UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR EN OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

"ANÁLISIS DOCUMENTAL DEL CONTROL BIOLÓGICO SOBRE EL MINADOR DE LA HOJA (*Perileucoptera coffeella* GUERIN-MENEVILLE) DEL CAFÉ"

AUTORES:

Mireya Katherine Ambuludi Paredes

Danny Armando Mafla Acurio

DIRECTOR

Dr. Segundo Benedicto Valle Ramírez

PASTAZA – ECUADOR
2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben Ambuludi Paredes Mireya Katherine con C.I. 2200245047 y Mafla Acurio Danny Armando con C.I. 1600609166, hacen constar que son autores del Trabajo de Integración Curricular titulado: Análisis documental del control biológico sobre el minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella* Guerin-Meneville) del café, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr. Segundo Benedicto Valle Ramírez. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 26 días del mes de enero del 2021.



Ambuludi Paredes Mireya Katherine

CI: 2200245047

Mafla Acurio Danny Armando

CI: 1600609166

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular titulado: "Análisis documental del control biológico sobre el minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella* Guerin-Meneville) del café".

KARINA MARIA ELENA CARRERA SANCHEZ

Firmado digitalmente por KARINA MARIA ELENA CARRERA SANCHEZ
Fecha: 2021.03.07 17:45:58 -05'00'

_____

Dra. Karina Carrera Sánchez

Presidente del Tribunal

_____

MSc. Sandra Soria Re

Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
MARIA ADELA VALDES SAENZ

_____

Dra. María Adela Valdés

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

Quien suscribe el presente Dr. Segundo Benedicto Valle Ramírez con CI: 1600538894, certifica que el Trabajo de Integración Curricular titulado: "Análisis documental del control biológico sobre el minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella* Guerin-Meneville) del café", ha sido examinado a través del sistema Antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 5 %.

En el cantón Pastaza, a los 25 días del mes de enero del 2021.

Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO
BENEDICTO VALLE
RAMIREZ

Dr. Segundo Benedicto Valle Ramírez, PhD.

Director del Trabajo de Integración Curricular

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento eterno a mi Dios que con su amor infinito me supo direccionar por un buen camino y me ayudó a vencer los obstáculos que se presentaron a lo largo de estos cinco años estudio.

A mi madre espiritual la bendita Virgen María quién fue y es mi socorro, que con su dulzura y vida santa me supo levantar de cada una de mis dificultades y que protege con su amor incondicional.

Mi eterna gratitud a mis padres Rigoberto Ambuludi y Mirian Paredes quiénes fueron testigos de mis triunfos y fracasos. Sus valores me enseñaron a ser responsable, respetuosa y justa. También, agradecerle por su amor, esfuerzo, consejo y sostenibilidad económica si no, no estaría aquí donde estoy.

A mi compañero de trabajo Danny Mafla quién se convirtió en un gran amigo. Su apoyo, dedicación, paciencia, y consejos fueron puntos indispensables para enfocarme y poder culminar este trabajo de investigación.

Gracias, al Dr. Segundo Valle director de este trabajo de integración curricular final que, durante este proceso de investigación, nos ha sabido guiar con su amplio conocimiento y experiencia sobre el tema. También, por su paciencia, motivación y tiempo que nos dedicó para obtener un buen resultado.

A la Dr. Karina Carrera quién fue docente de la asignatura de Investigación Formativa, ella nos supo direccionar e impulsar para alcanzar ciertos conocimientos que nos ayudaron a realizar una buena investigación.

Mireya Ambuludi

AGRADECIMIENTO

Antes que nada, quiero agradecer a Dios por sus bendiciones, por la salud, la sabiduría y la inteligencia para llegar a cumplir mis metas.

A mis padres, de manera especial a mi mamá, Norma Acurio, por ese apoyo desinteresado que ha tenido conmigo, de estar siempre pendiente de que avance, que continúe.

A mi abuelo Vicente Acurio por el apoyo brindado desde el inicio de mi carrera, por darme un espacio en su casa para poder establecer mi lugar de estudio.

A mis padrinos, César y Carmela, por darme ese apoyo emocional y laboral en mis primeros años de carrera.

Al padre Aldo Wila, por ser ese apoyo constante, ayudándome a ver nuevas perspectivas de vida y siempre tratando de buscar oportunidades para crecer, profesional y humanamente.

A Zoila, por ser ese apoyo en momentos difíciles, de estar cuando más la necesitaba y sobre todo por sacar siempre la mejor versión de mí.

A mi compañera y amiga, Mireya Ambuludi, por aceptar hacer este trabajo conmigo, por su paciencia, responsabilidad, constancia y por el apoyo, moral y académico, que me ha sabido brindar a lo largo de este tiempo de trabajo juntos.

A mis amigos: Carolina, Dalia, Carolina, Deisy, Bryan, Luis y Estefania, por ese apoyo, por su amistad, por estar cuando más se les necesitaba.

Al Dr. Segundo Valle Ramírez director de este trabajo de integración curricular final, quien con sus conocimientos, dedicación, paciencia y motivación nos ha sabido acompañar en nuestra formación universitaria.

A la Dr. Karina Carrera por su labor como docente, que ha sabido direccionarnos durante la cátedra de Investigación Formativa, con su paciencia, motivación, como lo haría una madre por sus hijos.

Danny Mafla

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a la Virgen María que sin su bendición daría no lo habría logrado. De manera muy especial a mis padres Rigoberto Ambuludi y Mirian Paredes que, con su trabajo, apoyo incondicional y a pesar de las dificultades presentes durante estos cinco años me supieron enseñar el camino hacia la superación y he podido culminar mi estudio de tercer nivel.

Mireya Ambuludi

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a la Virgen María que, como madre, siempre ha estado ahí brindándome ese consuelo y apoyo desinteresado y misericordioso. También, dedicar este trabajo a mis padres, Martín Mafla y Norma Acurio, porque a pesar de las luchas diarias, han logrado sacar a sus cinco hijos adelante. Son cinco años y medio, donde mi madre ha sido ese pilar de apoyo, y en el cual me he sabido apoyar y lograr esta meta en mi vida. Ella ha confiado en mí, y ha luchado día y noche por verme como un profesional.

Danny Mafla

RESUMEN

El minador de la hoja del café, *Perileucoptera coffeella*, afecta la capacidad fotosintética de la planta de café en un 50 % y la producción de frutos en un 40 %, provocando defoliaciones del 67 %, obteniendo una baja productividad del 52 %. Los insecticidas químicos han causado resistencia, brotes de nuevas plagas, intoxicaciones, contaminación a nivel humano, animal y ambiental. El objetivo de este estudio fue analizar documentalmente la aplicación potencial del control biológico sobre el minador de la hoja *P. coffeella* del café. Se realizó revisiones sistemáticas sobre eficacia del control biológico en bases de datos: Scopus, Science Direct, Springerlink, Scielo, Redalyc, Latindex, Google Académico, libros, tesis de pregrado y posgrado. Se hizo una lectura crítica de los documentos bibliográficos seleccionados y elaboración de tablas de análisis y síntesis. El control biológico es una alternativa viable y sustentable para el medio ambiente. La bacteria *Bacillus thuringiensis*, presenta una eficiencia del 50 %. *Beauveria bassiana*, en su estado natural posee un 26 % de eficacia. El parasitoide, *Closterocerus coffeellae*, tiene una eficiencia de 82.9 % contra el minador. Los depredadores: *Polybia scutellaris*, tuvo 90 % de depredación contra el minador en su estado larval y *Pseudomyrmex simple* con 60 % en el estado de pupa de *P. coffeella*.

Palabras claves: control biológico, *Perileucoptera coffeella*, bacterias, hongos, parasitoides, depredadores.

ABSTRACT

The coffee leaf miner, *Perileucoptera coffeella*, affects the photosynthetic capacity of the coffee plant by 50 % and fruit production by 40 %, causing defoliation of 67 %, resulting in a low productivity of 52 %. Chemical insecticides have caused resistance, outbreaks of new pests, poisoning, contamination at human, animal and environmental levels. The objective of this study was to document the potential application of biological control on the coffee leaf miner *P. coffeella*. Systematic reviews on biological control efficacy were carried out in databases: Scopus, Science Direct, Springerlink, Scielo, Redalyc, Latindex, Google Academic, books, undergraduate and graduate theses. A critical reading of the selected bibliographic documents was made and tables of analysis and synthesis were elaborated. Biological control is a viable and sustainable alternative for the environment. The bacterium *Bacillus thuringiensis*, presents an efficiency of 50 %. *Beauveria bassiana*, in its natural state has 26 % effectiveness. The parasitoid, *Closterocerus coffeellae*, has an efficiency of 82.9 % against the leaf miner. The predators: *Polybia scutellaris*, had 90 % predation against the leafminer in its larval stage and *Pseudomyrmex simple* with 60 % in the pupal stage of *P. coffeella*.

Keywords: biological control, *Perileucoptera coffeella*, bacteria, fungi, parasitoids, predators

TABLA DE CONTENIDOS

Capítulo 1 : Introducción 1

1.1. Planteamiento del problema 1

1.2. Objetivo General 3

1.3. Objetivos Específicos 3

1.4. Justificación 3

Capítulo 2 : Fundamentación Teórica 6

2.1. Control biológico 6

2.2. Descripción del minador de la hoja *P. coffeella* del café 6

2.2.1. Clasificación taxonómica del minador de la hoja de café 7

2.2.2. Características morfológicas del minador de la hoja de café 7

2.2.3. Características biológicas del minador de la hoja de café 7

2.2.4. Daños del minador en el café 8

2.3. Enemigos naturales: bacterias y hongos entomopatógenos, parasitoides y depredadores 9

2.4. Origen de *B. thuringiensis* 9

2.4.1. Taxonomía 9

2.4.2. Ciclo de vida 10

2.4.3. Morfología 10

2.4.4. Multiplicación 10

2.4.5. Modo de acción 10

2.5. Hongos entomopatógenos en el control de la plaga 11

2.6. Descripción de *B. bassiana* 11

2.6.1. Taxonomía 11

2.6.2. Ciclo de vida 12

2.6.3. Multiplicación 12

2.6.4. Modo de acción 13

2.7. Parasitoides 13

2.8. Origen de Eulophidae 13

2.8.1. Taxonomía 14

2.8.2. Ciclo de vida 14

2.8.3. Morfología 14

2.8.4. Modo de acción 15

2.9. Depredadores 15
2.9.1. Características generales de los depredadores 15
2.10. Taxonomía avispa 16
2.10.1. Ciclo de vida 16
2.10.2. Morfología 17
2.10.3. Modo de acción 17
2.11. Taxonomía hormiga 17
2.11.1. Ciclo de vida 18
2.11.2. Morfología 18
2.11.3. Modo de acción 18
2.12. Beneficios ambientales del uso del control biológico sobre el minador del café 18
Capítulo 3 : Metodología de la investigación 19
3.1. Tipo de Investigación 19
3.2. Métodos de Investigación 19
Capítulo 4 : Resultados 22
4.1. Resultados de eficacia del control biológico sobre el minador de la hoja del café en condiciones de laboratorio 22
4.1.1. Eficacia de *B. thuringiensis* 22
4.1.2. Eficacia de *B. bassiana* 24
4.1.3. Eficacia de Parasitoides 26
4.1.4. Eficacia de Depredadores 28
4.2. Beneficios ambientales en el uso del control biológico sobre el minador del café 29
CONCLUSIONES 31
RECOMENDACIONES 32
REFERENCIAS 33

Capítulo 1 : Introducción

1.1. Planteamiento del problema

El café (*Coffea* spp.) ha sido parte primordial para muchos países, tanto económica como políticamente, ha brindado oportunidades de trabajo a millones de personas en diferentes partes del mundo (Beltrán, 2020). Ecuador, también forma parte de los principales países en la exportación mundial del café. La producción de esta semilla es un motor para la economía ecuatoriana: genera ingresos a las familias, beneficia a los actores de la cadena productiva como comerciantes, transportistas, exportadores, microempresarios y obreros (Pozo, 2014).

Pero no todo ha sido rentable, la producción del café ha tenido bajas en la producción según lo mencionado por Rueda et al. (2016). De acuerdo, con Giraldo y Postali (2017), la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari 1867) y el minador de la hoja *Perileucoptera coffeella* (Guerin-Meneville) de café, son las plagas que más afectan al café a nivel mundial. Dentro del orden Lepidoptera se describe a *P. coffeella*, como la especie que causa la mayor afectación en el café (Bacca, Saraiva y Lima, 2012).

El desarrollo y afectación del insecto dependerá de la variedad del café, la temperatura, humedad relativa y la precipitación (Giraldo y Postali, 2017). Su capacidad de replicación se manifiesta de una manera peculiar. Si la temperatura media es de 18º C, llegan a tener seis generaciones al año, pero si esta sube a los 22º C, pueden llegar a las 10 generaciones, de acuerdo con Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2016). Lomelli (2011) manifiesta que debido al aumento de la temperatura los niveles de infestación y el umbral de daño (UD) en el café, suben.

El mayor ataque ocurre en la estación de verano causando graves afectaciones (Beltrán, 2020). El daño es producido por las larvas de esta plaga cuando se alimenta del mesófilo de la hoja, que con el tiempo la hoja adquiere un color marrón oscuro por los excrementos del mismo (SENASICA, 2016). A juicio de Daza y Gallardo (2017), este minador, afecta la capacidad fotosintética de la planta hasta en un 50 % y la producción de sus frutos en un 40 %. Rueda et al. (2016) añaden, que las defoliaciones en el café alcanzan un 67 % y las bajas de productividad decae en un 52 %.

De acuerdo, con Alves et al. (2011) y Zampiroli (2016) una de las maneras de controlar las afectaciones del minador es usando el control químico o los llamados insecticidas sintéticos, que se ha venido usando desde varios años atrás. El objetivo del productor al usar este medio de control fitosanitario es reducir las infestaciones que la plaga pueda producir y mantenerse en el mercado; pero tiene sus desventajas y resultados negativos contra el ambiente y de manera especial contra los enemigos naturales de la plaga en mención. El manejo del minador de la hoja del café se realiza por aspersión y contacto con insecticidas químicos piretroides y organofosforados (Rueda et al., 2016).

Algunos productores de café recomiendan utilizar insecticidas del grupo organofosforados como Lebaycid 500 E.C (FENTION) y Lorsban 4 E.C (CLORPIRIFOS) por ser de amplio espectro (Gutiérrez, 2017). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) cada año a nivel mundial aproximadamente existen millones de intoxicaciones accidentales y provocadas; lo que genera contaminación a nivel humano, animal y ambiental provocando desequilibrios biológicos y, resistencia a las plagas (Fernández, Mancipe y Fernández, 2010). Por lo tanto, para poder implementar el control químico los caficultores deben planificar su costo, esto representa del 10 al 15 % de los costos de producción, en dependencia de la gestión y la productividad cultural y de los precios del café (Ecoli, 2010).

Adicionalmente, Domingos, Freitas, Lopes y Zacarias (2011) plantearon que el uso de estos insecticidas sintéticos causa brotes secundarios de insectos plaga y adquieren resistencia a estos químicos; esto hace que el caficultor caiga en un círculo vicioso por querer controlar la plaga. Esto no es bueno ni sustentable a largo plazo. Por ello, se propuso recopilar información bibliográfica para que los caficultores de la Amazonía ecuatoriana conozcan el control biológico (CB) que se puede usar para el manejo efectivo del minador de la hoja del café.

1.2. Objetivo General

Analizar documentalmente el control biológico sobre el minador de la hoja *Perileucoptera coffeella* del café.

1.3. Objetivos Específicos

- Describir los resultados de eficiencia del control biológico sobre el minador de la hoja del café en condiciones de laboratorio.
- Identificar los beneficios ambientales con relación al uso del control biológico del minador de la hoja en el cultivo del café.

1.4. Justificación

El minador de la hoja es difícil de controlar, el agricultor en el intento de eliminar este insecto plaga de su cultivo de café usan indiscriminadamente agroquímicos, realizando mezclas entre diferentes insecticidas alterando la dosis establecida o incrementando la aplicación por temporada (Beltrán, 2020).

Malpartida, Narrea y Dale (2013) mencionaron que el uso de agroquímicos para el control de plagas resulta efectivo, pero termina ocasionando problemas a polinizadores. Además, Paredes, Campos y Cayuela (2013) manifestaron que la aplicación de estos métodos de control manifiesta problemas, que afectan tanto a la sostenibilidad y la calidad de las cosechas como, a la salud de las personas y los ecosistemas naturales. También, Nava, García, Camacho y Vázquez (2012) describieron que el sector productivo agrícola hoy en la actualidad busca mejorar la productividad y su competitividad, esto ha provocado una serie de problemas económicos y ambientales.

Para realizar la aplicación del control biológico y tener menos impacto económico y ambiental se utilizará enemigos naturales como: bacterias, hongos, parasitoides y depredadores los cuales, van a controlar o eliminar la presencia del minador de la hoja en el café (Cortez y Valenzuela, 2013).

Oliveira (2020) mencionó que, las especies del género *Bacillus*, que pertenecen al Reino de las bacterias, son importantes en el control de insectos plaga (Oliverira, 2012). El uso de *Bacillus* no es perjudicial para los mamíferos y vertebrados, no es tóxico contra las plantas y su modo de acción es selectivo para el ataque de insectos. Por ende, las especies más usadas de este género son: *Bacillus thuringiensis* (Berliner) y *Bacillus sphaericus* (Neide y Meyer).

Según Gandarilla, Morales, Pereyra, Santos y Zapata (2018), en los últimos años los hongos entomopatógenos se han convertido en una alternativa de suma importancia al ser un controlador biológico. Estos hongos son producidos en varios países para el control de lepidópteros y coleópteros (Malpartida, Narrea y Dale, 2013). Para el control de *P. coffeella* se utiliza un hongo muy conocido y estudiado como la *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., considerado de amplio espectro y gran efectividad para controlar insectos plaga (Ahmed y Shahzad, 2014).

Otra forma de control biológico son las avispas, se encuentra dentro de la Familia (Eulophidae), posee coloraciones iridiscentes, se registran más de 4 288 especies, divididas en 294 géneros, de los cuales 114 se encuentran reportados en el Centro y Sur de América. Estas avispas son endoparasitoides: se alimentan y desarrollan dentro del minador ocasionándole la muerte, y ectoparasitoides: la avispa se encuentra adherida a un lado del minador succionando sus fluidos hasta matarla (Rueda, Constantino, Gil, Ortega y Benavides, 2018).

Vergara y Yepes (2000) mencionaron que, dentro de cada sistema de cultivo existen insectos, aún en las más pequeñas cantidades, que deben alimentarse de otros para vivir. Su tipo de alimentación es variada, desde: huevos, gusanos, piojos o áfidos, u otras formas insectiles. Pueden alimentarse en el mismo lugar que las presas son cazadas o llevadas a sus sitios de vivienda, donde alimentan a sus crías. En toda su etapa de vida pueden ingerir varios de estos insectos, pues son muy móviles y hábiles para cazar. Algunos de estos insectos cazan diferentes tipos de presas y otros se especializan en un número limitado de ellas, a estos tipos de enemigos naturales los denominaron depredadores. Se puede incluir a varias avispas y hormigas como depredadoras por su tipo de alimentación que presentan.

Como se describió anteriormente, existen varias alternativas de enemigos naturales potenciales contra *P. coffeella.* Según la revisión literaria no se encontró un análisis documental sintetizado donde se mencione el control biológico del minador de la hoja del café en la Amazonía ecuatoriana. Por ello, se estableció realizar un análisis documental de la aplicación del control biológico sobre el minador de la hoja del café. Esto tiene como finalidad brindar al caficultor de la RAE (Región Amazónica Ecuatoriana) alternativas de implementación fitosanitaria en el cultivo de café sin afectar al ambiente y económicamente rentable a largo plazo.

Capítulo 2 : Fundamentación Teórica

2.1. Control biológico

Santos, Diánez, De Cara, Camacho y Tello (2010) definieron el control biológico como una reducción de la incidencia o severidad de una enfermedad. Este control se da de forma natural y espontánea en la naturaleza, teniendo como resultado un equilibrio natural, donde el control es la regla y la enfermedad la excepción. Gutiérrez, Robles, Santillán, Ortiz y Cambero (2013) conceptualizaron que el CB involucra a organismos benéficos que actúan sobre organismos plaga. Por lo que el objetivo es reducir la población de uno o más organismos plaga de manera temporal o permanente.

Hernández et al. (2019) manifestaron que el CB es una alternativa viable y segura para el medio ambiente. Esta práctica se basa en el uso de organismos vivos para combatir los insectos plaga. Se menciona a microorganismos entomopatógenos como las bacterias, en donde el más representativo es *B. thuringiensis* (Bt), su actividad es producir una parálisis en el intestino del insecto al ser ingerida, impidiendo que se siga alimentando y por ende muere. Tenemos a hongos entomopatógenos como el *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin; parasitoides como *Telenomus remus* (Nixon).

El uso de esta alternativa de manejo de plagas y enfermedades va a depender en gran medida del enemigo natural que se use para combatir a la plaga. Por ello, es necesario conocer la taxonomía, biología, ecología y comportamiento del agente de interés. Según, Gutiérrez et al. (2013), los enemigos naturales se les clasifica de la siguiente manera: parasitoides, depredadores y patógenos (hongos, bacterias, virus, nemátodos y protozoarios).

2.2. Descripción del minador de la hoja *P. coffeella* del café

De acuerdo, con Constantino (2011), Rodrigues (2015) y Beltrán (2020) el origen del minador de la hoja de café es de África Central, descrita de las islas Guadalupe y Martinica en las Antillas en el año 1842. Se determinaron tres tipos de especies distintas: *Leucoptera meyricki* (Ghesquiere 1940), *L. comma* (Chesquiere 1940) y *L. caffeina* (Washbourn 1940), donde la especie *L. coffeellum* Guerin-Meneville se encuentra en Centro América y Suramérica.

2.2.1. Clasificación taxonómica del minador de la hoja de café

Según EPPO (2014), SENASICA (2016) y CABI (2019) la taxonomía del minador del café es la siguiente:

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Lyonetiidae

Género: *Perileucoptera*

Especie: *coffeella*

2.2.2. Características morfológicas del minador de la hoja de café

Ninahuamán y Ninahuamán (2018), Losada y Cabrera (2019) describen las características morfológicas del minador en las cuatro etapas que éste posee (huevo, larva, pupa y adulto):

- El huevo es de forma ovalada, ligeramente amarillenta y aplanado basalmente, mide entre 0.2 a 0.3 mm de diámetro.
- En estado larval son de color amarillo brillante que tiende a color verde amarillo, miden de 2 a 4 mm de largo y 0.5 mm de ancho, tienen forma cilíndrica, sus mandíbulas son bien desarrolladas.
- Cuando llega al estado de pupa es de color amarillento con una forma ovalada, que al final llega estrecharse y con una variada segmentación.
- Los adultos son mariposas de 2.5 mm de largo, con un color blanco plateado, tiene dimorfismo sexual, con una relación de sexos 1:1.

2.2.3. Características biológicas del minador de la hoja de café

De acuerdo con Aguilera (2013), Ninahuamán y Ninahuamán (2018), y Losada y Cabrera (2019) el minador de la hoja del café pasa por cuatro etapas de vida: huevo de 6 a 7 días, larva de 2 semanas, pupa de 6 a 8 días y adulto (macho 10 a 12 días) y (hembras 8 generaciones en un año).

En la etapa de adulto es una mariposa de 2.5 mm de largo, de hábitos nocturnos; la hembra coloca de tres a siete huevos en el haz de la hoja, depositando en su corto periodo de vida (dos a tres semanas) 70 huevos; los huevos recién puestos son cristalinos; las larvas emergen a los sietes días, dura dos semanas y pasa por cuatro mudas; el estado de pupa va de cinco a ocho días; al final, de los capullos emergen los adultos (Constantino, 2011). El desarrollo y afectación del insecto dependerá de la variedad del café, la temperatura, humedad relativa y la precipitación (Giraldo y Postali, 2017).

Rodrigues da Silva (2018) afirmó que el ciclo biológico de *P. coffeella* dura aproximadamente de 19 a 87 días, esta variación dependerá de las diferencias de temperatura y precipitación. En los períodos secos se presentan mayores poblaciones de este minador de la hoja de café. Sánchez (2018) y Rodrigues (2015) explican que al existir una alta temperatura y baja humedad relativa el estado larval es más corto. La temperatura para su desarrollo favorable oscila entre 27 a 30º C. Los meses de mayor afectación inician en enero, llegando alcanzar su pico máximo de producción en marzo y abril, llegando a decaer a partir de mayo por causa de las lluvias. La altitud adecuada para su desarrollo óptimo es de 400 – 1 100 msnm.

2.2.4. Daños del minador en el café

El minador de la hoja del café es un insecto plaga que provoca más afectaciones en temperaturas altas entre 22 y 25º C (Constantino et al., 2011). Se considera un daño cuando se observa que la planta esta marchita, presentando decoloraciones y necrosis en cochinillas, hormigas y hongos; desarrolla una costra que envuelve a la raíz principal y raíces secundarias ocasionando la muerte de la planta (Sánchez, 2018).

Según Rueda (2016) y Beltrán (2020) el daño ocurre cuando la larva de *P. coffeella* agujerea la parte superior de la epidermis de la hoja del café y se introduce en el mesófilo, alimentándose del tejido, formando necrosis, minas o galerías continuas e irregulares y anillos muy notorios. Las minas activas se identifican por su halo de color amarillo que se encuentra alrededor de la lesión necrosada. Se estima que el nivel de daño económico en la producción es del 30 %.

2.3. Enemigos naturales: bacterias y hongos entomopatógenos, parasitoides y depredadores

El hombre, los agricultores, los técnicos en busca de alternativas para reducir la incidencia de plagas, así como también, mejorar la producción de café, se ha visto en la necesidad de implementar en sus sistemas de producción, el manejo de enemigos naturales contra el minador de la hoja del café (Vergara y Yepes, 2000).

Dentro de este grupo de enemigos naturales encontramos una bacteria Gram positiva, *B. thuringiensis*. Tiene forma de bastoncillo y es de carácter esporulante. Se ha aislado en diferentes ecosistemas: suelo, agua, insectos muertos, polvos de silos, hojas de árboles de hoja caduca, diversas coníferas, mamíferos insectívoros y hasta en tejidos humanos con necrosis severa (Palma, Muñoz, Berry, Murillo y Caballero, 2014).

2.4. Origen de *B. thuringiensis*

Según Sanahuja, Banakar, Twyman, Capell & Christou (2011) las esporas de *B. thuringiensis* han sido usadas ya en el antiguo Egipto. El biólogo japonés Shigetane Ishiwatari aisló por primera vez la bacteria y la llamó *Bacillus sotto* (Ishiwata 1901). Ernst Berliner, diez años después, aisló la misma bacteria en una polilla de harina *Ephestia kuehniella* (Zeller 1879) mediterránea enferma y la denominó *B. thuringiensis*.

2.4.1. Taxonomía

Pilo y Frey (2011), Liu et al. (2015) y López (2015) mencionaron que la taxonomía bacteriana incluye las características fenotípicas, así como las genotípicas y ello conduce a la nomenclatura binomial biológica de *B. thuringiensis* que se presenta a continuación:

Dominio: Bacteria

Filo: Firmicutes

Clase: Bacilli

Orden: Bacillales

Familia: Bacillaceae

Género: *Bacillus*

Especies: *thuringiensis*

2.4.2. Ciclo de vida

López (2015) describió el ciclo de vida de Bt en dos fases: la primera que se caracteriza por tener un crecimiento vegetativo, siempre y cuando haya un ambiente nutritivo, y la segunda es por esporulación, la cual se genera en ambientes de poco sustrato alimenticio.

2.4.3. Morfología

Los *Bacillus* son bacterias aeróbicas Gram positivas, tienen forma de bastoncillos, que éstos a su vez forman esporas que son esparcidas en el ambiente (Liu et al., 2015).

2.4.4. Multiplicación

Las cepas de Bt producen una gran variedad de proteínas insecticidas activas contra larvas de diversos órdenes de insectos. Las cepas sintetizan toxinas Crystal (Cry) y citolíticas (Cyt) (conocidas como δ-endotoxinas), al inicio de la esporulación y durante la fase de crecimiento estacionario como inclusiones cristalinas paraesporales (Palma et al., 2014).

2.4.5. Modo de acción

Liu et al. (2015) mencionaron que Bt es una bacteria que mundialmente se está usando en la agricultura como biopesticida basado en la producción de varias toxinas cristalinas. Sanahuja et al. (2011) y Palma et al. (2014) en varias investigaciones se han ido descartando teorías, se pensó que el ingrediente activo era un patógeno invasivo transmitido por los alimentos, analizando cuidadosamente, se vio que las tripas de las orugas que se alimentaban de alimentos contaminados tenían una rotura de los cilios en el borde en cepillo de las células epiteliales del intestino medio, seguida de una inflamación y lisis celular. Al liberarse el contenido intestinal (incluido las esporas bacterianas) las bacterias se reproducen y al agotarse el suministro nutritivo, estas esporulan y se expanden a otro huésped (cadáver o vegetación contaminada).

Su importancia radica en su efectividad contra insectos, nemátodos, protozoos y tremátodos. Las toxinas emitidas por *Bacillus* no es dañina contra los vertebrados, puesto que las condiciones internas del sistema digestivo no son las ideales para su proliferación y efecto. Su acción es muy conocida para los lepidópteros (López, 2015).

2.5. Hongos entomopatógenos en el control de la plaga

Los hongos entomopatógenos son microorganismos que poseen varios beneficios para los sistemas de producción agroecológicos, tienen la capacidad de controlar colonias de insectos plaga, son una alternativa para disminuir el deterioro del medio ambiente (Motta y Murcia, 2011). Estos hongos son utilizados como una alternativa para el manejo integrado de cultivos (Ramírez, Morales, Alatorre, Mena y Méndez, 2019).

Prieto (2019) describe que en la actualidad se han identificado más de 750 especies de hongos entomopatógenos de los cuales, más de 10 especies han sido utilizadas para el control biológico de insectos plaga. Los más usados a nivel mundial son: *M. anisopliae* (33.9 %), *B. bassiana* (33.9 %), *Isaria fumosorosea* (antes *Paecilomyces fumosoroseus*) (5.8 %) y *Beauveria brongniartii* (Sacc) Petch (4.1 %).

2.6. Descripción de *B. bassiana*

B. bassiana es un hongo entomopatógeno imperfecto, cosmopolita, su reproducción se realiza de forma asexual por esporas (conidios) y entra a la clasificación de hongos superiores (Castillo et al., 2012). Este hongo entomopatógeno es uno de los más estudiados y usados en diferentes países por su amplio espectro; es así, que hoy en día se lo utiliza para controlar a insectos plaga entre ellos se encuentra *P. coffeella* (Gandarilla, et al., 2018).

2.6.1. Taxonomía

Según Prieto (2019) la clasificación taxonómica de *B. bassiana* es la siguiente:

Reino: Fungi

División: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Subclase: Sordariomycetidae

Orden: Hypocreales

Familia: Cordycipitaceae

Género: *Beauveria*

Especie: *bassiana*

2.6.2. Ciclo de vida

El ciclo de vida de *B. bassiana* se divide en fase infectiva y fase reproductiva. La fase infectiva empieza desde la germinación de la espora sobre el integumento del insecto plaga hasta ocasionarle la muerte, donde los factores de crecimiento están relacionados con las condiciones nutricionales, temperatura y humedad que posee el huésped. La fase reproductiva es visible después de la muerte del insecto, presenta dos etapas: miceliación y esporulación, las condiciones abióticas (humedad relativa y temperatura) son imprescindibles para que se cumplan estas dos etapas (Calle, 2013).

2.6.3. Multiplicación

García, Cappello, Lesher y Molina (2011) describieron que para la reproducción de *B. bassiana*, es necesario utilizar cepas nativas, en caso de ser exportadas necesitan un período de adaptabilidad. Este hongo es aislado e inoculado en un medio de cultivo: Papa Dextrosa Agar (PDA) y Sabouraud Dextrosa Agar (SDA) enriquecido con Extracto de Levadura (EL), la incubación debe ser a una temperatura de 20° C a 25° C ± 2° C. Al presentar *B. bassiana* un crecimiento tardío, circular, llegando a alcanzar 20 mm de diámetro en 10 días, tendría bajo nivel de control para el minador.

Según Rimachi (2018) *B. bassiana* puede ser multiplicada de forma artesanal con sustratos naturales como: arroz, cebada, maíz, frejol, trigo, ñelen (arrocillo) y soya. Los más utilizados son el arroz y el maíz. La multiplicación artesanal comienza con un cultivo puro que se denomina hongo, patrón o semilla.

El medio de cultivo se puede preparar con diferentes sustratos como: (50 g de arroz + 60 mL de agua), (cascarilla de arroz molida + arroz + agua) y (cascarilla de arroz entera + ñelen + levadura de cerveza). Posteriormente, esterilizar el medio de cultivo con "baño maría" a 98° C/40 minutos. Se procede a la siembra del hongo en el medio esterilizado, se deja la maduración del hongo a una temperatura de 25 - 27° C/15 días. El siguiente paso es diferenciar la identidad de la cepa. A continuación, se almacena las botellas que contienen el hongo desarrollado a temperatura ambiente, se recomienda la aplicación en los 10 primeros días, al no utilizarlo rápido, guardar en temperatura de 5º C por último se cosecha el hongo.

2.6.4. Modo de acción

B. bassiana al entrar en contacto con las células de la epicutícula del insecto plaga, se adhieren e hidratan. Estas células germinan y penetran la cutícula una vez dentro las hifas crecen destruyendo estructuras internas; presentan síntomas como pérdida de la sensibilidad, falta de coordinación, adormecimiento, inapetencia, melanización, parálisis y la muerte, después de unas horas de la muerte y con condiciones climáticas favorables las esporas del hongo emergen del cadáver y se propagan para infectar a nuevos insectos (Malpartida et al., 2013; Cuervo, López, Trujillo, Fernández y Vélez, 2018).

Chino (2014) señaló que los conidios de *B. bassiana* son sensibles a la luz solar, por tal motivo las formulaciones deben contener protector solar para que tenga una mayor duración en el medio ambiente. Para la preparación, primero se separó los conidios del sustrato empleado (arroz, trigo, maíz, cebada, etc.). Luego, se mezcla con agua y aceite agrícola como: adherente, emulsionante y protector solar para los conidios. Posteriormente, la mezcla es filtrada al ser colocada en la bomba aspersora de mochila o la de motor, se completa con agua los 15 ó 20 L. Se recomienda que la aplicación se realice en la tarde, días nublados, después de lluvias. No se recomienda aplicar a plena luz solar porque se reducirá su efectividad.

2.7. Parasitoides

2.8. Origen de Eulophidae

La familia Eulophidae es de origen africano se encuentra distribuida en varios países de Latinoamérica y el Caribe, son utilizados como enemigos naturales para el control de insectos plaga, son endoparasitoides y ectoparasitoides (López, Infante y Castillo, 2010).

2.8.1. Taxonomía

Según Rueda, Constantino, Gil, Ortega y Benavides, (2018) la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Animal

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Familia: Eulophidae

Género: *Closterocerus, Chrysocharis, Mirax* y *Achrysocharoides.*

Especie: *coffeellae* (Ihering, 1914), *livida* (Ashmead) y *insularis* (Muesebeck)

2.8.2. Ciclo de vida

Ríos (2011) describió que, el ciclo de vida de los parasitoides comienza desde que la hembra adulta deposita los huevecillos en el hospedero, estos huevecillos maduran y nacen, los cuales se encuentran en estado larval y se alimentan de su hospedero, ocasionando la muerte inmediata. La larva pasa a estado de pupa donde no necesita de alimento y finalmente pasa al estado de adulto donde, se repite las etapas de vida.

2.8.3. Morfología

Los parasitoides son invertebrados y poseen una simetría bilateral, se caracterizan por la unión de tres segmentos: cabeza, tórax y abdomen. La cabeza está compuesta por un par de ojos compuestos y ojos simples (ocelos) que se encuentran ubicados en la región dorsal, un par de antenas sensoriales ubicados delante o entre los ojos y el aparato bucal. El tórax está compuesto por protórax, mesotórax y metatórax donde se encuentran ubicadas los dos pares de alas y los tres pares de patas. Considerando al tórax como el segmento locomotor del parasitoide. Por último, se encuentra el abdomen, que contiene el sistema digestivo, reproductor, excretor y está formado por 10 a 11 anillos (Moreno y López, 2017).

2.8.4. Modo de acción

Ochoa (2013) mencionó que, en la búsqueda de medidas amigables con el medio ambiente, para el control de *P. coffeella* se estableció una relación entre huésped y parasitoide. Llevar las avispas al campo para que depositen sus huevos en las larvas y pupas del minador de hoja del café para eliminar o controlar su población.

Este tipo de control es bueno porque no genera efectos nocivos para el ser humano, el medio ambiente, no causa la muerte de otros insectos benéficos, no genera resistencia de las plagas, posee una relación entre costo y beneficio positivo para la producción del café (Bado, Blum y Santos, 2013).

2.9. Depredadores

2.9.1. Características generales de los depredadores

Flint, Dreistadt & Clark, (1998) definen a un depredador como un organismo que ataca, mata y consume varios o muchos otros individuos durante su ciclo de vida. Ayudan a mantener la estabilidad de los ecosistemas, alimentándose de una gran variedad de presas. De acuerdo, con Le Caltagirone y Doutt, (1989) los depredadores tuvieron sus orígenes en el exitoso programa para el control de la cochinilla acanalada *Icerya purchasi* (Maskell) (Hemiptera: Monophlebidae) en cultivos de cítricos en California, EE. UU., entre 1888 y 1889. Urbaneja et al., (2005) manifestaron que del orden Hymenoptera la mayoría son parasitoides, pero algunas de las familias de este orden son de comportamiento depredador, las más representativas son: las hormigas (Formicidae) y dos familias de las avispas (Vespidae y Sphecidae).

2.10. Taxonomía avispa

Según Ouvrard (2021), la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Animal

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Familia: Eumenidae

Género: *Polybia*

Especie: *scutellaris*

2.10.1. Ciclo de vida

Hozumi et al., (2010) mencionaron que *P. scutellaris* (White) elaboran sus nidos con materiales vegetales y secreciones orales, que tiene la función de agente glutinante y repelente contra el agua, donde la temperatura del nido fluctúa en un rango de 25.4º C a 28.1º C. De Polania (1999) mencionó que, tan pronto se ha terminado de construir unas cuantas celdas, la reina inicia a colocar en ellas los huevos y las otras hembras subordinadas inician sus vuelos para capturar el alimento de las futuras larvas. Las presas son masticadas hasta tener una consistencia de pulpa y así proporcionadas a los inmaduros. El ciclo de vida completo de la avispa dura aproximadamente 45 días y en este momento se puede observar que algunas reinas ya fecundadas abandonan el nido donde fueron criadas y se independizan.

2.10.2. Morfología

Las avispas poseen cuatro alas membranosas, las posteriores son más pequeñas que las anteriores. La venación es reducida, ante todo en el ala posterior, la cual en la Vespidae posee un lóbulo jugal pequeño. Poseen sus partes bucales bien desarrolladas y son usadas para capturar a las presas, como medio de defensa, incluso contra el hombre. Las antenas son largas y poseen 10 o más segmentos o artejos. La tibia de las patas intermedias se caracteriza por tener dos espuelas apicales y los ganchos tarsales simples. En la familia Vespidae, el ovipositor está bien desarrollado y modificado en un aguijón. Las hembras u obreras son las únicas capaces de "picar" y en muchos casos el ovipositor solo es visible cuando se usa (De Polania, 1999).

2.10.3. Modo de acción

Las avispas, *P. scutellaris*, son depredadores que cazan y almacenan una gran cantidad de insectos presas de variados órdenes en sus nidos (Ayelen y Brown, 2013). El alimento que estos depredadores consumen es básicamente, en su parte sólida, de proteína animal, que corresponde a estados inmaduros de otros insectos o fragmentos de ellos, se encuentran a huevos, larvas o pupas de lepidópteros y coleópteros. Las avispas mastican la presa hasta obtener una especie de pulpa, para alimentar a sus larvas (De Polania, 1999).

2.11. Taxonomía hormiga

Según Carreño y Arredondo, (2020) la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Género: *Pseudomyrmex*

Especie: *simplex*

2.11.1. Ciclo de vida

P. simplex (Smith, 1877) consta de tres fases: estado de fecundación se da después del vuelo nupcial entre hembras y machos, la reina busca un espacio adecuado para las futuras hormigas y una vez las hormigas estén adultas se vuelve repetir las fases (Ríos, 2014).

2.11.2. Morfología

Hasen (2014) mencionó que, el cuerpo consta de cabeza con un par de ojos y antenas, aparato bucal, el tórax es donde se encuentran ubicados sus tres pares de patas y el abdomen posee el sistema digestivo, reproductor y el aparato excretor.

2.11.3. Modo de acción

Al ser un insecto depredador es de mayor tamaño que sus víctimas, satisface su apetito con más de una presa y siempre les ocasiona la muerte. Es cosmopolita porque se adapta a diferentes tipos de clima, para capturar su presa realizan una caza exhaustiva (Sánchez, Fontal, Sánchez y López, 1997).

2.12. Beneficios ambientales del uso del control biológico sobre el minador del café

El control mecánico y químico ocasionaron problemas de salud a los trabajadores (intoxicaciones), erosión del suelo, pérdida de la diversidad biológica, se incrementó la resistencia de plagas y enfermedades (Cuervo et al., 2018). El control biológico es una alternativa para el mantenimiento y mejora de la productividad del cultivo, lo más importante es que reducirá la contaminación del campo y mejorará la salud de los trabajadores, o de la población que tiene contacto directo o indirecto como los consumidores (Nava, García, Camacho y Vázquez, 2012).

Capítulo 3 : Metodología de la investigación

3.1. Tipo de Investigación

En el siguiente trabajo de investigación no experimental se utilizó el diseño de investigación exploratoria documental para el control biológico sobre el minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella* Guerin-Meneville) del café.

3.2. Métodos de Investigación

Para el cumplimiento de los objetivos específicos, se realizó revisiones sistemáticas que permitieron recopilar y sintetizar información de artículos de investigaciones científicas primarias u originales (Ferreira, Urrutia y Coello, 2011), relacionados en el uso del control biológico del minador de la hoja del café. Por lo tanto, se consultó las siguientes bases de datos: Scopus, Science Direct, Springerlink, Scielo, Redalyc, Latindex y Google Académico, así como también, libros y tesis de pregrado y posgrado relacionados con el uso del control biológico del minador de la hoja del café.

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico: descripción de los resultados de eficiencia del control biológico sobre el minador de la hoja del café en condiciones de laboratorio, se realizó una búsqueda en temas referentes a estadísticas sobre el control biológico de hongos, bacterias, parasitoides y depredadores contra el minador de la hoja del café. Donde, las muestras tomadas en campo fueron evaluadas en diferentes laboratorios de acuerdo con los estudios encontrados.

En el segundo objetivo específico, para la identificación de los beneficios ambientales con relación al uso del control biológico del minador de la hoja en el cultivo del café, se contempló estudios favorecedores con el medio ambiente al utilizar en cultivos de café, este método de control de plagas. Además, se tomó en cuenta, las ventajas que obtuvieron en estudios realizados anteriormente en campo.

Se realizó una búsqueda sistemática y exhaustiva de todos los artículos relevantes, con énfasis en los resultados de la eficacia del control biológico del minador en laboratorio (Ferreira, Urrutia y Coello, 2011).

No se estableció un rango de año de publicación de los artículos de investigación, debido a la escasez de información relacionada con este tema. Los artículos científicos seleccionados no tuvieron restricción del idioma de publicación, usando las bases de datos que se mencionaron anteriormente con una serie de palabras clave en inglés, portugués y español.

Los términos de búsqueda que se usaron en este estudio fueron: Control biológico, Control biológico de plagas y enfermedades, Parasitoides, entomopátogeno, *Bacillus thuringiensis,* Bt biopesticides, bactéria entomopatogênica, controle biológico, manejo integrado de plagas, *Leucoptera coffeella,* Minador de la hoja de café, *Perileucoptera coffeella,* Control biológico del minador de la hoja del café, Morfología *Perileucoptera coffeella,* Biología *Perileucoptera coffeella,* Infestación del minador de la hoja del café, Infestación de *Perileucoptera coffeella,* Principales plagas del café, Incidencia de bicho-minerio *Leucoptera coffeella*, Infestacao y parasitismo de *Leucoptera coffeella, Bacillus thuringiensis* control de *Perileucoptera coffeella* en campo,

Hongos entomopatágenos, *Beauveria bassiana,* Incidencia del minador de la hoja del café, Taxonomía de *Perileucoptera coffeella,* Taxonomía de *Beauveria bassiana,* Modo de acción de *Beauveria bassiana,* Ciclo de vida de *Beauveria bassiana, Beauveria bassiana* life cycle*,* Hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana,* Bioplaguicidas, Control químico en *Perileucoptera coffeella,* Efectos del control químico en *Perileucoptera coffeella,* Control biológico con hongos entomopatógenos, Control biológico con insectos para *Perileucoptera coffeella,* Efectividad de hongos entomopatógenos, Evaluación de acción de *Beauveria bassiana,* The integrated use of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*, Métodos de multiplicación artesanal de *Beauveria bassiana,* Multiplicación artesanal de *Beauveria bassiana.*

Eulophidae origen, Origen Eulophidae, Eulophidae taxonomía, Avispas taxonomía, Eulophidae multiplicación, Multiplicación de la clase Eulophidae, Reproducción de la clase Eulophidae, Eulophidae benéficios de este control, Eulophidae benéficios ambientales, Eulophidae reproducción de avispas, Eulophidae hymenoptera, Eulophidae especies, Two species eulophidae hymenoptera, Eulophidae ciclo de vida, Morfología de Eulophidae, Eulophidae morfología, Morfología de las avispas, Avispas parasitoides, Avispas morfología, Control biológico del minador de la hoja de café con Eulophidae, Modo de acción de las avispas y Modo acción de las avispas en campo.

Depedadores, Depredador de *P. coffeella*, Depredador del minador, *Polybia scutellaris*, *Polybia scutellaris* morfología, *Polybia scutellaris* ciclo de vida, *Polybia scutellaris* taxonomía. *Pseudomyrmex simplex* (Smith), Taxonomía de las hormigas, Taxonomía de *Pseudomyrmex simplex*, *Pseudomyrmex simplex* taxonomía, *Pseudomyrmex simplex* morfología, Partes de la hormiga, *Pseudomyrmex simplex* ciclo de vida, Ciclo de vida de *Pseudomyrmex simplex* y *Pseudomyrmex simplex* modo de acción.

Terminada la búsqueda se leyó los resúmenes de los documentos científicos encontrados y se descartó aquellos que:

- No tengan concordancia con el tema de investigación.
- Información que no tenga una fuente oficial o verificable, aquellos que no presente rigurosidad científica.
- Artículos que se encuentren publicados en revistas no indexadas.

Posteriormente, se realizó una lectura crítica de los documentos bibliográficos seleccionados y se procedió a elaborar tablas de análisis y síntesis, estas tablas facilitaron la identificación de los hallazgos que son comunes en los diferentes estudios y se efectuaron las discusiones respectivas.

Capítulo 4 : Resultados

El ser humano a lo largo de la historia en busca de mejorar su producción ha ido aplicando insecticidas sintéticos para combatir plagas y enfermedades que afectan a los cultivos. Pero no ha sabido medir las consecuencias que estos plaguicidas causarían al medio ambiente. Razón por la cual, hoy en la actualidad se busca alternativas sostenibles y sustentables, desarrollando tecnologías integradas que aseguren la supervivencia y la eficiencia de agentes biológicos controladores de plagas y enfermedades (Souza, Vázquez y Marucci, 2019).

En base al primer objetivo específico, se analizó documentalmente algunas de las alternativas de control biológico contra el minador de la hoja del café (*P. coffeella*), que afectan la productividad del cultivo. Por ende, se describen algunos resultados, de eficiencia en laboratorio, de varios controladores biológicos contra *P. coffeella*: bacterias y hongos entomopatógenos, así como, parasitoides y depredadores. Dentro de las bacterias, encontramos a una especie bastante comercializada y estudiada que es *B. thuringiensis* (Raymond y Federici, 2017); en hongos, a *B. bassiana*, tiene mucha aceptación a nivel de campo, por su adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales (Hollingsworth, et al., 2020), y a la subfamilia Entedoninae (endoparasitoide), que es un insecto que se alimenta de las larvas del minador (Rueda, Constantino, Gil, Ortega y Benavides, 2018).

4.1. Resultados de eficacia del control biológico sobre el minador de la hoja del café en condiciones de laboratorio

4.1.1. Eficacia de *B. thuringiensis*

B. thuringiensis es considerado uno de los bioinsecticidas comercial con mayor éxito, con un 97% de productos. Las toxinas llamadas proteínas Cry, son activos contra especies de lepidópteros, éstas están compuestas por moléculas de protoxina de 130-140 kDa (kilo Daltons) activadas por la proteólisis en toxinas de 60-70 kDa una vez ingeridas por larvas susceptibles (Sellami, et al., 2012).

Se presentan varios resultados de eficacia, en la Tabla 1, de Bt en el control del minador de la hoja de café y otras especies del orden Lepidoptera. Oliveira, et al. (2019) con el aislado *Bacillus* sp. 22, a una concentración de 1 x 10^8 UFC.mL^{-1} obtuvieron como resultado un 50 % de eficacia a los 7 días de la aplicación sobre *P. coffeella*. En otro estudio, Pires (2014) al utilizar el aislado Xentari (*Bt aizawai*) con 75 g.100 L^{-1}, registro una eficacia del 100 % a los 5 días de la aplicación en *Tuta absoluta* (Meyrick).

Tabla 1

Eficacia de B. thuringiensis en condiciones de laboratorio sobre P. coffeella y otras especies de Lepidopteros

Tipo de cepa (aislados)	Concentración	Insecto plaga	Localidad o zona de estudio	Resultados de eficacia (%)	Autor
B. subtilis 202	1 x 10^9 UFC.mL^{-1}	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Monte Carmelo, Brasil	80 ± 27.3^a (10 d)	Oliveira, 2020
Bacillus sp. 22	1 x 10^8 UFC.mL^{-1}	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Minas Gerais, Brasil	50 ± 22.3^a (7 d)	Oliveira et al., 2019
B. thuringiensis	1 x 10^8 esporas.g^{-1} (LC^{50})	Gusano falso medidor (*T. ni* Hübner)	Centro de Investigación Agrícola, USA	68.90 ± 22.75^a (7 d)	Sayed y Behle, 2017
Xentari® (*Bt aizawai*)	75 g.100 L^{-1}	Polilla del tomate (*T. absoluta*)	Jaboticabal, Brasil	100.0 ± 0.00^a (5 d)	Pires, 2014

La diferencia de eficacia entre Oliveira, et al. (2019) con un 50 % y Oliveira (2020) con un 80 %, puede estar relacionado de acuerdo al tipo de sistema de manejo que se realice en cada cultivo, donde los sistemas asociados proveen un microclima que está relacionado con la temperatura óptima para el crecimiento de *B. thuringiensis* que es de 30 - 35º C (Pineda y Vélez, 2018) razón por la cual existe una baja eficiencia en Oliveira, et al. (2019) ya que este estudio se realizó en temperatura de 25 ± 2º C.

Otro aspecto que pudo haber influido en una mayor eficacia en el estudio realizado por Pires (2014) es la composición o formulación de *B*. *thuringiensis,* por ejemplo: Xentari® es un producto comercial que está constituido por dos ingredientes activos (Tracer® (Espinosade) + *Bt aizawai*) mientas que, en los otros estudios de Oliveira, et al. (2019), Oliveira (2020) y Sayed y Behle (2017) las cepas aplicadas para la evaluación fueron cepas nativas sin aditivos, solo a base de *B*. *thuringiensis*.

4.1.2. Eficacia de *B. bassiana*

El hongo *B. bassiana* es un hongo con acción patogénica contra diferentes órdenes de insectos plaga: Lepidoptera, Hemiptera, Himenoptera, Coleoptera, Diptera. Al tener este hongo un amplio rango de hospederos se han elaborado algunos productos comerciales: BEA-SIN (México-Sinaloa), AGO BIOCONTROL (Colombia), OSTRINIL MYCOTROL WP Y ES BOTANICAL GARD ES, CORNGARD ES (Francia y E.U.A) Y BOTANI GARD (Japón) (Nava, García, Camacho y Vázquez, 2012).

Se han realizado varios estudios de evaluación de la eficacia de *B. bassiana* (Tabla 2) en el control de insectos del orden Lepidoptera (Sayed y Behle, 2017 y Klieber y Reineke, 2015), donde el mayor porcentaje de eficacia se manifiesta en el estudio realizado por Sayed y Behle (2017) con 63.9 ± 2.76^{a} a los 7 días de aplicación con una concentración de 1×10^{8} blastosporas.g^{-1}.

Tabla 2

Eficacia de B. bassiana para el control de diferentes especies de Lepidopteros en condiciones de laboratorio

Tipo de cepa (aislados)	Concentración	Insecto plaga	Localidad o zona de estudio	Resultados de eficacia (%)	Autor
B. bassiana	1×10^8 blastosporas.g^{-1}	Gusano falso medidor (*T. ni* Hübner)	Centro de Investigación Agrícola, USA	63.9 ± 2.76^a (7 d)	Sayed y Behle, 2017
B. bassiana (ATCC 74040)	2.3×10^5 UFC.mL^{-1}	Polilla del tomate (*T. absoluta*)	Universidad de Geisemheim, Alemania	33 – 52 % (19 d)	Klieber y Reineke, 2015
B. bassiana	De forma natural	Minador de la hoja de café *(P. coffeella*)	Managua, Nicaragua	26 %	Tórrez y Castillo, 2005

Con respecto a la eficacia de *B. bassiana* en el control *P. coffeella* se reporta una sola investigación en la que se estima que la baja eficacia puede estar relacionada posiblemente con la protección que la epidermis de la hoja ofrece al minador al encontrarse al interior de esta (Torréz y Castillo, 2005) lo cual, impide el contacto entre los conidios del hongo y la larva (Villacorta, 1983). Por otro lado, la eficacia de este hongo en campo es afectada por varios factores, como: la aplicación de la metodología para la evaluación del nivel de infestación, condiciones ambientales (temperatura y humedad) y manejo de cultivo (Torréz y Castillo, 2005; Acuña y Betanco 2007).

En zonas donde existan temperaturas altas causan la inactividad y muerte de conidios del hongo. Por lo tanto, Chino (2014) recomienda que para tener una mejor acción de las formulaciones deben contener protectores solares así, la actividad de *B. bassiana* en el campo tendría mejor viabilidad.

En condiciones de campo es posible encontrar a *B. bassiana* causando epizootias naturales sobre *P. coffeella.* Por ejemplo, Torréz y Castillo (2005) reportaron una incidencia de *B. bassiana* del 1.8 % y 2.4 % sobre el estadío larval de *P. coffeella.* En otro estudio en Ecuador, Mendoza (1995) evidenció la presencia de insectos micosados en las etapas de larvas, adultos y capullos. Estos resultados evidencian que es posible encontrar individuos micosados de esta especie en las condiciones tropicales.

4.1.3. Eficacia de Parasitoides

Los parasitoides del minador de la hoja de café han sido estudiados en varias partes del mundo. El ser humano ha buscado alternativas eficientes para el control de plagas y enfermedades dado el uso indiscriminado de insecticidas de amplio espectro que eliminan los agentes biológicos (parasitoides), razón por la cual se incrementan las comunidades poblacionales del insecto plaga (Rueda, 2016).

Dentro del amplio grupo de parasitoides que ataca al minador de la hoja del café se destacan los siguientes (Tabla 3): *C. coffeellae*, *C. livida*, *Achrysocharoides* sp. y *M. insularis*. Según los estudios realizados por Rueda (2015) y Constantino et al. (2011) el parasitoide *C. coffeellae* produjo un parasitismo sobre el minador de 82.9 % y de 80.8 % respectivamente. En otro estudio con el parasitoide *M. insularis* Le Pelley (1968) determinó una eficiencia del 80 % en Antioquía, Colombia.

Tabla 3

Eficacia de endoparasitoides en el control del minador de la hoja del café

Parasitoides	Estado de desarrollo del huésped	Insecto plaga	Localidad o zona de estudio	Resultados de eficacia (%)	Autor
C. coffeellae	Larval	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Departamento de Antoquia, Colombia	82.9 %	Rueda, 2015
C. coffeellae	Larval	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Finca la Sirena, Colombia	80.8 %	Constantino et al., 2011
C. livida	Larval	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Puerto Rico	30 %	Mendoza, 1995
Achrysocharoides sp.	Larval	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Puerto Rico	33.1 %	Gallardo, 1988
M. insularis	Larval	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Guadalupe	80 %	Le Pelley, 1968

La baja eficacia demostrada en los estudios de Mendoza (1995) y Gallardo (1988) con 30 % y 33.1 % respectivamente, puede deberse a las condiciones climáticas, enemigos naturales y los atributos de la calidad de las plantas que son los principales determinantes de la dinámica poblacional de *P. coffeella*. Además, los rasgos morfológicos, nutrientes, agentes químicos de la defensa de las plantas pueden afectar el rendimiento de la mortalidad del minador reduciendo la viabilidad del huevo y afectando los procesos fisiológicos durante la muda y metamorfosis (Awmack, y Leather, 2002) y (Pereira, Picanco, Bacci, Crespo y Guedes, 2007).

4.1.4. Eficacia de Depredadores

Los resultados de eficiencia de los insectos depredadores en el control del minador de la hoja del café, según Rodrigues (2015) es mucho mayor en comparación con los parasitoides. Para tener completo su desarrollo morfo fisiológico tienen la necesidad de cazar un gran número de larvas y pupas (Lomeli, Barrera y Bernal, 2009).

Los depredadores más frecuentes y abundantes en los sistemas tropicales son las hormigas (Lomeli, Bernal, Barrera y Quiroz, 2008) y en menor proporción las avispas (Constantino et al., 2011). En la Tabla 4, se manifiestan la efectividad de estos depredadores; donde, la *P. simplex* ataca al minador en estado de pupa con eficiencia del 60 % según Lomeli et al. (2008) y *P. scutellaris* manifestó un 90 % de depredación en el estado larval del minador (Bacci et al., 2006).

Tabla 4

Eficacia de depredadores en el control de P. coffeella

Depredador	Insecto controlador	Estado de desarrollo del huésped	Insecto plaga	Localidad o zona de estudio	Resultados de eficacia (%)	Autor
Horismenus cupreus (Ashmed, 1894)	Avispa	Larval	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Finca la Sirena, Colombia	9 %	Constantino et al., (2011)
Brachymyrmex sp. (Mayr, 1868)	Hormiga	Pupa	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Chiapas, México	30 %	Lomeli et al., (2009)
Nesomyrmex echinatinodis (Forel)	Hormiga	Pupa	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Zacatecas, México	37 %	Lomeli et al., (2008)
P. simplex	Hormiga	Pupa	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Zacatecas, México	60 %	Lomeli et al., (2008)
P. scutellaris	Avispa	Larval	Minador de la hoja de café (*P. coffeella*)	Universidad Federal de Vicosa	90 %	Bacci et al., (2006)

La población de avispas y hormigas se ven afectadas puesto que, al pasar de los años se ha observado una diferencia en la eficiencia depredadora de acuerdo con lo reportado por Bacci et al., (2006) y Constantino et al., (2011). Los caficultores en la necesidad de controlar insectos plaga han hecho uso inapropiado del control químico convencional, obteniendo desafortunadamente resultados negativos: brotes secundarios resistentes y muerte de enemigos naturales (Bacci, Picanco, Silva, Semeao y Antonio, 2000; Fernandes, Bacci y Fernandes, 2010 y Scalon, Lopes, Freitas y Zacarias, 2011). Además, en un estudio realizado por Lomeli, Barrera y Bernal (2010) se describe que, otra de las causas de la disminución en la abundancia de insectos puede ser, las variables meteorológicas: lluvia, humedad y temperatura.

4.2. Beneficios ambientales en el uso del control biológico sobre el minador del café

Para la explicación del segundo objetivo específico, se integró información de varios autores como: Rueda et al. (2016), Kulian (2017) y Sánchez (2018) que describieron, algunos de los beneficios ambientales al usar controladores biológicos contra el minador de la hoja del café son: ambientalmente sustentable a largo plazo puesto que no afecta el equilibrio biológico, regula la incidencia de insectos plaga en un sistema de cultivo, no producen residuos tóxicos que afecten el suelo y la flora microbiana, los productos cosechados no contienen químicos que dañen la salud del hombre y animal, no crea resistencia de plagas y enfermedades y económicamente es más viable para el productor.

Según Ríos et al. (2020) el empleo de bioinsecticidas a base de hongos entomopatógenos como *B. bassiana* son alternativas muy eficientes y su elevado uso se basa principalmente en su gran variabilidad genética, una gama inmensa de hospederos, fácil producción en escala industrial, formulación y aplicación. Además, se reportan que son compatibles con parasitoides, en este contexto Mora, Robles, Domínguez, Isiordia y Campos, (2019) reportan que los porcentajes de parasitismo natural en *Maconellicoccus hirsutus* (Green) por el parasitoide *Anagyrus kamali* (Moursi) fueron más altos donde se asperjó *B. bassiana*.

Para incrementar la diversidad de enemigos naturales en el agroecosistema del café se debe realizar una diversificación de la vegetación obteniendo como un fin más la fertilización verde de acuerdo con lo manifestado por Amaral, Venzon, Pallini, Lima y DeSouza (2010). Además, cuando se usa de forma adecuada la aplicación de controladores biológicos, tiende a ser más efectivo y económico, no causa el aumento de plagas de niveles inferiores a niveles superiores, no incrementa la contaminación ambiental ni deja residuos en el medio, no presenta un peligro para trabajadores que estén en manipulación de materiales biológicos, ni mucho menos a los que consuman los productos alimenticios, según lo describe Salas y Salazar (2003).

Este trabajo contribuye al conocimiento científico y da lugar a nuevas líneas de investigación. Por ejemplo, al realizar evaluaciones de control biológico contra *P. coffeella* en la Amazonía ecuatoriana se destacará los controladores biológicos nativos de la RAE. El agricultor, no solo va a controlar el insecto plaga, sino que también incrementará la producción de su cultivo, mejora del medio ambiente y evitará problemas de salubridad en el ser humano, animal y microorganismos.

CONCLUSIONES

- En la literatura científica se evidencian estudios de la utilización del control biológico sobre *P. coffeella* la mayoría en condiciones de laboratorio. Donde se destaca *B. thuringiensis* con una eficacia del 50 %, *B. bassiana* con un 26 %, *C. coffeellae* con el 82.9 % y los depredadores *P. scutellaris* con un 90 % y *P. simplex* con un 60 %, manifestando de esta manera que existen varias alternativas de control biológico que se pudieran implementar en las condiciones de la Amazonía para el control de este insecto plaga.
- La aplicación de las diferentes alternativas de control biológico se presenta como ayuda para la conservación del medio ambiente, de manera sustentable y sostenible. Contribuyendo a la conservación de la diversidad biológica y diversificación de la vegetación.

RECOMENDACIONES

- Obtener aislados nativos de *B. bassiana* asociados a *P. coffeella* en plantaciones de café de la Amazonía ecuatoriana y efectuar su evaluación sobre este insecto plaga.
- Validar la eficacia de aislados nativos o comerciales de *B. thuringiensis* en el control de *P. coffeella.*
- Identificar los parasitoides y depredadores asociados a *P. coffeella* en plantaciones de café en la Amazonía ecuatoriana.

REFERENCIAS

Aguilera, D. (2013). *Descripción de las principales plagas insectiles y enfermedades en cafeto* (*Coffea arabica* L.) *var. Typica y formas de control en Jaén-Cajamarca, 2012* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Recuperado de http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7567/AGUILERA%20%c3%81VILA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ahmed, A., & Shahzad, S. (2014). Insecticidal Potencial of *Beauveria bassiana* Strain PDRL 1187 and Imidacloprid to Mustard Aphid (*Lipaphis erysimi*) Under Field Conditions. *Pakistan Journal Zoology, 46*(5), 1277-1281. Recuperado de http://www.zsp.com.pk/pdf46/1277-1281%20(12)%20PJZ-1810-14%2028-7-14%20Beauveria%20to%20mustard%20aphid%20paper%20final%20second%20revis_.pdf

Alves, D., Oliveira, D., Carvalho, G., Dos Santos, H., Carvalho, D., Santos, M., & Carvalho, H. (2011). Plant Extracts as an Alternative to Control *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Sociedad Entomológica de Brasil, 40*(1), 123-128. Recuperado de http://www.scielo.br/pdf/ne/v40n1/19.pdf

Amaral, D., Venzon, M., Pallini, A., Lima, P., & DeSouza, O. (2010). A Diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineirodo-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera:Lyonetiidae). *Neotropical Entomology, 39*(4), 543-548. Recuperado de https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400012

Awmack, C., & Leather, S. (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology*, *47*(s/n), 817–844. Recuperado de https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145300

Ayelen, M., & Brown, B. (2013). New host association: *Polybia scutellaris* (Hymenoptera, Vespidae) parasitized by Melaloncha (Diptera, Phoridae). *Revista Brasileira de Entomologia, 57*(2), 238-239. Recuperado de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/2179/Lutzand_Brown2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bacca, T., Saraiva, R. y Lima, E. (2012). Captura de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) en trampas con feromona sexual y su intensidad de daño. *Colombiana de*

Entomología, 38(1), 42-49. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Eraldo-Lima/publication/262505345_Capture_of_Leucoptera_coffeella_Lepidoptera_Lyonetiidae_in_sex_pheromone_traps_and_damage_intensity/links/560fe07008ae0fc513ef4924/Capture-of-Leucoptera-coffeella-Lepidoptera-Lyonetiidae-in-sex-pheromone-traps-and-damage-intensity.pdf

Bacci, L., Pereira, E., Fernandes, F., Picanco, M., Crespo, A., & Campos, M. (2006). Seletividade fisiológica de inseticidas a vespas predadoras (Hymenoptera: Vespidae) de Leucoptera coffeella (Lepidoptera: Lyonetiidae). *BioAssay, 1*(10), 1-7. DOI: 10.14295 / BA.v1.0.38

Bacci, L., Picanco, M., Silva, E., Semeao, A., & Antonio, A. (2000). Seletividade de insecticidas a *Polybia* sp. (Hymenoptera: Vespidae), predador do bicho-mineiro do cafeeiro. *Simpósio dos Cafés do Brasil*, *1*(10), 1247-1250. Recuperado de http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/648/155537_Art325f.pdf?sequence=1

Bado, S., Blum, R., y Santos, M. (2013). Fauna benéfica asociada a cultivos de cerezo (*Prunus avium* L.) en el Valle Inferior del Río Chubut (Región Patagonia Sur). *Investigación Agropecuaria*, *39*(3), 245-249. Recuperado de: http://hdl.handle.net/20.500.12123/554

Beltrán, F. (2020). *Manejo y prevención del minador de la hoja Perileucoptera coffeella, en el cultivo de café, en la hacienda Chacarita* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. Recuperado de http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7948

Calle, W. (2013). *Control biológico como estrategia de manejo contra la broca del café* (*Hypothenemus hampei* Ferrari) *con la microavispa* (*Cephalonomia stephanoderis* Betrem) *y el hongo entomopatógeno* (*Beauveria bassiana* Balsamo)*, en los Yungas del Departamento de la Paz* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Recuperado de https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4167

Carreño, Y., y Arredondo, H. (2020). Listado preliminar del género *Pseudomyrmex* Lund, 1831 (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae) del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego – MEFLG. *Boletín Museo Entomológico Francisco Luis Gallego*, *12*(1), 5-11. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/342571948

Chino, G. (2014). *Sistematización del proceso de producción del hongo Beauveria bassiana* (Balsamo) *Vuillemina nivel de laboratorios central y comunal en los Yungas del Departamento de La Paz* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Recuperado de https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5391

Constantino, L., Florez, J., Banavides, P., y Bacca, T. (2011). Minador de la hoja del cafeto, una plaga potencial por efectos del cambio climático. *Cenicafé, s/v*(409), 1-12. Recuperado de https://www.cenicafe.org/es/publications/avt04091.pdf

Cuervo, R., Lópes, I., Trujillo, J., Fernández, F., y Vélez, S. (2018). Riesgos en salud laboral asociados al uso de un bioinsecticida con esporas de *Beauveria bassiana* y *Trichoderma lignorum*. *Unilibre*, *14*(2), 244-245 .Recuperado de: https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.4762

De Polania, I. (1999). Vespidae y Formicidae: aspectos morfológicos y biológicos y su participación en el control biológico natural de plagas insectiles. *Revista UDCA*. Recuperado de https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/2810/1/Vespidae%20y%20formicidae.%20aspectos%20morfol%C3%B3gicos.pdf

Daza, M., y Gallardo, F. (2012). Capacidad reproductiva de *Mirax insularis* Muesebeck (Hym: Braconidae) sobre larvas del minador del café, *Leucoptera coffeella* Guérin-Méneville y Perrottet 1842 (Lep: Lyonetiidae). *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, *96*(3-4), 221-234. Recuperado de https://core.ac.uk/download/pdf/268236364.pdf

Ecoli, C., Moraes, J., & Vilela, M. (2010). Suplementos alimentares e isca tóxica no manejo do bicho-mineiro e de seus inimigos naturais. *Coffee Science, Lavras, 5*(2), 167-172. Recuperado de http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/13666/1/ARTIGO_Suplementos%20alimentares%20e%20isca%20t%c3%b3xica%20no%20manejo%20do%20bicho-mineiro%20e%20de%20seus%20inimigos%20naturais.pdf

Estrada, M. (2017). *Impacto de hormigas sobre Leucoptera coffeella (Lepidoptera lyonetiidae) en un cafetal en Chiapas* (Tesis de pregrado). Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillo, México. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2009.03.021

Fernandes, F., Bacci L., & Fernandes, M. (2010). Impact and Selectivity of Insecicides to Predators and Parasitoids. *EntomoBrasilis*, *3*(1), 1-10. Recuperado de https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v3i1

Fernández, D., Mancipe, L., y Fernández D. (2010). Intoxicación por organofosforados. *Med, 18*(1), 84-92. Recuperado de https://doi.org/10.18359/rmed.1295

Flint, M., Dreistadt, S., & Clark, J. (1998). *Natural enemies handbook: the illustrated guide to biological pest control*. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FBJvpMqcV9UC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Natural+enemies+handbook:+The+illustrated+guide+to+biological+pest+control&ots=7Y9eajdOZv&sig=BhiQCISI5RVH5KdpJEZvUmuqMgM#v=onepage&q=Natural%20enemies%20handbook%3A%20The%20illustrated%20guide%20to%20biological%20pest%20control&f=false

Gallardo, F. (1988). Faunal survey of the coffee leaf miner, *Leucoptera coffeella*, parasitoids in Puerto Rico. *Journal Agriculture University of Puerto Rico*, *72*(2), 255-262. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/313675657_Faunal_survey_of_the_coffee_leaf_miner_Leucoptera_coffeella_parasitoids_in_Puerto_Rico

Gandarilla, F., Morales, L., Pereyra, B., Elías, M., y Quintero, I. (2018). Producción de unidades infectivas de *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae) a partir de aislados nativos del noreste de México mediante 3 estrategias de propagación. *Argentina de Microbiolgía, 50*(1), 81-89. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.008

García, M., Cappello, S., Lesher, J., y Molina, R. (2011). Aislamiento y caracterización morfológica de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. *Horizonte Sanitario*, *10*(2), 21-28. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5305311

Giraldo, J., y Postali, P. (2017). Aspectos biológicos de *L. coffeella* (Guérin-Mèneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) en *Coffea arabica* en condiciones de laboratorio. *Cenicafé, 68*(2), 20-27. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Marisol_GiraldoJaramillo/publication/324896940_Aspectos_biologicos_de_Leucoptera_coffeella_GuerinMeneville_1842_Lepidoptera_Lyonetiidae_en_Coffea_arabica_en_condiciones_de_laboratorio/links/5ae9d183aca2725

dabb629e9/Aspectos-biologicos-de-Leucoptera-coffeella-Guerin-Meneville-1842-Lepidoptera-Lyonetiidae-en-Coffea-arabica-en-condiciones-de-laboratorio.pdf

Gutiérrez, W. (2017). *Tratamiento químico y orgánico del minador de hojas del cafeto* (*Leucoptera coffeella* Green.) *en la zona de Satipo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Sapito, Perú. Recuperado de http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4028

Gutiérrez, A., Robles, A., Santillán, C., Ortiz, M., y Cambero, O. (2010). Control biológico como herramienta sustentable en el manejo de plagas y su uso en el estado de Nayarit, México. *Bio Ciencias, 2*(3), 102-112. Recuperado de http://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/40/132

Haryuni, Koernia, T., Suprapti, E., Rahman, S. & Gozan, M. (2019). The effect of *Beauveria bassiana* on the effectiveness of *Nicotiana tabacum* extract asbiopesticide against *Hypothenemus hampei* to *Robusta coffee. International Journal of Technology, 10*(1), 159-166. Recuperado de https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i1.2215

Hansen, G. (2014). *Hormigas*. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=S0hFBAAAQBAJ&pg=PA2&lpg=PA2&dq=Hormigas.++United+States+of+America,+North+Mankato&source=bl&ots=Wf-GqI5PPI&sig=ACfU3U0zZ3xQAW7mIk5gydlCqoxazYN7lg&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiypMecruzuAhUhRjABHRkQBwgQ6AEwDXoECBgQAg#v=onepage&q=Hormigas.%20%20United%20States%20of%20America%2C%20North%20Mankato&f=false

Hernández, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J., Patiño, S., y Osorio, E. (2019). Importancia del control biológico en plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Mexicana de Ciencias Agrícolas, 10*(4), 803-813. Recuperado de https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1665

Hollingsworth, R., Aristizábal, L., Shriner, S., Mascarin, G., Andrade, R., & Arthurs, S. (2020). Incorporating *Beauveria bassiana* into an integrated pest management plan for coffee Berry borer in Hawaii. *Frontiers in sustainable food systems, 4*(22), 1-10. Recuperado de https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00022

Hozumi, S., Mateus, S., Kudo, K., Kuwahara, T., Yamane, S., & Zucchi, R. (2010). Nest Thermoregulation in *Polybia scutellaris* (White) (Hymenoptera: Vespidae). *Neotropical*

Entomology, 39(5), 826-828. Recuperado de https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000500024

Klieber, J., y Reineke, A. (2015). The entomopathogen *Beauveria bassiana* has epiphytic and endophytic activity against the tomato leaf miner *Tuta absoluta*. *Journal of Applied Entomology*. Recuperado de: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jen.12287

Kulian, S. (2017). *Infestacao e parasitismo de Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville y Perrottet, 1842) *em cafeeiros em transicao egroecológica* (Tesis de posgrado). Universidad Federal de Lavras, Brasil. Recuperado de http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/12593/3/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Infesta%C3%A7%C3%A3o%20e%20parasitismo%20de%20Leucoptera%20coffeella%20%28Gu%C3%A9rinM%C3%A8neville%20%26%20Perrottet%2C%201842%29%20em%20cafeeiros%20em%20transi%C3%A7%C3%A3o%20agroecol%C3%B3gica.pdf

Le Caltagirone, A., & Doutt, R. L. (1989). The history of the vedalia beetle importation to California and its impact on the development of biological control. *Annual Review of Entomology, 34*(s/n), 1-16. Recuperado de https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev.en.34.010189.000245

Le Pelley, R. H. (1968). Las plagas del café, Traducido por J. Cuello, J. Lleonart y P. Juan. Barcelona, España. Ed. Labor, 269-275. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1607/1/Comunicaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20N%C2%BA%2017.PDF

Liu, Y., Lai, Q., Göker, M., Meier-Kolthoff, J., Wang, M., Sun, Y., & Shao, Z. (2015). Genomic insights into the taxonomic status of the *Bacillus cereus* group. *Scientific Reports, 5*(14082), s/p. Recuperado de https://www.nature.com/articles/srep14082

Lomeli, J., Bernal, J., Barrera, J., y Quiroz, L. (2008). Hormigas depredadoras del minador de la hoja del café, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lynetiidae) en el Soconusco, Chiapas, México. Ed. Julio Lozano Gutiérrez. Recuderado de http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000037350

Lomeli, J., Barrera, J., & Bernal, J. (2009). Impact of natural enemies on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics in Chiapas,

Mexico. *Biological Control*, *51*(1), 51–60. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964409001534

Lomeli, J., Barrera, J., & Bernal, J. (2010). Impacts of weather, shade cover and elevetion on coffee leafminer *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) population dynamics and natural enemies. *Crop Protection, 29*(0), 1039-1048. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219410000621

López, B. (2015). *Bacillus thuringiensis*: características, morfología, ciclo de vida. *Lifeder*. Recuperado de https://www.lifeder.com/bacillus-thuringiensis/#:~:text=Ciclo%20de%20vida,B.,vegetativo%2C%20otra%20por%20la%20esporulaci%C3%B3n

López, G., Infante, F., y Castillo, A. (2010). Comportamiento de Oviposición de *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) sobre su Huésped Natural. *Neotropical Entomology*, *39*(6), 892-897. Recuperado de https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600007

Losada, M., y Cabrera, F. (2019). *Incidencias del minador Leucoptera coffeella en el cultivo de café Coffea, en dos lotes con condiciones climáticas* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Huila, Colombia. Recuperado de https://repository.unad.edu.co/handle/10596/25393

Malpartida, J., Narrea, M., y Dale, W. (2013). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., sobre el gusano defoliador del maracuyá *Dione juno* (Cramer) (Lepidoptera: Nymphalidae) en laboratorio. *Ecología Aplicada, 12*(2), 75-81. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v12n2/a02v12n2.pdf

Mendoza, J. (1995). El minador de la hoja del café *Perileucoptera coffeella* y su control. Boletín divulgativo (INIAP). Apartado 24, Quevedo, Ecuador. Recuperado de https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/1545/1/Bolet%C3%ADn%20divulgativo%20%20N%C2%BA%20247.PDF

Mora, E., Robles, A., Domínguez, S., Isiordia, N., y Campos, M. (2019). Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con el Parasitismo Natural de *Anagyrus kamali1* en Nayarit, México. *Southwestern Entomologist, 44*(1), 295-302. Recuperado de https://doi.org/10.3958/059.044.0131

Moreno, A., y López, C. (2017). *Morfología externa de insectos* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de la Plata, Argentina. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/72818

Motta, P., y Murcia, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Ambiente y Agua*, *6*(2), 77-90. Recuperado de http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.187

Nava, E., García, C., Camacho, J., y Vázques, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 8 *S/V/P*. Recuperado de http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25barticulosPDF/3%20NAVA-PEREZ.pdf

Ninahuamán, A., y Ninahumán. (2018). *Parasitoides de Hypothenemus hampei* (Ferr.) *y Perileucoptera coffeella* (Guer-Men), *en fincas de café orgánico y convencioanl en el distrito de Villa Rica – Oxapampa* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Oxapampa, Perú. Recuperado de http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1629

Nava, E., García, C., Camacho, J., y Vázquez, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Revista Ra Ximhai, 8*(3), 17-29. Recuperado de http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25barticulosPDF/3%20NAVA-PEREZ.pdf

Ochoa, A. (2013). *Algunos aspectos etológicos y efectividad de Tetrastichus howardi* (Olliff) (*Hymenoptera: Eulophidae*), *en el control de Diatraea saccharalis* (Fab.) (*Lepidóptera: Pyralidae*) *en áreas forrajeras de la Empresa Azucarera Majibacoa* (Tesis de Maestría). Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Cuba. Recuperado de https://biblioteca.ihatuey.cu/link/tesis/tesism/anayzaochoa.pdf

Oliveira, I., Oliveira, L., & Moura, C. (2012). Cultivo de café: pragas, doenças, correção do solo, adubação e consórcio. *Faculdade Montes Belos, 5*(4), 57-77. Recuperado de http://revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/article/viewFile/88/83

Oliveira, C., Marrama, T., Andaló, V., Vieira, B., Aparecida de Assis, G., & Silva de Faria, L. (2019). *Mortalidade de bicho-mineiro causada por Bacillus* spp. *em condições de laboratorio* (Simpósio). Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, Brasil.

Recuperado de https://doity.com.br/media/doity/submissoes/artigo-5e7edabebb6d9aad1bfa1fed5bab296666668fb7-arquivo_revisado.pdf

Oliveira, C. (2020). *Nematoides entomopatogênicos e Bacillus* spp. *no controle de bicho-mineiro em condições de laboratório* (Tesis de pregrado). Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, Brasil. Recuperado de https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/29654

Ouvrard, D. (2021) Psyl'list - La base de datos mundial de Psylloidea. Recuperado de https://www.hemiptera-databases.org/psyllist/?lang=es

Palma, L., Muñoz, D., Berry, C., Murillo, J., & Caballero, P. (2014). *Bacillus thuringiensis* toxins: an overview of their biocidal activity. *Toxins, 6*(12), 3296-3325. Recuperado de https://www.mdpi.com/2072-6651/6/12/3296

Paredes, D., Campos, M., y Cayuela, L. (2013). El control biológico de plagas de artrópodos por conservación: técnicas y estado del arte. *Ecosistemas, 22*(1), 56-61. Recuperado de http://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/766

Pereira, E., Picanco, M., Bacci, L., Crespo, A., & Guedes, R. (2007). Seasonal mortality factors of the coffee leafminer, *Leucoptera coffeella*. *Bulletin of Entomological Research, 97*(4), 421–432. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Eliseu-Pereira/publication/6192469_Seasonal_mortality_factors_of_the_coffee_leafminer_Leucoptera_coffeella/links/55a5416408ae00cf99c955e0/Seasonal-mortality-factors-of-the-coffee-leafminer-Leucoptera-coffeella.pdf

Pilo, P., & Frey, J. (2011). *Bacillus anthracis*: molecular taxonomy, population genetics, phylogeny and patho-evolution. *Science Direct, 11*(6), 1218-1224. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1567134811002012

Pineda, C., y Vélez, S. (2018). *Optimización de las condiciones de producción para la obtención de proteínas totales a partir de Bacillus thuringiensis* (Tesis de Pregrado). Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. Recuperado de http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9182/1/UDLA-EC-TIB-2018-12.pdf

Pires, A. (2014). *Compatibilidade entre produtos químicos e biológicos à base de Bacillus thuringiensis berliner no controle de Tuta absoluta* (Meyrick) (*Lepidoptera:*

Gelechiidae) (Tesis de Doctorado). Universidade Estadual Paulista, Brasil. Recuperado de https://repositorio.unesp.br/handle/11449/115916

Poma, H. (2011). *Reproducción masiva de conidias de cepas del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana* (Balsamo) *Vuillemin sobre sustrato natural de arroz, bajo diferentes calidades de grano* (Tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Perú. Recuperado de https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10252

Pozo, M. (2014). *Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000-2011* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6848

Prieto, M. (2019). *Determinación de la patogenicidad de cepas nativas de Metarhizium anisopliae, Beauveria bassiana, e Isaria fumosorosea sobre "Chanchito blanco de la vid", Pseudococcus viburni* (*Hemiptera: Pseudococcidae*) (Tesis de grado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. Recuperado de http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8720

Ramírez, C., Morales, F., Alatorre, R., Mena, J., y Méndez, S. (2019). Efectividad de hongos entomopatógenos sobre la mortalidad de *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera: Dactylopiidae) en condiciones de laboratorio. *Mexicana de Ciencia Agrícolas*. *s/v*(22), 1-4. Recuperado de: https://doi.org/10.29312/remexca.v0i22.1854

Raymond, B., & Federici, B. (2017). In defence of *Bacillus thuringiensis*, the safest and most successful microbial insecticide available to humanity-a response to EFSA. *FEMS Microbiology Ecology, 93*(7), 1-8. Recuperado de https://academic.oup.com/femsec/article/93/7/fix084/3883769

Rimachi, M. (2018). Virulencia de una cepa nativa de *Beauveria bassiana* sobre un crisomélido fitófago (*Syphrea* sp) del cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en condiciones de vivero (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín, Perú. Recuperado de http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3025

Ríos, L. (2011). ¿Qué son los parasitoides?. *Ciencia*. Recuperado de: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/62_2/PDF/05_QueSonParasitoides.pdf

Ríos, L. (2014). Biodiversidad de hormigas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *85*(1), 392-398. Recuperado de: https://doi.org/10.7550/rmb.32519

Rios, R., Vergas, J., Sánchez, J., Olivia, R., Alarcón, T., y Villegas, P. (2020). *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos. *Scientia Agropecuaria, 11*(3), 419-426. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000300419&script=sci_arttext&tlng=pt

Rodrigues, B. (2015). *Ocorrência de Leucoptera coffeella em cultivares de cafeeiro nas condições climáticas do Alto Paranaíba* (Tesis de pregrado). Universidad Federal de Uberlandia, Monte Carmelo, Brasil. Recuperado de http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24122

Rodrigues da Silva, M. (2018). *Incidência do bicho-mineiro* (*Leucoptera coffeella*) *em cafeeiro fertirrigado sob diferentes níveis de adubação* (Tesis de pregrado). Universidad Federal de Uberlandia, Monte Carmelo, Brasil. Recuperado de http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/22215

Rueda, G. (2015). *Diagnóstico de Leucoptera coffeellum* (Guérin-Méneville) (*Lepidoptera: Lyonetiidae*) *y sus parasitoides en el departamento de Antoquia* (Tesis de postgrado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53672

Rueda, G., Constantino, L., Montoya, E., Ortega, O., Gil, Z., y Machado, P. (2016). Diagnóstico de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquía, Colombia. *Colombiana de Entomología, 42*(1), 4-11. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882016000100002

Rueda, G., Constantino, L., Gil, Z., Ortega, O., y Benavides, P. (2018). Enemigos naturales del minador de la hoja del café. *Cenicafé*, *s/v*(492), 1-9. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/330797202_Natural_enemies_of_the_coffee_leaf_miner_Leucoptera_coffeella_Lepidoptera_Lyonetiidae

Salas, M., y Salazar, E. (2003). Importancia del uso adecuado de agentes de control biológico. *Acta Universitaria*, *13*(1), 29-35. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/416/41613104.pdf

Sanahuja, G., Banakar, R., Twyman, R., Capell, T., & Christou, P. (2011). *Bacillus thuringiensis*: a century of research, development and commercial applications. *Plant Biotechnology Journal*, *9*(3), 283-300. Recuperado de https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2011.00595.x

Sánchez, M., Fontal, F., Sánchez, A., y López, J. (1997). El uso de insectos depredadores en el control biológico aplicado. *Los Artrópodos y el Hombre*, *s/v*(20), 141-149. Recuperado de http://sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-011-141.pdf

Sánchez, L. (2018). *Principales plagas del café y su control* (Diplomado). Universidad Instituto Superior de Agricultura (ISA), República Dominicana. Recuperado de http://procagicard.com/download/46/modulo-2-taller-de-manejo-de-plagas-y-agroforesteria/1116/2-1-principales-plagas-del-cafe-y-su-control.pdf

Santos, M., Diánez, F., de Cara, M., Camacho, F., y Tello, J. (2010). El control biológico de plagas y enfermedades, un encuadre crítico. *Cuadernos de estudios Agroalimentarios, 1*(1), 61-72. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Camacho-Ferre/publication/259810979_Control_biologico_de_plagas_y_enfermedades_Un_encuadre_critico/links/5cf65b22a6fdcc8475032c62/Control-biologico-de-plagas-y-enfermedades-Un-encuadre-critico.pdf

Sayed, A., & Behle, R. (2017). Evaluating a dual microbial agent biopesticide with *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki and *Beauveria bassiana* blastospores. *Revista Biocontrol Science and Technology, 27*(4), 461-474. Recuperado de https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583157.2017.1303662

Scalon, J., Lopes, M., Freitas, G., & Zacarias, M. (2011). Spatial and temporal dynamics of coffee–leaf–miner and predatory wasps in organic caffee field in formation. *Ciencia Rural*, *41*(4), 646–652. Recuperado de https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000037

Sellami, S., Zghal, T., Cherif, M., Zalila, I., Jaoua, S., & Jamoussi, K. (2012). Screening and identification of a *Bacillus thuringiensis* strain S1/4 large and efficient insecticidal

activities. *Journal of Basic Microbiology, 53*(6), 539-548. Recuperado de https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jobm.201100653

SENASICA. (2014). Minador de la hoja del cafeto (*Leucoptera coffeella* Guérin Méneville). *Dirección General de Sanidad Vegetal – Programe Nacional de Vigilancia Epidemiológica Firosanitaria*. México, D. F. Ficha Técnica Nº 50, 21p. Recuperado de https://prod.senasica.gob.mx/SIRVEF/ContenidoPublico/Roya%20cafeto/Fichas%20tecnicas/Ficha%20T%C3%A9cnica%20de%20Minador%20de%20la%20hoja%20del%20cafeto.pdf

Souza, B., Vázquez, L., & Marucci, R. (2019). Natural enemies of insect pest in Neotropical Agroecosystems. Gewerbestrasse, Switzerland. Springer Nature Switzerland AG. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Bruno_Zachrisson/publication/339137487_Biological_Control_in_Major_Crops_Forests_Pasture_Weeds_and_Plant_Diseases_in_the_Neotropical_Region_Chapter_31_-_Rice/links/5e409515a6fdccd9659627d5/Biological-Control-in-Major-Crops-Forests-Pasture-Weeds-and-Plant-Diseases-in-the-Neotropical-Region-Chapter-31-Rice.pdf

Tórrez, L., y Castillo, J. (2005). *Evaluación de la incidencia natural de Beauveria bassiana* (*Bals*) *Vuill sobre Hypothenemus hampei* (Ferrari) *y Leucoptera coffeella* (Guérin Méneville) *en el cultivo de café en dos zonas cafetaleras de Nicaragua* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. Recuperado de https://repositorio.una.edu.ni/1961/1/tnh20t694.pdf

Urbaneja, A., Ripollés, J., Abad, R., Calvo, J., Vanaclocha, P., Tortosa, D., Jacas, J., y Castañera, P. (2005). Importancia de los artrópodos depredadores de insectos y ácaros en España. *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas, 31*(s/n), 209-223. Recuperado de http://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/4068

Vergara, R., y Yepes, F. (2000). *Manejo integrado de plagas y enfermedades* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. Recuperado de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4795/1/066.pdf

Villacorta, A. (1983). Ovicidal activity of *Metarhizium anisopliae* isolate Cm-14 on the coffee leaf miner. *Perileucoptera coffeella* [Lep: Lyonetiidae]. *Entomophaga, 28*(2), 179-184. Recuperado de https://link.springer.com/article/10.1007/BF02372142

Zampiroli, R. (2016). *Eficácia do controle químico em área comercial para manejo do bicho-mineiro* (Tesis de pregrado). Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo. Recuperado de https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/19456