



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Bioplaguicidas Microbianos para el Control Biológico de Plagas
Agrícolas en Latinoamérica: Revisión sistemática.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTORES:

Ocon Araujo, Charles (0000-0002-9490-3539)

Callañaupa Quispe, Katia (0000-0003-3075-0075)

ASESOR:

Mgtr. Honores Balcazar César Francisco (0000-0003-3202-1327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA - PERÚ
2021

Dedicatoria

A Raúl y Celia, quienes dieron todo para que me convierta en el profesional que hoy soy, gracias infinitas a ambos.

Con mucho amor, a Rosa a quien agradezco su comprensión y tolerancia para salir adelante. A mi adorada hija Eyllin Anara, quien es mi inspiración y motivación para lograr mis objetivos.

A Acione, Soledad, Luz Delia y Goyo, por su apoyo incondicional, estimulación y exigencia para ser un hombre de bien y por alentarme a concluir la Tesis. A mis amigos Eduardo, Milner, Boris, Miguel y Willington, quienes siempre me dieron su absoluto apoyo.

Dedicatoria

A DIOS por habernos dado la fe, fortaleza, salud y esperanza para lograr nuestras metas, por protegernos y guiarnos en nuestro camino.

A mis padres Don Mario y Doña Delia, por haberme formado con valores.

A mí querido esposo y compañero de mil batallas, Jhonatan y a mis hijos Alis y Matías, mis dos amores que me inspiran a seguir adelante, estar siempre a mi lado. Y con esfuerzo, comprensión y consejo hacia mi persona han hecho posible que el desarrollo de mi carrera profesional haya sido fructífero y lograr este anhelo objetivo.

Agradecimiento

Dar las gracias a Dios por guiar mi camino y por ser un hombre de bien; a Chelita que desde el Cielo me motiva a cumplir con los objetivos que me he planteado, A Raulito quien partió sin ver este logro, a quien admiro por ser el gran profesional y ser humano que fue; a Rosita, mi compañera que me da el aliento incondicional para salir adelante, a mi princesa Eylin Anara, quien es mi inspiración, que con su dulzura, ternura roba mi corazón y con su sonrisa me da las fuerzas para lograr muchos objetivos; a mi familia a Acione, Soledad, Luz Delia, Goyo y Fabrizio, quienes me apoyaron y confiaron en mí; a mis amigos por darme la fuerza y apoyo incondicional. Por último, a mi compañera de tesis por terminar este proyecto y a nuestro asesor de tesis quién nos brindó en todo momento su apoyo.

Charles Ocon Araujo

Al Taytacha de Qoylluriti, por haberme guiado a lo largo de mi vida, por ser mi apoyo, mi luz y mi camino. Por haberme dado la fortaleza para seguir adelante en aquellos momentos de debilidad. Le doy gracias a mi Madre Delia Quispe, mi Padre Mario Callañaupa por ser los principales promotores de mis sueños, gracias por la confianza y creer en mí y mis metas; Ellos me han brindado las fuerzas y los medios suficientes para poder desarrollarme intelectual y moralmente, sus consejos siempre oportunos y en el momento indicado.

Le quiero dar las gracias muy especialmente por estar siempre a mi lado en todo momento y ser mi compañero inseparable, por su apoyo absoluto e ilimitado en todo lo que con lleva convivir y compartir una estadía lejos de casa. A mi Jhonatan Bejar y mis dos hermosos hijos Alis y Mathias, por tener la tolerancia, brindarme sus afectos y cariños por ayudarme en momentos y situaciones tan tormentosas.

Katia Callañaupa Quispe

Índice de Contenido

| | |
|---|-----------|
| Caratula..... | 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 | 14 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación..... | 14 |
| 3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización..... | 14 |
| 3.3 Escenario de estudio..... | 16 |
| 3.4 Participantes..... | 16 |
| 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 16 |
| 3.6 Procedimientos..... | 16 |
| 3.7 Rigor científico..... | 18 |
| 3.8 Método de análisis de información | 19 |
| 3.9 Aspectos éticos | 19 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 20 |
| V. CONCLUSIONES..... | 27 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 28 |
| REFERENCIAS | 29 |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Antecedentes de Estudio sobre los bioplaguicidas y sus alcances

Tabla N°2: Cuadro de categorización

Tabla N°3: Bioplaguicida microbiano más empleado

Tabla N°4: Métodos de aplicación de bioplaguicidas microbianos

Tabla N°5: Plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Daños de plantas por la plaga el pulgón

Figura N°2: Cogollo de lino

Figura N°3: Escarabajo de la papa de colorado

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Procedimiento de recolección de información

RESUMEN

En esta investigación se realizó un trabajo de revisión sistemática, en la cual se planteó como objetivo determinar los aspectos más relevantes en el estudio de bioplaguicidas microbianos a nivel de Latinoamérica; en la cual se aplicó como metodología la búsqueda y recolección de literaturas a nivel de Latinoamérica, en bibliotecas electrónicas como Scielo, Sciencedirect y Scopus.

Teniendo como resultado de la búsqueda del bioplaguicida microbiano más empleado para el control biológico agrícola en Latinoamérica que es el bioplaguicida a base de bacterias el más utilizado, debido a su control alternativo y más seguro de las plagas de insectos, debido a sus toxinas, ya que, son específicas para los insectos, pero inocuas para los mamíferos y entre las bacterias más utilizadas se encuentran *Bacillus thuringiensis*; siendo entre las bacterias calificado como el más adecuado y fungicida para el control de plagas agrícolas en Latinoamérica. Entre los métodos de aplicación de los bioplaguicidas microbianos en el control biológico de plagas agrícolas el método de pulverización es el más empleado siendo considerado el método más exitoso y mediante la pulverización de bacterias se presenta la mejor efectividad. Finalmente, la plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura de Latinoamérica es la plaga de granos y cultivos de maíz; destacando entre ellas *Spodoptera frugiperda*. Se recomienda estudiar ampliamente las fuentes de bioplaguicidas existentes en la naturaleza, así como generar mayores literaturas para aumentar el conocimiento de estas alternativas biológicas en la sociedad, especialmente en los agricultores.

Palabras clave: Bioplaguicidas microbianos, control biológico, bacterias, virus, hongos.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the most relevant aspects of the use of microbial biopesticides in Latin America; the methodology applied was the search and collection of literature in Latin America, in electronic libraries such as Scielo, Sciencedirect and Scopus.

As a result of the search for the most widely used microbial biopesticide for agricultural biological control in Latin America, the bacteria-based biopesticide is the most used, due to its alternative and safer control of insect pests, due to its toxins, as they are specific for insects, but harmless for mammals and among the most used bacteria are *Bacillus thuringiensis*; being among the bacteria qualified as the most suitable and fungicide for the control of agricultural pests in Latin America. Among the methods of application of microbial biopesticides in the biological control of agricultural pests, the spraying method is the most widely used, being considered the most successful method, and the spraying of bacteria is the most effective. Finally, the most dangerous agricultural pest in Latin American agriculture is the pest of grains and maize crops; *Spodoptera frugiperda* stands out among them. It is recommended to study extensively the sources of biopesticides existing in nature, as well as to generate more literature to increase the knowledge of these biological alternatives in society, especially in farmers.

Keywords: Microbial biopesticides, biological control, bacteria, viruses, fungi.

I. INTRODUCCIÓN

Los seres humanos han estado controlando las plagas agrícolas durante miles de años; estas plagas pueden incluir malezas, patógenos de plantas (ciertos hongos, bacterias y virus), roedores y nematodos, además de los insectos y ácaros que se alimentan de plantas, y se estima que destruyen hasta un tercio de todas las plantas, disminuyendo el rendimiento agrícola (Walker K. y Frederick R., 2019, p.1).

Debido a ello, el uso de agroquímicos ha tenido un crecimiento constante en las últimas décadas en todo el mundo, donde la utilización de estos productos se da principalmente para lograr un máximo rendimiento de productos alimenticios debido al aumento de la población humana, por lo que ha tenido causas adversas como la acumulación de residuos tóxicos en los alimentos, en suelos, agua y aire, así como también la resistencia en plagas (Campos, Estefânia VR, et al., 2019, p.1).

Pero, el impacto negativo del uso masivo de plaguicidas sintéticos sobre el medio ambiente y la salud humana ha estimulado la búsqueda de prácticas respetuosas con el medio ambiente para el control de plagas y enfermedades de las plantas. Entre ellos, el biocontrol, que se basa en el uso de organismos benéficos o sus productos (moléculas bioactivas y / o enzimas hidrolíticas), es el más prometedor y se considera un pilar del manejo integrado de plagas (Berini et al., 2018, p.1).

Existe una amplia gama de herramientas de control de plagas que incluyen prácticas culturales como el deshierbe, la aplicación de pesticidas y el fitomejoramiento selectivo para la resistencia a las plagas (Walker K. y Frederick R., 2019, p.1).

Pero, el control biológico es una forma de control de plagas que utiliza

organismos vivos (parasitoides, depredadores o artrópodos herbívoros) para suprimir la densidad de una plaga a niveles más bajos; empleando la importación y liberación deliberada de nuevas especies de enemigos naturales con la intención de suprimir las densidades de una maleza o insecto (Nicot P., 2011, p.1).

Así también, tiene importantes ventajas en comparación con otros métodos de control de plagas; por ejemplo, el control biológico clásico es a menudo más barato y menos contaminante que el uso de pesticidas, porque el control de plagas es relativamente permanente y no requiere un retratamiento anual; los costos iniciales del control biológico clásico son altos para el descubrimiento, importación, prueba y liberación inicial de nuevos enemigos naturales (Van Driesche R. y Abell K., 2008, p.486). Aunque los bioplaguicidas constituyen solo alrededor del 5% del mercado mundial de plaguicidas están siendo objeto de interés con el pasar del tiempo (Seiber et al., 2014, p.1).

En tal sentido, los bioplaguicidas se han vuelto objeto de constantes estudios; presentando éxito en el control de plagas en diversos campos de la agricultura; como los cembríos de café, caña de azúcar, frijol y maíz (Nava Pérez et al., 2012, p.3). Los bioplaguicidas se han definido ampliamente para incluir pesticidas bioquímicos (feromonas y otros atrayentes), pesticidas microbianos y pesticidas resultantes de manipulaciones genéticas (Leppla et al., 2018, p.3).

Sobre la base planteada acerca de la realidad problemática se planteó el problema general realizando la siguiente pregunta : ¿Cuáles son los aspectos más relevantes en el estudio de los bioplaguicidas microbianos a nivel de Latinoamérica?, dando lugar a los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es el bioplaguicida microbiano más empleado para el control biológico agrícola en Latinoamérica?, ¿Cuáles son los métodos de aplicación de los bioplaguicidas microbianos en el control biológico de

plagas agrícolas?, por último ¿Cuál es la plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura de Latinoamérica?

De igual manera, el objetivo general fue planteado de la siguiente manera: Determinar los aspectos más relevantes en el estudio de bioplaguicidas microbianos a nivel de Latinoamérica y los objetivos específicos, fueron los siguientes: Definir el bioplaguicida microbiano más empleado para el control biológico agrícola en Latinoamérica, Identificar los métodos de aplicación de los bioplaguicidas microbianos en el control biológico de plagas agrícolas y finalmente Determinar la plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura de Latinoamérica.

En base a ello, podemos decir que la justificación teórica permite al investigador profundizar un enfoque teórico que trata de explicar la realidad problemática, con el fin de avanzar el conocimiento en una misma línea, y se presenta la justificación del estudio cuando el propósito del investigador es el de generar reflexión, discusión académica sobre un conocimiento existente, confrontando la teoría, contrastando resultados o generando epistemología (Bedoya, H. 2020, p.1). Por ello se menciona que el presente estudio pretende investigar sobre los bioplaguicidas microbianos para generar una opción sostenible en la agricultura, dado que este compuesto es capaz de reemplazar los plaguicidas tradicionales en la aplicación en cultivos agrícolas como también son amigables con el ambiente, sirviendo así de fuente actualizada a nivel de Latinoamérica, para futuros investigadores.

II. MARCO TEÓRICO

Se espera que el crecimiento de la población humana y el nivel de vida duplique la demanda de alimentos de aquí a 2050; por ende, la producción de alimentos debe aumentar en un 70% para satisfacer esta creciente demanda, y dado que la mayor parte de las tierras cultivables de alta calidad en todo el mundo ya están en uso se espera que hasta el 80% de la producción adicional provenga de las tierras cultivadas existentes y para aumentar el rendimiento, los productores deben superar las fuerzas que lo disminuyen, es decir, las plagas agrícolas, que representan entre el 18 y el 26 % de las pérdidas agrícolas anuales en todo el mundo (Culliney T., 2014, p.2).

Es bien sabido que solo una minoría de especies de insectos alcanza el estatus de plaga agrícola, en parte porque muchas de ellas no viven en plantas cultivadas; factores abióticos que pueden afectar una plaga potencial de insectos, ya sea directamente a través de la tolerancia física, química, o condiciones climáticas, o indirectamente a través de su influencia en la calidad nutricional de las plantas cultivadas (Pardi Renata et al., 2017, p.1). Desde ese momento el hombre empezó a intentar evitar o prevenir el ataque mediante cambios en el cultivo o la selección de cultivos resistentes: de la lucha manual control manual y pesticidas primitivos como la sal, la ceniza o el jabón hasta la sofisticada ciencia computarizada de la gestión de plagas hoy en día, basada en el monitoreo de las plagas e intentos de interferir en los aspectos fisiológicos, ecológicos o genéticos de la plaga, la enfermedad o la mala hierba (Walker P., 2019, p.1).

Los insectos suelen ser las principales plagas y para ello lo comúnmente empleado son los insecticidas sintéticos, que, aunque son efectivos su mal uso genera problemas; donde, los problemas del uso de los insecticidas químicos, radica en la toxicidad por el uso, por el manejo inadecuado, por elegir un insecticida no apropiado, entre otros actos; ya que al cometerlos

estos generan problemas a la salud por ser altamente tóxicos (Ratnadass Alain et al., 2021, p.1). Debido a este mal manejo los insectos generan resistencia a los insecticidas, afectando principalmente a los ácaros artrópodos e insectos transmitidos por cultivos, en un 63% de los casos y un 55% de las especies, en comparación con los vectores artrópodos, que son el 35% de los casos y el 37% de las especies (el resto son principalmente parasitoides utilizados en el control biológico y polinización insectos) (Morand S. y Lajaunie C., 2018, p.84).

En Latinoamérica las plagas de la papa deben considerarse problemas complejos con múltiples causas e impactos interrelacionados, debido a que provocan graves daños socioeconómicos y medioambientales; siendo tradicionalmente aplicados varios enfoques de gestión basados en métodos de control químico, físico y cultural (entre otros) para hacer frente a tales infestaciones; sin embargo, los procesos de propagación de plagas a menudo parecen prácticamente imparables (Corral et al., 2017, p.1).

Por ello, para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos, los productores están buscando activamente formas de cultivar el rendimiento, siendo una forma de aumentar el rendimiento, la manera de reducir el daño de los artrópodos o plagas agrícolas generan (Whitby et al., 2020, p.1).

Entre las plagas más populares en la agricultura, se tienen a los pulgones; plagas de insectos más destructivas en plantas cultivadas como la papa en las regiones agrícolas con altas temperaturas; pueden transmitir virus de una planta infectada a una sana, provocando daños y una reducción significativa en la producción de cultivos (Gray X., 2020, p.2). El daño causado por los pulgones es uno de los problemas agrícolas y hortícolas más graves; los pulgones, del Orden *Hemiptera*, Sub Orden *Sternorrhyncha* con las superfamilias, Aleyrodoidea, Aphidoidea Psylloidea y Coccoidea. Una especie de áfido de plaga puede afectar solo un cultivo muy específico, un grupo de cultivos hospedantes relacionados, o puede ser bastante polífago

dentro y entre familias de plantas (Karar et al., 2021, p.3).

De acuerdo con Sorensen J., (2009, p.28) en la figura N°1 se puede observar cómo algunos pulgones utilizan comportamientos específicos para herir a las plantas, creando agallas y necrosis o distorsión de las hojas, manipulando así su huésped para promover la nutrición y la protección. Daños por pulgón: (A) daños por alimentación necrótica en la nuez, (B) rizado de hojas en la hiedra por *Aphis hederæ pseudohederæ*, (C) agallas en forma de cono en el abeto por *Adelges* sp., (D) agallas en los bordes de las hojas en el álamo por *Thecabius* sp., (E) agalla en el pecíolo de la hoja en el álamo por *Pemphigus* sp.- división de la agalla mostrando fundatrix amarillo, y (F) agallas en las hojas de la manzanita por *Tamalia* sp.

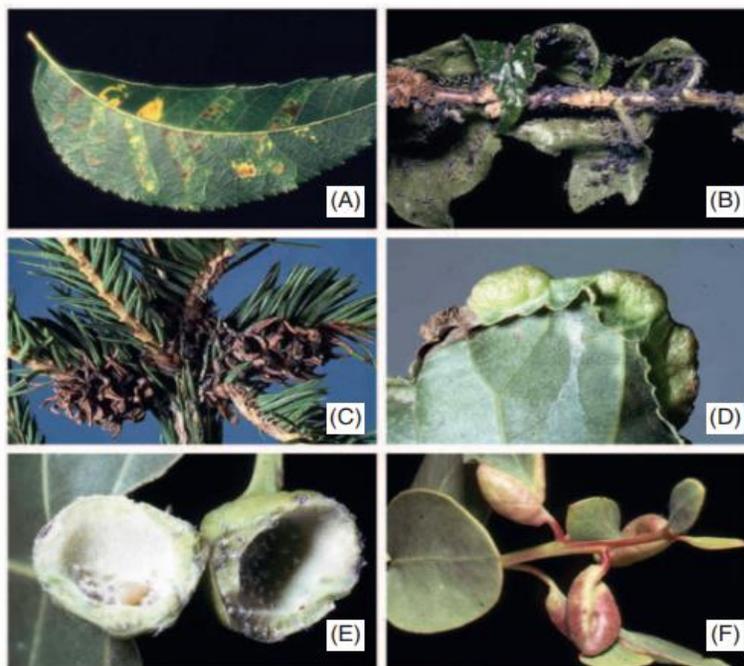


Figura N°1: Daños de plantas por la plaga el pulgón

Fuente: Sorensen J., 2009, p.28

El clima y el tiempo pueden influir sustancialmente en el desarrollo y distribución de insectos; habiendo una gran variedad de estos insectos de las regiones a temperaturas altas; estos aumentos de temperatura tienen una

serie de implicaciones para las plagas de insectos dependientes de la temperatura en las regiones de latitudes medias (Jactel Hervé et al., 2019, p.1). Estas plagas de insectos se benefician de los efectos sinérgicos de varias presiones del cambio climático (Castex Victorine et al., 2018, p.1). Siendo otro tipo de plaga el gusano de los cogollos de lino, que provoca infestaciones potenciales que reducen los cultivos entre un 40% y un 90% en las regiones de temperatura (Como se ven la Figura 2).



Figura N°2: Cogollo de lino
Fuente: Hill D., 1987, p.45

Del mismo modo se encuentra el escarabajo de la papa de colorado; esta plaga de insecto es uno de los principales causantes de los daños y pérdidas en la producción de la papa, y pueden causar reducciones en el rendimiento de tubérculos o en la calidad del 30% al 70% si no se controlan de manera rutinaria (Radcliffe E., 1982, p.1). (Ver Figura 3).



Figura N°3: Escarabajo de la papa de colorado
Fuente: Burgos A. y Anaya S., 2004, p.3

Las prácticas agrícolas fructíferas exigen una solución segura y rentable para combatir las consecuencias de los daños que causan las plagas, con el menor impacto sobre la naturaleza y la humanidad (Kala et al., 2020, p.209). Por ello; debido a su naturaleza menos peligrosa y ecológica, se consideran alternativas potenciales a los pesticidas químicos y como programas de control biológico de plagas (Mandal Badal K., 2019, p.281).

Los insecticidas basados en patógenos microbianos, o 'bioinsecticidas', son fundamentales para los programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y son una alternativa en el control de plagas; pueden incluir bacterias, virus y hongos que contrastan con la mayoría de los insecticidas sintéticos, ya que pueden ser muy específicos para ciertas plagas y pueden persistir por un tiempo más corto en el medio ambiente que los insecticidas sintéticos (Soberón et al., 2016, p.2).

Los bioinsecticidas basados en hongos entomopatógenos se utilizan desde hace décadas; sin embargo, los conidios producidos por estos hongos son muy sensibles a factores abióticos, una de las estrategias para superar esto es su encapsulación para evitar una matriz fúngica y el encapsulado en matrices poliméricas aporta valor al producto, que conserva sus propiedades y viabilidad (Batista et al., 2014, p.1).

Los bioplaguicidas bacterianos son la forma más común de pesticidas microbianos. Por lo general, se utilizan como insecticidas, aunque también se pueden utilizar para controlar bacterias, hongos o virus no deseados (Shakoori et al., 2009, p.1). Los insectos, las bacterias alteran el sistema digestivo por una endotoxina que a menudo es específica de la plaga de insectos en particular. Cuando se usa para controlar bacterias u hongos patógenos, el bioplaguicida bacteriano coloniza la planta y desplaza a las especies patógenas (Moazami N., 2011, p.731).

También, los virus entomopatógenos son parásitos intracelulares obligados que tienen ADN o ARN encapsulado en una cubierta proteica conocida como cápside para formar los viriones o nucleocápsides. Estos virus han demostrado ser muy eficaces para en la gestión de las poblaciones de ciertas plagas, como las plagas forestales de lepidópteros e himenópteros (Kalha et al., 2014, p.226).

Debido a lo expuesto y realizando una selección de los 15 artículos más resaltantes sobre los aspectos más relevantes en el estudio de bioplaguicidas microbianos a nivel de Latinoamérica, se detalla un resumen de los antecedentes en la Tabla N°1:

Tabla N°1: Antecedentes de estudio sobre los bioplaguicidas y sus alcances

| AUTOR | ENTOMOPATÓG. | BIOPLAGUICIDA | RESULTADO |
|---|---------------------------------|-----------------------------|--|
| BALLARDO ET AL., 2020 | <i>Bacilo turingiensico</i> | Bioplaguicida bacteriana | A partir de residuos biológicos se obtuvo compost casero de calidad con propiedades biopesticidas añadidas. |
| GLARE T. Y O' CALLAGHAN M., 2019 | <i>Serratia entomophila</i> | Bioplaguicida bacteriana | El desarrollo de estos agentes nuevos y prometedores como bioplaguicidas con aplicaciones internacionales sugiere un futuro más brillante para el uso de bioplaguicidas a nivel mundial. |
| ANDERSON A. Y KIM Y., 2018 | <i>Pseudomonas chlororaphis</i> | Bioplaguicidas por aislados | Los mecanismos involucrados en la eficacia de estos metabolitos promueven el uso de estos químicos, así como de los microbios que sintetizan estos productos, en formulaciones para |

| | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| | | | prácticas agrícolas orientadas a la sustentabilidad de los suelos, así como la calidad y cantidad del cultivo. |
| AYNALEM ET AL., 2021 | <i>Bacillus thuringiensis</i> | Bioplaguicida bacteriana | De los 182 aislamientos bacterianos, 55 (30%) de los aislamientos albergaban cristales de proteínas paraesporales. De estos, 34 (62%) cepas poseen uno o más de lepidópteros específica cry genes: 20% de los aislados positivos para cry2 , 18,2% para Cry9 , 3,6% para cry1 , 16,4% para cry2 + Cry9 , 1,8% para cry1 + Cry9 , y 1,8% para cry1 + cry2 + Cry9 . Sin embargo, 21 (38,2%) aislamientos no mostraron genes cry específicos de lepidópteros. |
| FOURNIER ET AL., 2020 | <i>Clonostachys rosea</i> | Biopesticida bacteriana y fúngica | El bioplaguicida afectó a los taxones clave que estructuraban la red microbiana del suelo y sugiere que los bioplaguicidas y el pesticida sintético tienen un impacto diferente en el funcionamiento del suelo. |
| MEJIAS ET AL., 2020 | <i>Bacillus thuringiensis</i> | Biopesticida bacteriano | Producción máxima de $1,3 \times 10^8$ esporas g ⁻¹ de materia seca y 4×10^8 Se obtuvieron esporas g ⁻¹ de |

| | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--|--|
| | | | | materia seca para Bti, lo que representa un rendimiento final de 5 y 29 esporas producidas por UFC inicial, respectivamente. |
| NESHANI ET AL., 2019 | Péptidos antimicrobianos | Biopesticida bacteriano | | La actividad antimicrobiana de este bioplaguicida era > 500 veces más fuerte que los compuestos de cobre en los patógenos de las plantas. También se observó que el efecto letal era mayor en los patógenos vegetales que en los patógenos humanos. |
| RONG ET AL., 2020 | <i>Bacillus safensis</i> | Biopesticida bacteriano | | El filtrado del cultivo mostró actividad antifúngica contra <i>Magnaporthe oryzae</i> , que causa la enfermedad del añublo del arroz, y la IC 50 del extracto de metanol fue de 15.56 µg / mL, que fue significativamente menor que la de carbendazim (25.16 µg / mL). |
| RAMLI ET AL., 2018 | <i>Neem</i> y extractos botánicos | Bioplaguicida mediante plantas | | Se observó una reducción de la población insectos con una tasa de mortalidad de hasta el 100% con la aplicación de dos tipos de bioplaguicidas en T1, lo que resultó en el mayor número de macollos restantes |

| | | | |
|---|---|--|---|
| SUN ET AL., 2021 | <i>Isaria javanica</i> | Hongo entomopatígeno | con 68,56%. La infección por hongos se asoció con un aumento en la altura de la planta y una disminución en el índice de enfermedad de las plantas de tomate atacadas por moscas blancas virulíferas tipo Q. |
| SLAVISIA STANKOVIC ET AL., 2019 | Hongo botón blanco cultivado (<i>Agaricus bisporus</i> L.) | Bacteria entomopatígena | La cepa de <i>B. amyloliquefaciens</i> muestra el mayor potencial para el control biológico tanto del moho verde del compost como de la enfermedad de las burbujas secas, lo que la convierte en una buena candidata para ensayos adicionales a escala comercial. |
| PANEVSKA ANASTASIJA ET AL., 2020 | <i>Aegerolisina ostreolisina</i> a base de hongos | Toxinas cristalinas proteicas de <i>Bacillus thuringiensis</i> | Eficiente potencial en sus actividades insecticidas debido a la unión de la aegerolisina a la ceramida fosfoetanolamina en el intestino medio del insecto. |
| ANDREADIS STEFANOS ET AL., 2016 | Mosquito del hongo (<i>Lycoriella ingenua</i>) | Hongo entomopatígeno | Resultó en un 100% de mortalidad en 8 días y un tiempo medio de supervivencia de 6 días, que fue significativamente diferente de la población de control. |
| BAN ZHAOJUN ET AL., 2018 | <i>Bacterias grampositivas</i> | Quitosano fúngico | Se confirma la funcionalidad del quitosano fúngico como un método de |

| | | | |
|---|------------------------------------|---|--|
| MARTÍNEZ NÚÑEZ C. ET AL., 2020 | <i>Patógenos de las abejas</i> | Virus de la parálisis crónica de las abejas | eliminación para las plagas de insectos. La tolerancia de las abejas a la infección viral podría cambiar con la exposición a los pesticidas. |
|---|------------------------------------|---|--|

Elaboración propia

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación emplea un tipo aplicado; ya que la investigación aplicada es un proceso para comprender y cuantificar rigurosamente la eficacia de un sistema diseñado para resolver el problema para el que fue diseñado. La distinción clave es un "problema" preconcebido que necesita "solución". La investigación aplicada incluye diseñar, implementar y probar sistemas y a menudo utiliza un rigor experimental, pero se centra principalmente en comprender el rendimiento de un sistema o aplicación diseñados (Edgar T. y Manz D., 2017, p.1). Y ello planteado ya que se busca resolver la problemática planteada, en base a la recolección de información de las experiencias vividas por los investigadores para obtener sus resultados; en base a ello, generar un resultado de los objetivos planteados en la presente investigación.

La investigación es narrativa de tópico, ya que, el uso de la investigación narrativa cualitativa para explorar como ayudan los bioplaguicidas en una agricultura sostenible puede ayudar a los futuros investigadores o lectores a brindar mejores conocimientos. De acuerdo con Overcash J., (2003, p.1) la investigación narrativa se puede definir como recopilar y analizar los relatos que la gente cuenta para describir experiencias y ofrecer interpretación; brinda una opción para explorar experiencias personales más allá de los límites de un cuestionario, brindando información sobre las decisiones.

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización

El presente trabajo de investigación es busca resolver los objetivos y problemas específicos planteados, para lo cual se elaboró 3 categorías de las cuales se desplegaron sub categorías, ayudando de esta manera a que los resultados sean más exactos y detallados.

Tabla N°2: Cuadro de categorización

| Objetivo Específico | Problemas Específicos | Categoría | Subcategoría | Unidad de análisis |
|---|--|---|---|---|
| Definir el bioplaguicida microbiano más empleado para el control biológico agrícola en Latinoamérica | ¿Cuál es el bioplaguicida microbiano más empleado para el control biológico agrícola en Latinoamérica? | Bioplaguicida más empleado (García Daniel et al., 2018, p.1) | En base a bacteria | (Moazami N., 2011, p.731), (Kalha et al., 2014, p.226), (Batista et al., 2014, p.1), (Soberón et al., 2016, p.2), p.307), (Kala et al., 2020, p.209). |
| | | | En base a hongos | |
| | | | En base a virus o protozooario (Shakooro et al., 2009, p.1) | |
| Identificar los métodos de aplicación de los bioplaguicidas microbianos en el control biológico de plagas agrícolas | ¿Cuáles son los métodos de aplicación de los bioplaguicidas microbianos en el control biológico de plagas agrícolas? | Métodos de aplicación (Corral et al., 2017, p.1) | Pulverización | (Whitby et al., 2020, p.1), (Kala et al., 2020, p.209), (Radcliffe E., 1982, p.1). |
| | | | Inoculación | |
| | | | Espolvoreo (Corral et al., 2017, p.1) | |
| Determinar la plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura de Latinoamérica | ¿Cuál es la plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura de Latinoamérica? | Plaga agrícola más peligrosa en la agricultura (Martínez Núñez et al., 2020, p.3) | Pulgones | (Karar et al., 2021, p.3), (Whitby et al., 2020, p.1), (Karar et al., 2021, p.3), (Sorensen J., 2009, p.28). |
| | | | Gusano de los cogollos de lino | |
| | | | Escarabajo de la papa de colorado (Van Leeuwen et al., 2020, p.2) | |

Fuente: Elaboración propia

3.3 Escenario de estudio

Un estudio de escenarios es un enfoque destinado a suscitar un pensamiento estratégico e innovador mediante la redacción de escenarios; donde los escenarios son descripciones de futuros probables, posibles y/o preferibles (alvarez C., 2019, p.1).

En tal sentido; se precisa mencionar que el presente trabajo de investigación al ser una revisión sistemática, presenta como escenario de estudio a todos los bioplagueidad microbianos que sean empleados a nivel de laboratorio o campo para el control biológico de plagas agrícolas en Latinoamérica.

3.4 Participantes

En este estudio se considera a los participantes como las fuentes que nos permitieron obtener los artículos científicos; siendo detallados las portales web como las bibliotecas virtuales de revistas indizadas; entre ellas Scielo, Science direct, Scopus.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

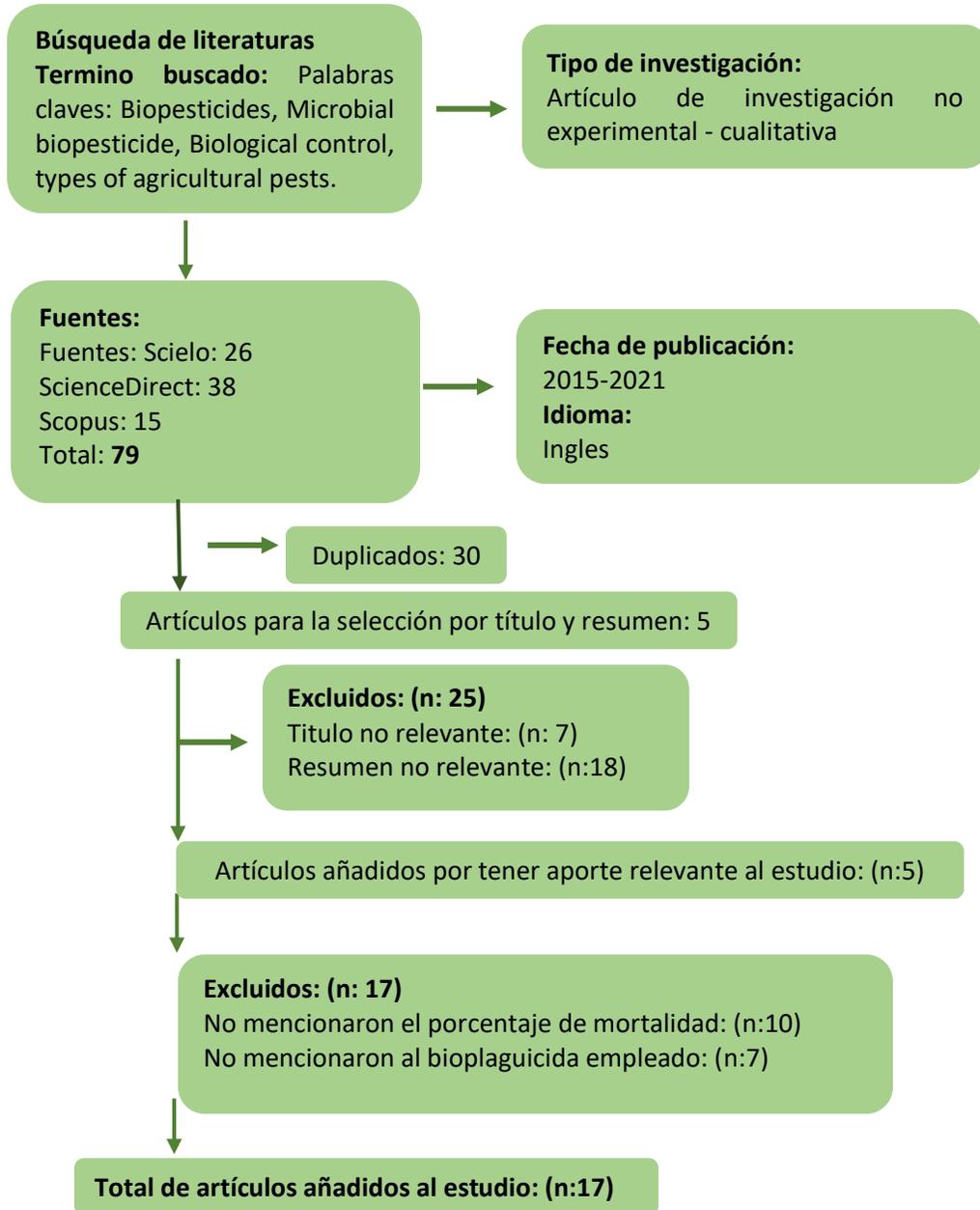
La técnica empleada en el presente estudio es el análisis documental; de acuerdo con Fereday J. y Muir E., (2006, p.1) el análisis de documentos implica el proceso de hojear, leer en profundidad, examinar el contenido y la interpretación de los documentos. Dependiendo de la pregunta de investigación, se puede usar una escala de calificación, una lista de verificación, así como un análisis de matriz para examinar el contenido. Y la recolección de información se da mediante la ficha de recolección, en la cual se detallan los datos de los artículos revisados, y se plasma los datos de autos, año de publicación, página empleada, metodología, objetivos, y demás datos esenciales que nos den un resumen de manera rápida de lo que trata el tema seleccionado (Ver Anexo N°1).

3.6 Procedimientos

El presente trabajo de investigación siguió los criterios de inclusión y exclusión mediante la búsqueda y recolección de datos para la ejecución del

presente informe de investigación, siendo detallado los pasos en el Gráfico N°1.

Gráfico N°1: Procedimiento de recolección de información



Elaboración propia

3.7 Rigor científico

El presente trabajo de investigación contó con 4 criterios de investigación, con los cuales asegura el rigor científico y la credibilidad y validez de la información brindada en el presente estudio.

- **Credibilidad:** Es la recolección verídica de la información plasmada por las experiencias vividas de los autores (Salgado, A, 2007 p. 74). Esto es demostrado en la comparación de resultados de las diversas metodologías empleadas por diversos autores así como sus diferentes resultados plasmados en el capítulo IV del presente estudio.
- **La confiabilidad:** En los datos cualitativos proviene de garantizar la credibilidad, por ejemplo, al garantizar que las respuestas de los participantes a las preguntas de los investigadores sean con toda honestidad (Shenton, 2004, p.1). y se emplea en investigador independiente en varias etapas de la investigación, mediante la interpretación de los análisis.
- **La transferibilidad:** Hace sugerencia sobre si los datos de la investigación se aplican a otros entornos, es útil para los lectores que se proporcionen tantos detalles sobre el entorno del estudio y el contexto cultural junto con otra información (Paudyal V., 2018, p.4). Y este criterio es empleado en la comparación y discusión de los resultados obtenidos por diversos investigadores en base al problema que se pretende resolver.
- **Validez:** Los aspectos de validez que cubren la mayoría de los métodos de investigación aplicados en farmacovigilancia del comportamiento se pueden mantener asegurando que las herramientas de investigación se diseñen en base a la literatura de antecedentes y cualquier dato de estudio primario / de viabilidad que los investigadores ya hayan recopilado, la experiencia del equipo de investigación, uso de la teoría y sometimiento de los instrumentos de investigación (Paudyal V., 2018, p.4). Y es demostrado en la cita respectiva de cada estudio, donde confirma la extracción de cada información obtenida; siendo respaldado por la base de datos indizadas de las cuales se obtuvieron dichos estudios.

3.8 Método de análisis de información

El análisis de la información del presente estudio fue presentado en base a la realidad problemática, buscando determinar los aspectos más relevantes en el estudio de bioplaguicidas microbianos a nivel de Latinoamérica, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos específicos: Definir el bioplaguicida microbiano más empleado para el control biológico agrícola en Latinoamérica, Identificar los métodos de aplicación de los bioplaguicidas microbianos en el control biológico de plagas agrícolas y Determinar la plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura de Latinoamérica. Para lo cual se hizo uso de la matriz de categorización en la cual se generó las categorías y sub categorías, con la finalidad de obtener resultados más detallados de acuerdo a la investigación realizada. De igual manera se hizo uso de la ficha de recolección de datos (Ver anexo 1), para obtener la información requerida de manera sintetizada realizando extracción de informaciones teóricas ayudando a mantener la facilidad de la consulta del contenido del artículo utilizado.

3.9 Aspectos éticos

Para garantizar se tomó en cuenta 3 criterios: cumplimiento de la normativa vigente señalada por la universidad Cesar Vallejo Filial Lima-Este según la resolución rectoral N° 0089-2019; en segundo lugar, se cumplió con lo establecido por la guía de productos observables y finalmente con el referenciado correspondiente de cada investigador según el manual de Referencias estilo ISO 690 y 690-2.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio para determinar los aspectos más relevantes en el estudio de bioplaguicidas microbianos a nivel de Latinoamérica, consistió en la resolución de tres objetivos; dando como primer resultado, lo expuesto en la tabla 3:

Tabla N°3: Bioplaguicida microbiano más empleado

| Autor | Tipo de bioplaguicida microbiano | Tipo de bioplaguicida microbiano | Familia | Orden | Clase |
|------------------------|---|---|-----------------|---------------|--------------------|
| Aynalem et al., 2021 | <i>Bacillus thuringiensis</i> | Bacteria | Bacillaceae | Bacillales | Bacilli |
| Ballardo et al., 2020 | <i>Bacillus thuringiensis (Berlinier)</i> | Bacteria | Bacillaceae | Bacillales | Bacilli |
| Grijalba et al., 2018 | <i>Metarhizium rileyi</i> | Hongo | Clavicipitaceae | Lepidóptera | Liliopsida |
| Lovera et al., 2020 | <i>Beauveria bassiana</i> | Hongo | Clavicipitaceae | Hypocreales | Sordariomycetes |
| Nava et al., 2012 | <i>Bacillus Thuringiensis (Berlinier)</i> | Bacteria | Bacillaceae | Bacillales | Bacilli |
| | <i>Beauveria bassiana (Bálsamo)</i> | Hongo | Bacillaceae | Bacillales | Bacilli |
| Ramli et al., 2018 | <i>Beauveria bassiana</i> | Hongo | Bacillaceae | Bacillales | Bacilli |
| García et al., 2020 | <i>Nucleopoliedrovirus de Spodoptera frugiperda</i> | Virus | No indica | No indica | No indica |
| Del-Angel et al., 2018 | <i>Nucleopoliedrovirus Anticarsia gemmatalis</i> | Virus | No indica | No indica | No indica |
| Caballero et al., 2019 | <i>Nucleopoliedrovirus de S. exigua</i> | Virus | No indica | No indica | No indica |
| Camacho et al., 2015 | <i>Nucleopoliedrovirus de S. frugiperda</i> | Virus | - | - | - |
| Camacho et al., 2017 | <i>Bacillus thuringiensis</i> | Bacteria | Bacillaceae | Bacillales | Bacilli |
| Golec et al., 2020 | <i>Chromobacterium subtsugae</i> | Bacteria | Neisseriaceae | Neisseriaceae | Betaproteobacteria |

| | | | | | |
|-------------------------------|---|----------|------------------|-----------------|---------------------|
| | <i>Burkholderia spp.</i> | Bacteria | Burkholderiaceae | Burkholderiales | Betaproteobacteria |
| Góngora et al., 2020 | <i>Pseudomonas nitroreducens</i> | Bacteria | Pseudomonadaceae | Pseudomonadales | Gammaproteobacteria |
| Lau et al., 2005 | <i>Granulovirus Virus de Phthorimaea operculella</i> | Virus | Baculoviridae | Lefavirales | Naldaviricetes |
| Santos et al., 2014 | <i>Nucleopolydromavirus de Spodoptera frugiperda Sf</i> | Virus | No indica | No indica | No indica |
| Ayala J. y Henderson D., 2017 | <i>Baculovirus</i> | Virus | Baculoviridae | No indica | No indica |
| Díaz et al., 2013 | <i>Lecanicillium lecanii</i> | Hongo | Clavicipitaceae | Hypocreales | Sordariomycetes |

Elaboración propia

El plaguicida microbiano más empleado fue sub-categorizado en el presente estudio mediante la aplicación de hongos, virus y bacterias; siendo el más utilizado por los investigadores a nivel de Latinoamérica, la bacteria, como agente bioplaguicida de control de plagas en los cultivos agrícolas; siendo empleado 7 investigadores este tipo de bioplaguicida; siendo esto corroborado por: Aynalem et al., 2021, Ballardo et al., 2020, Nava et al., 2012, Camacho et al., 2017, Golec et al., 2020, Góngora et al., 2020.

El resultado obtenido es apoyado por Camacho et al., (2017, p.2), quien afirma que, las bacterias como el *Bacillus thuringiensis* son ampliamente utilizadas para un control alternativo y más seguro de las plagas de insectos, debido a sus toxinas, ya que, son específicas para los insectos, pero inocuas para los mamíferos; es por ello el más comúnmente empleado para reemplazar los plaguicidas.

Esto es respaldado por el investigador Nava et al., 2012 y Ballardo et al., 2020 en la tabla 4; empleando ambas las bacterias *Bacillus thuringiensis* (Berlinier) y *Bacillus thuringiensis* (Berlinier) de la familia Bacillaceae; de igual manera el autor Aynalem et al., 2021 utiliza la bacteria *Bacillus thuringiensis* señalándolo como el más adecuado y fungicida para el control de plagas

agrícolas en Latinoamérica.

De igual manera, Gau et al., (2021, p.3) señala que los plaguicidas derivados de bacterias son actualmente los principales actores en el mercado de bioplaguicidas.

Y en segundo lugar siendo empleado 7 veces los bioplaguicidas a base de virus para la eliminación de diversas plagas agrícolas, se encuentran: García et al., 2020, empleó Nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda*, Del-Angel et al., 2018 empleó Nucleopoliedrovirus A. *gemmatalis*, Caballero et al., 2019 empleó Nucleopoliedrovirus de *S. exigua*, Camacho et al., 2015 utilizó Nucleopoliedrovirus de *S. frugiperda*, Lau et al., 2005 Granulovirus Virus de *Phthorimaea operculella*, Santos et al., 2014 de Nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* Sf y Ayala J. y Henderson D., 2017 Baculovirus.

Mientras que, 5 investigadores en menor cantidad emplearon bioplaguicidas microbianos a base de hongos como bioplaguicida microbiano, siendo esto afirmado por: Grijalba et al., 2018, Lovera et al., 2020, Nava et al., 2012, Ramli et al., 2018, Díaz et al., 2013, y estos resultados son apoyados por Viera et al., (2020, p.14), quien menciona en su estudio que el uso de hongos benéficos principalmente *Trichoderma* sp., *Beauveria* sp. se ha incrementado en la agricultura debido a los resultados positivos que han sido confirmados mediante la investigación generada en los distintos países de Latinoamérica que han justificado su eficiencia en el control de plagas (CP) y se ha justificado que su uso permite el desarrollo de una agricultura sustentable que permite conservar recursos naturales como el suelo y agua, así como su efecto nulo en contaminación del medio ambiente, por lo cual constituyen un componente clave para la reducción del uso de agroquímicos en los cultivos agrícolas.

De manera análoga se buscó identificar los métodos de aplicación de los bioplaguicidas microbianos en el control biológico de plagas agrícolas, obteniendo como resultado de una comparación de 17 investigadores, lo

expuesto en la tabla 4.

Tabla N°4: Métodos de aplicación de bioplaguicidas microbianos

| Método de aplicación | Autor | Veces aplicados |
|-----------------------------|--|------------------------|
| Pulverización | Grijalba et al., 2018 Nava et al., 2012 Ramli et al., 2018 Camacho et al., 2015 Lau et al., 2015 Santos et al., 2014 Díaz et al., 2013 Góngora et al., 2020 | 8 |
| Inoculación | Ballardo et al., 2020 Lovera et al., 2020 García et al., 2020 Caballero et al., 2019 Camacho et al., 2017 Ayala J. y Henderson D., 2017 Del-Angel et al., 2018 | 7 |
| Espolvoreo | Aynalem et al., 2021 Golec et al., 2020 | 2 |

Elaboración propia

Los bioplaguicidas se distinguen de los plaguicidas convencionales porque muchos son muy selectivos y no son tóxicos para los organismos que no son su objetivo, aunque es probable que los bioplaguicidas sean menos dañinos para el medio ambiente que los convencionales, la importancia de escoger una técnica de aplicación adecuada recae en minimizar el desperdicio, seleccionando el espectro de gotas más adecuado (Gan S. y Matthews G., 2003, p.3).

De acuerdo a ello, se obtuvo que los investigadores de las diversas literaturas estudiadas emplearon 8 veces el método de pulverización, 7 investigadores la inoculación y 2 el método de espolvoreo.

De acuerdo con Steike y Giles (1995, p.4) hacen referencia a varios informes sobre las aplicaciones de campo más exitosas de bioplaguicidas utilizando

pulverizadores e indican que la pulverización de bacterias presenta la mejor efectividad mediante pulverización especialmente para aquellos que desarrollan sistemas de MIP y producción de cultivos orgánico.

Esto es corroborado por los 8 investigadores que aplicaron el método de pulverización, siendo en su mayoría autores que utilizaron como control biológico a bacterias: Aynalem et al., 2021, Ballardo et al., 2020, Nava et al., 2012, Camacho et al., 2017, Golec et al., 2020, Góngora et al., 2020.

Por otro lado, la importancia de determinar la plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura de Latinoamérica es importante para determinar los aspectos más relevantes en el estudio de bioplaguicidas microbianos a nivel de Latinoamérica, debido a ello se muestran los resultados obtenidos en la tabla 6, para el tercer objetivo.

Tabla N°5: Plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura

| PLAGA AGRÍCOLA | DAÑO AGRÍCOLA | AUTOR |
|--|-------------------|------------------------|
| <i>Tuta absoluta</i> | Tomate | Aynalem et al., 2021 |
| <i>Spodoptera frugiperda</i> | Cultivo de Maíz | Ballardo et al., 2020 |
| <i>Spodoptera frugiperda</i> | Cultivo de maíz | Grijalba et al., 2018 |
| <i>Diatraea saccharalis</i> | No indica | Lovera et al., 2020 |
| <i>Spodoptera frugiperda</i> | Cultivo de maíz | Nava et al., 2012 |
| <i>Acanthoscelides obtectus</i> | Cultivo de frijol | |
| <i>Nilaparvata lugens</i> | Cultivo de arroz | Ramli et al., 2018 |
| <i>Spodoptera frugiperda</i> | Cultivos de maíz | García et al., 2020 |
| <i>Anticarsia gemmatalis</i> | Cultivo de soja | Del-Angel et al., 2018 |

| | | |
|--|--|-------------------------------|
| <i>Spodoptera exigua</i> | Cultivos de granos básicos y hortalizas | Caballero et al., 2019 |
| <i>Spodoptera frugiperda</i> | Cultivos de maíz | Camacho et al., 2015 |
| <i>Diatraea considerata heinrich</i> | Cultivos de caña de azúcar | Camacho et al., 2017 |
| <i>Tetranychus urticae koch</i> | Cultivos de hortalizas | Golec et al., 2020 |
| <i>no indica</i> | Cultivos de maíz | Góngora et al., 2020 |
| <i>Phthorimaea operculella (tecia solanivora)</i> | Cultivo de papa | Lau et al., 2015 |
| <i>Spodoptera frugiperdas</i> | Cultivo de maíz | Santos et al., 2014 |
| <i>Spodoptera frugiperda</i> | Cultivo de maíz de algodón | Ayala J. y Henderson D., 2017 |
| <i>S. exigua</i> | | |
| <i>Bemisia tabaci</i> | Cultivo de algodón Cultivo de berenjena | Díaz et al., 2013 |

Elaboración propia

Entre las plagas más estudiadas en los campos agrícolas se tuvo a los procedentes de cultivos de maíz; donde las plagas de maíz más presentes son: *Diatraea saccharalis* (Ballardo et al., 2020), *Spodoptera frugiperda* (Grijalba et al., 2018), *Spodoptera frugiperda* (Nava et al., 2012), *Spodoptera frugiperda* (García et al., 2020), *Spodoptera frugiperda* (Camacho et al., 2015), (Góngora et al., 2020), *Spodoptera frugiperda* (Santos et al., 2014), *Spodoptera frugiperda* (Ayala J. y Henderson D., 2017).

La producción de maíz es la que más ha aumentado a nivel de Latinoamérica, debido a su mayor adaptación a los diferentes sistemas

ecológicos y la fuerte demanda de bioetanol y alimentos para animales y para la producción de edulcorantes y otros productos industriales no alimentarios; debido a ello es uno de los cultivos que presenta mayores problemas de plagas y mayores estudios con respecto al control de estas enfermedades o plagas (Saldivar S. y Perez C., 2016, p.602).

Esto es también apoyado por Blandino Massimo et al., (2017, p.1), quien señala que el gusano de la raíz del maíz occidental, coleóptera: *Chrysomelidae*, es una de las plagas de cultivos de maíz más dañinas. Así también esta afirmación lo apoya Whitby Michael D. et al., (2020, p.1) señalando que el daño al maíz es causado principalmente por las larvas *Spodoptera frugiperda* que se alimentan de las raíces, lo que resulta en una reducción de la absorción de agua y nutrientes y puede causar acame, así como una reducción sustancial en el rendimiento de grano.

Respaldando a los autores mencionados anteriormente se encuentra Caballero et al., 2019 quien en la tabla 5 demuestra que la plaga en su estudio es la larva *Spodoptera frugiperda* en los cultivos de maíz; al igual que García et al., 2020.

Por otro lado, Hugo De Groot et al., (2020, p.1) en su estudio Propagación e impacto del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) en las zonas de producción de maíz de Kenia, señala que el gusano cogollero (gusano cogollero), una de las plagas más importantes del maíz en América Latina, y genera pérdidas de cultivos debidas al gusano cogollero. Así también es correcto afirmar que, en el 2018, el gusano cogollero afectó al 83% de los productores de maíz, causando pérdidas del 33%, 1 millón de toneladas (He Li-mei et al., 2021, p.2).

V. CONCLUSIONES

Acerca de los aspectos más relevantes en el estudio de bioplaguicidas microbianos a nivel de Latinoamérica se tiene que, los pesticidas microbianos basados en bacterias, hongos y virus o sus compuestos bioactivos son alternativas altamente eficientes para el control de las plagas de invertebrados.

Pero a nivel de Latinoamérica el bioplaguicida microbiano más empleado para el control biológico agrícola es el que utiliza bacterias; siendo ampliamente utilizadas para un control alternativo y más seguro de las plagas de insectos, debido a sus toxinas, ya que, son específicas para los insectos, pero inocuas para los mamíferos; es por ello el más comúnmente empleado para reemplazar los plaguicidas sintéticos.

Entre los métodos de aplicación de los bioplaguicidas microbianos en el control biológico de plagas agrícolas se tuvo al método de pulverización, como el más empleado a nivel de Latinoamérica, siendo considerado el método más exitoso y mediante la pulverización de bacterias se presenta la mejor efectividad.

Finalmente, la plaga agrícola que genera mayor peligro en la agricultura de Latinoamérica; son las especies que atacan a los cultivos de maíz, siendo enfocado en su gran mayoría los controles en ese campo. Siendo las plagas más recurrentes en los cultivos de maíz *Spodoptera frugiperda*, *Diatraea saccharalis*.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda estudiar ampliamente las fuentes de bioplaguicidas que existen fácilmente en la naturaleza; ya que son naturalmente biodegradables, muestran diferentes modos de acción, son menos costosas y poseen menos toxicidad para los organismos vivos.

Se recomienda desarrollar mayores estudios enfocados en el uso de *Baculovirus* naturales; ya que está demostrado que a nivel de Latinoamérica no son tan considerados como plaguicidas microbianos.

Se recomienda un mayor cambio en los agricultores, ya que, los bioplaguicidas deben ser aplicados como componentes clave de un sistema de gestión integrada de plagas.

Se recomienda generar mayores literaturas para aumentar el conocimiento de estas alternativas biológicas en la sociedad, y así, estas tengan un mayor funcionamiento y aplicabilidad en el campo de la agricultura.

REFERENCIAS

1. ABRAHA, Teklebirhan, et al. Pest control using farming awareness: Impact of time delays and optimal use of biopesticides. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2021, vol. 146, p. 110869. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2021.110869>
2. ALVAREZ, C. Scenario analysis for strategy design: A case study of the Colombian electricity industry. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.12.009>
3. ANDREADIS, Stefanos S., et al. Efficacy of *Beauveria bassiana* formulations against the fungus gnat *Lycoriella ingenua*. *Biological Control*, 2016, vol. 103, p. 165-171. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2016.09.003>
4. ANDERSON, Anne J.; KIM, Young Cheol. Biopesticides produced by plant-probiotic *Pseudomonas chlororaphis* isolates. *Crop Protection*, 2018, vol. 105, p. 62-69. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.11.009>
5. 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
6. AYNALEM, Birhan, et al. Isolation, molecular characterization and pathogenicity of native *Bacillus thuringiensis*, from Ethiopia, against the tomato leafminer, *Tuta absoluta*: detection of a new high lethal phylogenetic group. *Microbiological Research*, 2021, p. 126802. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126802>
7. BALLARDO, Cindy, et al. Adding value to home compost: Biopesticide properties through *Bacillus thuringiensis* inoculation. *Waste Management*, 2020, vol. 106, p. 32-43. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.003>
8. BAN, Zhaojun, et al. Efficient production of fungal chitosan utilizing an advanced freeze-thawing method; quality and activity studies. *Food hydrocolloids*, 2018, vol. 81, p. 380-388. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.010>

9. BATEMAN, Melanie L., et al. Assessment of potential biopesticide options for managing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Africa. *Journal of Applied Entomology*, 2018, vol. 142, no 9, p. 805-819. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jen.12565>
10. BATISTA, Diogo PC, et al. Polymer/layered silicate nanocomposite as matrix for bioinsecticide formulation. En *Macromolecular Symposia*. 2014. p. 14-21. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815829-6.00006-1>
11. BLANDINO, Massimo, et al. Control of western corn rootworm damage by application of soil insecticides at different maize planting times. *Crop Protection*, 2017, vol. 93, p. 19-27. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.006>
12. 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>
13. Bishop, D. H. (1994). Biopesticides. *Current Opinion in Biotechnology*, 5(3), 307–311. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0958-1669\(94\)90034-5](https://doi.org/10.1016/0958-1669(94)90034-5)
14. BURGOS-SOLORIO, Armando; ANAYA-ROSALES, Socorro. Los crisomelinos (coleoptera: chrysomelidae: chrysomelinae) del estado de Morelos. *Acta zoológica mexicana*, 2004, vol. 20, no 3, p. 39-66. ISSN 0065-1737
15. CABALLERO, Primitivo, et al. The nucleopolyhedrovirus of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) as a biopesticide: analysis of recent advances in Spain. *Revista Colombiana de Entomología*, 2019, vol. 35, no 2, p. 105-115. Disponible en: ISSN 2665-4385
16. CAMACHO-MILLÁN, Raquel, et al. Characterization of Cry toxins from autochthonous *Bacillus thuringiensis* isolates from Mexico. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 2017, vol. 74, no 3, p. 193-199. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.bmhime.2017.11.027>
17. CAMACHO KURMEN, Judith Elena; GÓMEZ ALVAREZ, Martha Isabel; VILLAMIZAR RIVERO, Laura Fernanda. Microencapsulation of a Colombian *Spodoptera frugiperda* Nucleopolyhedrovirus with Eudragit® S100 by spray drying. *Brazilian*

- Archives of Biology and Technology, 2015, vol. 58, no 3, p. 468-476. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1516-8913201500453>
18. CAMPOS, Estefânia VR, et al. Use of botanical insecticides for sustainable agriculture: Future perspectives. *Ecological Indicators*, 2019, vol. 105, p. 483-495. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1470160X18302917?token=A67A95E36F54D3A0A5B5021941E3C6FBCA3DD993D64BDECC7D4F9A36D7AC63223A4C7A60AD094D39399CADD42239A55C&originRegion=us-east-1&originCreation=20210515145516>
 19. CORRAL, Serafin, et al. Assessing the complexity of the spreading processes of agricultural pests: the case of the Guatemalan potato moth in Tenerife. *Land Use Policy*, 2017, vol. 69, p. 338-348. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.031>
 20. CASTEX, Victorine, et al. Pest management under climate change: the importance of understanding tritrophic relations. *Science of The Total Environment*, 2018, vol. 616, p. 397-407. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.027>
 21. CULLINEY, Thomas W. Crop losses to arthropods. En *Integrated pest management*. Springer, Dordrecht, 2014. p. 201-225. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-94-007-7796-5_8
 22. DANGLES, Olivier Jacques. Development of a viral biopesticide for the control of the Guatemala potato tuber moth *Tecia solanivora*. 2013. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.11.014>
 23. DEL-ANGEL, Christian, et al. Acquisition of lethal infection, hypermobility and modified climbing behavior in nucleopolyhedrovirus infected larvae of *Anticarsia gemmatalis*. *Biological Control*, 2018, vol. 125, p. 90-97. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.07.006>
 24. DÍAZ, Adriana Marcela Santos, et al. Compatibilidad in vitro de un bioplaguicida a base de *Lecanicillium lecanii* (Hypocreales: Clavicipitaceae) con agroquímicos empleados en los cultivos de algodón y berenjena. *Revista*

- Colombiana de Biotecnología, 2013, vol. 15, no 2, p. 132-142. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v15n2.38025>
25. Edgar, T. W., & Manz, D. O. (2017). Starting Your Research. *Research Methods for Cyber Security*, 63–92. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805349-2.00003-0>
 26. FEREDAY, Jennifer; MUIR-COCHRANE, Eimear. Demonstrating rigor using thematic analysis: A hybrid approach of inductive and deductive coding and theme development. *International journal of qualitative methods*, 2006, vol. 5, no 1, p. 80-92. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/160940690600500107>
 27. 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>
 28. GAN-MOR, Samuel; MATTHEWS, Graham A. Recent developments in sprayers for application of biopesticides—an overview. *Biosystems engineering*, 2003, vol. 84, no 2, p. 119-125. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1537-5110\(02\)00277-5](https://doi.org/10.1016/S1537-5110(02)00277-5)
 29. GARCÍA-BANDERAS, Diana, et al. Biological characterization of two *Spodoptera frugiperda* nucleopolyhedrovirus isolates from Mexico and evaluation of one isolate in a small-scale field trial. *Biological Control*, 2020, vol. 149, p. 104316. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104316>
 30. GARCÍA, Daniel; MIÑARRO, Marcos; MARTÍNEZ-SASTRE, Rodrigo. Birds as suppliers of pest control in cider apple orchards: Avian biodiversity drivers and insectivory effect. *Agriculture, ecosystems & environment*, 2018, vol. 254, p. 233-243. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.034>
 31. GAUTAM, Kshipra, et al. Microalgal applications toward agricultural sustainability: Recent trends and future prospects. *Microalgae*, 2021, p. 339-379. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821218-9.00011-6>
 32. GLARE, Travis R.; O'CALLAGHAN, Maureen. Microbial biopesticides for

- control of invertebrates: Progress from New Zealand. *Journal of invertebrate pathology*, 2019, vol. 165, p. 82-88. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2017.11.014>
33. GOLEC, Julian R.; HOGE, Brianna; WALGENBACH, James F. Effect of biopesticides on different *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) life stages. *Crop Protection*, 2020, vol. 128, p. 105015. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.105015>
 34. GÓNGORA-ECHEVERRÍA, Virgilio R., et al. Pesticide bioremediation in liquid media using a microbial consortium and bacteria-pure strains isolated from a biomixture used in agricultural areas. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2020, vol. 200, p. 110734. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110734>
 35. GRAY, XU Yi Stewart M. Aphids and their transmitted potato viruses: A continuous challenges in potato crops. *Journal of Integrative Agriculture*, 2020, vol. 2.
 36. GRIJALBA, Erika Paola, et al. *Metarhizium rileyi* biopesticide to control *Spodoptera frugiperda*: stability and insecticidal activity under glasshouse conditions. *Fungal biology*, 2018, vol. 122, no 11, p. 1069-1076. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.08.010>
 37. HE, Li-mei, et al. Ovipositional responses of *Spodoptera frugiperda* on host plants provide a basis for using Bt-transgenic maize as trap crop in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 2021, vol. 20, no 3, p. 804-814. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(20\)63334-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(20)63334-2)
 38. HILL, Dennis S. *Agricultural insect pests of temperate regions and their control*. CUP Archive, 1987.
 39. HUGO, De Groote, et al. Spread and impact of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* JE Smith) in maize production areas of Kenya. 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/1387>
 40. GUERRERO-SOTO, Jesús; PINEDO-ESCADEL, J. Adilson; LEMUS-SORIANO, Braulio Alberto. An updated checklist and a key for the Typhlocybinae leafhoppers (Hemiptera: Cicadellidae) associated with avocado

- trees in Mexico. *Revista Chilena de Entomología*, 2020, vol. 46, no 2. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.35249/rche.46.2.20.17>
41. Horsak, R. D., Bedient, P. B., Hamilton, M. C., & Thomas, F. B. (1964). Pesticides. *Environmental Forensics*, 143–165. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-012507751-4/50030-6>
42. JACTEL, Hervé; KORICHEVA, Julia; CASTAGNEYROL, Bastien. Responses of forest insect pests to climate change: not so simple. *Current opinion in insect science*, 2019, vol. 35, p. 103-108. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.010>
43. Kala, S., Sogan, N., Agarwal, A., Naik, S. N., Patanjali, P. K., & Kumar, J. (2020). Biopesticides: Formulations and Delivery Techniques. *Natural Remedies for Pest, Disease and Weed Control*, 209–220. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819304-4.00018-x>
44. 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>
45. 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>
46. 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=3F5B2BAB9E6B73B7EABB9DFD62073136D697AD55846FC69A49F0F590ED25DCB40A3A4C0935961D37CC7BE4C4FC493417&originRegion=us-east-1&originCreation=20210515151156>
47. KUMAR, K. Kiran, et al. Microbial biopesticides for insect pest management in India: Current status and future prospects. *Journal of invertebrate pathology*, 2019, vol. 165, p. 74-81. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.10.008>

48. LAU, A. VIII AMIZAR, et al. Implementación de técnicas de control de calidad para la producción de un bioplaguicida a base del granulovirus de *Phthorimaea operculella* Phop GV. *Revista Colombiana de Entomología*, 2015, vol. 31, no 2, p. 127-132. Disponible en: ISSN 2665-4385
49. LEPPLA, Norman C., et al. Applications and trends in commercial biological control for arthropod pests of tomato. En *Sustainable Management of Arthropod Pests of Tomato*. Academic Press, 2018. p. 283-303. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802441-6.00013-9>
50. LOVERA, Andrea, et al. Enhanced virulence of *Beauveria bassiana* against *Diatraea saccharalis* using a soluble recombinant enzyme with endo-and exochitinase activity. *Biological Control*, 2020, vol. 144, p. 104211. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104211>
51. MANDAL, Badal Kumar. Silver nanoparticles: Potential as insecticidal and microbial biopesticides. En *Nano-biopesticides today and future perspectives*. Academic Press, 2019. p. 281-302. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815829-6.00012-7>
52. MARTÍNEZ-NÚÑEZ, Carlos, et al. Direct and indirect effects of agricultural practices, landscape complexity and climate on insectivorous birds, pest abundance and damage in olive groves. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2020, vol. 304, p. 107145. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107145>
53. 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>
54. Moazami, N. (2011). *Biological Control*. *Comprehensive Biotechnology*, 731–739. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-088504-9.00235-x>
55. Morand, S., & Lajaunie, C. (2018). *Biodiversity Response*. *Biodiversity and Health*, 83–102. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-1-78548-115-4.50006-8>
56. NAVA-PÉREZ, Eusebio, et al. Bioplaguicidas: una opción para el control

- biológico de plagas. Ra Ximhai, 2012, vol. 8, no 3, p. 17-29. ISSN: 1665-0441
57. 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>
58. NICOT, Philippe. Classical and augmentative biological control against diseases and pests: critical status analysis and review of factors influencing their success. IOBC-International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, 2011. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63768-0.00039-1>
59. 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>
60. PANEVSKA, Anastasija, et al. Aegerolysins from the fungal genus *Pleurotus*–bioinsecticidal proteins with multiple potential applications. *Journal of Invertebrate Pathology*, 2020, p. 107474. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107474>
61. 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>
62. RADCLIFFE, Edward B. Insect pests of potato. *Annual Review of Entomology*, 1982, vol. 27, no 1, p. 173-204. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-044451018-1/50067-1>
63. RAMIREZ, Rafael, et al. Scenarios as a scholarly methodology to produce “interesting research”. *Futures*, 2015, vol. 71, p. 70-87. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.06.006>
64. RAMLI, Noor Hafizah, et al. Effectiveness of biopesticides against brown planthopper (*Nilaparvata lugens*) in paddy cultivation. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 2018, vol. 8, p. 16-20. ISSN 1561-3003
65. RONG, Songhao, et al. Antifungal activity of endophytic *Bacillus safensis* B21

- and its potential application as a biopesticide to control rice blast. *Pesticide biochemistry and physiology*, 2020, vol. 162, p. 69-77. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.09.003>
66. RATNADASS, Alain, et al. Synergies and tradeoffs in natural regulation of crop pests and diseases under plant species diversification. *Crop Protection*, 2021, p. 105658. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105658>
67. Saldivar, S. O. S., & Perez-Carrillo, E. (2016). Maize. *Encyclopedia of Food and Health*, 601–609. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00436-0>
68. 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
69. SANTOS, Adriana Marcela, et al. Nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* SfNPV003: compatibilidad con agroquímicos y estabilidad en condiciones de almacenamiento. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 2014, vol. 15, no 2, p. 219-228. Disponible en: ISSN 0122-8706
70. SEIBER, James N., et al. Biopesticides: state of the art and future opportunities. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2014, vol. 62, no 48, p. 11613-11619. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/jf504252n>
71. SOBERÓN, Mario; BRAVO, Alejandra; BLANCO, Carlos A. Strategies to reduce insecticide use in agricultural production. 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03063-8>
72. SUN, Shuai, et al. The roles of entomopathogenic fungal infection of viruliferous whiteflies in controlling tomato yellow leaf curl virus. *Biological Control*, 2021, vol. 156, p. 104552. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104552>
73. MTAITA, T. A. (2003). *Food. Field Guide to Appropriate Technology*, 277–480. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-012335185-2/50047-4>
74. 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>
75. Sorensen, J. T. (2009). Aphids. Encyclopedia of Insects, 27–31. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374144-8.00008-4>
76. VAN LEEUWEN, Thomas, et al. Significance and interpretation of molecular diagnostics for insecticide resistance management of agricultural pests. Current opinion in insect science, 2020, vol. 39, p. 69-76. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.03.006>
77. Van Driesche, R. G., & Abell, K. (2008). Classical and Augmentative Biological Control. Encyclopedia of Ecology, 486–492. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63768-0.00039-1>
78. VIERA-ARROYO, William Fernando, et al. Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. Journal of the Selva Andina Biosphere, 2020, vol. 8, no 2, p. 128-149.
79. WALKER, K.; FREDERICK, R. Entomological Risks of Genetically Engineered Crops. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11677-X>
80. WALKER, P. T. Crop losses: the need to quantify the effects of pests, diseases and weeds on agricultural production. Agriculture, Ecosystems & Environment, 1983, vol. 9, no 2, p. 119-158. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0167-8809\(83\)90038-5](https://doi.org/10.1016/0167-8809(83)90038-5)
81. WALKER, P. T. Quantifying the relationship between insect populations, damage, yield and economic thresholds. 1987.
82. WHITBY, Michael D., et al. Agricultural pests consumed by common bat species in the United States corn belt: The importance of DNA primer choice. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2020, vol. 303, p. 107105. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107105>
83. ZEDDAM, Jean-Louis, et al. A new nucleopolyhedrovirus from the oil-palm leaf-eater *Euprosterina elaeasa* (Lepidoptera: Limacodidae): preliminary characterization and field assessment in Peruvian plantation. Agriculture,

ecosystems & environment, 2003, vol. 96, no 1-3, p. 69-75. Disponible en:
[https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00034-3](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00034-3)

ANEXOS

Anexo N°1: Ficha de recolección de datos

| | | | |
|---|----------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|  | | FICHA DE ANALISIS DE CONTENIDO | |
| Título: | | | |
| Número de página: | Año de publicación: | Lugar de publicación: | Autor(es): |
| Tipo de investigación: | | | |
| Palabras claves: | | | |
| Tipo de bioplaguicida microbiano: | | | |
| Objetivos: | | | |
| Metodología: | | | |
| Resultados: | | | |

Elaboración propia



Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores

Yo (Nosotros), OCON ARAUJO CHARLES, CALLAÑAUPA QUISPE KATIA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "BIOPLAGUICIDAS MICROBIANOS PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS AGRÍCOLAS EN LATINOAMÉRICA: REVISIÓN SISTEMÁTICA.", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He (Hemos) mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado 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 asumo (asumimos) la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Apellidos y Nombres del Autor | Firma |
|--|---|
| OCON ARAUJO CHARLES DNI: 23993295 ORCID: 0000 - 0002 - 9490 - 3539 |  |
| CALLAÑAUPA QUISPE KATIA DNI: 46473167 ORCID: 0000 - 0003 - 3075 - 0075 |  |