. GIRALDO-RIVERA, ANA-ISABEL; GUERRERO-ALVAREZ, Gloria-Edith. Botanical biopesticides: research and development trends, a focus on the Annonaceae family. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 2019, vol. 13, no 3, p. 371-383. Disponible en: <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i3.9489>
 31. GONZALEZ-GUZMAN, A., et al. Effects of entomopathogenic fungi on durum wheat nutrition and growth in the field. European Journal of Agronomy, 2021, vol. 128, p. 126282. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126282>
 32. GUIJARRO, Belén, et al. Balance between resilient fruit surface microbial community and population of *Monilinia* spp. after biopesticide field applications of *Penicillium frequentans*. International Journal of Food Microbiology, 2020, vol. 333, p. 108788. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108788>
 33. GULLAN, Penny J.; MARTIN, Jon H. Sternorrhyncha:(jumping plant-lice, whiteflies, aphids, and scale insects). En Encyclopedia of insects. Academic Press, 2009. p. 957-967. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00253-8>
 34. HARKNESS, Caroline, et al. Stability of farm income: The role of agricultural diversity and agri-environment scheme payments. Agricultural Systems, 2021, vol. 187, p. 103009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103009>
 35. HUNTER-FUJITA, Frances R., et al. Insect viruses and pest management. John Wiley & Sons Ltd, 1998.

36. JAMPÍLEK, Josef; KRÁLOVÁ, Katarína. Nanopesticides: preparation, targeting, and controlled release. En *New Pesticides and Soil Sensors*. Academic Press, 2017. p. 81-127. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804299-1.00004-7>
37. JONES, Michael S.; ALEXANDER, Corinne E.; SMITH, Bruce. Economic consequences of post-harvest insect damage in Rwandan common bean markets. *Crop protection*, 2018, vol. 104, p. 92-100. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.10.015>
38. KAYESA, Naomi Karen; SHUNG-KING, Maylene. The role of document analysis in health policy analysis studies in low and middle-income countries: Lessons for HPA researchers from a qualitative systematic review. *Health Policy OPEN*, 2020, p. 100024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hpopen.2020.100024>
39. KUMAR, Lalit R., et al. Production of *Bacillus thuringiensis* based biopesticide formulation using starch industry wastewater (SIW) as substrate: a techno-economic evaluation. *Bioresource technology*, 2019, vol. 294, p. 122144. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122144>
40. MCGRATH, M. T. Fungicides and other chemical approaches for use in plant disease control. 2009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-012373944-5.00357-6>
41. MEJIAS, Laura, et al. A novel two-stage aeration strategy for *Bacillus thuringiensis* biopesticide production from biowaste digestate through solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 2020, vol. 161, p. 107644. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2020.107644>
42. NESHANI, Alireza, et al. Preparation and evaluation of a new biopesticide solution candidate for plant disease control using pexiganan gene and *Pichia pastoris* expression system. *Gene Reports*, 2019, vol. 17, p. 100509. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2019.100509>
43. NOACK, Anika; SCHMIDT, Tobias. Narrating networks: A narrative approach of relational data collection. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2013, vol. 100, p. 80-93. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.701>
44. ORFALI, Raha, et al. Production of a biopesticide on host and Non-Host serine protease inhibitors for red palm weevil in palm trees. *Saudi Journal of Biological*

- Sciences, 2020, vol. 27, no 10, p. 2803-2808. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.06.048>
45. PIDRE, Matías Luis, et al. Identification of an Argentinean isolate of Spodoptera frugiperda granulovirus. Revista Argentina de microbiología, 2019, vol. 51, no 4, p. 381-385. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.10.003>
 46. PUCHETA DÍAZ, Micaela, et al. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. Interciencia, 2006, vol. 31, no 12, p. 856-860. ISSN 0378-1844
 47. RAJULA, Julius, et al. Current status and future prospects of entomopathogenic fungi: A potential source of biopesticides. En Recent Advancement in Microbial Biotechnology. Academic Press, 2021. p. 71-98. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822098-6.00013-6>
 48. RAMÍREZ-GUZMÁN, Nathiely, et al. Significant Advances in Biopesticide Production: Strategies for High-Density Bio-Inoculant Cultivation. En Microbial Services in Restoration Ecology. Elsevier, 2020. p. 1-11. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819978-7.00001-4>
 49. ROPER, M. M.; GUPTA, V. V. S. R. Management-practices and soil biota. Soil Research, 1995, vol. 33, no 2, p. 321-339.
 50. SHAKOORI, Abdul Rauf, et al. Cloning and expression of Bacillus thuringiensis cry 11 crystal protein gene in Escherichia coli. Molecular biology reports, 2009, vol. 36, no 7, p. 1661-1670. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11033-008-9366-5>
 51. SINGH, Garima, et al. Bioformulation development via valorizing silica-rich spent mushroom substrate with Trichoderma asperellum for plant nutrient and disease management. Journal of Environmental Management, 2021, vol. 297, p. 113278. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113278>
 52. KALHA, C. S., et al. Entomopathogenic viruses and bacteria for insect-pest control. En Integrated pest management. Academic Press, 2014. p. 225-244. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-398529-3.00013-0>
 53. KESWANI, Chetan, et al. Regulatory barriers to Agricultural Research commercialization: A case study of biopesticides in India. Rhizosphere, 2019, vol. 11, p. 100155. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2452219818301125?token=3F5B2BAB9E6B73B7EABB9DFD62073136D697AD55846FC69A49F0F590ED25DC>

[B40A3A4C0935961D37CC7BE4C4FC493417&originRegion=us-east-1&originCreation=20210515151156](https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.03.009)

54. KARAR, Mohamed Esmail, et al. A new mobile application of agricultural pests recognition using deep learning in cloud computing system. Alexandria Engineering Journal, 2021, vol. 60, no 5, p. 4423-4432. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.03.009>
55. LIAO, Chunli, et al. Immunosuppression mechanism of entomopathogenic bacteria against Galleria mellonella larvae. Process Biochemistry, 2019, vol. 81, p. 28-32. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2019.03.021>
56. Lichtenberg, E. (2013). Economics of Pesticide Use and Regulation. Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics, 86–97. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-375067-9.00092-9>
57. MEJÍA MALDONADO, Cindy, et al. Selección y caracterización de hongos entomopatógenos para el control de Cerotoma tingomariana. Centro Agrícola, 2020, vol. 47, no 4, p. 32-41. ISSN 0253-5785
58. Mirza Abdul Qayyum, Shafqat Saeed, Hasan Riaz, Nadeem Ahmed, Waqas Wakil, Muhammad Yasin, Muhammad Arsar Chaurdhry, Muhammad Amjad Bashir, Huda Bilal, Muhammad Usman Ghazanfar, Sumaira Maqsood, Mohamed Hashem, Saad Alamri. Diversity and Correlation of Entomopathogenic and Associated Fungi with Soil Factors. 2021. ISSN 1018-3647. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101520>
59. MNIF, Ines; GHRIBI, Dhouha. Potential of bacterial derived biopesticides in pest management. Crop Protection, 2015, vol. 77, p. 52-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.07.017>
60. Moazami, N. (2011). Biological Control. Comprehensive Biotechnology, 731–739. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-088504-9.00235-x>
61. NURUZZAMAN, Md, et al. Nanobiopesticides: composition and preparation methods. En Nano-biopesticides today and future perspectives. Academic Press, 2019. p. 69-131. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815829-6.00004-8>
62. Overcash, J. A. (2003). Narrative research: a review of methodology and relevance to clinical practice. Critical Reviews in Oncology/Hematology, 48(2), 179–184. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2003.04.006>

63. PAREWA, Hanuman Prasad, et al. Role of biofertilizers and biopesticides in organic farming. *Advances in Organic Farming*, 2021, p. 133-159. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822358-1.00009-2>
64. PAUDYAL, Vibhu. Behavioral Aspects of Pharmacovigilance: Research Methods Considerations. En *Social and Administrative Aspects of Pharmacy in Low-and Middle-Income Countries*. Academic Press, 2018. p. 163-175. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811228-1.00010-8>
65. PAYNE, C. C. Insect viruses as control agents. *Parasitology*, 1982, vol. 84, no 4, p. 35-77. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/S0031182000053609>
66. PENNOCK-SPECK, Barry. Starting your Research. Writing and Presenting a Dissertation on Linguistics, Applied Linguistics and Culture Studies for Undergraduates and Graduates in Spain, 2015, p. 11. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805349-2.00003-0>
67. PRABHA, Shashi, et al. Biopesticides—An alternative and eco-friendly source for the control of pests in agricultural crops. *Plant. Arch*, 2016, vol. 16, p. 902-906. ISSN: 09725210
68. PURCELL, Alexander H. Phytotoxicity: Phytotoxemia. En *Encyclopedia of Insects*. Academic Press, 2009. p. 800-802. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00211-3>
69. QASIM, Muhammad, et al. Characterization of mycotoxins from entomopathogenic fungi (*Cordyceps fumosorosea*) and their toxic effects to the development of asian citrus psyllid reared on healthy and diseased citrus plants. *Toxicon*, 2020, vol. 188, p. 39-47. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.10.012>
70. RAJULA, Julius; RAHMAN, Afroja; KRUTMUANG, Patcharin. Entomopathogenic fungi in Southeast Asia and Africa and their possible adoption in biological control. *Biological Control*, 2020, p. 104399. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104399>
71. RAJPUT, Prachi; THAKUR, Anupma; DEVI, Pooja. Emerging agrochemicals contaminants: current status, challenges, and technological solutions. En *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation*. Butterworth-Heinemann, 2020. p. 117-142. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00005-2>

72. RODRÍGUEZ, P., et al. Valorisation of biowaste digestate through solid state fermentation to produce biopesticides from *Bacillus thuringiensis*. *Waste Management*, 2019, vol. 93, p. 63-71. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.026>
73. SÁENZ-APONTE, A.; CORREA-CUADROS, J. P.; RODRÍGUEZ-BOCANEGRA, M. X. Foliar application of entomopathogenic nematodes and fungi for the management of the diamond back moth in greenhouse and field. *Biological Control*, 2020, vol. 142, p. 104163. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104163>
74. SAIN, Satish Kumar, et al. Evaluation of bioefficacy potential of entomopathogenic fungi against the whitefly (*Bemisia tabaci* Genn.) on cotton under polyhouse and field conditions. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2021, p. 107618. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2021.107618>
75. SALGADO, A., Investigación cualitativa: Diseños, evaluación del rigo metodológicos y retos. *Liber*. 2007, vol13, n.13. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272007000100009&script=sci_arttext&tlng=en ISSN: 1729-4827
76. SHEN, Yue, et al. Marketing strategy and environmental safety of nano-biopesticides. En *Advances in Nano-Fertilizers and Nano-Pesticides in Agriculture*. Woodhead Publishing, 2021. p. 265-279. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820092-6.00011-2>
77. Sinha, K. K., Choudhary, A. K., & Kumari, P. (2016). Entomopathogenic Fungi. *Ecofriendly Pest Management for Food Security*, 475–505. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803265-7.00015-4>
78. SINGH, Rajat P., et al. Biotechnological Tools to Enhance Sustainable Production. En *Biotechnology for Sustainable Agriculture*. Woodhead Publishing, 2018. p. 19-66. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812160-3.00002-7>
79. SKINNER, Margaret; PARKER, Bruce L.; KIM, Jae Su. Role of entomopathogenic fungi in integrated pest management. *Integrated pest management*, 2014, p. 169-191. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-398529-3.00011-7>


80. Smith, J. L., Collins, H. P., Crump, A. R., & Bailey, V. L. (2015). Management of Soil Biota and Their Processes. *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*, 539–572. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-415955-6.00018-9>
81. SPARKS, W. O., BARTHOLOMAY, L. C., & BONNING, B. C. (2008). INSECT IMMUNITY TO VIRUSES. *Insect Immunology*, 209–242. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-012373976-6.50011-2>
82. STANOJEVIĆ, Olja, et al. Biological control of green mould and dry bubble diseases of cultivated mushroom (*Agaricus bisporus* L.) by *Bacillus* spp. *Crop Protection*, 2019, vol. 126, p. 104944. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104944>
83. THAKORE, Y. The Biopesticide market for global agriculture use-Industrial report. *The New Biopesticide Market*, BCC Research, Code: CHM029B, 2006.
84. THAKUR, Neelam, et al. Microbial biopesticides: current status and advancement for sustainable agriculture and environment. En *New and Future Developments in Microbial Biotechnology and Bioengineering*. Elsevier, 2020. p. 243-282. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820526-6.00016-6>
85. VILLARREAL-DELGADO, María Fernanda, et al. El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 2018, vol. 36, no 1, p. 95-130. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18781/r.mex.fit.1706-5>
86. VUKICEVICH, Eric, et al. The effect of vineyard groundcover on the abundance of naturally occurring entomopathogenic fungi isolated using a quantitative *Galleria* bait method. *Rhizosphere*, 2020, vol. 15, p. 100232. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100232>
87. WARRA, Aliyu Ahmad; PRASAD, Majeti Narasimha Vara. African perspective of chemical usage in agriculture and horticulture—their impact on human health and environment. En *Agrochemicals Detection, Treatment and Remediation*. Butterworth-Heinemann, 2020. p. 401-436. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-103017-2.00016-7>
88. WORLD BANK; UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. The potential of the blue economy: increasing long-term benefits of the sustainable use of marine resources for small island developing

states and coastal least developed countries. 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1596/26843>

89. XU, Jian, et al. Transgenic expression of antimicrobial peptides from black soldier fly enhance resistance against entomopathogenic bacteria in the silkworm, *Bombyx mori*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 2020, vol. 127, p. 103487. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2020.103487>
90. ZANARDI, Odimar Zanuzo, et al. Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. *Crop Protection*, 2015, vol. 67, p. 160-167. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.10.010>

Anexos

Anexo 1: Ficha de recolección de datos

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO		
Título de investigación:			
Número de página:	Año de publicación:	Lugar de publicación:	Autor(es):
Tipo de investigación:			
Palabras claves:			
Tipos de bioplaguicida:			
Clasificación de plagas:			
Objetivos:			
Metodología:			
Resultados:			

Elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, GUZMAN CUADROS PAMELA ALESSANDRA, IPARRAGUIRRE RIVERA LESLIE PILAR estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Bioplaguicidas Utilizados para una Agricultura Sostenible: Revisión Sistemática", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GUZMAN CUADROS PAMELA ALESSANDRA DNI: 70004182 ORCID ORCID 0000-0001-9393-946	Firmado digitalmente por: PAGUZMANG el 06-01-2022 13:42:22
IPARRAGUIRRE RIVERA LESLIE PILAR DNI: 72259817 ORCID ORCID 0000-0002-0956-500	Firmado digitalmente por: LIPARRAGUIR12 el 06-01-2022 13:36:24

Código documento Trilce: INV - 0591934