

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
UNAN-LEÓN
ESCUELA DE CIENCIAS AGRARIAS Y VETERINARIAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA TROPICAL



Trabajo presentado como requisito previo para optar por el título de
Ingeniero en Agroecología Tropical

Tiempo de vida de adultos de *Eiphosoma sp*, sometidos a dos tipos de dietas de alimentación bajo condiciones de laboratorio en el Centro de Investigación y Reproducción de Control Biológico; UNAN León, 2022

Autores

Br. Lucía Valeska Donaire Roque

Br. Blanca Argentina Lara Sánchez

Tutor:

MSc. Luis Manuel Medina Gómez

León, Nicaragua 2022.

“A la Libertad por la Universidad”

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico primeramente a Dios por haberme regalado la vida, salud y deseos de superación para llegar hasta este momento, de terminar mis estudios universitarios con éxito, y tener a mis padres a mi lado para ver un logro de su hija.

A mis padres Xiomara Roque y Sergio Donaire quienes con mucho esfuerzo, sacrificio y amor me han apoyado y han estado a mi lado a pesar de todas las dificultades, ellos son el motor de mi vida, mi inspiración para ser mejor cada día

A mis hermanos y sobrinos por su apoyo incondicional, su compañía y sus palabras de ánimo, por compartir conmigo el mismo deseo de superación.

A mi tutor el MSc. Luis Medina Gómez por haber confiado en mi capacidad y mis habilidades, por sus consejos y enseñanzas ayudando a mi formación profesional.

Br. Lucia Valeska Donaire Roque

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida por haber llegado hasta este momento tan importante en mi formación profesional.

A mis padres Ricardo Lara y Brenda Sánchez, porque ellos son la motivación de mi vida, mi orgullo de ser, lo que seré.

A mis hermanos Luis Alonso, Luis Miguel y Yolieska Lara porque son la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi meta, gracias a ellos por confiar en mí.

Por último y no menos importante a mi tutor MSc. Luis Manuel Medina.

Br. Blanca Argentina Lara Sánchez

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a mis padres Xiomara Roque y Sergio Donaire, por creer en mí, ellos son mi motivación para cada día ser mejor persona, pese a todas las dificultades con esfuerzo y sacrificio siempre me han apoyado incondicionalmente. Gracias por haberme formado con buenos valores, a valorar todo lo que tengo, por fomentar en mí el deseo de superación y triunfo en la vida.

A mis hermanos Isamar, Cinthya y Juan Donaire, mis sobrinos, por su apoyo, su compañía, su motivación de compartir conmigo esta nueva etapa de ser profesional.

A mis compañeras de Ivette Lindo y Blanca Lara por formar parte de esta etapa universitaria, donde nos quedamos con grandes recuerdos y experiencia muy bonitas.

A mi tutor el MSc. Luis Medina Gómez por ser un gran guía profesional, gracias por formar parte de mi formación universitaria, por sus consejos, su paciencia para guiarme en esta etapa importante de mi vida.

Br. Lucia Valeska Donaire Roque

AGRADECIMIENTO

El principal a Dios, quien me ha guiado y me ha dado fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

A todas las personas que de una u otra forma me han apoyado en la realización de este trabajo.

A mis amistades que siempre estuvieron para mí apoyándome Gabriela Delgado y Lucía Donaire por todo su apoyo.

Br. Blanca Argentina Lara Sánchez

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	viii
ÍNDICE DE IMÁGENES	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivo específico.....	3
III. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
4.1 <i>Eiphosoma sp.</i>	5
4.2 Especies más comunes del género <i>Eiphosoma</i>	7
4.3 <i>Eiphosoma laphygmae</i>	7
4.4 <i>Eiphosoma vitticolle</i>	8
4.5 Comportamiento durante la alimentación de <i>Eiphosoma sp.</i>	8
4.6 Preferencias alimenticias	9
4.7 Colecta de especímenes de <i>Eiphosoma sp.</i>	10
4.7.1 Colecta directa	10
4.7.2 Colecta indirecta.....	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12

5.1 Ubicación del estudio	12
5.2 Diseño experimental	12
5.3 Tipo de estudio.....	12
5.4 Tratamientos a evaluar.....	12
5.5 Definición de los tratamientos	12
5.6 Variables a evaluar	13
5.7 Definición de las variables.....	13
5.8 Universo y muestra.....	13
5.9 Establecimiento del ensayo.....	14
5.10 Toma de datos.....	17
5.11 Materiales a utilizar.....	18
5.12 Análisis de los resultados	18
VI. RESULTADOS	19
VII. CONCLUSIONES	28
VIII.RECOMENDACIONES.....	29
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	30
X. ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Total de <i>Eiphosma</i> recolectados por sexo	21
Tabla 2: Tabla de contingencia con prueba de Chi – cuadrada de Pearson	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1: Total de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> colectadas para la búsqueda de <i>Eiphosoma sp.</i>	19
Gráfica 2: Recolecta de adultos de <i>Eiphosoma sp.</i> a partir de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> parasitadas	20
Gráfica 3: Especies de <i>Eiphosoma</i> encontradas mediante capturas directas.....	22
Gráfica 4: Separación de sexo por especies colectadas	23
Gráfica 5: Selección de dieta alimenticia artificiales por especie, bajo condiciones de laboratorio.....	24
Gráfica 6: Selección de alimento de la especie <i>E. laphygmae</i> por sexo, bajo condiciones de laboratorio	25
Gráfica 7: Días de sobrevivencia de dos especies de <i>Eiphosoma</i> adultos sometidos a dos dietas de alimentación en condiciones de laboratorio	26

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Puntos de recolecta de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> , para rastreo de <i>Eiphosoma sp</i> (Google, 2022).....	14
Imagen 2: Puntos de colecta directa de <i>Eiphosoma sp</i> (Google, 2022).....	16
Imagen 3: Característica de <i>Eiphosoma</i> macho.....	16
Imagen 4: Característica de <i>Eiphosoma</i> hembra	17

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Adulto de <i>Eiphosoma sp.</i>	32
Anexo 2: Pupa de <i>Eiphosoma sp.</i>	32
Anexo 3: Dietas para alimentar adultos de <i>Eiphosoma sp.</i>	33
Anexo 4: Observación de selección de dieta	34

RESUMEN

El género *Eiphosoma* es parte de los parasitoides himenópteros cuyo valor en la regulación de poblaciones de otros insectos (plagas) es importante, la mayor parte de los parasitoides usados en el control biológico inducido pertenecen a este orden. El objetivo de esta investigación fue evaluar el tiempo de vida de adultos de *Eiphosoma sp.*, con dos tipos de dietas bajo condiciones de laboratorio. Es una investigación descriptiva experimental, tomando como tratamientos las dietas de alimentación, T1: Dieta de miel diluida en agua y el T2: Dieta de Levadura, leche en polvo, miel. Se usaron dos métodos de colecta de adultos de *Eiphosoma sp.* y las variables a medir fueron selección de alimento y tiempo de vida de adultos. El análisis de los datos fue descriptivo y se realizó tablas de contingencia con prueba de Chi – cuadrada de Pearson para la independencia de las variables. Con el método de colecta a través de larvas de *Spodoptera frugiperda* se obtuvo una población muy baja de adultos de *Eiphosoma sp.*, 6 adultos, descartando este método para el desarrollo del estudio; con el método de captura directa de *Eiphosoma sp.* en parcelas de maíz se logró obtener una población de 50 individuos, de los cuales 35 eran machos y 15 eran hembras, por especies el 68% corresponden a la especie *E. laphygmae* y 32% a la especie *E. vitticolle*, la dieta que los adultos de *Eiphosoma* prefieren es la dieta 2 (levadura, leche en polvo y miel, tanto para la especie *E. laphygmae* con 56%, como para la *E. vitticolle* con 75%. En los días de vida ambas especies tienen comportamiento similar teniendo como promedio de 4.3 a 5.2 días. La prueba Chi cuadrada de Pearson indican que las variables son totalmente independientes; podemos concluir que ambas dietas pueden ser utilizadas como alimento artificial de *Eiphosoma sp.* en laboratorio ya que estas no difieren significativamente en el tiempo de vida.

I. INTRODUCCIÓN

El género *Eiphosoma* es parte de los parasitoides himenópteros cuyo valor en la regulación de poblaciones de otros insectos (plagas) es grande, la mayor parte de los parasitoides usados en el control biológico inducido pertenecen a este orden. Los *Eiphosoma* son endoparasitoides, Koinobiontes (Cenobiontes) solitarios de lepidópteros (Frizo de Melo & Penteado-Dias, 2016); además del efecto regulador, tienen importancia ecológica en las interacciones tróficas en ecosistemas terrestres (LaSalle & Gauld, 1992).

Referente a este género existen más estudios relacionados a su taxonomía, y pocos estudios de comportamiento y reproducción, aunque la literatura habla de que son parasitoides específicos de lepidópteros es necesario indagar más sobre su multiplicación para el uso en el control biológico.

Por otra parte, la expansión del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) se ha acelerado en las últimas décadas, modelos de clima y propagación indican que este insecto es capaz de establecerse, desarrollarse y distribuirse en todas las regiones cálidas y húmedas de los continentes a excepción de Antártida su expansión se debe a la alta capacidad de vuelo, a condiciones ambientales y al constante transporte internacional (Kenis et al., 2022).

Esto ha generado una gran preocupación dentro de las comunidades internacionales, generando diferentes tipos de alertas sanitarias y búsqueda de soluciones que permita convivir con la plaga una vez establecida en los sistemas de producción.

Algunos especialistas como Allen, Kenis, & Norgrove (2020); tienen la hipótesis que el parasitoide *Eiphosoma laphygmae*, es una solución clásica para el biocontrol del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*, pero sugieren que el parasitoide puede ser específico de *S. frugiperda*, pero esto necesita confirmar a través de estudios de comportamientos (Allen, Kenis, & Norgrove, 2020).

Programas internacionales y nacionales están promoviendo sistemas de alertas tempranas y mecanismo ecológicos para la reducción de plagas, sin inducir al uso insecticidas altamente tóxicos, en este sentido se busca incrementar la utilización de control biológico como táctica de regulación poblacional de cogollero, lo que incurre en la búsqueda de agentes biológicos nativos de alta especificidad y efectividad para estudiarlos y reproducirlos masivamente y ponerlos a disposición al sector productivo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el tiempo de vida de adultos de *Eiphosoma sp*, utilizando dos dietas alimenticias bajo condiciones de laboratorio en el Centro de Investigación y Reproducción de Control Biológico.

2.2 Objetivo específico

- Seleccionar dieta alimenticia de mayor preferencia de los adultos de *Eiphosoma sp*, bajo condiciones de laboratorio.
- Evaluar el tiempo de vida de adultos de *Eiphosoma sp*, bajo condiciones de laboratorio.

III. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.

Los adultos de *Eiphosoma sp*, parasitoide de *Spodoptera frugiperda* Smith, sobreviven en laboratorio mediante el uso de dietas alimenticias artificiales permitiendo así la multiplicación de nuevas generaciones.

IV. MARCO TEÓRICO

El parasitismo es la función principal de los estados inmaduros de los parásitos, sin embargo, las hembras adultas de algunos himenópteros parásitos también se alimentan de los fluidos corporales de sus hospederos al momento de la oviposición, siendo esto una forma de depredación (DeBach 1943, Flanders 1953), citado por (Giraldo-Vanegas & García R, 1994)

Los parasitoides son agentes biológicos importantes en el control de poblaciones de plagas agrícolas, ya sea por su ocurrencia natural en el medio ambiente o por su uso en programas de control biológico. Sin embargo, para el éxito en el manejo de plagas y el desarrollo de estrategias usando enemigos naturales, es necesario conocer el comportamiento del enemigo como el de la plaga.

La relativa complejidad de las comunidades de enemigos naturales asociadas con los sistemas de cultivo puede estar determinado por diferentes factores. Además, los agroecosistemas son dinámicos y están sujetos a diferentes niveles de manejo, por lo que los arreglos de los cultivos y la vegetación espontánea cambian continuamente a lo largo del tiempo y el espacio y esto influye directamente en el comportamiento de una especie de enemigo natural, (Chay, Delfin, & Parra, 2009).

4.1 *Eiphosoma sp.*

Clasificación taxonómica

- Reino: Animalia
- Phylum: Artrópoda.
- Clase: Insecta.
- Orden: Hymenoptera.
- Suborden: Apocritica.
- Familia: Ichneumonidae.
- Subfamilia: Cremastinae.

- Tribu: Cremastinae.
- Género: *Eiphosoma*.

El género *Eiphosoma* pertenece a la subfamilia Cremastinae, un grupo distribuido ampliamente en regiones tropicales y subtropicales, son especies endoparasitoides koinobiontes de larvas de los órdenes Lepidoptera y Coleoptera, se reportan a nivel mundial 36 géneros y 774 especies. Los ejemplares de esta subfamilia presentan clípeo y cara débilmente convexos sin la presencia de un surco, palpos maxilares de cinco segmentos, con los espiráculos del primer terguito abdominal localizados después de la mitad de este, el mesosterno presenta una carina posterior transversal completa, en los terguitos 2, 3 y 4 con pelos densos, el ápice de la tibia con una sola área membranosa de inserción por 10 tanto, las espuelas tibiales se encuentran insertadas en un área común con el tarso, los ejemplares de esta subfamilia generalmente presentan cara negra (Townes y Townes, 1996; Ruiz, 2010; Yu et al, 2012) citado por (Gutiérrez Ramírez, 2014).

El adulto de *Eiphosoma* sp. es anaranjado, mide aproximadamente 15 a 17 mm de longitud y tiene 3 manchitas negras en la parte superior del tórax (ver anexo 1). La pupa es marrón y mide 10.5 x 4.0 mm de longitud y ancho respectivamente (ver anexo 2). La hembra parasita al hospedero en el primer o segundo estadio y lo mata normalmente en el quinto (Mendoza, 1986). Las avispas Ichneumonidae son de gran importancia económica en el control biológico de insectos plaga, ya que regulan las poblaciones de sus hospederos, como es el caso del gusano cogollero en el maíz (*Spodoptera frugiperda*) (Mota et al., 2013).

Eiphosoma sp es de gran importancia económica en el control biológico de *Spodoptera frugiperda*; estas ovipositan en larvas de instar L2 emergiendo de su huésped en los instars L4-L5, interrumpiendo de esta manera el ciclo biológico de su hospedero y regulando sus poblaciones.

4.2 Especies más comunes del género *Eiphosoma*

El género *Eiphosoma* es un género poco estudiado, existe poca información sobre las especies identificada en América; la plataforma NaturaListaCo (Naturalistaco, 2022) menciona en su sitio web las especies *E. vitticolle*, *E. nigrolineatum*, *E. nigrovittatum*, *E. flavescens*, *E. dentator* y *E. aztecum*; según (Frizo de Melo & Penteado-Dias, 2016) en América también se reportan las especies *E. laphygmae*, *E. nigrolineatum*, *E. nigrovittatum*, *E. lopesi*, *E. minense*, *E. ribeiroi*, *E. septentrionale*, *E. batatae*, *E. fluminense*, *E. paraguaiense*, *E. nigrum* y *E. travassosi*

En Nicaragua se reportan la especie *Eiphosoma vitticolle* parasitando larvas de *Anticarsia gemmatalis* y *Spodoptera frugiperda* (Michel Maes & Gauld, 2022), y otros autores reportan además de *vitticolle*, la especie *Eiphosoma laphygmae* parasitando a *Spodoptera frugiperda*, siendo el tercer parasitoide de larvas de cogollero, solo después del género *Chelonus* sp. *Archytas* sp. (Chavarria Cruz & Baldizón Piura, 2021)

4.3 *Eiphosoma laphygmae*

Los adultos de *E. laphygmae* son fuertes y pueden vivir mucho tiempo. Sin embargo, una buena proporción de ellos tiende a morir en las primeras semanas. Los que logran sobrevivir una semana tienden a vivir durante un mes y las hembras aún pueden poner huevos 4 semanas después de la emergencia, los adultos se alimentan de miel y néctar de las flores

Las hembras tienen un período de preoviposición de 2 a 4 días. Por lo tanto, la proporción de sexos está sesgada por los machos, pero al acortar el fotoperíodo de 16 horas de 6 am a 10 pm a 12 de 6 am a 6 pm, aumenta el porcentaje de hembras del 20 al 40%. Sin embargo, los factores que afectan el sexado deben investigarse más a fondo.

La mayoría de las hembras ponen huevos con suficiente energía para sobrevivir. Pero no siempre con éxito. una cantidad significativa de ellos son

encapsulados por *S. frugiperda*, *Eiphosoma laphygmae* hace su capullo en la celda construida por la larva huésped para la pupa, generalmente en el suelo o basura (*E. laphygmae* induce la preparación temprana del huésped en el quinto estadio mientras que la pupa normalmente ocurre en el estadio 6-7) (Kenis, 2021).

4.4 Eiphosoma vitticolle

Eiphosoma vitticolle es una especie de himenóptero de la familia de las avispas Ichneumonidae, son diurnos, con patrón general repetitivo o reflexivo en el cuerpo de un individuo. Por ejemplo: simetría bilateral, simetría rotacional, simetría radial.

La hembra parasita larvas hospederas de segundo a cuarto instar. Solo una larva parasitoide se desarrolla dentro de un hospedero (parasitoide solitario). El tiempo de desarrollo de la etapa larval es de 12 a 13 días, la larva hospedera muere en etapa prepupa cuando la larva parasitoide emerge de ella y forma un capullo pardo y oval – alargado (ver anexo 2), los diferentes adultos prefieren habitar en vegetación baja (Cave, 1995).

4.5 Comportamiento durante la alimentación de *Eiphosoma sp.*

Una vez emergidos los adultos, empiezan rápidamente la búsqueda de alimento, utilizando continuamente las antenas mediante movimientos perpendiculares (tamborileo) y caminando hacia adelante, abriendo constantemente las antenas, posiblemente para ampliar el área de búsqueda; realizan algunas paradas repentinas para probar la presencia de alimento. Si no hay alimento, el adulto continúa caminando hasta encontrar una fuente alimenticia deteniéndose para consumirla, aquí coloca el cuerpo horizontalmente, endereza las antenas y las dirige hacia adelante, a unos 45 grados o menos con respecto al plano horizontal de su cuerpo. Una vez que termina de alimentarse, inicia la limpieza del cuerpo empezando por las antenas las cuales limpia con las mandíbulas y las patas anteriores, luego acicala las alas, usando las patas posteriores.

4.6 Preferencias alimenticias

Las fuentes alimentarias presentes en el ecosistema. puede variar en la composición de nutrientes, y la selectividad de la dieta es crucial para optimizar la aptitud parasitoide. En la naturaleza, los parasitoides adultos pueden explotar una amplia gama de alimentos como fuentes azucaradas incluyendo néctares y melaza.

Esta última comida se considera de menor valor nutricional y los modelos de simulación indican que la capacidad seleccionar el néctar hace que los parasitoides sean más eficientes condiciones de campo (Vollhardt et al 2010). Sin embargo, la melaza está ampliamente disponible en los agroecosistemas y las preferencias de los parasitoides pueden adaptarse a este recurso.

El acceso a fuentes de alimentos adecuadas es fundamental para la supervivencia de los parasitoides (Wyckhuys KAG, 2008). Fuentes de carbohidratos como el azúcar, el néctar y la melaza no siempre son fáciles disponible en los agroecosistemas, y esto puede jugar un papel perjudicial en los programas de biocontrol, ya que la longevidad afecta directamente el impacto de los parasitoides como biológicos agentes de control (Waïckers FL, 2008)

La miel es un fluido muy dulce y viscoso producido por abejas del género *Apis*, principalmente la abeja doméstica, a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores de plantas (áfidos). Estas sustancias son recogidas por las abejas y pueden ser fuente de alimentos para parasitoides, algunas mieles pueden aumentar la longevidad de los parasitoides como otras fuentes de azúcar que no sean las extraídas directamente del néctar de las flores.

Algunos parasitoides se han reproducido en laboratorio con éxito alimentándose únicamente con miel del género *Apis*, como por ejemplo *Trichogramma sp.*; *Scutellista caerulea* y *Psytalia humilis* (Silvestri) y *Diaeretiella rapae* (McIntosh)

La miel es probablemente la dieta artificial más estudiada para parasitoides ya que es apetecible y barato, promueve longevidad y es similar a la de los néctares florales y extraflorales e incluso más que la melaza (England S, 1997).

4.7 Colecta de especímenes de *Eiphosoma sp*

La colecta de insectos está determinada por una gran variedad de técnicas y herramientas debido al gran número de especies variedad de hábitos de vida que presentan. La mayoría de las técnicas utilizadas responden a objetivos específicos de cada tipo de estudio; sin embargo, pueden ser divididas de manera muy general en técnicas de colecta directas (activas) y técnicas de colecta indirectas pasivas, Márquez Luna (2005) hace una descripción muy detallada sobre estas llegando a profundizar de manera muy completa sobre las herramientas y otras categorías que se deben considerar.

4.7.1 Colecta directa

Es aquella en la que el colector busca de manera activa a los organismos en su ambiente, en los sitios donde éstos se distribuyen. Esta estrategia es utilizada ampliamente por la mayoría de los colectores, quienes se apoyan de herramientas e instrumentos que varían según el sustrato o sitio de búsqueda. Implica poseer cierta información biológica sobre los grupos que se desea coleccionar, principalmente su distribución geográfica, ocurrencia estacional y hábitos alimenticios (Márquez Luna , 2005).

En la naturaleza, las plantas, insectos huésped, cadáveres, hojarasca, suelo, musgo, hongos, nidos de vertebrados e invertebrados, etc., son sitios específicos donde pueden existir especies de insectos con diferentes grados de asociación a ellos.

4.7.2 Colecta indirecta

Es aquella en la que se colectan organismos utilizando algún tipo de atrayente y que no implica búsqueda directa en los sustratos donde éstos habitan, comúnmente este tipo de colecta utiliza trampas con distintos tipos de atrayentes e incluso existen trampas sin atrayente que se consideran como colecta indirecta porque no se buscan activamente a los organismos. El tipo y número de trampas, y el cebo a utilizar también dependen directamente de los objetivos de la investigación.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Reproducción de Controladores Biológicos (CIRCB); ubicado en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, a 1.5 km al este de la entrada carretera a La Ceiba. La investigación se realizó bajo condiciones ambientales controladas con rangos de temperatura de 23 a 25 °C y humedad relativa de 65% a 80%.

5.2 Diseño experimental

La investigación es de carácter descriptivo, por lo que no se hizo ninguna manipulación en las variables; por lo tanto, no presenta un diseño experimental ni estadístico, el diseño es por conveniencia.

5.3 Tipo de estudio

Se realizó un estudio descriptivo, utilizando la observación como principal método para la recolecta de datos.

5.4 Tratamientos a evaluar

T1: Dieta 1 (Miel diluida en agua)

T2: Dieta 2 (Levadura, leche en polvo, miel)

5.5 Definición de los tratamientos

Dieta 1: Miel diluida en agua

La acción de miel de abeja es una fuente de energía similar al néctar de las flores; según (Giraldo-Vanegas & García R, 1994) la miel con polen de maíz tuvo una gran influencia en la alimentación de *Eiphosoma Vetticolle* en cuanto a la capacidad reproductiva (ver anexo 3).

Dieta 2: Levadura, leche en polvo, miel

El nuevo suplemento nutritivo para enriquecer las dietas, son masas constituidas por carbohidratos, proteínas y vitaminas, las cuales son mezcladas homogéneamente con los ingredientes bases utilizados en las dietas comunes. (Levadura de cerveza, azúcar, miel, leche en polvo). Empleados en los laboratorios comerciales de cría de insectos benéficos (López Arroyo, Guerra, & Moncada , 2017) (ver anexo 3).

5.6 Variables a evaluar

- Selección de dieta
- Tiempo de vida

5.7 Definición de las variables

Selección de dieta (alimentación): Ingesta de alimentos por parte de los organismos para conseguir los nutrientes necesarios y así obtener las energías y lograr un desarrollo equilibrado.

Tiempo de vida: Acción y efecto de sobrevivir. Hace referencia a vivir después de un determinado suceso, mediante la diferencia de tiempo de inicio y tiempo de deceso.

5.8 Universo y muestra.

Se realizaron dos tipos de métodos de colectas:

- Rastreo de *Eiphosoma laphygmae* a través de *Spodoptera frugiperda* parasitadas.

Estas colectas masivas de larvas de *Spodoptera frugiperda* se realizó en diferentes parcelas de maíz ubicadas en Sebaco, San Ramón - Matagalpa, Ojo de agua - Achuapa, La Trinidad - Estelí, Villa 15 Julio - Chinandega, Hato grande y Campus Agropecuario - León. El número de la muestra fue por conveniencia, cada muestra represento el 100%.

- Captura directa de especies de *Eiphosoma* con redes entomológica.

La red está formada por un aro metálico adherido a un tul de forma cónica sostenida, por una vara de metal que de soporte a todo el instrumento (Álvarez , Córdoba , & Escobar , 2004). Las colectas se realizaban en horas de la mañana de 8:30 am a 10:00 am. Una vez estando en campo se comenzaba a rastrear adultos de *Eiphosoma* mediante la observación directa, una vez encontrado el parasitoide, procedíamos con la red a realizar redadas rozando la vegetación, cuando logramos se procedió a depositarlos dentro de una bolsa de 5 libras, luego se amarraba de manera que no se pudiera escapar, con un marcador se anotaban los códigos correspondientes según el orden establecido en el laboratorio.

5.9 Establecimiento del ensayo

Rastreo de *Eiphosoma sp* a través de larvas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas

Campo; Se realizaron colectas de larvas dos veces por semanas en las distintas visitas a parcela de maíz establecidas en diferentes puntos del país y la parcela ubicada en las instalaciones del Campus Agropecuario de la UNAN León.



Imagen 1: Puntos de recolección de larvas de *Spodoptera frugiperda*, para rastreo de *Eiphosoma sp* (Google, 2022)

Estas fueron trasladadas a las instalaciones del laboratorio CIRCB procurando las condiciones necesarias para su subsistencia en el traslado como temperatura, alimento y condiciones de viaje de manera individual en platos Petri.

Laboratorio; Una vez las larvas estando en el laboratorio se procedió a colocarles una dieta artificial a base de harina de frijol con levadura, ácido sorbico, ácido ascórbico y metilparaben para la alimentación de las larvas.

Las observaciones directas se realizaron dos veces por semana, se buscaba las larvas con características parasitada de *Eiphosoma sp*, para aislarlas y darle seguimiento, la principal característica eran pupas color marrón, con forma similar a un oval – alargado (ver anexo 2).

Captura directa de especies de adultos de *Eiphosoma* con redes entomológica

Campo. Se realizaron redadas con ayuda redes entomológicas para la captura de especies de *Eiphosoma*, en estado adulto, estas redadas se realizaron tres veces a la semana en tres puntos diferentes; Campus Agropecuario, La Ceiba, El Tololar.

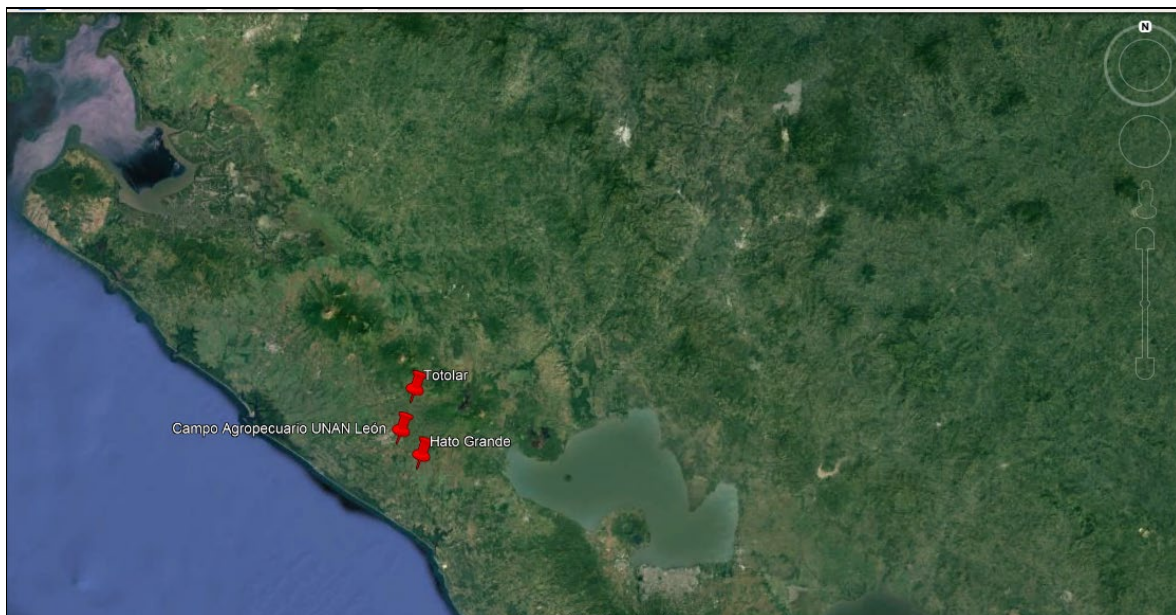


Imagen 2: Puntos de colecta directa de *Eiphosoma sp* (Google, 2022)

Laboratorio: Las muestras recolectadas en campo fueron trasladadas al laboratorio ubicada en el CIRCB, una vez en el laboratorio, se llevó a cabo la identificación de sexo del parasitoide, una vez hecho esto se colocaron individualmente en polibiandas con sus respectivos códigos y dietas (ver anexo 4).



Imagen 3: Característica de *Eiphosoma* macho



Imagen 4:Característica de *Eiphosoma* hembra

Dentro de la polibianda se colocaron las dos diferentes dietas; dieta 1 (Miel diluida en agua) y dieta 2(Leche en polvo, miel, levadura) (ver anexo 4).

Una vez puestas las muestras en las polibianas se realizó observación directa continua en un periodo de las siguientes 8 horas después de montado el ensayo, las observaciones se realizaron cada 2 horas Las observaciones fueron anotadas en una hoja de muestreo.

5.10 Toma de datos

Se realizará a través de observación directa continuas, anotando en una bitácora el periodo de sobrevivencia y la preferencia alimenticia de adultos de *Eiphosoma sp.* y mediante una hoja de muestreo tomar los datos cuantitativos de las variables a medir.

5.11 Materiales a utilizar

Material biológico: especímenes adultos de *Eiphosoma sp.*, larvas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas y plantas de maíz.

Platos Petri: destinados a contener las muestras de individuos larvales de manera individual a su vez la dieta que les servirá de sustento.

Dieta de subsistencia: La dieta a base de harina de frijol, multivitamínicos y conservantes que servirá como medio de alimentación de las larvas de *Spodoptera frugiperda* y para los adultos de *Eiphosoma sp* se utilizará dos dietas.

5.12 Análisis de los resultados

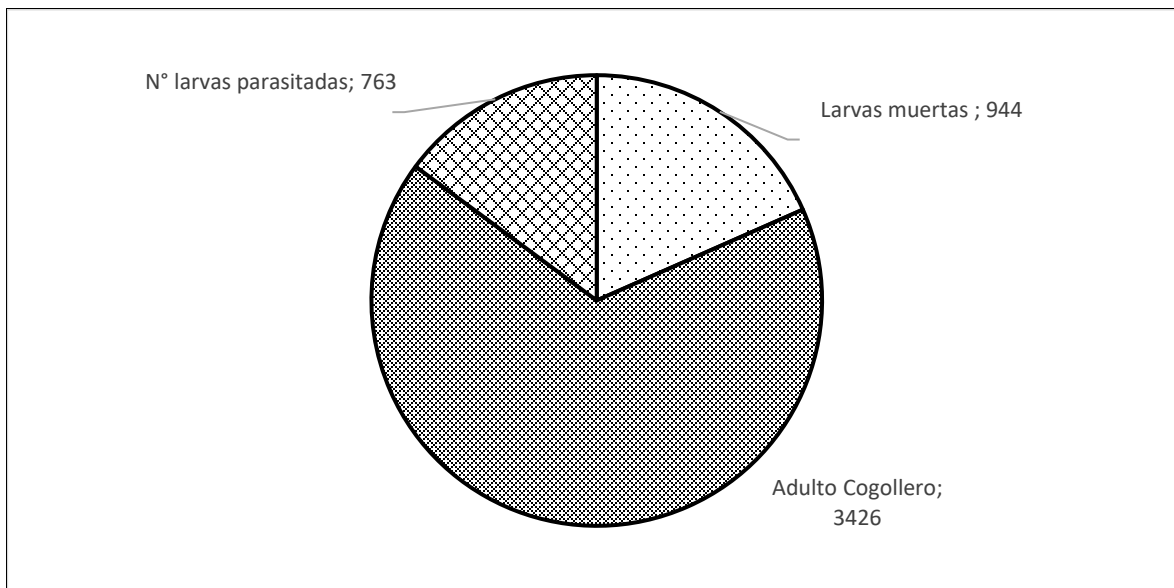
Para el análisis de los resultados se tabularon los datos en Excel del paquete Microsoft Office 2010, los datos obtenidos se exportación al programa de SPSS, donde se hicieron análisis no paramétricos a través de análisis con tablas de contingencia y la prueba de Chi – Cuadrado de Pearson.

VI. RESULTADOS

Rastreo de *Eiphosoma laphygmae* a través de larvas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas

Con este método de captura se buscaba tener la mayor cantidad de especímenes de *Eiphosoma laphygmae* y *Eiphosoma vitticolle* como parasitoides específicos de *Spodoptera frugiperda* y realizar los estudios de preferencia alimenticia de los adultos a partir del día uno de eclosión, esta recolecta se inició a partir del 21 de diciembre del 2021 al 30 de julio del 2022, se realizaron 36 recolectas en diferentes zonas del país, colectando un total de 5155 larvas de diferentes instares, en estas recolectas se priorizaba larvas pequeñas para aumentar la probabilidad de encontrar larvas de *Eiphosoma* dentro de las larvas de *Spodoptera frugiperda*.

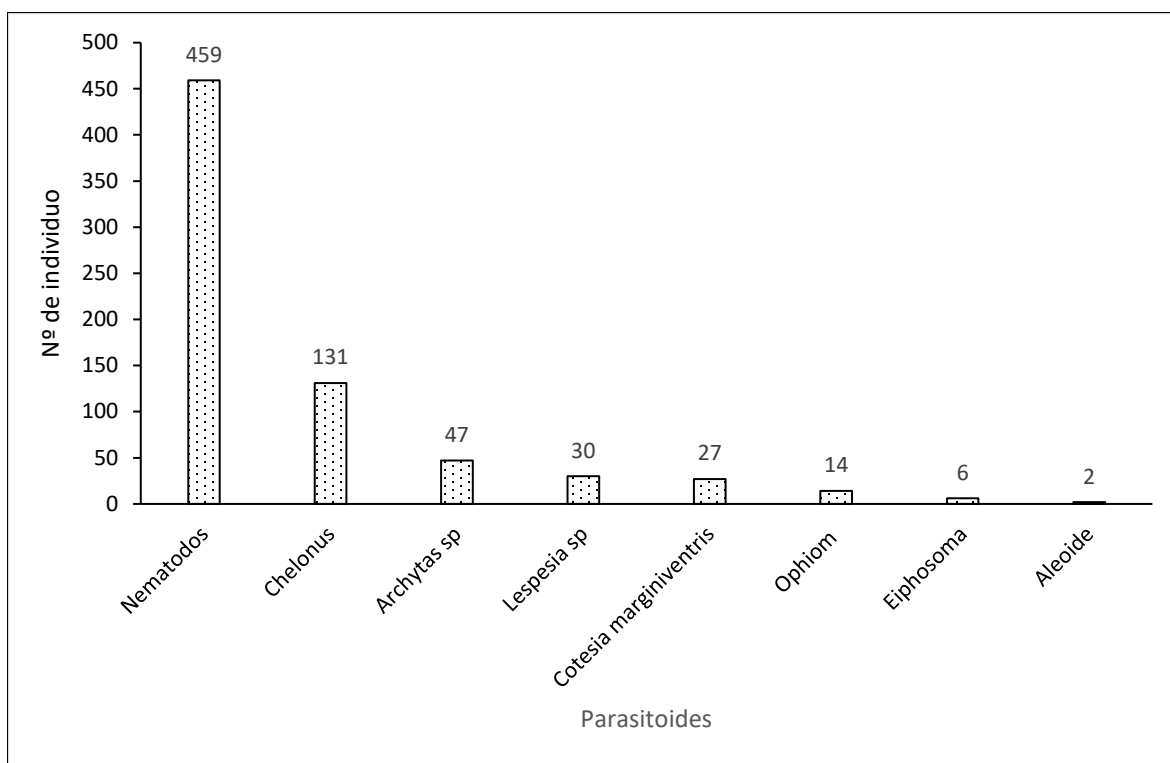
De manera general el porcentaje de parasitismo fue muy bajo, del total de larvas colectadas solo 763 larvas estaban parasitadas lo que representa el 14.8 % (ver gráfica 1) porcentaje relativamente similar a otros estudios de parasitismo natural donde describen que *Spodoptera frugiperda* en etapa de larvas presenta un 14.7% de parasitismo (Chavarria Cruz & Baldizón Piura, 2021), estos datos se refieren a un estudio realizado en las mismas zonas en el año 2019, 2020.



Gráfica 1: Total de larvas de *Spodoptera frugiperda* colectadas para la búsqueda de *Eiphosoma sp.*

Según (Chavarria Cruz & Baldizón Piura, 2021), el porcentaje de parasitismo de *Eiphosoma sp*, es aceptable según estudio en las parcelas con aplicaciones químicas, predominan larvas en instares L4 a L6, los insecticidas normalmente eliminan los instares menores, eliminando así la posibilidad de parasitismo natural, esta es una razón del porque se presentan niveles de parasitismo en las especies de parasitoides (*Chelonus sp*, *Eiphosoma sp*, *Ophiom sp*, *Campoletis sp*, *Aleoide sp*, *Microcharops sp* y *Homolobus sp*), porque estas especies son más selectivos a parasitar larvas en instares L1-L2 los cuales se ven muy afectados al momento de realizar aplicaciones químicas.

Por estas razones se asume que el parasitismo de *Eiphosoma sp*. en esta recolecta de larva fue muy baja con el 1% (6 adultos de *Eiphosoma sp*), (ver gráfico 2).



Gráfica 2: Recolecta de adultos de *Eiphosoma sp*. a partir de larvas de *Spodoptera frugiperda* parasitadas

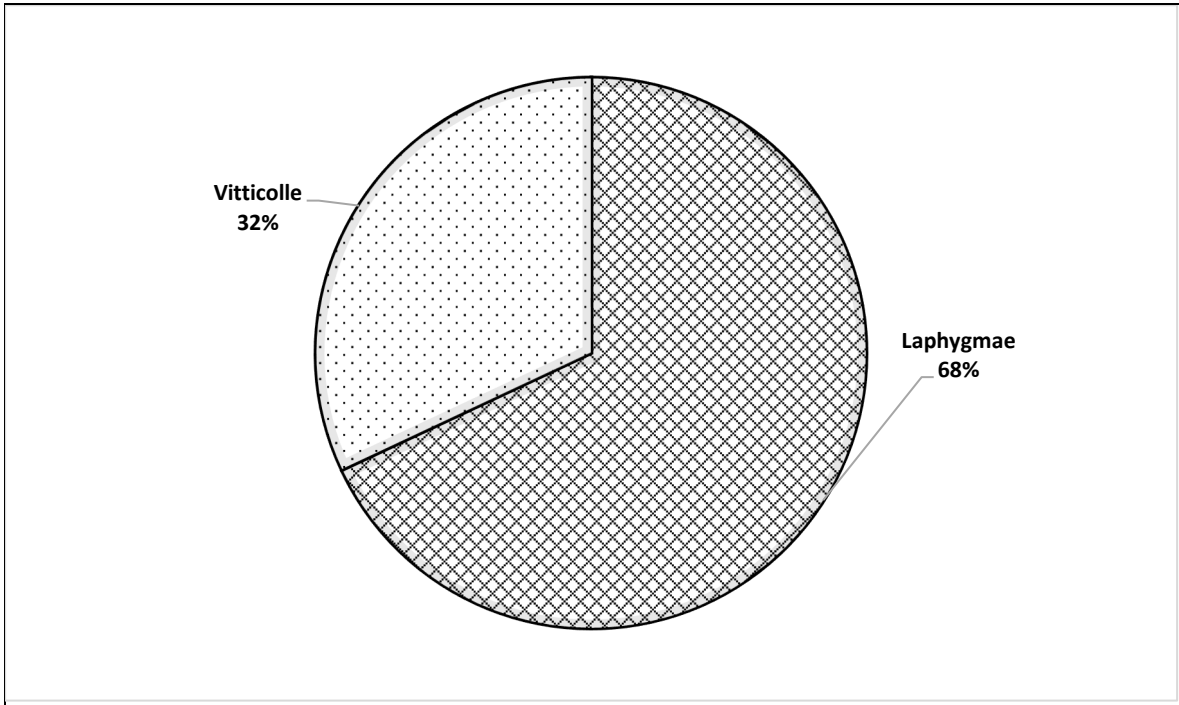
En vista de que no se logró un buen número de especímenes de *Eiphosoma* con método de “colecta a partir de larvas parasitadas”, se procedió a capturar adultos de *Eiphosoma* con colectas directas usando redes entomológicas en zonas de mayor presencia, que según estudio realizado por (Chavarria Cruz & Baldizón Piura, 2021), el Campo Agropecuario de la UNAN León y comarca de Hato Grande en la Comunidad de la Ceiba en León existe buena presencia del parasitoide.

En el Campo Agropecuario se colectaron un total de 40 adultos de *Eiphosoma*, en comarca de Hato grande se colectaron 7 y en la comunidad de El Tololar se colectaron 3 (ver tabla 1), al separar por sexo se colectaron un total de 35 *Eiphosoma* machos y 15 *Eiphosoma* hembras.

Tabla 1: Total de *Eiphosma* recolectados por sexo

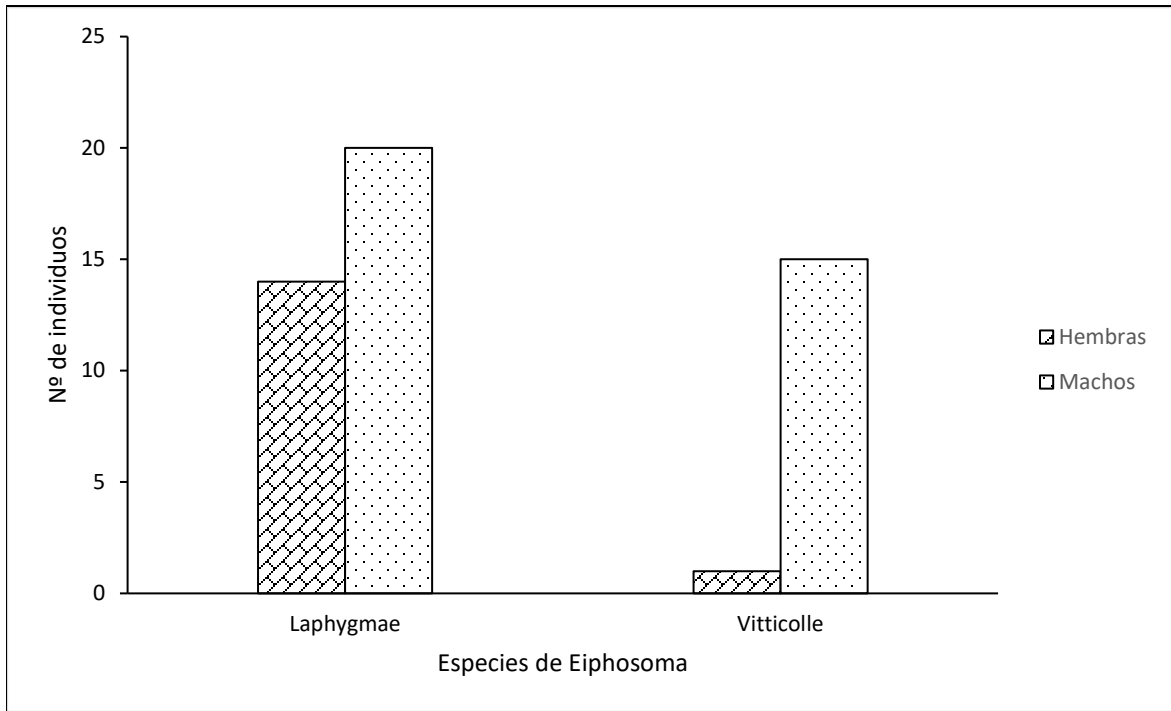
Lugar de colecta	Machos	Hembras	Total
Campo Agropecuario	29	11	40
Hato Grande	5	2	7
Tololar	1	2	3
Total	35	15	50

De los 50 adultos de *Eiphomosa* colectados el 68% corresponden a la especie *laphygmae* y el 32% a la especie *vitticolle* (ver gráfico 3), ambas especies se reportan como parasitoides de larvas de *Spodoptera frugiperda*, según (Michel Maes & Gauld, 2022) la especie *E. vitticolle* está reportada en los departamentos de Chinandega, León, Ometepe y ha sido encontrada parasitando larvas de *Spodoptera frugiperda* y *Anticarsia gemmatalis*. Según (Cave, 1995) en el cultivo de maíz, este parasitoide es más común desde julio hasta septiembre; periodo en el que se realizaron las colectas en parcelas de maíz.



Gráfica 3: Especies de *Eiphosoma* encontradas mediante capturas directas

Para el caso de *E. laphygmae*, esta se reporta en departamentos de Nueva Segovia, Estelí y León (Medina Gómez , 2021), según informe de proyecto (no publicado) el parasitismo por *Eiphosoma laphygmae* es más frecuente en los meses de mayor humedad relativa entre los meses de agosto – octubre, cabe de destacar que en dicho informe también menciona que el parasitismo por esta especie puede ser mayor, pero en las zonas de colectas también hay alta presencia de nematodos entomopatogenos que eliminan también las poblaciones de larvas posiblemente parasitadas.



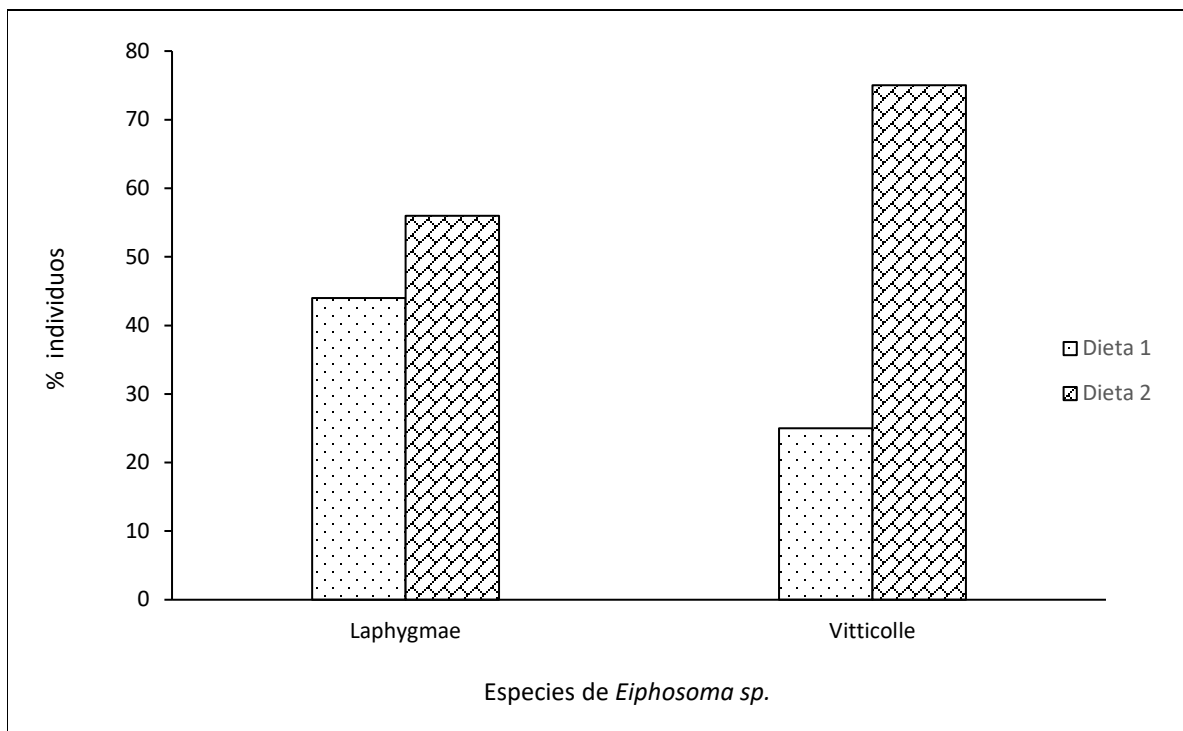
Gráfica 4: Separación de sexo por especies colectadas

Lo ideal para el estudio es haber obtenido un número igual de especies y un número igual por sexo, la especie *laphygmae* presento mayor número de adultos capturados con un total de 34 individuos (ver gráfica 4) de los cuales 20 son machos y 14 son hembras, para esta especie según (Kenis, 2021) el sexado es sesgado hacia mayor número de macho, esto se debe a factores ambientales principalmente como el fotoperiodo y humedad relativa, en ensayos preliminares de reproducción de *E. laphygmae* en laboratorio, la reducción del fotoperiodo de 16 horas a 12 horas incremento el número de hembras de un 20% a un 40%.

En la misma gráfica 4 observamos también la especie *vitticolle* con 16 adultos de los cuales 15 son machos y una es hembra, al igual que *laphygmae* los factores de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo influyen en el sexado, (Giraldo-Vanegas & García R, 1994), para lograr una proporción en sexo más uniforme ajustaron las condiciones ambientales en laboratorio, para esto todas las larvas parasitadas, se colocaron en una cámara climática a 24.5 °C, con humedad relativa

de 76.0 y un fotoperiodo con luz artificial de 12 horas, de 6 am a 6 pm, al igual que *laphygmae* estos investigadores lograron incrementar la producción de hembras.

Para mantener vivo en laboratorio los adultos de *Eiphosoma* es necesario el suministro de una dieta artificial y en este estudio se evaluaron dos dietas, cuyo factor común en las dos dietas es la miel como fuente de energía; en el gráfico 5 analizamos la selección de alimento por especies de *Eiphosoma*, para las dos especies *laphygmae* y *vitticolle* la dieta 2 (Levadura miel y leche en polvo) es la de mayor preferencia; para la especie *laphygmae* el 56% de los adultos colectados prefieren la dieta 2 como alimento y el 44% prefieren la dieta 1 como alimento, para el caso de la especie *vitticolle* el 75% de los adultos prefieren la dieta 2 y el 25% prefieren la dieta 1.

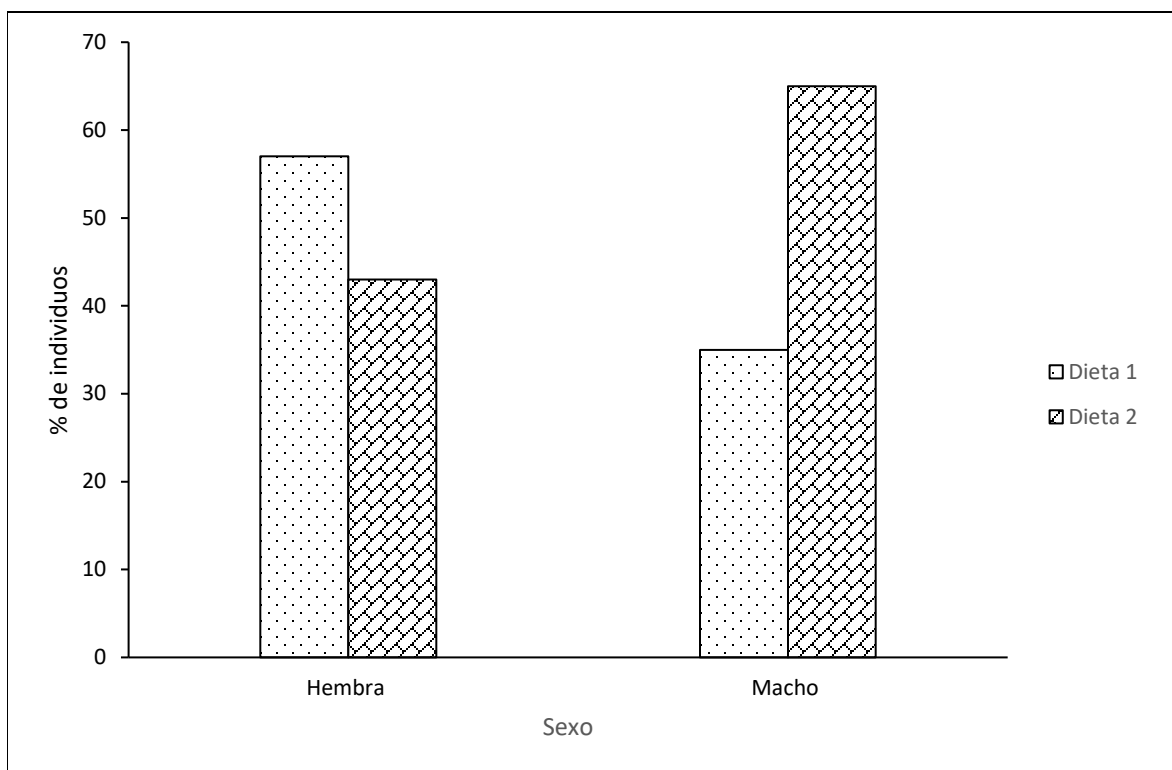


Gráfica 5: Selección de dieta alimenticia artificiales por especie, bajo condiciones de laboratorio

El acceso a fuentes de alimentos adecuadas es fundamental para la supervivencia de los parasitoides (Wyckhuys KAG, 2008). Fuentes de carbohidratos como el azúcar, el néctar y la melaza no siempre son fáciles disponible en los agroecosistemas, y esto puede jugar un papel perjudicial en los programas de

biocontrol, ya que a falta de alimento la longevidad afecta directamente el impacto de los parasitoides como biológicos agentes de control (Waïckers FL, 2008), por eso es necesario buscar esas fuentes artificiales de alimentos, para lograr mayor estabilidad en el proceso de reproducción, el agregar leche al miel, esta se enriquece con nutrientes que son esenciales para el desarrollo de los parasitoides.

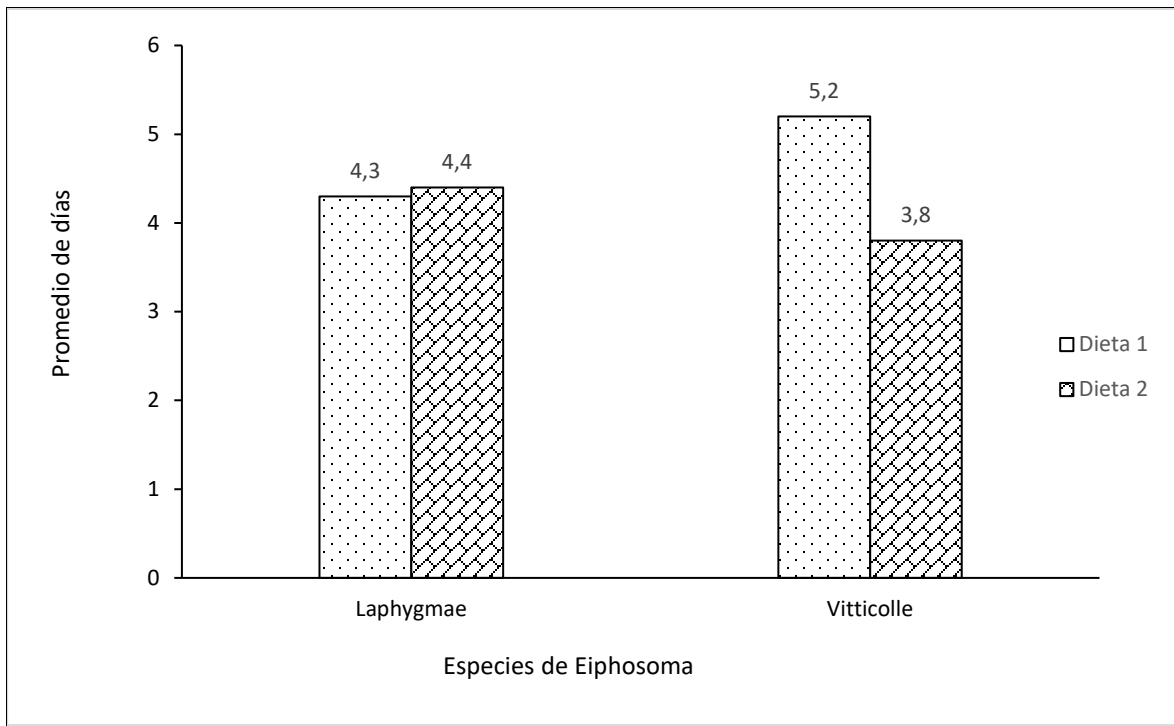
La selección de dietas por sexo, solo se realizó para la especie *laphygmae*, por el número de colectas obtenidas, el análisis indica (ver gráfica 6), que el 57% de hembras prefieren la dieta 1 (agua con miel) y el 43% prefieren la dieta 2 (miel con leche); para el caso de los machos el 65% selecciona la dieta 2 (miel con leche) como alimento y 35% selecciona la dieta 1 (agua con miel).



Gráfica 6: Selección de alimento de la especie *E. laphygmae* por sexo, bajo condiciones de laboratorio

Como se mencionó anteriormente la calidad del alimento va a repercutir en el tiempo de vida y en la tasa de reproducción de un parasitoide, para el caso de

esta investigación se analizó los días de sobrevivencia de los adultos de *Eiphosoma* sometido a dos dietas de alimentación (ver gráfico 7)



Gráfica 7: Días de sobrevivencia de dos especies de *Eiphosoma* adultos sometidos a dos dietas de alimentación en condiciones de laboratorio

De manera general, para el caso de *E. laphygmae* los días de sobrevivencia son similares utilizando las dos dietas, la sobrevivencia oscila entre 4.3 y 4.4 días, descriptivamente no hay diferencia, para el caso, caso diferente para *E. vitticolle* se observa una diferencia en los días de sobrevivencia, los adultos que se alimentaron con la dieta 1 sobrevivieron en promedio 5.2 días y los que se alimentaron de la dieta 2 sobrevivieron 3.8 días, según Marc Kenis, en su protocolo de cría de *Eiphosoma laphygmae*, indica que muchos adultos mueren en la primer semana, sin embargo, los que logran sobrevivir pueden tener un periodo de vida hasta de un mes.

No existe estudio de reproducción de estas especies, los pocos estudio que existen son de carácter descriptivo taxonómico, según (Cave, 1995), se intentó el establecimiento de la especie *E. vitticolle* en la Florida – Estados Unidos, pero sin

resultados, igualmente (Giraldo-Vanegas & García R, 1994), realizó estudio de comportamiento, descripción y tiempo de desarrollo de los estados inmaduros de *E. vitticolle*, y en dicho estudio se describe el estado biológico de las etapas de huevo, larvas y pupas, excluyendo la etapa adulta, por tanto, no se cuenta con estudios de tiempo de vida de los adultos de *Eiphosma sp.* bajo las condiciones de laboratorio.

Tabla 2: Tabla de contingencia con prueba de Chi – cuadrada de Pearson

Tabla de contingencia	Especie*Días_Sobrev	Sexo*Días_Sobrev	Dietas*Días_Sobrev
Chi – Cuadrada de Pearson	0.571	0.42	0.569

$\alpha = 0.05$ de significancia

Al realizar las pruebas de dependencia entre variables, la prueba Chi – Cuadrada de Pearson nos indica que las variables cotejadas son independientes ya que para todas las categorías de contingencia el valor P (valor tabulado) es mayor al valor alfa de 0.05 de significancia (ver tabla 2), para el caso de Especie*Días_Sobrev el valor $P=0.571$; para el caso de Sexo*Días_Sobrev el valor $P= 0.42$ y para el caso de Dietas*Días_Sobrev el valor $P= 0.569$, para todos los casos se acepta la H_0 indicando que las variables X e Y son independientes.

VII. CONCLUSIONES

- Las dos dietas evaluadas pueden ser utilizadas para la alimentación y mantenimiento de los adultos de *Eiphososma sp.* sin embargo, la preferencia es mayor por la dieta que contiene miel y leche de manera general, pero si se analiza por sexo las hembras tiene más preferencia por la dieta que contiene solo miel y agua, por lo tanto, debemos tomar en cuenta este factor para procesos de reproducción.
- Bajo condiciones de laboratorio y con las dos dietas evaluadas se logró tener en promedio 4.3 a 5.2 días de vida, siendo la especie *E. vitticolle* la que alcanzo el mayor número de días, considerando que es un tiempo necesario para hacer evaluaciones de ovoposición.

VIII. RECOMENDACIONES

- Según literatura el factor fotoperiodo es clave en el desarrollo y comportamiento de los adultos de *Eiphosoma sp.*, algo que en esta investigación no se tomó en cuenta, por tanto, es necesario incluir este factor en nuevas investigaciones para ir construyendo la información sobre el comportamiento en laboratorio de estas especies.
- Tomar en cuenta los periodos de mayor presencia de adultos en campo, para hacer colectas de larvas parasitadas por *Eiphosoma sp.* y estimar el tiempo de cada etapa biológica del parasitoide en laboratorio.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Allen, T., Kenis, M., & Norgrove, L. (2020). *Eiphosoma laphygmae*, a solution for classical biological control of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*? *CABI*.
- Álvarez, M., Córdoba, S., & Escobar, F. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia .
- Cave, R. (1995). Parasitoides larvales y rurales de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: noctuidae) en Centro America con una clave para las especies encontradas en Honduras. En R. D. Cave, *Parasitoides larvales y rurales de Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: noctuidae) en Centro America con una clave para las especies encontradas en Honduras. La Ceiba.
- Chavarria Cruz, T., & Baldizón Piura, Y. (2021). *Evaluación del parasitismo natural de cogollero (Spodoptera frugiperda Smith) en diferentes localidades, manejo y altitudes de producción de maíz (Zea mays L) en Nicaragua durante el periodo 2019 - 2021*. León: UNAN León.
- Chay, D., Delfín, H., & Parra, V. (2009). Ichneumonoidea (Hymenoptera) Community Diversity in an Agricultural Environment in the State of Yucatan, Mexico. *Environmental Entomology* 35.
- England S, E. E. (1997). Effects of pea aphid (Homoptera: Aphididae) honeydew on longevity and fecundity of the alfalfa weevil *Bathyplectes curculionis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environ Entomol* 26, 1437–1441.
- Frizo de Melo, I., & Penteado-Dias, A. (2016). *Estudo qualitativo das espécies de Eiphosoma Cresson, 1865*. Universidade Federal de São Carlos.
- Giraldo-Vanegas, H., & García R, J. L. (1994). COMPORTAMIENTO DE LOS ADULTOS DE *Eiphosoma vitacolle* Cresson (HYMENOPTERA : ICHNEUMONIDAE), PARASITO DE *Spodoptera frugiperda* (Smith) (LEPIDOPTERA : NOCTUIDAE). *Entomología Venezolana*, 15-20.
- Google. (22 de Noviembre de 2022). *Google earth Pro*. Obtenido de Google earth Pro: <https://earth.google.com>
- Gutiérrez Ramírez, A. (2014). *Fauna parasítica y compatividad con insecticidas en el manejo de gusano cogollero del Maíz Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) en Nayarit México* . Xalisco, México .
- Heneidy, A. H., Khidr, A. A., & Taman, A. A. (2015). Side-effects of Insecticides on Non-target Organisms: 1- In Egyptian Cotton Fields. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 685-690.
- Kenis, M. (2021). *Protocol for rearing Spodoptera frugiperda and Eiphosoma laphygmae at CABI Switzerland*. Suiza: CABI.
- Kenis, M., Giovanni, B., Antonio, B., Paul-André, C., Roger, D., Nicolas, D., & Rnett D, H. (2022). Invasiveness, biology, ecology, and management of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Entomologia Generalis*.

LASALLE, J. & I. GAULD 1992. Parasitic hymenoptera and the biodiversity crisis. Insect Parasitoids. 4th European Workshop.

López Arroyo, I., Guerra, R., & Moncada, C. (2017). *Nueva dieta para incrementar la oviposición de hembras en *Crisoperla externa*, depredador de plagas agrícolas invasivas*. Nuevo León - Mexico .

Marenco, R. (1986). *Parasitoides del gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) en la costa atlántica de Costa Rica*. CATIE.

Márquez Luna, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, n1 37, 385 – 408.

Medina Gómez, L. (2021). *Evaluación del parasitismo natural de cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith) diferentes localidades, manejo y altitudes de producción de maíz (*Zea mays* L) en Nicaragua*. León .

Mendoza, R. M. (1986). *Parasitoides del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* en maíz en la Zona Atlántica de COSTA RICA*. Turrialba - Costa Rica.

Merritt, W., & Resh, H. (1996). *Design of aquatic insect studies: Collecting, sampling and rearing procedures*. In: Merritt, W. *Hunt Publishing Company, Iowa*.

Michel Maes, J., & Gauld, I. (2022). *bio-nica.info*. Obtenido de bio-nica.info: <http://www.bio-nica.info/Ento/Hymeno/ICHNEUMONIDAE.htm>.

Mota et al (2013). AVISPAS ICHNEUMONIDEAS, que atacan al gusano cogollero (SPODOPTERA FRUGIPERDA) EL CULTIVO DE MAIZ (ZEA MAYS L) EN MEXICO. Universidad autónoma de Tamaulipas, Facultad de ingeniería y ciencias. Centro universitario Adolfo López Mateos

Naturalistaco. (2022). *NaturaListaCo*. Obtenido de NaturaListaCo: <https://colombia.inaturalist.org/taxa/250141-Eiphosoma>

Oehlke, J. (1967). *Westpaläarktische Ichneumonidae 1, Ephialtinae. Hymenopterorum Catalogus (new edition) 2, 1-49*.

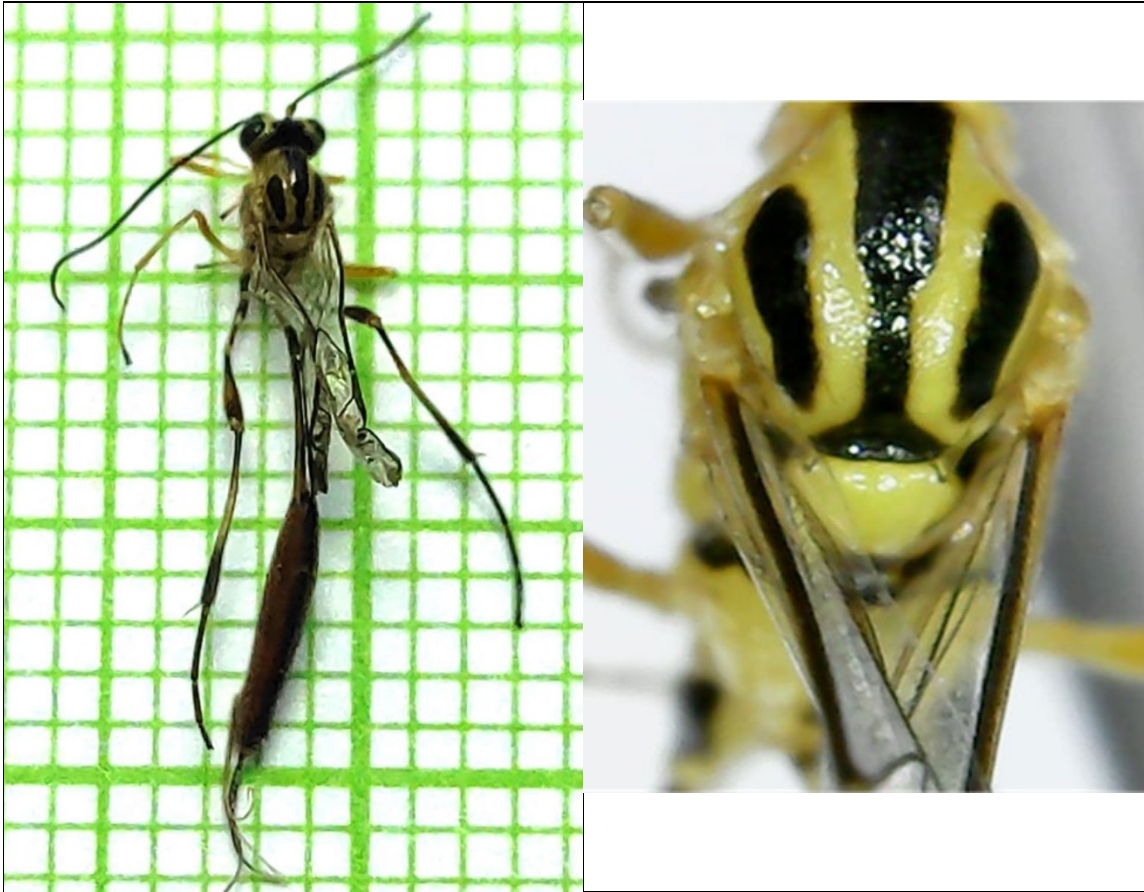
Vollhardt IMG, B. F. (2010). Nectar vs honeydew feeding by aphid parasitoids: does it pay to have a discriminating palate? *Entomol Exp Appl*, 137:1–10.

Wäckers FL, v. R. (2008). Honeydew as a food source for natural enemies: making the best of a bad meal? I. *Biol Control*, 176–184.

Wyckhuys KAG, S.-G. J. (2008). Sugar feeding by the aphid parasitoid *Binodoxys communis*: how does honeydew compare with other sugar sources? *J Insect Physiol*, 481–491.

X. ANEXOS

Anexo 1: Adulto de *Eiphosoma* sp.



Anexo 2: Pupa de *Eiphosoma* sp



Anexo 3: Dietas para alimentar adultos de *Eiphosoma* sp



Anexo 4: Observación de selección de dieta

