



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CICLO DE VIDA, ÍNDICE DE HERBIVORÍA Y CRIANZA DE
Leptophobia aripa (Boisduval, 1836) EN UN HUERTO URBANO

ECOLÓGICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA

CRUZ DÍAZ ARIADNA JOCELYN

DIRECTORA DE TESIS

DRA. MARÍA SOCORRO OROZCO ALMANZA

ASESORA INTERNA

M. en C. MARÍA MAGDALENA ORDÓÑEZ RESÉNDIZ

CIUDAD DE MÉXICO, 2019

Investigación financiada por DGAPA-PAPIME- PE205718





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, que me brindaron la oportunidad de formar parte de la mayor casa de estudios y aprender de los mejores profesores.

A mi directora de tesis:

Dra. María Socorro Orozco Almanza, por su apoyo incondicional y paciencia para la realización de esta tesis, por las risas compartidas, convivencias, enseñanzas y por ser una profesora excelente con mucha pasión y dedicación, una de las mejores que conocí en la Carrera de Biología.

A mi asesora interna:

M. en C. María Magdalena Ordóñez Reséndiz por aceptar asesorar este trabajo, por su tiempo y sus aportaciones para la mejora de esta tesis.

A mis sinodales:

M. en C. Amando Cervantes Sandoval, por su apoyo y sus sabios consejos. Al Biól. Juan Romero Arredondo y la Dra. Erika Lourdes Ortiz Martínez por sus comentarios para mejorar y enriquecer este trabajo.

Al profesor Roberto Ramos Gonzáles y a la profesora María de Jesús Rojas por su apoyo incondicional, sus consejos, recomendaciones en el desarrollo de mi tesis y sobre todo por ser personas increíbles con un gran corazón.

A todos los profesores que conocí a lo largo de mi vida académica y me dejaron grandes enseñanzas para lograr este gran triunfo.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Martha Patricia Díaz Cortes y Omar Cruz Flores por darme la vida, apoyarme incondicionalmente y priorizar mis necesidades antes que las suyas. A mi mamá por su cariño, consejos, paciencia, comprensión en mis momentos de estrés y sobre todo por creer siempre en mí. A mi papá por protegerme, apoyarme en mis estudios y ser un hombre dedicado, responsable, un ejemplo a seguir. Nunca podre pagar todos sus esfuerzos y desvelos ni con las riquezas más grandes del mundo porque gracias a ustedes estoy cumpliendo mi mayor logro en la vida, este logro que no es solo mío, es de los tres porque sin ustedes no hubiera sido posible, los amo.

A mis abuelas:

María Eulalia Yolanda Flores Martínez y Martha Alicia Cortes López, gracias por cuidarme, consentirme, preocuparse y apoyarme incondicionalmente.

A mi tío:

Miguel Inri Naranjo Cortes, quien era fiel a vivir la vida como si fuera el último día y quien me dejó esa gran lección de vida. Aunque ya no estás en este mundo, siempre estarás presente en cada momento de mi vida y en mi corazón.

A los demás integrantes de mi familia, tíos, padrinos, primos, gracias por tantas risas, convivencias y sobre todo por su cariño.

A mi compañera de vida:

Beisy, quien me regaló muchos momentos de alegría, cuidado y protegió de mí desde pequeña y ahora solo vive en mi corazón.

A mis amigos de CCH:

Joselyn Sánchez, Erendira Osnaya, Merari Martínez, Cecilia Guzmán, Ariadna Hernández, Carlos Rodríguez, Andrea Rojas, Bianca Hernández y Carlos Ríos.

Quienes hicieron que esta etapa fuera la mejor de mi vida, gracias por los momentos que compartimos juntos y por las grandes enseñanzas que me dejaron,

A mis amigos de la FES y compañeros del vivero:

Especialmente a Nayani Santiago, Viridiana Degante, Karla Carranza, Héctor Sánchez, Kevin Ballesteros, Gerardo Trejo, Adrián Palomec, Araceli, Miguel Juárez y Hugo Colin, por compartir clases, proyectos, prácticas de campo inolvidables, risas y sobre todo por su amistad, confianza y apoyo.

“Vive la vida como si fuera tu último día”

ÍNDICE

RESUMEN	8
I.INTRODUCCIÓN	9
II. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 LA AGRICULTURA URBANA	12
2.2 LOS HUERTOS ECOLÓGICOS	12
2.3 LA FAUNA ASOCIADA EN LOS HUERTOS.....	13
2.4 IMPORTANCIA DE LAS MARIPOSAS	13
2.5 CAUSAS DE LA EXTINCIÓN DE LAS MARIPOSAS	14
2.6 CARACTERÍSTICAS DE LA MARIPOSA BLANCA, <i>Leptophobia aripa</i> (BOISDUVAL, 1836)	16
2.7 CRIANZA DE LAS MARIPOSAS Y COMERCIALIZACIÓN	20
2.8 PARÁMETROS PARA LA CRIANZA DE LAS MARIPOSAS.....	21
III.-JUSTIFICACIÓN.....	24
IV. HIPÓTESIS	25
V. OBJETIVOS	25
5.1 GENERAL.....	25
5.2 ESPECÍFICOS.....	25
VI. MÉTODO.....	26
6.1 ÁREA DE ESTUDIO	26
6.2. IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS NUTRICIAS Y NECTARÍFERAS DE <i>Leptophobia aripa</i>	27
6.3 PROPAGACIÓN DE PLANTAS NUTRICIAS U HOSPEDERAS	27
6. 5 CICLO DE VIDA.....	29
6.5 ÍNDICE DE HERBIVORÍA.....	30
6.5.1 GANANCIA DE PESO DE LAS LARVAS	31
6.5.3 TABLA DE ESPERANZA DE VIDA	31
6.6 PROTOCOLO DE CRIANZA.....	32
6.7 SUPERVIVENCIA DE IMAGOS.....	33
6.8 COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	33

VII. RESULTADOS	34
7.1 IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS NUTRICIAS Y NECTARÍFERAS DE LA MARIPOSA BLANCA <i>Leptophobia aripa</i> EN UN HUERTO URBANO	34
7.2 PROPAGACIÓN DE PLANTAS NUTRICIAS	36
7.3 ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS.....	37
7.4 CICLO DE VIDA.....	38
7.5 ÍNDICE DE HERBIVORÍA.....	45
7.6 GANANCIA DE PESO DE LAS LARVAS.....	47
7.7 TABLA DE ESPERANZA DE VIDA.....	48
7.8 PROTOCOLO DE CRIANZA.....	50
7.9 SUPERVIVENCIA DE IMAGOS.....	57
7.10 COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 120 MARIPOSAS.....	57
VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	59
8.1 IDENTIFICACIÓN DE PLANTAS NUTRICIAS U HOSPEDERAS Y NECTARÍFERAS	60
8.2 PROPAGACIÓN DE PLANTAS NUTRICIAS U HOSPEDERAS	61
8.3 CICLO DE VIDA.....	63
8.5 ÍNDICE DE HERBIVORÍA, GANANCIA DE PESO Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.....	65
8.6 TABLAS DE VIDA.....	67
8.7 PROTOCOLO DE CRIANZA.....	67
8.8 SUPERVIVENCIA DE IMAGOS.....	69
8.9 COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	70
IX. CONCLUSIONES	71
APÉNDICE 1.....	72
APÉNDICE 2.....	74
X. REFERENCIAS	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de <i>Leptophobia aripa</i> (Boisduval, 1836). Tomada de Sermeño- Chicas y Pérez, 2015.....	17
Figura 2. Ciclo de vida de las mariposa.....	18
Figura 3. Estadios o instares de las larvas u orugas de las mariposas.....	18
Figura 4. Morfología de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>) (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	20
Figura 5.Plano del Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan” de FES Zaragoza.	26
Figura 6. Propagación de mastuerzo. (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).	28
Figura 7. Propagación de Kale: a) Almacigo con semillas; b) Almacigos de unicel en cama de cultivo; c) Trasplante en cama de cultivo (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	29
Figura 8. Equipo usado para la medir las fases de la mariposa blanca (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	30
Figura 9. Cajas para la supervivencia de los imagos (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	33
Figura 10. Plantas nutricias de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>) dentro del huerto: 1. <i>Brassica oleraceae var. seballica</i> , L., 2. <i>Eruca sativa</i> , L., 3. <i>Tropeolus majus</i> , L., 4. <i>Brassica oleracea var. botrytis</i> , L. (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	34
Figura 11. Plantas nectaríferas dentro del huerto de la mariposa blanca: 1. <i>Picris echioides</i> , L., 2. <i>Aphelandra</i> spp., 3. <i>Zinnia</i> spp., 4. <i>Alyssum</i> spp., 5. <i>Cuphea hyssopifolia</i> , Kunth., 6. <i>Chrysanthemum</i> spp., 7. <i>Foeniculum vulgare</i> P, Mil, 8. <i>Citrus sinensis</i> , L., 9. <i>Asclepias curassavica</i> ,L., 10. <i>Tropeolus majus</i> , L., 11. <i>Salvia leucantha</i> , Cav., 12. <i>Lavandula officinalis</i> , Mill., 13. <i>Lantana cámara</i> , L. (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	35

Figura 12. Supervivencia del 100% de mastuerzo (<i>Tropeolus majus</i> , L) (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	36
Figura 13. Cosecha de kale (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).	37
Figura 14. Duración del ciclo de vida de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>) (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).	39
Figura 15. Fases de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>): a) huevo, b) Instar 1, c) Instar 1 después de la alimentación, d) Instar 2 y muda (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	40
Figura 16. Morfología de los diferentes estadios de la mariposa blanca : a) Instar 4, b) Instar 5, c) Prepupa, d) Pupa, e) Cambio de color de la pupa (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	42
Figura 17. Morfología del imago de <i>Leptophobia aripa</i> (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).....	43
Figura 18. Supervivencia de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>) en la fase larval.	44
Figura 19. Endoparásitos y depredadores de la mariposa blanca en el huerto Chimalxochipan a) endoparásito en la fase de pupa en cautiverio, b) depredadores en la fase de pupa en cautiverio, c) arácnido depredando larva fuera de cautiverio (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).	45
Figura 20: a) Área foliar consumida y b) Número de hojas consumidas de <i>Leptophobia aripa</i> con dos tratamientos alimenticios diferentes	46
Figura 21. Ganancia de peso durante la fase larval de <i>Leptophobia aripa</i> con dos tratamientos alimenticios diferentes.	47
Figura 22. Supervivencia específica por fase de <i>Leptophobia aripa</i> con dos tratamientos alimenticios.....	49
Figura 23. Supervivencia de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>) en cajas para venta.	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis químico proximal de los tratamientos alimenticios de <i>Leptophobia aripa</i>	37
Cuadro 2. Duración promedio de cada fase del ciclo de vida de la mariposa blanca.	38
Cuadro 3. Tamaño (mm) de las diferentes fases de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>).....	43
Cuadro 4. Tabla de esperanza da de <i>Leptophobia aripa</i> con el tratamiento de kale .	48
Cuadro 5. Tabla de esperanza de vida de <i>Leptophobia aripa</i> con el tratamiento de mastuerzo	48
Cuadro 6. Costos de producción de la propagación de mastuerzo (<i>Tropeolus majus</i>)	58
Cuadro 7. Costos de producción para la crianza de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>).....	58
Cuadro 8. Costos en la venta de la mariposa blanca	74

RESUMEN

En la actualidad, el uso de insumos químicos en la agricultura convencional es un peligro inminente para las poblaciones de mariposas, debido a que provocan su envenenamiento y en algunos casos hasta su extinción. La conservación y crianza de las mariposas representa una alternativa para mejorar los ingresos de los agricultores, por medio del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el ciclo de vida de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*), generar un protocolo de crianza y cuantificar el índice de herbivoría, la ganancia de peso y la tasa de supervivencia bajo dos regímenes de alimentación. El estudio se realizó En el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan” localizado en el Campo II de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, con el fin de criar a la mariposa. Se propagaron dos plantas nutricias de la mariposa (mastuerzo y kale). Se registró el ciclo de vida y la supervivencia, desde huevo hasta imago. El índice de herbivoría, la ganancia de peso y las tablas de esperanza de vida se cuantificaron con dos tratamientos alimenticios (mastuerzo y kale) y se calcularon los costos de producción por mariposa. Se registraron 4 plantas nutricias y 13 nectaríferas; el ciclo de vida fue de 34 a 40 días, semejante al reportado en la literatura; el índice de hervivoría, la ganancia de peso y la esperanza de vida fue mayor al alimentar las larvas con mastuerzo, el cual presentó el mayor contenido proteico. El protocolo de crianza propuesto en este trabajo ofrece una metodología sencilla y económica para criar a la mariposa bajo condiciones de cautiverio, con una supervivencia alta (85%). El huerto urbano con manejo ecológico, representa un hábitat óptimo para la atracción, conservación y aprovechamiento de la mariposa blanca como una alternativa económica adicional para el productor de hortalizas orgánicas, ya que su costo promedio de producción unitario es bajo (\$15.13) y su precio unitario de venta en el mercado es alto (\$70.00), lo que le da al productor un rango amplio de ganancia económica.

I. INTRODUCCIÓN

Las mariposas y polillas pertenecen al orden Lepidoptera, constituyen uno de los grupos más populares entre los insectos, debido a la belleza de sus formas y colores. Su nombre deriva del griego *lepidos*, que significa escamas, y *pteron* alas, es decir, “alas con escamas” (CONABIO, 2009).

Existen aproximadamente 155 000 especies de lepidopteros en el mundo, de los cuales alrededor de 18 000 especies corresponden a mariposas, es decir, el 13% (Heppner, 2002; CONABIO, 2009; Llorente-Bousquets *et al.*, 2014). En México habitan aproximadamente 1 825 especies de mariposas, lo que representa cerca del 10% del total mundial (Llorente-Bousquets *et al.*, 2014).

Las especies de la superfamilia Papilionoidea son conocidas como mariposas (Van Nieukerken *et al.*, 2011; Heikkilä *et al.*, 2012; Álvarez-García *et al.*, 2016). En México las 1 825 especies pertenecen a seis familias que corresponden, según el orden de mayor a menor diversidad, a Hesperidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Riodinidae, Pieridae y Papilionidae (Martín- Piera *et al.*, 2000; Luis *et al.*, 2004; Álvarez- García *et al.*, 2016).

Las mariposas son de gran importancia, ya que son bioindicadoras confiables del estado en que se encuentran los ecosistemas naturales. Reflejan las condiciones de conservación o deterioro de los mismos, debido a la estrecha relación que establecen con su planta huésped o nutricia. Un ecosistema con baja diversidad de mariposas o carentes de las mismas indica un ambiente perturbado (Bendaña–García, 2017), debido a que son altamente sensibles a los cambios de microclima, temperatura, humedad y nivel de luminosidad, parámetros que cambian con la perturbación de los hábitats (Brown, 1991).

En la actualidad, la pérdida del hábitat y los envenenamientos causados por el uso de pesticidas ponen en peligro las poblaciones de lepidópteros. El uso de insumos químicos en la agricultura convencional es un peligro inminente para las poblaciones de mariposas y abejas, debido a que provocan su envenenamiento y en algunos casos hasta su extinción; por ello, las ciudades con agroecosistemas rurales y huertos

urbanos con manejo ecológico son de gran importancia, ya que son una herramienta esencial para atraer a los polinizadores y ayudar a su conservación (Romeu, 2000).

Los beneficios ambientales que resultan de los espacios verdes son diversos, otorgando intangibles mejoras a los habitantes, por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) los contempla como una recomendación ineludible para una mejor calidad de vida urbana, las ciudades actualmente se encuentran en un proceso de desarrollo, donde por desgracia el medio ambiente es el primer afectado, distinguiéndose por ser limitado en desarrollo y conservación de muchas especies (Rendón- Gutiérrez, 2010).

Los huertos urbanos con buena planeación son una alternativa para cultivar en casa y crear espacios verdes en las ciudades. Además, ofrecen un impacto positivo en la salud mental, absorben los contaminantes del aire, bajan las temperaturas de la superficie, brindan un hábitat para la vida silvestre, permiten la coexistencia de la fauna asociada (enemigos naturales y polinizadores) e incluso pueden ser puentes para que estos organismos se reproduzcan y posteriormente se desplacen a sus ecosistemas de origen (Orozco- Almanza, 2014).

Las mariposas tienen una gran importancia ecológica, ya que son polinizadores de plantas de importancia económica como el jitomate, el frijol, chile, calabaza y frutales como ciruela, manzana, café, cacao, vainilla, entre otros (Rosado-Gordón, 2011). Además, las mariposas tienen un alto potencial para ser aprovechados desde el punto de vista económico ya que pueden ser una atracción ecoturística o representar recursos demandados en ciertos nichos de mercado con gran relevancia comercial (Bendaña-García, 2017).

En los huertos ecológicos, la fase de oruga de las mariposas como *Leptophobia aripa*, es un riesgo para algunos cultivos, ya que las larvas son herbívoras y pueden dañar seriamente el rendimiento; sin embargo, con un buen diseño del huerto se puede favorecer la presencia de plantas hospederas o nutricias de las mariposas para su ovoposición y de esta manera controlar las poblaciones de larvas y utilizarlas en un proyecto de crianza donde se reproduzcan adultos de manera masiva para su venta

en el mercado. De esta manera un huerto ecológico es fuente de alimento para el hombre, un lugar para la conservación y aprovechamiento de polinizadores como las mariposas y una alternativa para mejorar la economía de quien practique la agricultura urbana (Orozco- Almanza, 2014). Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue conocer el ciclo de vida de la mariposa blanca, *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836) dentro de un huerto urbano, determinar el índice de herbivoría bajo el consumo de dos plantas nutricias (mastuerzo y kale) y generar un protocolo de crianza que contribuya a mejorar la economía de los productores orgánicos, así como a la conservación de la especie.

II. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1 LA AGRICULTURA URBANA

En la actualidad, más del 60% de la población mundial vive en ciudades, lo cual implica una explotación excesiva de los recursos naturales, un aumento acelerado de la demanda de alimentos, energía y agua, además de un incremento de la contaminación atmosférica, contaminación de suelos, erosión y deforestación, sin olvidar la generación alarmante de residuos sólidos y peligrosos, por ello, la agricultura urbana ecológica es una alternativa de producción y distribución de alimentos dentro de las ciudades ya sea en los patios, terrazas, huertos comunitarios y huertas frutales, así como en espacios públicos no aprovechados; en la mayoría de los casos se trata de una actividad en pequeña escala y dispersa por toda la ciudad (FAO, 1996), aprovechando los recursos locales disponibles (basura, agua, espacios, entre otros) para generar productos orgánicos de autoconsumo (1).

En 1996, como consecuencia del aumento de la pérdida de biodiversidad en una escala global, la Convención sobre Diversidad Biológica desarrolló un programa de trabajo sobre el tema, entre los rubros de importancia se encuentra la agricultura orgánica (FAO, 2003). La agricultura orgánica o ecológica se define como un sistema de producción que realiza practicas especiales y utiliza insumos naturales como composta, abonos verdes, control biológico, repelentes naturales a partir de plantas, asociación y rotación de cultivos, entre otros, rechazando así los insumos de síntesis química (fertilizantes, insecticidas, plaguicidas) y los organismos genéticamente modificados (Kortbech, 2000; Gómez, 2006).

2.2 LOS HUERTOS ECOLÓGICOS

Los huertos son agroecosistemas tradicionales, donde se mantiene una alta agrobiodiversidad, definida como la diversidad biológica doméstica y silvestre de relevancia para la alimentación y la agricultura, está constituida por recursos genéticos vegetales, animales, micóticos y microbianos, adaptados a las condiciones locales

¹ <https://blogdeazoteasverdes.files.wordpress.com/2012/10/manual-agricultura-urbana.pdf>.

que reflejan las dimensiones socioeconómicas y culturales de los que lo crean y mantienen, así como el conocimiento tradicional local asociado (Cahuich y Rosario, 2012; Cano, 2015; Cano, 2016).

2.3 LA FAUNA ASOCIADA EN LOS HUERTOS

Los organismos asociados a los huertos brindan una serie de servicios ecológicos dentro de los sistemas orgánicos: la polinización, el control de plagas y el mantenimiento de la fertilidad del suelo; por tal motivo, mayor biodiversidad puede fortalecer las funciones esenciales para los sistemas agrícolas y, por ende, para el desempeño agrícola (FAO, 2003).

Dentro de la fauna asociada, los polinizadores son de gran importancia, entre ellos se encuentran los lepidópteros (mariposas y polillas), los cuales presentan adaptaciones especiales para transportar las cargas polínicas en los ojos y en la probóscide, además, al encontrar un ambiente altamente diverso dentro de los huertos, ubican un sitio de refugio y alimento (Feinsinger, 1987; DeVries, 1997; Tobar, *et al.*, 2001).

2.4 IMPORTANCIA DE LAS MARIPOSAS

- Importancia ecológica

De todos los órdenes de insectos presentes en la naturaleza, las mariposas diurnas son las más estudiadas, éstas se caracterizan por ser altamente sensibles a los disturbios en su hábitat y pueden reflejar el estado de conservación de la biota, ya que ellas son unos de los primeros seres vivos que desaparecen cuando se deteriora un ecosistema. Por otra parte, son abundantes y diversas constituyendo un elemento fundamental en la cadena trófica (Brown, 1991). También, son importantes agentes polinizadores ya que al alimentarse de las flores llevan el polen de unas a otras contribuyendo a la formación de frutos y semillas y con ello a la reproducción de las plantas (2).

² <https://www.mariposariodebenalmadena.com/wp-content/uploads/2014/12/Dossier-colegios.pdf>

- Importancia económica

Cientos de personas viajan al extranjero cada año para ver mariposas por lo tanto son una atracción turística que dan beneficios a muchos países. Por otra parte, se encuentran los nichos de mercado en los cuales se venden mariposas vivas para liberación en eventos sociales o disecadas en cuadros, aretes, pequeñas colecciones y en la venta de antibióticos extraídos de las mariposas, ya que cada especie de mariposa ha desarrollado diferentes compuestos químicos (3).

- Importancia científica

Las mariposas son un grupo de organismos "modelo" extremadamente importante, usado durante siglos para investigar muchas áreas de estudio biológico, incluyendo campos tan diversos como la navegación, control de plagas, embriología, mimetismo, evolución, genética, dinámica de poblaciones, conservación de la naturaleza, entre otros. Además, la larga historia y popularidad del estudio de las mariposas ha proporcionado una fuente de información de un grupo de insectos inigualable a escala geográfica y temporal en todas las partes del mundo; esto ha sido extremadamente importante para la investigación científica del cambio climático actual (3).

- Importancia educativa

Las mariposas tienen ciclos de vida fascinantes que se utilizan para enseñar a niños y adultos este interesante aspecto de la naturaleza. La transformación de huevo a oruga y más tarde en crisálida es una de las maravillas de la naturaleza. Otras curiosidades con aplicación educativa, son las migraciones, los patrones alares y la iridiscencia de las mariposas (3).

2.5 CAUSAS DE LA EXTINCIÓN DE LAS MARIPOSAS

En México, existen cuatro procesos que están poniendo en peligro las poblaciones de lepidópteros: la destrucción del hábitat, la explotación comercial, el desplazamiento por especies introducidas y los envenenamientos causados por el uso de pesticidas (Romeu, 2000). Este último proceso se debe a que sus larvas, usualmente herbívoras,

³ http://www.asociacionzerynthia.org/la_asociacion/por_que_las_mariposas_son_importantes.html

pueden constituir ocasionalmente plagas de cultivos (Triplehorn y Johnson 2005; Vásquez et al., 2012; Vásquez et al., 2017). Tal es el caso de las larvas de los piéridos, ya que se alimentan de los cultivos de brassicáceas, un ejemplo es la mariposa blanca (Marín- Jaramillo y Bujanos-Muñís, 2001).

En la actualidad, la aplicación de plaguicidas sigue siendo el método de control de plagas más ampliamente utilizado; sin embargo, los plaguicidas son un arma de doble filo, pues si bien controlan a las plagas contra las que van dirigidos, pueden ocasionar también graves problemas en el agroecosistema en el que se emplearon; uno de los problemas más importantes es la destrucción de otros artrópodos benéficos, como son los polinizadores, de los que depende la producción de nuestros cultivos, ya que tres cuartas partes de los cultivos de los que se alimenta el hombre dependen de la polinización para producir sus frutos, entre ellos se encuentra el frijol, chile, tomate, jitomate, calabacitas, café, cacao, vainilla, entre otros (Viñuela y Jacas, 1993).

- Efectos de los plaguicidas sobre los polinizadores

Existen dos factores importantes que afectan a los polinizadores, uno de ellos son los directos, donde los polinizadores tienen una exposición a los plaguicidas por vía oral, a través del consumo de néctar, polen y agua contaminada con los mismos. Tanto los productos fitosanitarios aplicados en aerosol, como aquéllos administrados en el suelo o en las semillas, pueden dar lugar a la aparición de residuos de plaguicidas en el polen y néctar de las plantas tratadas y de las adyacentes a los campos de cultivo (Bonmatin *et al.*, 2005). Los insecticidas son evidentemente los que representan un mayor riesgo para los polinizadores. Los más comúnmente utilizados son compuestos neurotóxicos, como los organofosfatos, carbamatos, piretroides, neonicotinoides y fipronil (Botías y Sánchez, 2018).

Además del envenenamiento directo, los polinizadores pueden ser afectados de manera indirecta cuando una parte de su hábitat o su suplemento alimenticio es modificado, ya que los herbicidas pueden ocasionar pérdida del potencial productivo de los suelos y por ende pérdida de la biodiversidad de flora, absorción desequilibrada de nutrientes en las plantas, contaminación del ambiente, y destrucción de la vida

silvestre, ocasionando reducción en el alimento y sitios de anidación para los polinizadores (Badii *et al.*, 2006).

- Pérdida de hábitat

La transformación de hábitats naturales genera alteraciones físicas, situación que puede incidir en la disponibilidad de los recursos; en consecuencia, las mariposas y plantas pueden resultar afectadas de manera negativa. Una de las principales causas de la pérdida global de diversidad es la transformación de los bosques tropicales debido a actividades humanas, como resultado, los fragmentos de bosque quedan inmersos en matrices modificadas, las cuales pueden representar diferentes calidades para la fauna (Kattan, 2002).

2.6 CARACTERÍSTICAS DE LA MARIPOSA BLANCA, *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836)

- Taxonomía

Este insecto fue descrito originalmente por Boisduval en 1836, con el nombre de *Pieris aripa*, a partir de ejemplares procedentes de Venezuela (Sermeño- Chicas y Pérez, 2015).

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Hexapoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Suborden: Glossata

Superfamilia: Papilionoidea

Familia: Pieridae

Subfamilia: Pierinae

Género: *Leptophobia*

Especie: *Leptophobia aripa*

Durante muchos años, el orden de los lepidópteros fue subdividido en dos subórdenes, los ropalóceros, o mariposas diurnas, y los heteróceros, polillas o mariposas nocturnas. La cladística moderna ha demostrado que esta antigua clasificación es artificial y en la actualidad se admiten los subórdenes Aglossata, Heterobathmiina, Zeugloptera y Glossata. Los tres primeros contienen unas pocas especies, mientras que Glossata incluye el 99% de los lepidópteros actuales (Scoble, 1995).

- Distribución

Esta mariposa se distribuye en la región Neotropical, desde México, América Central, Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Argentina hasta Brasil (Fig.1) (CONABIO, 2013; Villar, 2015). En la República Mexicana se encuentra en el centro y sur, específicamente en los estados de Aguascalientes, Chiapas, Ciudad de México, Colima, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz (Llorente- Bousquets *et al.*, 1997; Villar, 2015).



Figura 1. Distribución geográfica de *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836). Tomada de Sermeño- Chicas y Pérez, 2015.

- Ciclo de vida.

Las mariposas se denominan holometábolos, esto quiere decir, que se desarrolla en cuatro estadíos diferentes: huevo, larva u oruga, pupa o crisálida y adulto o imago (Fig.

2) (4). Dentro de la fase de larva u oruga se presentan cuatro a seis instares o estadios (Fig. 3) (5) y generalmente, la duración completa del ciclo de vida de los estados inmaduros (huevo, larva, pupa) de una mariposa diurna se encuentra entre 30 y 120 días, dependiendo de la especie y las condiciones ambientales (Constantino y Corredor, 2004; Valencia *et al.*, 2005; Vélez, 2005; Rosales, 2015).



Figura 2. Ciclo de vida de las mariposa

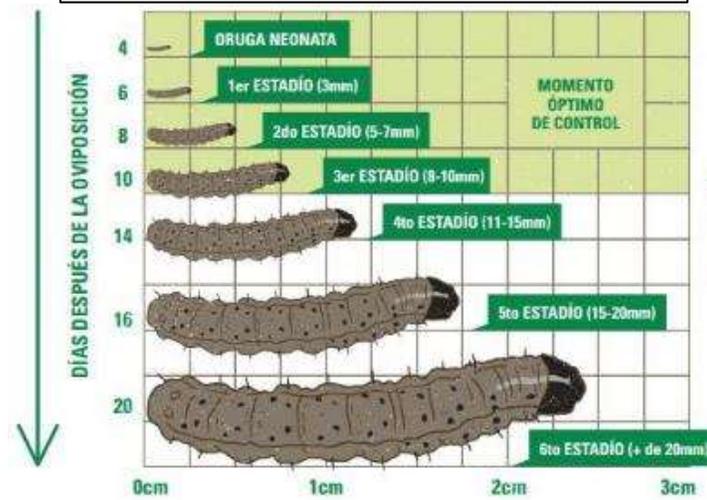


Figura 3. Estadios o instares de las larvas u orugas de las mariposas.

⁴ <https://historiadelavida.editorialaces.com/el-show-de-la-mariposas/>

⁵ <https://hablemosdeinsectos.com/spodoptera-frugiperda-o-gusano-cogollero/>

El ciclo de vida de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*) es aproximadamente de 25 a 40 días (Valencia *et al.*, 2005; Coronado y Márquez, 1998). Sánchez-López (2004) reportó protocolos de crianza para esta especie en el municipio de Cundinamarca, Colombia y determinó una duración de 27.2 días.

- Alimentación

Las larvas de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*) se consideran polífagas, ya que se alimentan de un amplio espectro de plantas denominadas nutricias u hospederas, entre ellas se encuentran las plantas de las familias Brassicaceae y Tropaeolaceae; a esta mariposa se le conoce comúnmente como la mariposa de la Coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) y del repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), porque estas plantas resultan ser sus hospederas, así como el brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*); puesto que la fase de larva u oruga es donde se da el proceso de crecimiento propiamente dicho, la ingesta de alimento debe proporcionar las proteínas, lípidos, y demás elementos esenciales, para que el desarrollo del individuo sea correcto (Trabanino, 1998; Fernández y Baz, 2006).

En la fase de adulto, imago o mariposa se alimentan de flores erectas, de colores rojizos, rosados, malvas, que se abren durante el día y cuyos nectarios presentan marcas visuales ya que liban el néctar de estas flores y a estas plantas se les denomina atraerentes o nectaríferas; éstas no son específicas y las pueden usar varias especies de mariposas (Constantino, 1996; Sánchez- López, 2004; Banaszak *et al.*, 2012). La mariposa blanca de ambos sexos visitan las flores de las plantas del género *Impatiens*, Lantana, *Nasturtium*, varias *Asteraceae*, y numerosas *Rubiaceae* (DeVries, 1987).

- Morfología

La mariposa *Leptophobia aripa* se caracteriza por tener alas de color crema blancuzca con una embargadora de 40 milímetros, el borde de las alas anteriores formando un pequeño triangulo de color negro, su tórax y abdomen presenta franjas de color blanco y los ojos son de color verde (Fig. 4); los huevos en general son de color amarillo brillante y cuando están próximos a eclosionar se tornan de un color oscuro

especialmente en la parte distal, son de forma alargada y oval, corrugados con bordes longitudinales; sus larvas en los primeros instares son gregarias y luego se dispersan sobre toda la planta para alimentarse, son cilíndricas, alargadas de color verde oliva con franjas y cápsula cefálica de color amarillo; las crisálidas son de forma angular y se adhieren a los objetos por un hilo de seda colocado hacia la mitad del cuerpo y no por el cremáster (King y Saunders, 1984; Coronado y Márquez, 1998; Sánchez-López, 2004; Valencia *et al.*, 2005.).



Figura 4. Morfología de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*) (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

2.7 CRIANZA DE LAS MARIPOSAS Y COMERCIALIZACIÓN

El negocio de mariposas e insectos no es novedoso, en el año 1977 en la isla de Gournsey Inglaterra, se adquirieron pupas desde el sureste de Asia y se realizaron exhibiciones donde se obtuvieron ganancias a partir del primer año, así la idea de hacer exhibiciones de mariposas logro cierta aceptación y se empezó la construcción de mariposarios por muchas partes de Gran Bretaña; hasta finales de 1984 en Costa Rica, se llevó a cabo la crianza de las mariposas como una actividad comercial con fines lucrativos; la primera empresa de esta naturaleza en América Latina fue: Suministros Entomológicos Costarricenses, S.A. “SECSA” (Brinckerh, 1999).

En México la crianza de mariposas es una alternativa interesante ya que tiene una transición de regiones (Neártica y Neotropical) por lo que contiene condiciones de

hábitat ideales para la existencia de numerosas especies de Rhopalocera; además su orografía produce una gran variedad de climas y de ecosistemas convirtiéndolo en un lugar ideal para la cría de mariposas, constituyendo así una opción viable para la protección de las especies y hábitats (Ugalde, 2006; Dénomée, 2010).

En Sonora, los Yolemme mayos (grupo indígena más numeroso) incorporaron el desarrollo de la polilla cuatro espejos en su cultura y tradiciones como una posible alternativa de turismo indígena, ya que los capullos de esta polilla (*Rothschildia cincta*), además de ser una estructura de seda elaborada por la larva de esta especie biológica, tienen un valor económico para los artesanos y adquieren un valor simbólico en las fiestas y ceremonias religiosas que está relacionado con su sobrevivencia cultural (Espinoza *et al.*, 2015).

2.8 PARÁMETROS PARA LA CRIANZA DE LAS MARIPOSAS

Los parámetros como el índice de herbivoría, ganancia de paso, mortalidad y supervivencia son una herramienta útil para el establecimiento de sistemas de cría en condiciones de cautiverio, dichos parámetros permiten al productor instaurar procesos de planificación, control y monitoreo constante dentro del mariposario y pueden contribuir al desarrollo sostenible (Lasso y Martínez, 2012).

- Índice de herbivoría

El índice de herbivoría se define como el consumo animal de tejidos vegetales vivos, la pérdida de área foliar debida a la herbivoría se puede medir de dos maneras: La primera consiste en hacer mediciones a lo largo del período de expansión de la hoja, estas mediciones deben realizarse en hojas nuevas y sin ningún daño al momento de ser seleccionadas, este método permite obtener una medida de la tasa de herbivoría, es decir, del área consumida por unidad de tiempo; la segunda manera es hacer mediciones puntuales, en las que se toma una medida única del área consumida en hojas seleccionadas al azar que están aún unidas a la planta. Esta medición hipotéticamente integra la herbivoría que ha sufrido la hoja durante toda su vida. Este último método se usa frecuentemente para medir herbivoría, pues permite realizar las mediciones en un tiempo más corto y con un menor esfuerzo con respecto al método de medición a lo largo del período de expansión (Coley, 1980).

Cuando se estudia el efecto que tiene la herbivoría sobre el comportamiento de las comunidades vegetales, se podría pensar que en los bosques tropicales el herbivorismo es poco importante, dado el aparente buen estado de las hojas; sin embargo, la herbivoría en comunidades naturales tropicales puede ser alta, reduciendo el crecimiento y la reproducción de las plantas individuales e influenciando la capacidad competitiva y composición de la comunidad; en particular la fase de larva u oruga de las mariposas consumen más de veinte veces su peso seco en materia vegetal afectando intensamente cultivos de importancia económica (Coley, 1983; Enrich, 1984; Barone y Coley, 2002; Arnold y Asquith, 2002; Lasso y Martínez, 2012).

- Sistemas de crianza de las mariposas

Constantino (1996) menciona que existen tres tipos de sistemas de cría: ranchero, cría *ex situ* o en vivario y cría *in situ* o enriquecimiento del bosque.

- **Rancho.** El medio natural sostiene la generación parental que es estimulada a ovopositar en plantas hospederas previamente cultivadas en sistemas de parcelas donde el agricultor puede recolectar con facilidad los huevos y las orugas que luego son criadas en cautiverio; del total se extrae un porcentaje que es criado en cautividad, minimizando la mortalidad de estados inmaduros a causa de ataques de controladores biológicos naturales y luego se retorna un porcentaje de adultos al medio igual al extraído.

El rancho tiene la ventaja de reducir la mortalidad en las posturas al coleccionar las mismas y protegerlas del ataque de los enemigos naturales, lo cual como se ha observado a lo largo de distintas investigaciones en cría de mariposas es la mayor causa de mortalidad poblacional. Se estima que en la naturaleza alrededor del 5% de las mariposas llegan a adultas debido a enemigos naturales, pero en este sistema de cría se puede lograr entre 85 y 95% (Gómez, 2006).

- **Cría *ex situ* o en vivario.** Se utiliza en invernadero forrado en tela metálica fina o polisombra de alta luminosidad, el tamaño y la forma pueden variar con una altura promedio de 2 a 3 m. En su interior se siembran las plantas hospederas y algunas nectíferas. Una vez las hembras han puesto los huevos, se liberan; cuando nacen las

orugas se dejan hasta que logren su máximo desarrollo, un porcentaje es liberado y el otro se utiliza para el mercado.

- **Cría *in situ* o enriquecimiento del bosque.** Con este sistema de cría se trata de enriquecer el bosque sembrando plantas hospederas de mariposas en sitios con alta luminosidad, la idea es aprovechar el entorno o hábitat natural de la mariposa sin causar ningún tipo de perturbación al ecosistema.

- **Análisis bromatológico**

Se puede definir el análisis químico proximal como un "esquema de análisis químico mediante el cual se determina la composición de un alimento en términos de sus principales grupos de nutrientes". Los constituyentes del análisis son: humedad, proteína cruda, extracto etéreo o grasa cruda, fibra cruda, cenizas o material mineral y extracto libre de nitrógeno (Tejada *et al.*, 1982).

III.-JUSTIFICACIÓN

Una forma de contribuir a la conservación de los lepidópteros es diseñar espacios verdes, como los huertos urbanos ecológicos, donde no se utilizan insumos químicos y en donde las mariposas pueden encontrar un refugio y alimento hasta encontrar un hábitat óptimo para asegurar la supervivencia de su progenie; por otro lado, las mariposas pueden ser una alternativa adicional para aumentar los ingresos económicos de los productores, por medio de la crianza controlada y la comercialización de esta fauna asociada, siendo posible en cualquier localidad o región del país.

Las mariposas se han considerado como un recurso natural no convencional, ya que se ha promovido su crianza para posteriormente venderlas en eventos sociales, para la elaboración de colecciones con fines académicos y exposiciones en museos, la elaboración de artesanías, entre otros usos, evitando así la sobreexplotación y, contribuyendo a su conservación, ya que la crianza se puede aprovechar como un recurso rentable, puesto que contribuye al desarrollo turístico, cultural y económico de algunas comunidades rurales, asimismo evita la depredación y transformación de sus hábitats que son muy importantes dentro de los ecosistemas (Gómez, 2006).

IV. HIPÓTESIS

La gran diversidad de plantas en el huerto Chimalxochipan, permitirá la observación del ciclo de vida de la mariposa blanca desde sus etapas larvarias hasta el imago.

La ganancia de peso, la herbivoría, y la esperanza de vida serán mayores con el régimen alimenticio más alto en proteína.

V. OBJETIVOS

5.1 General

Generar un plan de crianza bajo condiciones de cautiverio, para la mariposa blanca *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836).

5.2 Específicos

- Identificar las plantas nutricias u hospederas y las plantas nectaríferas de la mariposa blanca dentro de un huerto urbano ecológico.
- Propagar dos plantas nutricias (mastuerzo y kale) para la alimentación de las larvas de la mariposa blanca.
- Registrar el ciclo de vida de la mariposa blanca, alimentada con mastuerzo.
- Cuantificar el índice de herbivoría y ganancia de peso de la mariposa blanca en su fase larvaria con dos tratamientos alimenticios (mastuerzo y kale).
- Calcular la esperanza de vida para las diferentes etapas del ciclo de vida de la mariposa blanca.
- Determinar el tiempo de supervivencia de los imagos durante su traslado para la venta.
- Calcular los costos de producción de la crianza de la mariposa blanca y el índice costo/beneficio a través de un estudio de mercado para estimar la oferta y precio de venta.

VI. MÉTODO

6.1 Área de estudio

El estudio se realizó dentro del Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan” de Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Campus II (UNAM); localizado en la delegación Iztapalapa, colonia Ejército de Oriente, Batalla 5 de mayo s/n esquina Fuerte de Loreto, Ciudad de México (Fig. 5) (6). En las coordenadas geográficas 19° 22′ 26″ latitud N y 99° 02′ 05″ longitud O, a una altitud de 2 250 m. Este sitio presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(Wo), la temperatura promedio es de 16.7 °C; extremas menores de 13°C en invierno y 19°C en primavera (SEDESOL, 2011).



Figura 5. Plano del Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan” de FES Zaragoza.

⁶ <https://www.zaragoza.unam.mx/cobertura-campus-ii/>

6.2. Identificación de plantas nutricias y nectaríferas de *Leptophobia aripa*

Durante el mes de septiembre del 2018, se realizaron observaciones directas en el vivero Chimaxochipan de las 11:00 a las 14:00 horas (mayor actividad de la mariposa) para identificar las plantas nectaríferas de las cuales se alimenta el imago libando el néctar de las flores y las plantas nutricias u hospederas donde ovopositan los adultos y se desarrolla la fase larval de la mariposa, alimentándose principalmente de las hojas de la planta.

6.3 Propagación de plantas nutricias u hospederas

En el huerto Chimalxochipan se identificaron cuatro plantas nutricias. Sin embargo, solo se propagaron dos de estas plantas (mastuerzo y kale) para determinar cuál es mejor para la alimentación de las larvas de la mariposa blanca; el kale se propago ya que no se encontró reportada en la literatura como planta nutricia de la mariposa, pero es considerada como un superalimento por sus altas propiedades nutritivas a diferencia de las otras plantas; el mastuerzo si se encontró reportada en la literatura, pero es considerada como planta trampa de diferentes cultivos de importancia económica, como la col, el rábano, entre otros.

- Mastuerzo

La propagación se llevó a cabo de forma asexual en dos parcelas de 6 m² de largo por 1 m² de ancho, abonadas con bocashi (3 kg/m²). Cada parcela se dividió en cinco surcos por m², teniendo 30 surcos por parcela (Fig.6). Posteriormente, en cada surco se trasplantaron cuatro esquejes y se enriqueció el suelo con roca fosfórica, ceniza, zeolita y dolomita (1 g de cada uno). Los esquejes (7) se colocaron a una separación de 20 cm entre cada uno y los bordes de la parcela, a una altura entre 10 y 15 cm con cuatro hojas y por lo menos dos nudos (8).

⁷ Estaca y esqueje son unidades reproductoras que se obtienen separando de la planta madre un segmento que contenga zonas meristemáticas (nudos y entrenudos) (Osuna-Fernández *et al.*, 2016).

⁸ El nudo es el lugar donde desarrolla por lo menos una hoja y existe por lo menos una yema axilar respecto de la hoja. El entrenudo es la porción comprendida entre dos nudos (Osuna-Fernández *et al.*, 2016).

Se trasplantaron un total de 240 esquejes por las dos parcelas, se colocaron tres mangueras de riego por goteo a lo largo de cada parcela y se instaló un microtúnel totalmente cerrado para evitar la ovoposición de la mariposa blanca.

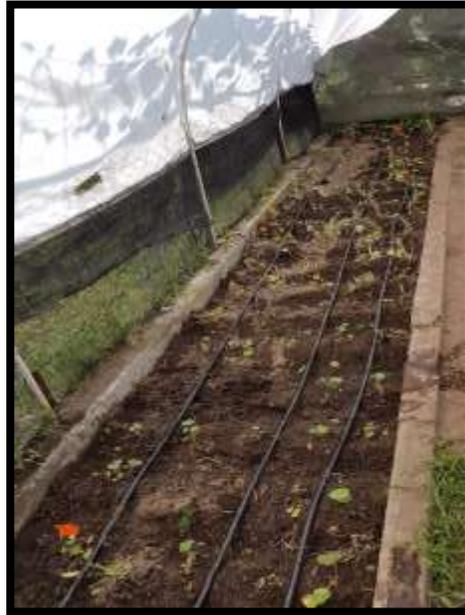


Figura 6. Propagación de mastuerzo. (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

- Kale

La propagación de Kale (*Brassica oleraceae var. seballica*) se realizó de forma sexual en un almacigo con una capacidad de 72 celdas, el sustrato fue de 50% tierra negra, 50% turba y 15 gr de zeolita. En cada celda, se colocaron dos semillas de kale y se cubrieron con fibra de coco (Fig.7a). Las charolas permanecieron en el interior de un invernadero con una temperatura controlada. Cuando las plántulas de kale alcanzaron una altura de 4 cm se trasplantaron a vasos de unicel para brindarles más espacio. Las dimensiones de dicho recipiente fueron de 10 cm de altura y 8 cm de diámetro, con un sustrato igual al del almacigo. Los vasos de unicel se apilaron en una cama de cultivo a cielo abierto (Fig.7b). Una vez que las plántulas alcanzaron una altura de entre 8 y 10 cm, se trasplantaron 33 plántulas en una parcela de 1 m de ancho por 3 m de largo abonada con bocashi. La parcela se dividió en 11 surcos dejando aproximadamente 5 cm entre cada uno y se trasplantaron tres plántulas por surco con una distancia entre ellas de 25 cm (Fig.7c).



Figura 7. Propagación de Kale: a) Almacigo con semillas; b) Almacigos de unicel en cama de cultivo; c) Trasplante en cama de cultivo (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

6. 5 Ciclo de vida

Para establecer el ciclo de vida de la mariposa blanca bajo condiciones de cautiverio, se propagaron las plantas de mastuerzo cultivadas en el microtúnel a una parcela con las mismas condiciones a cielo abierto para atraer a las mariposas (pie de cría) y así ovipositar en las hojas (Fig. 8 a). Se recolectaron 10 hojas de mastuerzo con huevos, cada una de las hojas se colocaron en una caja de petri. Con ayuda de un estereoscopio marca MOTIC y modelo SMZ 161 Series (Fig. 8 b) se contaron los huevos por hoja y se midieron cinco huevos al azar de cada hoja con un vernier.

Una vez que los huevos eclosionaron se introdujo una hoja de mastuerzo en cada caja petri como alimento para las larvas, cinco de estas se midieron con el vernier y se fotografiaron, este procedimiento se repitió cada tercer día, se cambió el alimento y se limpió el excremento para evitar enfermedades en las larvas.

Al pasar las larvas al instar 3 se trasladaron a vasos de plástico transparente de un litro; se colocaron 10 larvas por vaso con cinco hojas frescas de mastuerzo y se repitió el procedimiento ya mencionado para determinar la duración de cada una de sus fases

hasta la obtención del imago, se registró el cambio de instar, la diferencia de longitud y las diferencias morfológicas presentes en cada fase. Esto se realizó con apoyo de la M. en C. María Magdalena Ordóñez Reséndiz.



Figura 8. a) parcela de mastuerzo a cielo abierto b) equipo usado para la medir las fases de la mariposa blanca (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

6.5 Índice de herbivoría

Para calcular el índice de herbivoría, se colocaron 20 larvas desde el Instar 1 en un vaso de plástico transparente con dos hojas frescas de mastuerzo (tratamiento 1) y en otro vaso se colocó el mismo número de larvas y dos hojas de kale (tratamiento 2). Todas las larvas en Instar 2 ($n=20$), se separaron individualmente en vasos de plástico de un litro, donde se adiciono una hoja de mastuerzo o kale por vaso según el tratamiento y se continuo el monitoreo de cada cambio de instar y la afectación de las hojas consumidas; esto se realizó hasta el Instar 5 y durante el proceso de Instar 1 a Instar 5 se cambió el alimento y se limpió el excremento cada tercer día.

En cada tratamiento se cuantificó la afectación en cada una de las hojas causado por los individuos durante su fase larval y finalmente, se determinó el índice empleando la siguiente fórmula sugerida Dirzon y Dominguez en 1995 (Argenis y Dirzon, 2010); éste

índice adquiere valores de cero donde hay ausencia total de herbivoría y un máximo de cinco cuando la ingesta es de más del 50% de hojas (Pabón *et al.*, 2010).

$$IH = \sum (ni * i) / N$$

Donde:

ni= número de hojas en la categoría i

i= categoría de daño

N= número total de hojas.

6.5.1 Ganancia de peso de las larvas

Para la determinación de este parámetro se pesaron las 40 larvas individualmente desde el Instar 1 (peso inicial) del tratamiento 1 y 2 del índice de herbivoría; al cambio de cada Instar se pesaron nuevamente (peso final) para calcular la diferencia y obtener la ganancia de peso de cada Instar. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias por Tukey-Kramer ($p \leq 0.05$).

6.5.2 Análisis químico proximal

De las plantas cultivadas para la alimentación de las larvas de la mariposa blanca (kale y mastuerzo), se tomaron 100 g de las hojas de cada planta y se llevaron en una hielera para analizar al departamento de nutrición animal y bioquímica en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM.

6.5.3 Tabla de esperanza de vida

En cada etapa de desarrollo de la mariposa blanca, se evaluó la supervivencia y mortalidad con los dos tratamientos alimenticios: mastuerzo y kale. Se realizó una tabla de esperanza de vida; estas tablas de vida se construyeron siguiendo el proceso de mortalidad que experimenta una cohorte. Una cohorte es un grupo de individuos de la misma edad, generalmente se comienza con la menor edad o estadio o etapa: por ejemplo, huevo o semilla (Martella *et al.*, 2012).

Para obtener la tabla de esperanza de vida se calcularon diversos estadísticos vitales, los cuales se definen a continuación (Martella, *et al.* 2012):

N_x: cantidad de individuos de edad x que se registran.

N₀: cantidad de individuos de edad inicial (recién nacidos, semillas, propágulos, etc.)

l_x: supervivencia específica por edad. Es la proporción de la cohorte original que sobrevive, alcanzando la edad x:

$$l_x = N_x / N_0.$$

d_x: proporción de la cohorte original que muere durante la edad x. También se puede definir como número estandarizado de muertes durante la edad x o número relativo de muertes durante la edad x. Esta tercera definición, permite diferenciar claramente este estadístico de dx (ya que éste hace referencia al número absoluto):

$$d_x = l_x - l_{x+1}.$$

q_x: mortalidad específica por edades. Representa a dx como una fracción de l_x:

$$q_x = d_x / l_x.$$

k_x: (Valor k) potencia de mortalidad que experimenta la edad x:

$$k_x = \log_{10} N_x - \log_{10} N_{x+1}.$$

.

6.6 Protocolo de crianza

Para la elaboración del protocolo de crianza se observó la hora de la ovoposición de la mariposa blanca en las hojas de mastuerzo, a partir de ese momento se monitorearon las hojas y después de seis días siguiendo el sistema de cría tipo rancharo se recolectaron las larvas en Instar 1 y se colocaron en una caja petri con dos hojas de mastuerzo; los otros Instares se colocaron en botes de plástico de 4L con 30 hojas de mastuerzo, se limpió el excremento diario y se cambió el alimento; en el estadio de prepupa y pupa no se agregó alimento, pero diario se realizó una revisión de supervivencia; con la información adquirida del manejo de las diferentes fases de la mariposa blanca, se realizó un protocolo de crianza y se calcularon los costos de producción.

6.7 Supervivencia de imagos

Se colocaron 12 mariposas en seis cajas de 30 X 20 cm con una ventilación a los lados (Fig. 9). Se dejaron las mariposas dentro de las cajas sin alimento y durante una semana se evaluó el estado de los imagos para determinar cuántos días antes se pueden distribuir para la venta.



Figura 9. Cajas para la supervivencia de los imagos (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

6.8 Costos de producción

Se calcularon los costos de producción de 120 mariposas dentro del huerto urbano, para ello, primero se calculó el costo de producción por planta de mastuerzo y posteriormente el de las mariposas, considerando los costos de insumos más los costos de mano de obra.

El índice costo beneficio se calculó con los costos del precio de venta en el mercado entre los costos de producción.

Si el índice beneficio/costo es menor a uno, no es rentable.

Si el índice beneficio/costo es mayor a uno, es rentable económicamente.

Si el índice beneficio/costo es igual a uno, no hay ganancias ni pérdidas.

VII. RESULTADOS

7.1 Identificación de plantas nutricias y nectaríferas de la mariposa blanca

Leptophobia aripa en un huerto urbano

Mediante la observación en el huerto urbano, se identificaron cuatro plantas nutricias u hospederas (Fig. 10) y trece plantas nectaríferas (Fig. 11).



Figura 10. Plantas nutricias de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*) dentro del huerto: 1. *Brassica oleraceae* var. *seballica*, L., 2. *Eruca sativa*, L., 3. *Tropeolus majus*, L., 4. *Brassica oleracea* var. *botrytis*, L. (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

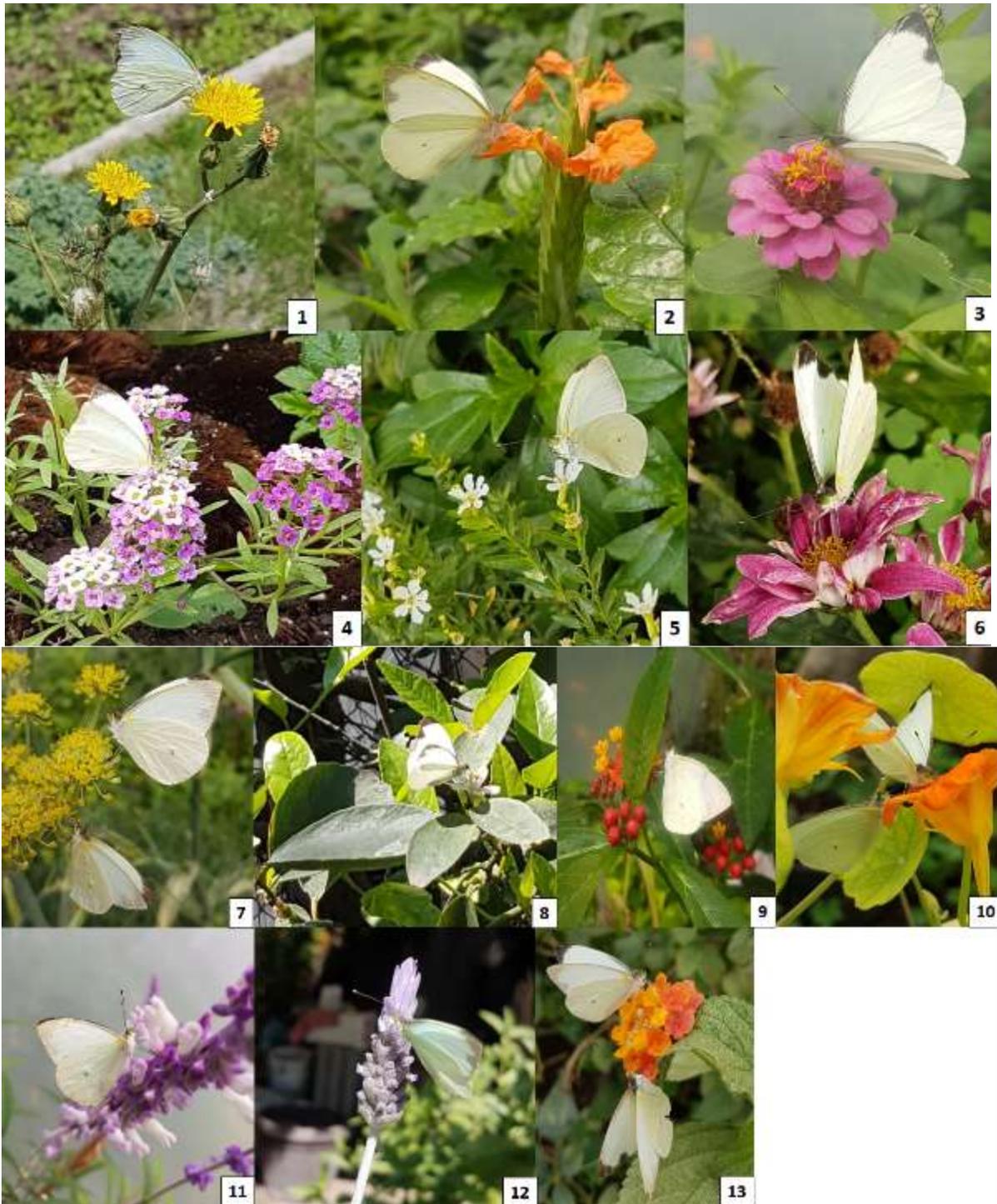


Figura 11. Plantas nectaríferas dentro del huerto de la mariposa blanca: 1. *Picris echioides*, L., 2. *Aphelandra* spp., 3. *Zinnia* spp., 4. *Alyssum* spp., 5. *Cuphea hyssopifolia*, Kunth., 6. *Chrysanthemum* spp., 7. *Foeniculum vulgare* P, Mil, 8. *Citrus sinensis*, L., 9. *Asclepias curassavica*,L., 10. *Tropeolus majus*, L., 11. *Salvia leucantha*, Cav., 12. *Lavandula officinalis*, Mill., 13. *Lantana cámara*, L. (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

7.2 Propagación de plantas nutricias

- Mastuerzo

Las parcelas con los esquejes de mastuerzo cubrieron totalmente las parcelas en 30 días después del trasplante, los cuales presentaron una tasa del 100% de enraizamiento y supervivencia. La mitad de las plantas obtenidas se dejaron en el microtunel para la alimentación de las larvas en la determinación del ciclo de vida y del índice de herbivoría, la otra mitad se trasplantaron a diferentes partes del huerto para favorecer la presencia de la mariposa blanca, su control en la ovoposición y así, evitar la depredación de cultivos de interés como la col, los rábanos y la arúgula (Fig.12).



Figura 12. Supervivencia del 100% de mastuerzo (*Tropeolus majus*, L) (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

- Kale

La germinación de Kale fue del 75%, las plantas presentaron una supervivencia del 100%, se mantuvieron en buen estado y favorecieron la presencia de la mariposa blanca; las hojas de Kale fueron cosechadas únicamente para alimentar a las larvas del índice de herbivoría y conforme las larvas lo requerían (Fig.13).



Figura 13. Cosecha de kale (Foto tomada por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

7.3 Análisis bromatológicos

El análisis químico proximal de las dos plantas nutricias de la mariposa blanca presentó diferencias únicamente para los parámetros de proteína cruda donde fue mayor para el mastuerzo y fibra cruda para kale (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis químico proximal de los tratamientos alimenticios de <i>Leptophobia aripa</i>							
Especies	Parámetros						
	Materia seca	Humedad	Proteína cruda	Extracto Etéreo	Cenizas	Fibra cruda	Extracto libre de Nitrógeno
Kale	17.41 %	82.59%	3.63%	1.02%	1.77%	1.77%	9.21%
Mastuerzo	17.43%	82.57%	4.31%	0.84%	1.70%	0.86%	9.72%
Análisis químico proximal de <i>Tropaeolum majus</i> reportado en la literatura (Gamarra y Ramos, 2017).							
Mastuerzo	-----	86.3%	1.8%	1.3%	1.4%	0.5%	9.3%

7.4 Ciclo de vida

- Duración

El ciclo de vida de la mariposa blanca desde huevo hasta la emergencia del imago en promedio fue de 36 días, presentando valores máximos de 40 días y mínimos de 34 días (Fig. 14). La fase de huevo de la mariposa blanca presentó como valor máximo una duración de ocho días, como mínimo de seis días y en promedio siete días; la fase de larva de la mariposa blanca presentó como valor máximo una duración de 14 días, como mínimo una duración de 12 días y en promedio 13 días; la fase de prepupa presentó una duración promedio de un día con un valor máximo de dos días y la fase de pupa se presentó una duración promedio de 14 días, como valor máximo de 15 días y como valor mínimo 13 días (Cuadro 2).

Cuadro 2. Duración promedio de cada fase del ciclo de vida de la mariposa blanca.	
Fase	Duración en días
Huevo	7
Larva	13
Prepupa	1
Pupa	14
Imago	3

La fase de imago presentó una duración promedio de 3 días, esto debido a las altas temperaturas dentro del mariposario donde fueron liberadas.

Ciclo de vida

Fase de huevo



6 - 8 días

Fase de Larva

Instar 1 Instar 2 Instar 3 Instar 4 Instar 5



12-14 días

Fase de Imago



3 días

Fase de pupa



13-15 días

Fase de Prepupa



1 - 2 días

Duración total: 34-40

Figura 14. Duración del ciclo de vida de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*)
(Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

- Morfología

El ciclo de vida de la mariposa blanca inicia cuando la hembra selecciona la planta en donde ovopositará los huevos, éstos presentan un tamaño promedio de 0.72 mm de longitud, de color amarillo, con forma de bala, con la base circular adherida a la hoja, adelgazándose ligeramente hacia el área micropilar (Fig 15 a y b), presento 13 estriaciones longitudinales y reticulaciones transversales muy tenues.

En la fase larval de la mariposa blanca se presentaron cinco instares, los cuales se distinguen claramente debido a su tamaño (longitud), morfología y a la presencia de muda (Fig. 15 d).

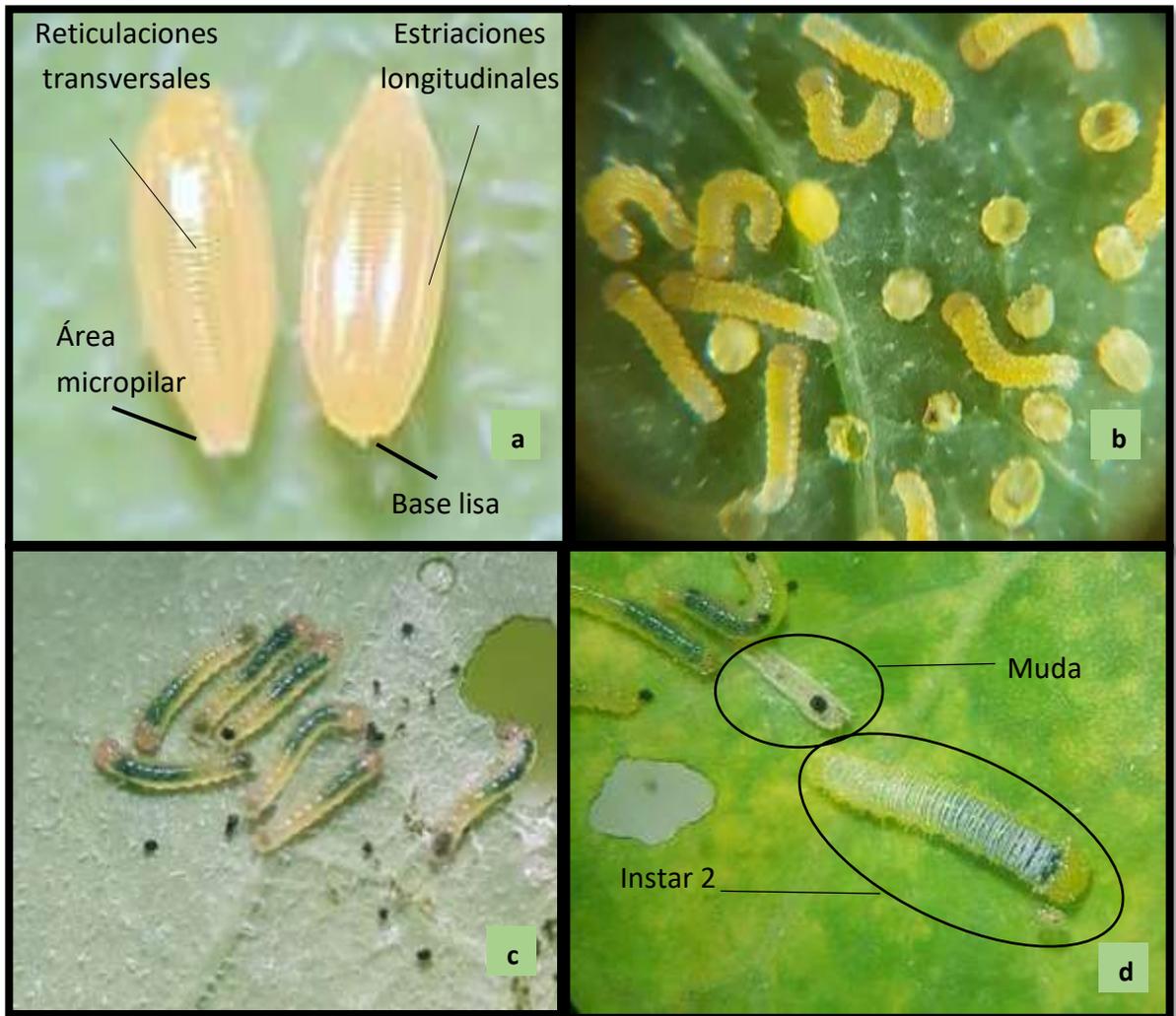


Figura 15. Fases de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*): a) huevo, b) Instar 1, c) Instar 1 después de la alimentación, d) Instar 2 y muda (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

Al eclosionar el huevo, las larvas del primer instar presentaron una longitud promedio de 1.28 mm (Cuadro 3), presentaron una coloración amarilla con setas largas color negro (Fig.15 b); conforme comenzaron a alimentarse cambiaron a color verde (Fig. 15 c).

En el segundo Instar, la larva presentó casi tres veces el tamaño del Instar 1, con una longitud promedio 3.49 mm (Cuadro 3). En el Instar 3 (7.50 mm) su cabeza se tornó color verde claro, las patas, pseudopatas y la bandas laterales longitudinales presentaron una coloración amarilla. Los segmentos presentaron numerosos pliegues transversales del integumento, dando la apariencia de anillado, presentaron bandas transversales de color negro con blanco (Fig. 15 d).

El instar 4 presentó una longitud promedio de 13.43 mm (Cuadro 3); el cuerpo presentó las mismas características del Instar 2 y 3, pero en este instar se visualizaron visos ligeramente amarillos sobre el abdomen de forma longitudinal y los ocelos color negro (Fig. 16 a). El Instar 5 tuvo una longitud promedio de 23.38 mm (Cuadro 3), las larvas presentaron el cuerpo de color verde y la misma banda amarilla longitudinal lateral de los otros instares, sin embargo se observó bordeada por otras dos muy delgadas y tenues de color verde azulado; espiráculos color marron claro a oscuro, la parte dorsal de la cabeza y del cuerpo cubiertos por pequeñas setas de color negro mientras que la parte ventral del cuerpo presentó setas pequeñas blancuecinas (16 b); la larva después de dos a tres días dejó de alimentarse y se colocó en la parte superior del vaso de plástico de 1L, desarrolló una base de hilo de seda sobre el vaso y comenzó a disminuir su tamaño hasta los 18.75 mm en promedio, a esta fase se le denomina prepupa (Fig.16 c).

La pupa predominó en su cuerpo el color verde, la parte ventral presentó puntuaciones negras con una línea media ventral muy tenue de color amarillo, en la mitad de la pupa se observaron dos protuberancias negras a manera de cuernos que corresponden a los bordes negros de las alas anteriores en el adulto, presentó un cremaster corto y ligeramente bifurcado el cual lo utiliza para adherirse al lugar donde empupa (Fig.16 d). Mientras se acercaba la fecha de emergencia del imago, la pupa se tornó color crema y se observó con mayor claridad la vaina de las alas (16 e).

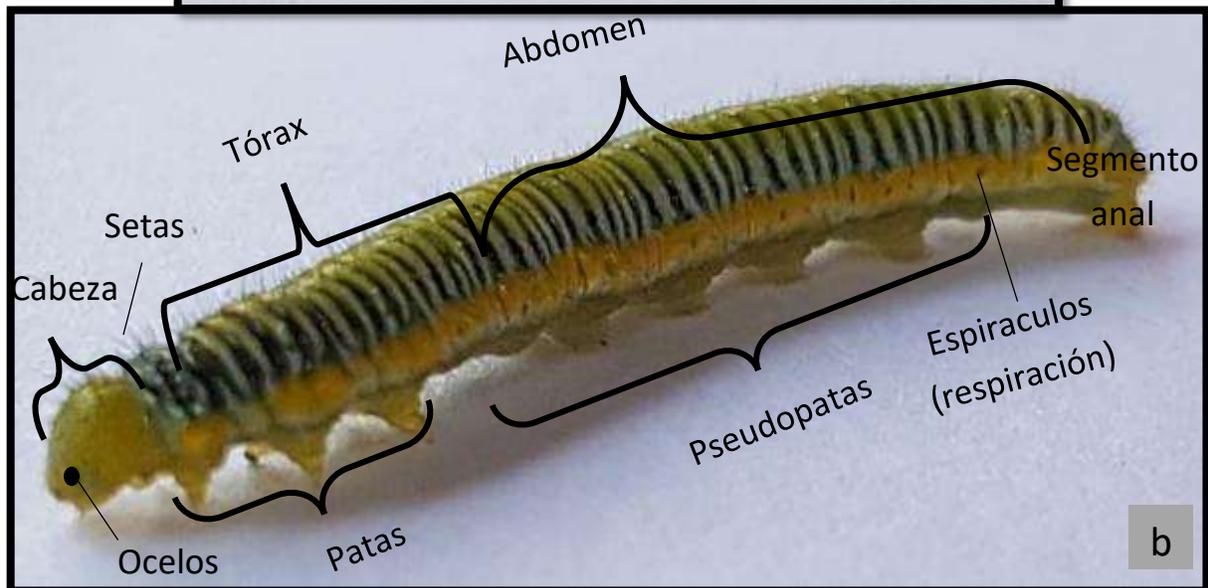
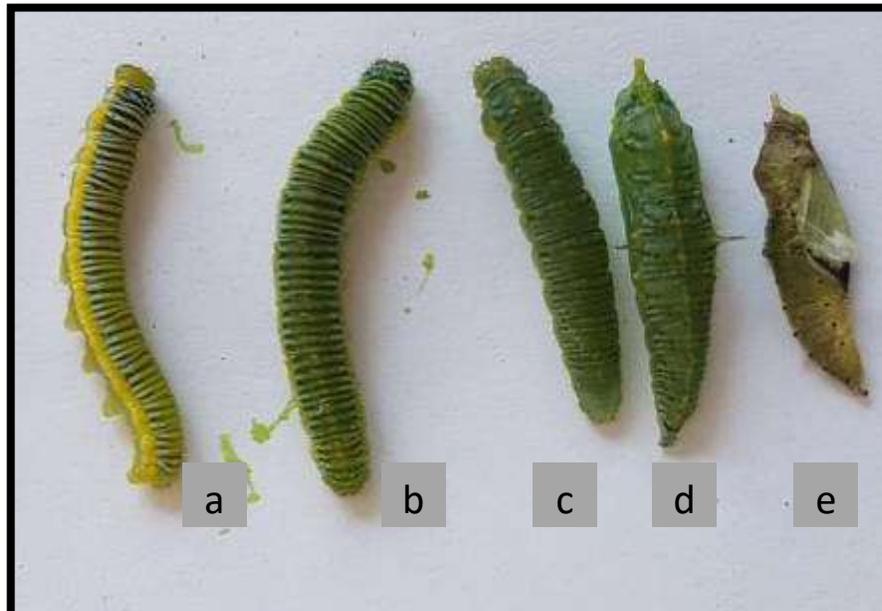


Figura 16. Morfología de los diferentes estadios de la mariposa blanca : a) Instar 4, b) Instar 5, c) Prepupa, d) Pupa, e) Cambio de color de la pupa (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

CUADRO 3. Tamaño (mm) de las diferentes fases de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>)	
Estadio	Media
Huevo	0.72
Larva Instar 1	1.28
Larva Instar 2	3.49
Larva Instar 3	7.50
Larva Instar 4	13.43
Larva Instar 5	23.38
Prepupa y pupa	19.00
Imago	42.3

El adulto o imago presentó una envergadura alar de 42.3 mm en promedio, presenta color blanco en sus alas anteriores con la orilla negra en forma triangular, las alas posteriores son totalmente blancas en forma de óvalo, ojos compuestos color verde, una probóscide y antenas largas y delgadas, tórax negro y parte del abdomen color blanco (Fig. 17).



Figura 17. Morfología del imago de *Leptophobia aripa* (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

- Supervivencia

De la fase de huevo a larva se presentó una alta mortalidad, con una supervivencia del 78%; en la fase larval al inicio y al final hubo una alta tasa de mortalidad, en el Instar 1 presentó una supervivencia del 73%, mientras que en el Instar 2, 3 y 4 se mantuvo constante con un 71% presentando diferencias significativas del Instar 1 al 2 y de la misma forma del Instar 4 al 5 con una supervivencia del 62% (Fig. 18); de la fase de pupa a la de imago la supervivencia disminuyó a 54% ya que las pupas presentaron endoparásitos denominados dípteros (Fig. 19 a) y depredadores como hormigas (Fig. 19 b). En el huerto Chimalxochipan fuera de la zona de crianza se observaron arácnidos como depredadores de la fase larval (Fig. 19 c), pupas y adultos.

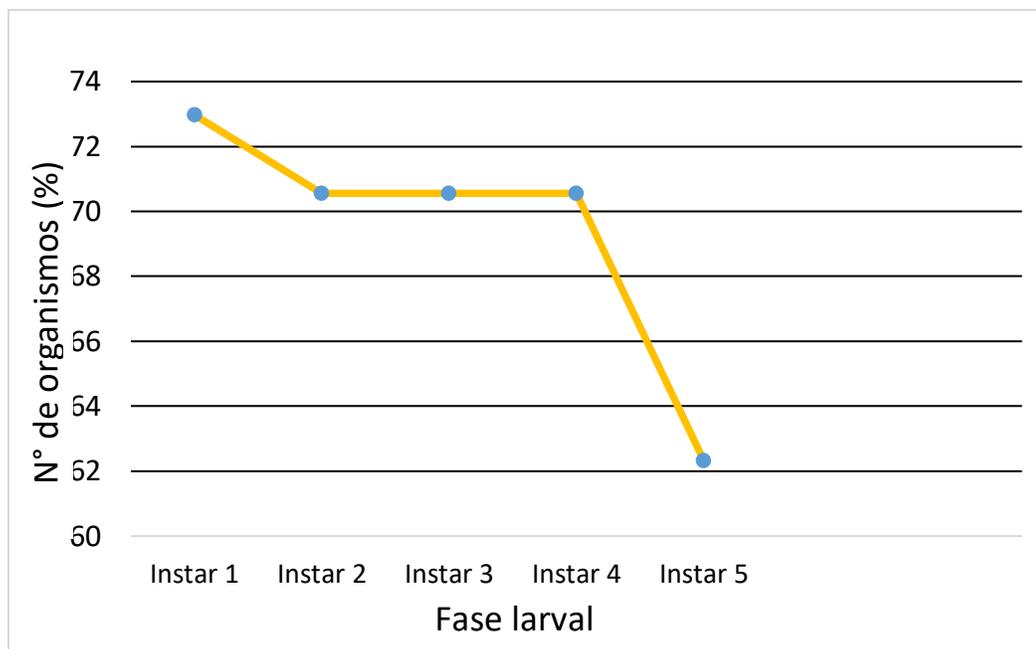


Figura 18. Supervivencia de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*) en la fase larval.



Figura 19. Endopárasitos y depredadores de la mariposa blanca en el huerto Chimalxochipan a) endoparásito en la fase de pupa en cautiverio, b) depredadores en la fase de pupa en cautiverio, c) arácnido depredando larva fuera de cautiverio (Fotos tomadas por Ariadna Jocelyn Cruz Díaz).

7.5 Índice de herbivoría

El índice de herbivoría presentó diferencias significativas entre los dos tratamientos alimenticios, el kale presentó un índice de 2.13 y el mastuerzo 3.01. El área foliar consumida por las diferentes fases larvales presentó diferencias significativas entre el kale y el mastuerzo, donde se observó una mayor preferencia hacía el mastuerzo en el Instar 4 y 5 (Fig. 20 a). Del Instar 1 al Instar 5 se registró un consumo total de 26.92 cm² en kale equivalente a 0.87 partes de una hoja completa que tiene un área de 30 cm², mientras que en mastuerzo un consumo de 74.28 cm², equivalente a 1.5 hojas teniendo cada hoja un área de 52.16 cm²; el número de hojas consumidas durante la fase larval fue mayor del Instar 3 al 5 con diferencias significativas dentro del mismo tratamiento alimenticio y entre Instares de distintos tratamientos (Fig.20 b); las larvas

de la mariposa blanca consumen una pequeña superficie del kale que no le afecta a sus procesos naturales, sin embargo en el mastuerzo las larvas sí provocan daño.

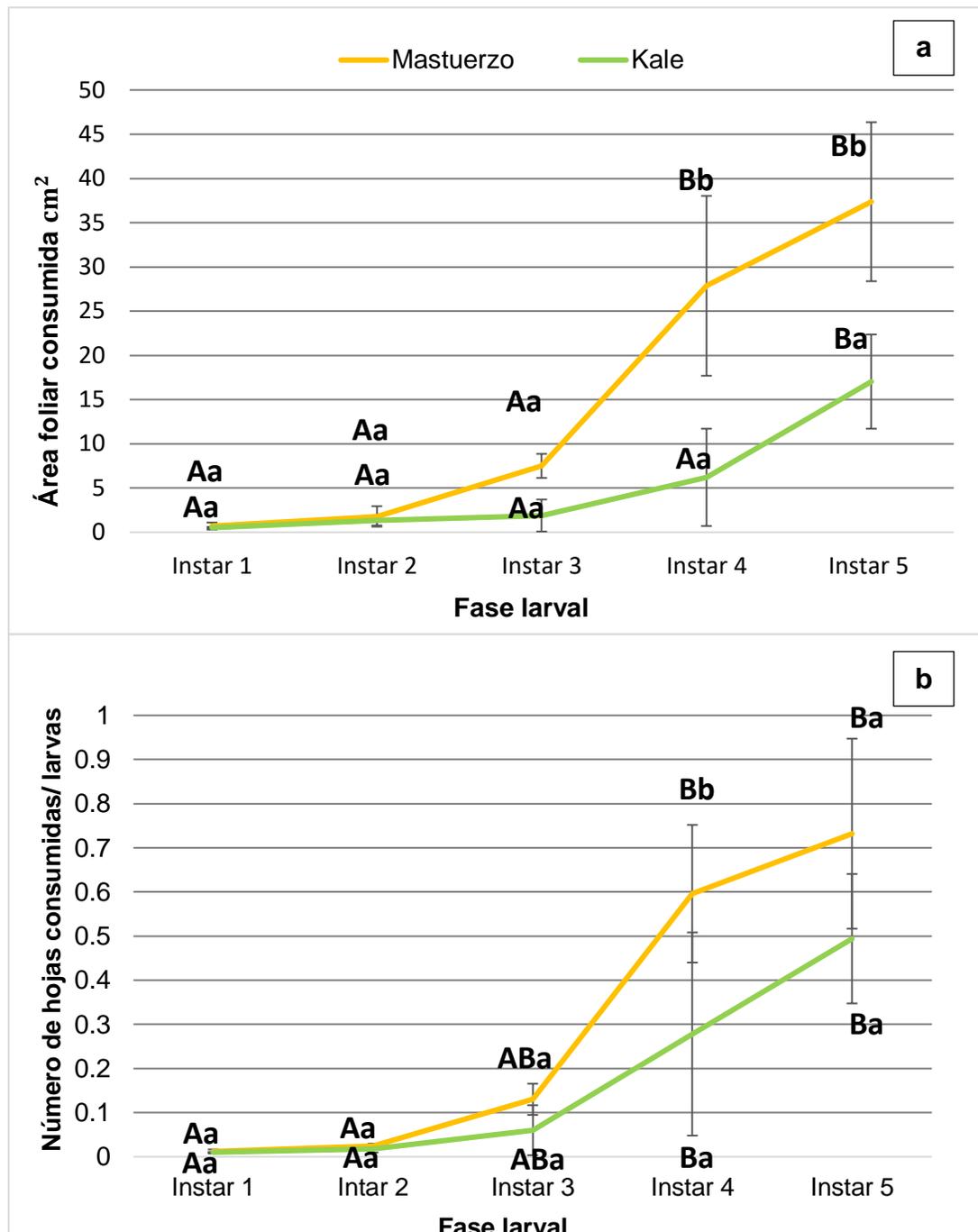


Figura 20: a) Área foliar consumida ANOVA $F= 33.7$ $p= 0.000001$ y b) Número de hojas consumidas ANOVA $F= 3.44$ $p= 0.0166$. de *Leptophobia aripa* con dos tratamientos alimenticios diferentes

Las letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento (especie vegetal) indica que hay un cambio significativo entre el área foliar consumida y el número de hojas consumidas entre instares.

Las letras minúsculas diferentes dentro de un mismo Instar indican que hay una diferencia en el área foliar consumida y el número de hojas consumidas dependiendo de la especie vegetal

7.6 Ganancia de peso de las larvas

La alimentación de las larvas con dos tratamientos alimenticios origina variaciones desde el Instar 1 y se presentaron diferencias significativas en su peso hasta el Instar 4 y 5, obteniendo una ganancia de peso mayor en el tratamiento de mastuerzo que en del kale (Fig.21).

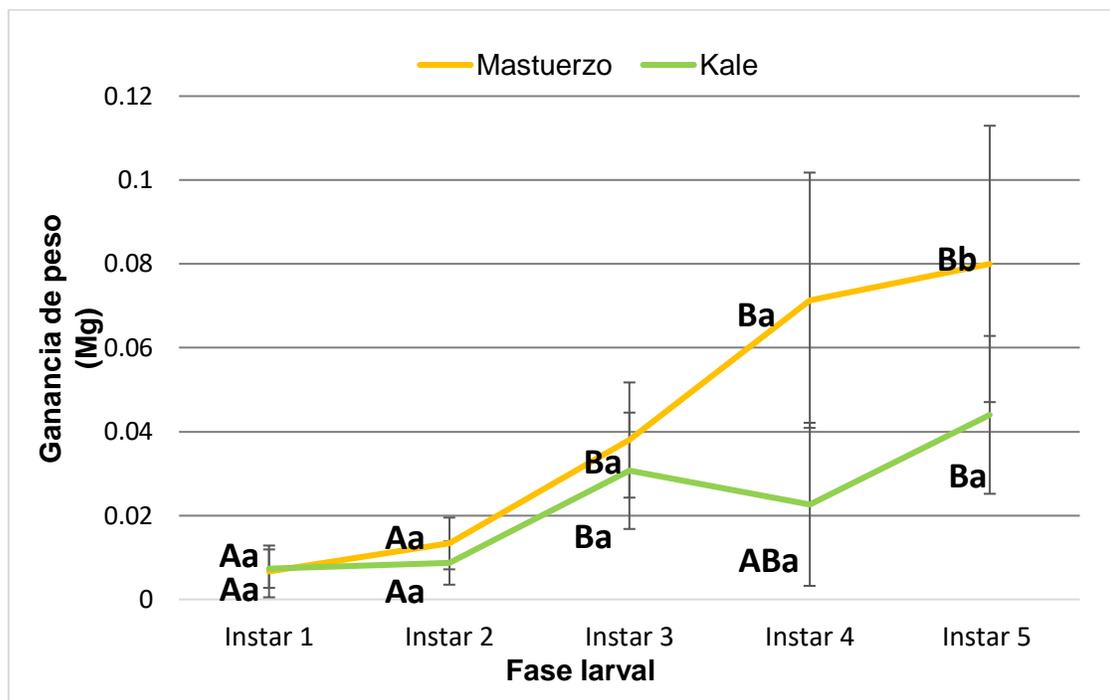


Figura 21. Ganancia de peso durante la fase larval de *Leptophobia aripa* con dos tratamientos alimenticios diferentes. ANOVA F= 10.95 p= 0.000001

Las letras mayúsculas diferentes dentro de un mismo tratamiento (especie vegetal) indica que hay un cambio ganancia de peso entre Instares. Letras minúsculas diferentes dentro de un mismo Instar indican que hay una diferencia la ganancia de peso dependiendo de la especie vegetal

7.7 Tabla de esperanza de vida

La esperanza de vida para la mariposa blanca criada con mastuerzo y kale fue mayor con mastuerzo, sin embargo, no hay diferencias significativas entre los dos tratamientos alimenticios y en ambos se presentó mayor mortalidad en la fase de huevo y pupa (Cuadro 4 y 5).

Estadio	Nx(9)	lx	dx	qx	ex
Huevo	20	1	3	0.15	7.40
Larva instar 1	17	0.85	0	0.058	6.97
Larva instar 2	17	0.85	0	0.062	5.97
Larva instar 3	17	0.85	0	0	4.97
Larva instar 4	17	0.85	1	0	4.09
Larva instar 5	16	0.8	1	0	3.29
Prepupa y pupa	15	0.75	0	0	2.36
Imago	15	0.75	0	0	1.46

Estadio	nx	lx	dx	qx	ex
Huevo	20	1	3	0.15	7.78
Larva instar 1	17	0.85	0	0	7.38
Larva instar 2	17	0.85	0	0	6.38
Larva instar 3	17	0.85	0	0	5.38
Larva instar 4	17	0.85	0	0	4.38
Larva instar 5	17	0.85	0	0	3.38
Prepupa y pupa	17	0.85	0	0	2.38
Imago	17	0.85	0	0	1.38

⁹ nx : Nº de individuos vivos en cada muestreo lx : Proporción de supervivientes al empezar el intervalo de edad x, respecto al número inicial de la cohorte (ax/ao) dx : Número de muertos en el intervalo entre x-1 y x (ax-1-ax) qx : Tasa de mortalidad, proporción de muertes en el intervalo entre x-1 y x, con respecto al número inicial en x-1 (dx/ax-1)

Las curvas de supervivencia en los dos tratamientos alimenticios presentaron un comportamiento de tipo III debido a que no hay una mortalidad constante en los diferentes estadios, sino que hay una alta mortalidad al inicio y después la supervivencia se mantiene constante (Fig. 22)

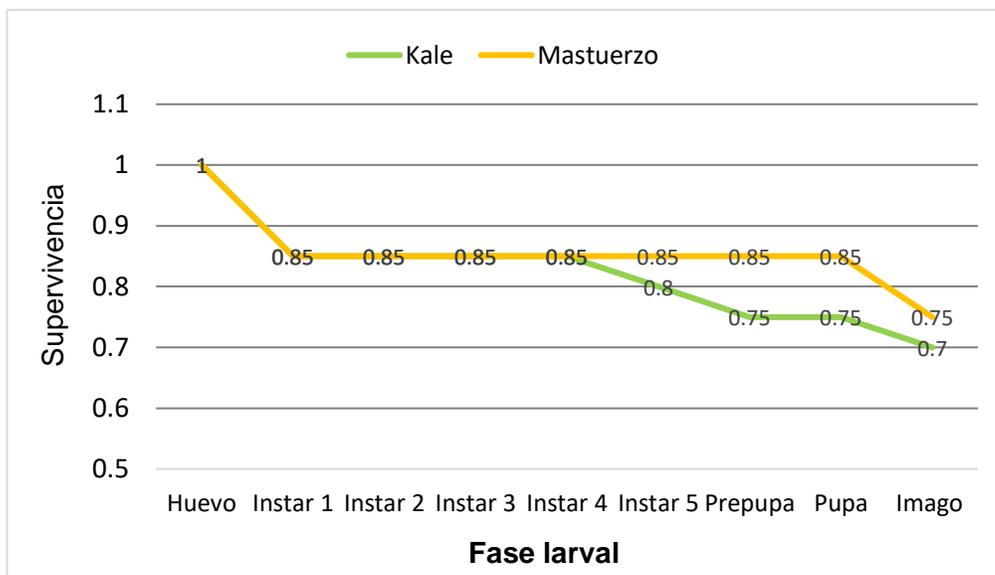


Figura 22. Supervivencia específica por fase de *Leptophobia aripa* con dos tratamientos alimenticios.

7.8 Protocolo de crianza

La mariposa blanca es una de las mariposas más dóciles, el protocolo de crianza es muy sencillo dadas las características de adaptación al manejo de esta mariposa. Éste comprende siete puntos:

1. Propagación de plantas nutricias u hospederas
2. El pie de cría
3. Fase de huevo
4. Pupario
5. Cuidados en fase de larva
6. Cuidados en fase de pupa
7. Cuidados en fase de imago

PROTOCOLO DE CRIANZA PARA LA MARIPOSA BLANCA (*Leptophobia aripa*)

1. Propagación de plantas

Nutricias u hospederas

Alimento de fase larval

Nectaríferas

Alimento de la fase de imago



Hoja



Flor

Mastuerzo

Se trasplantan 120 esquejes en 30 surcos (4 esquejes por surco) de una parcela de 6 m² de largo X 1 m² de ancho abonadas con bocashi (3 kg/ m²)



Se obtiene de manera rápida (2 meses), fácil, económica y con una alta tasa de supervivencia



2. Pie de cría

Se cultiva una parcela de mastuerzo a cielo abierto para atraer las mariposas y reproducirse

Observación de la cópula y la ovoposición.



3. Fase de huevo

Mantener en observación las hojas con los huevos hasta su eclosión, sin cortar la hoja de la planta

Los huevos no deben ser tocados o removidos de la hoja



4. Pupario

Es un cuarto o estante en el cual se colocan los botes con las larvas, las pupas y los imagos de la mariposa blanca.

Este pupario debe estar en un lugar donde no reciba los rayos del sol directamente, corrientes de aire o lluvias y cubierto con una malla de mosquitero para evitar la entrada de depredadores o parásitos.

Dentro del pupario debe haber una temperatura mínima de 17 °C y máxima de 25 °C con una humedad relativa de 51 a 84%.

El pupario se debe monitorear diario y si se presenta un depredador o parásito dentro de él, se debe retirar.

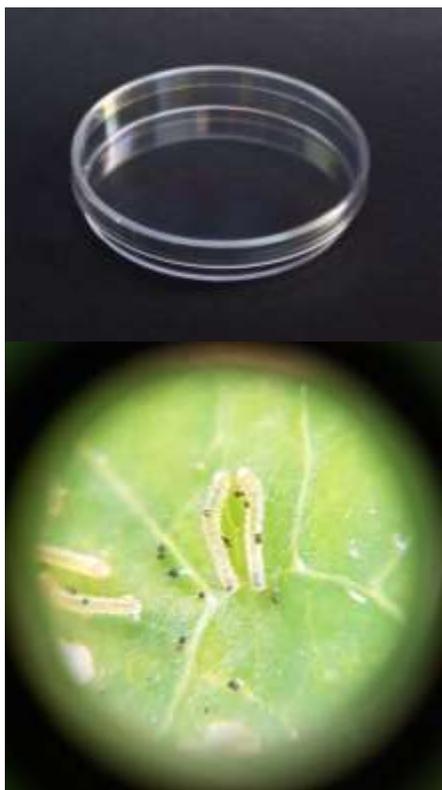


5. Cuidados en fase de larva

Instar 1

Colocar en una caja Petri las larvas de la puesta con dos hojas de mastuerzo

Se cambian las hojas de mastuerzo por dos hojas frescas y se limpia el excremento, esto se realiza diario hasta pasar a instar dos



Instar 2, 3, 4 y 5

En cada bote de 4L se colocan 30 larvas, 30 hojas de mastuerzo y se tapan con una malla de mosquitero

Se cambian las hojas de mastuerzo diario (1 hoja por larva) y se limpia el excremento

En caso de haber larvas enfermas, se deben retirar de las demás para evitar que se contagien.

Para evitar enfermedades las cajas Petri y los botes se deben limpiar todos los días con hipoclorito (cloro diluido, 1 parte en 100 partes de agua) enjuagar con agua limpia y secar adecuadamente con algodón o papel; las larvas deben ser manipuladas con las manos limpias, guantes o pinceles bien desinfectados.



6. Cuidados en la fase de pupa

En esta fase dejan de alimentarse y no es necesario colocar alimento, pero sí monitorear diario para corroborar que se encuentren en buen estado

En caso de haber pupas enfermas, se deben retirar.



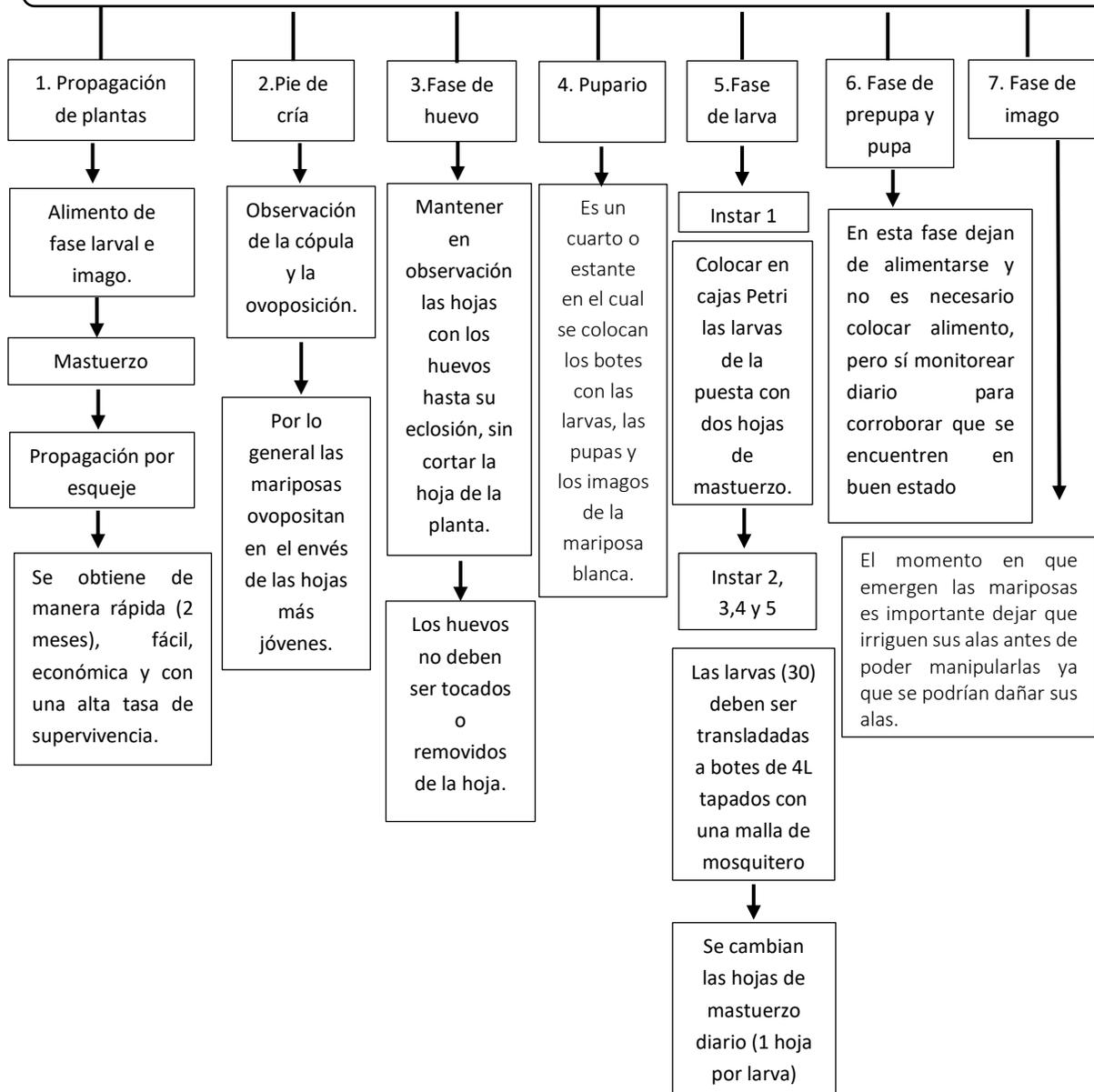
7. Cuidados en la fase de imago

El momento en que emergen las mariposas es importante dejar que irriquen sus alas antes de poder manipularlas ya que se podrían dañar sus alas.

Se colocan 15 mariposas en cajas de empaque, las cuales pueden ser cajas de cartón corrugado con medidas de 20 cm de largo, 40 cm de ancho y 10 cm de alto. Estas cajas deben tener una ventilación adecuada con malla de mosquitero.



PROTOCOLO DE CRIANZA PARA LA MARIPOSA BLANCA (*Leptophobia aripa*)



7.9 Supervivencia de imagos para su posible venta.

Las mariposas colocadas en cajas de cartón sin alimento y adecuadamente aireadas sobrevivieron en condiciones adecuadas hasta el tercer día. En el cuarto día se mantuvo el mismo número de individuos, pero se observaron inmóviles y débiles por ello en el quinto y sexto día se presentó una alta mortandad (Fig. 23).

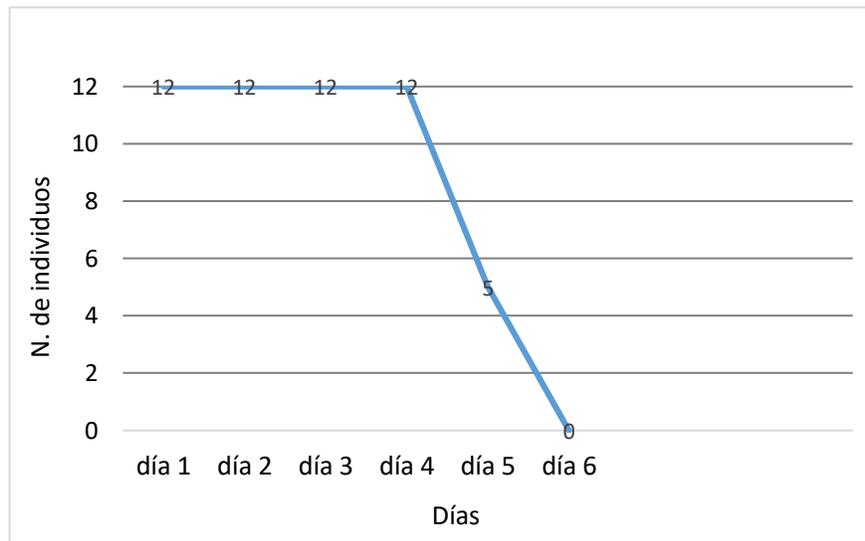


Figura 23. Supervivencia de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*) en cajas para venta.

7.10 Costos de producción de 120 mariposas

Una mariposa blanca a lo largo de su etapa larval consume aproximadamente una planta de mastuerzo. El costo de producción de la propagación del mastuerzo para 120 plantas es de \$1,492.00 por lo que cada planta tuvo un costo de \$12.50 utilizando agua potable para el riego, pero si el productor cuenta con agua de lluvia, el precio total para las 120 plantas baja a un costo de \$1,060.00 y el costo de cada planta es de \$8.83. La propagación de las plantas, así como el abonado y el riego toma aproximadamente 20 horas de trabajo, teniendo un costo total de \$250.00 por mano de obra (Cuadro 6).

Cuadro 6. Costos de producción de la propagación de mastuerzo (<i>Tropeolus majus</i>)			
Insumo	Cantidad	Precio Unitario \$ M.N.	Precio total \$ M.N.
Plantas nutricias	30 plantas de mastuerzo	20.00	\$ 600.00
Abono bocashi	30 Kg para 10 m ²	\$7.00 kg	\$210.00
Agua de riego	1440 L	\$6.00 20 L	\$ 432.00
Mano de obra	20 h	\$100.00 8 h	\$ 250.00
Total (costo de 120 plantas)			\$1492.00
Total (costo unitario por planta)			\$12.50

Para mantener en cautiverio las larvas de la mariposa blanca se ocuparon cuatro botes de plástico con una capacidad de 4 L. Las larvas se recolectaron desde el instar 2 y se colocaron 30 por bote, durante 10 días se realizó mantenimiento con un trabajo de 30 minutos por bote obteniendo un total de 20 horas. En la etapa de pupa se monitoreo durante 12 días con un trabajo de 20 minutos por día. Generando un costo de \$300.00 más \$50.00 del empaquetamiento de las mariposas para su comercialización. El costo de producción de la crianza de la mariposa blanca con agua potable tiene un costo de \$16.93 por mariposa. El costo de una mariposa utilizando agua de lluvia en la propagación de mastuerzo es de \$13.33 por mariposa (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costos de producción para la crianza de la mariposa blanca (<i>Leptophobia aripa</i>)			
Insumo	Cantidad	Precio Unitario \$ M.N.	Precio total \$ M.N.
Botes	4 de 4L	\$20.00	\$ 80.00
Malla de mosquitero	1m	\$30.00	\$30.00
Cajas de cartón 30X20 cm	8	\$10.00	\$ 80.00
Mano de obra	28 h	\$100.00 8h	\$ 350.00
Total (costo de 120 mariposas)			\$2,032.00
Total (costo unitario por mariposa)			\$16.93

El índice beneficio/costo para la mariposa blanca nos da un valor de 2.06 si en el mercado se venden a un precio de \$35.00 y de 3.83 si se encuentran a un precio de \$65.00, lo cual indica que en ambos casos es rentable económicamente.

VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1 Identificación de plantas nutricias u hospederas y nectaríferas

La larva de la mariposa blanca se considera polífaga ya que tiene la posibilidad de alternar entre distintos tipos de plantas de la familia Brassicaceae y Tropaeolaceae, que además se pueden cultivar durante gran parte del año (Wright y Ackery, 1984; Martínez, 1979).

En este trabajo se identificaron cuatro plantas nutricias u hospederas dentro del huerto Chimalxochipan, entre ellas se encontró el mastuerzo, el cual resultó ser una planta favorable para la crianza de la mariposa blanca, esto concuerda con Equihua y Benítez (1985) donde identificaron al mastuerzo como una de las principales plantas nutricias, así como la coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), también identificada dentro del huerto; las otras plantas identificadas en el huerto fueron el Kale (*Brassica oleraceae* var. *seballica*) y la Arúgula (*Eruca sativa*), plantas no reportadas en la literatura. Sin embargo, en la literatura se reportan como plantas nutricias como el rábano (*Raphanus sativus*), el berro (Sánchez- López, 2004) y la col, (Escalera, 2002) las cuales no se encontraron dentro del huerto.

Una vez que emerge de la pupa la mariposa, su actividad principal es la búsqueda de pareja, el apareamiento y la oviposición (Chew y Robbins, 1984); para cumplir con todas estas actividades, las mariposas deben cubrir altos requerimientos energéticos, la mayoría de ellas se alimentan exclusivamente del néctar de las flores de las plantas, a estas plantas se les considera como nectaríferas y son de gran importancia para llevar a cabo la crianza (Moyers y Cano, 2009). Dentro del huerto Chimalxochipan (CDMX), se identificaron 13 plantas nutricias únicamente para la mariposa blanca, las cuales cinco de ellas concuerdan con las reportadas en Asturias (España), donde se encontraron gran variedad de plantas nectaríferas para diferentes especies de mariposas; entre las plantas que coinciden para la mariposa blanca son: *Lantana cámara*, *Zinnia* spp, *Foeniculum vulgare*, *Lavandula officinalis* y *Asclepias curassavica*. Sin embargo, también se reportaron otras plantas para otras mariposas como: *Vitex agnus castus*. L, *Rudbeckia hirta*. L, *Cephalanthus occidentalis*. L, *Scabiosa*

columbaria. L, *Syringa vulgaris*. L, *Glandularia canadensis*. L, *Lobelia cardinalis*. L, *Ajuga reptans*. L, *Calluna vulgaris*. L, entre otras (Lafuente, 2017).

8.2 Propagación de plantas nutricias u hospederas

- Mastuerzo (*Tropaeolum majus*. L)

El mastuerzo o capuchina es una planta fácil de cultivar debido a su rusticidad, se reproduce por medio de semillas, aunque también puede propagarse vegetativamente (Cabezas, 2014).

Diversos estudios recomiendan la propagación del mastuerzo de forma sexual, donde se plantea que las semillas escarificadas y húmedas son las más convenientes para la producción rápida de mastuerzo, con la finalidad de obtener alimento en corto tiempo para las larvas de mariposa blanca que se crían en diversos mariposarios, obteniendo un porcentaje de germinación del 65% (10). Sin embargo, en este trabajo se procedió a la propagación asexual, en donde los esquejes presentaron una tasa de enraizamiento y supervivencia del 100%, esto debido a que el mastuerzo es una especie cuyo tallo herbáceo tiene una gran facilidad de desdiferenciación para producir raíces adventicias en poco tiempo, suficiente para llevar acabo la crianza de la mariposa blanca. Por otra parte, en la reproducción vegetativa se mantienen y propagan las características deseables, ejemplo: alta productividad, mayor calidad, tolerancia a insectos, resistencia a enfermedades, tolerancia a estrés hídrico, entre otros. Al ser individuos clonados (idénticos) su uniformidad es una ventaja en el manejo de un cultivo (HBM, 2016).

Existieron diversos factores que influyeron en el alto porcentaje de enraizamiento de mastuerzo como son: 1. El estado sanitario: los esquejes fueron cosechados de plantas vigorosas, sin enfermedades, tanto de origen fúngico como viral o bacteriano. 2. El buen estado nutricional de las plantas: las plantas madre no presentaron deficiencia de nutrientes y esto se pudo observar debido a la coloración de las hojas. 3. El estado hídrico: al momento de la cosecha de los esquejes, las plantas no

¹⁰https://feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria23/feria418_01_analisis_de_la_germinacion_de_la_capuchina.pdf

manifestaron síntomas de deficiencia de agua. 4. La época del año: el contenido endógeno de las hormonas, entre ellas las auxinas que se encargan de la inducción de las raíces adventicias varía según la época del año, siendo mayor en primavera, enraizando con mayor facilidad los esquejes. 5. El sustrato: este tiene que ser suficientemente denso y firme para servir de anclaje a los esquejes y debe tener capacidad de retención hídrica y ser lo suficientemente poroso para eliminar el exceso de agua y permitir el intercambio gaseoso (Sisaro y Hagiwara, 2016; Osuna *et al.*, 2017)

Dentro del huerto las hojas de mastuerzo se utilizaron para la alimentación de las larvas de la mariposa blanca en la determinación del ciclo de vida e índice de herbivoría. Sin embargo, una parte de las plantas fueron trasplantadas a diferentes partes del huerto para atraer a las mariposas y evitar la depredación de otros cultivos de importancia como las coles (*Brassica oleracea* var. *gemmifera* de Candolle) y el repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*), ya que en algunos huertos el mastuerzo se usa como planta trampa debido a que las mariposas y los pulgones lo prefieren y de esta manera se reduce el ataque a los cultivos de interés (Ramos y Gamarra, 2017). Un estudio publicado por Bustillo y Gutierrez (1975) en Antioquia Colombia, constató que los daños ocasionados por las larvas de la mariposa blanca son de considerable importancia económica; una vez que se observan las primeras larvas, estas son capaces de destruir el cultivo, dejando reducidas las plantas al tallo y nervaduras principales.

- Kale (*Brassica oleraceae* var. *seballica*. L)

La reproducción de kale por medio de semillas resultó satisfactoria donde se obtuvo un alto porcentaje de germinación del 75% y las plántulas al ser trasplantadas presentaron una supervivencia del 100%. Es recomendable utilizar semilleros para esta hortaliza así como se llevó a cabo dentro del huerto Chimalxochipan ya que se optimiza el espacio en el huerto⁽¹¹⁾, se ahorra sustrato, es fácil extraer la plántula al momento del trasplante sin destruir las raíces y cada planta puede alcanzar un

¹¹ <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/10/10/manual-tecnico-de-cultivo-del-kale-o-col-rizada/>

excelente desarrollo de raíces principales y secundarias, ya que cada una tiene su propio espacio de crecimiento, sin necesidad de estar compitiendo con las demás, lo que disminuye el porcentaje de mortalidad de plantas en el campo (12).

8.3 Ciclo de vida

La morfología de la mariposa blanca dentro del huerto Chimalxochipan no presentó diferencias a lo reportado en la literatura (Coronado *et al.*, 1998; Valencia *et al.*, 2005). Sin embargo, el tamaño en longitud (mm) presentó una pequeña variación en la fase larval en los primeros tres instares, siendo menor a lo reportado en la literatura, mayor en los dos últimos, pero similar en la fase de pupa (Sánchez- López, 2004).

La duración del ciclo de vida de la mariposa blanca en el huerto fue de 34 a 40 días, dentro de lo reportado en la literatura por Coronado *et al.* (1998) y Valencia *et al.* (2005), esto se debe a que ambos estudios presentaron las mismas condiciones ambientales (temperaturas de 27°C); mientras que en otros estudios donde se presentaron temperaturas distintas, la duración del ciclo de vida fue menor, tal es el caso de Montesinos- Patiño (2002) que reporta una duración de 27 a 30 días y Sánchez- López (2004) una duración promedio de 27.2 días a temperaturas de 16 y 23 °C respectivamente.

La duración del ciclo de vida de la mariposa blanca puede variar por este factor, ya que los insectos son organismos ectotérmicos en quienes influye la temperatura directamente en su actividad y tasa de desarrollo (Urra y Apablaza, 2004); los organismos de esta mariposa que se encuentran expuestos a temperaturas de 27 °C o más, el ciclo de vida se alarga y de igual forma si la temperatura disminuye a los 6 °C, ya que la temperatura tiene un efecto en el tiempo de eclosión de los huevos, la duración en fase de pupa y la supervivencia. Nava (1992) y Campos (2008) reportan, que a temperatura ambiente los huevos de la mariposa blanca eclosionaron en 4 días presentando mayor supervivencia a diferencia de aquellos que se sometieron a una temperatura de 6 °C.

¹² <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1374s/a1374s03.pdf>

Otro de los factores importantes es el valor nutricional de las plantas ya que la duración de la etapa larval varía de acuerdo en este factor. Las especies que consumen alimentos con alto valor nutrimental crecen rápidamente pasando de huevo a pupa en menos de un mes ⁽¹³⁾.

8.4 Supervivencia

La mariposa blanca en la determinación del ciclo de vida presentó una supervivencia promedio de 54% menor a lo reportado en la literatura, ya que Sánchez-López (2004) reportó tasas de supervivencia mayores al 70%, este bajo porcentaje en este trabajo se vio afectado por el ataque de un endoparásito (díptero) de la familia Tachinidae que también fue reportado por Galindo (2014); a pesar de que se tuvieron los cuidados necesarios para una buena crianza, la incidencia de este endoparásito fue del 10%; estos endoparásitos pueden provocar una alta tasa de mortandad, ya que consumen todo, menos los órganos vitales, por lo que la oruga continúa comiendo y creciendo de modo normal, hasta que la larva parasítica madura y perfora la cutícula para pupar (Carballo, 2002). Otros endoparásitos que se reportan para la mariposa blanca son ocho especies de moscas parasíticas seis de la familia Tachinidae y dos de Sarcophagidae; cuatro especies de avispas parasíticas primarias, dos de la familia Ichneumonidae y dos de Chalcididae; dos especies de hiperparasitoides, una de la familia Chalcididae y una de Pteromalidae (Cave y Cordero, 1999).

Otra de las causas por las cuales hubo una tasa de mortandad en la fase de pupa fue que dentro del pupario se observaron hormigas como depredadoras de esta fase, las cuales coincide con la literatura donde reporta que son de los depredadores más importantes, así como los mántidos, himenópteros, ortópteros, heterópteros y arácnidos (Mulanovich, 2007); estos últimos también se observaron atacando distintas fases de la mariposa blanca. Sin embargo, se encontraron fuera de la zona de crianza.

¹³ <https://mariposas.net/ciclo-vida/larvas/>

8.5 Índice de herbivoría, ganancia de peso y análisis químico proximal.

El de Índice de herbivoría en la fase larval de la mariposa blanca fue de 2.13 en kale y de 3.01 en mastuerzo; este índice mientras más se acerca a cinco hay una ingestión del más del 50% de la hoja (Pabón *et al.*, 2010); en la literatura no se encontró algún estudio comparativo sobre el índice de herbivoría para la mariposa blanca. Sin embargo, en este trabajo se puede reportar que la mariposa blanca presentó un mayor índice de herbivoría cuando consumió mastuerzo con una ganancia de peso mayor, ya que la ganancia de peso y el índice de herbivoría en las larvas de la mariposa está directamente relacionada con el consumo de su planta nutricia de preferencia, debido a que es capaz de aportar los nutrientes necesarios para su crecimiento y supervivencia.

La fase larval es una de las fases del ciclo con mayor relevancia ecológica, ya que sólo durante este periodo los individuos incrementan su tamaño corporal consumiendo la mayor cantidad de follaje para así ganar peso, aumentando su masa corporal con el fin del almacenar y acumular nutrientes, energía y reservas necesarias para las siguientes fases del ciclo de vida (Singer, 1984; Alméciga-Castro, 2012). Por esta razón, las larvas de las mariposas representan uno de los defoliadores principales de las comunidades vegetales y pueden considerarse plaga en algunos cultivos de importancia (Moyers y Cano, 2009).

La preferencia que tienen las larvas hacia una planta y otra, depende de las características de la planta nutricia, así como del ambiente en que se encuentra. Algunas de estas características son: las condiciones de crecimiento, morfología foliar, química y edad de la planta (Stanley, 2010); estas dos últimas características están relacionadas con la preferencia de alimento de la mariposa blanca; en cuanto a la edad de las plantas, se observó que las larvas de la mariposa sí consumían todas las hojas, sin embargo mostraron cierta preferencia por las hojas jóvenes y esto se puede deber a que la cantidad de compuestos estructurales producidos por la planta, puede acumularse con la edad (Schaller, 2008). Las hojas más jóvenes representan un recurso más nutritivo (Coley, 1980; Turner, 2001); y se sabe que las plantas más

jóvenes presentan mayor concentración de glucosinolatos y estos declinan con la edad de la planta (Metspalu *et al.*, 2009).

Los glucosinolatos son reconocidos únicamente por los piéridos como alimento potencial (Chew, 1980) y juegan un papel importante como estimulantes en la alimentación para las larvas. Estos están presentes en varias especies de la familia de las cruciferae, como la coliflor, brócoli, rábano, kale, entre otros; también se conoce su presencia en algunas variedades de la familia de las Capparaceae y de las Tropaeolaceae, dentro de esta última se encuentra el mastuerzo; en la literatura se reportó que el cultivo de Kale tiene la cantidad de glucosinolatos más altos con 824.5 $\mu\text{mol/kg}$, después el brócoli con 624 $\mu\text{mol/kg}$, col de Bruselas con 172 $\mu\text{mol/kg}$, coliflor con 135 $\mu\text{mol/kg}$ y Tropaeolum con 50.74 $\mu\text{mol/g}$ (Song y Thornalley, 2007; Becerra *et al.*, 2014); a pesar de que en la literatura se reporta mayor cantidad de glucosinolatos en el Kale, la larva de la mariposa blanca presentó preferencia sobre el mastuerzo dentro del huerto, probablemente esto se debe a que los glucosinolatos en altas cantidades pueden ser tóxicos (Hernández, 1995).

La química en la preferencia de las plantas por las larvas de la mariposa blanca, se observó en aquellas que presentaron mayor cantidad de proteína cruda, ya que entre los tratamientos alimenticios determinados para esta mariposa, el mastuerzo tuvo mayor porcentaje de proteína a diferencia del Kale (Apéndice 1 a y b) y es muy importante a la hora del desarrollo de las larvas, ya que proporcionan aminoácidos, constituye la mayor parte de la estructura celular, compone los órganos, enzimas, hormonas, entre otros. Además, son los últimos macronutrientes en ser utilizados por el organismo, en caso de extrema inanición, el organismo utiliza los músculos del cuerpo, compuestos de proteínas, para generar energía (FAO, 2015); por otra parte, la fase de larva es en la que se da el proceso de crecimiento por lo que la ingesta de alimento debe proporcionar las proteínas, lípidos, y demás elementos esenciales, para que el desarrollo del individuo sea correcto (Fernández *et al.*, 2006).

El alimento diario de la mariposa debe contener un correcto valor nutritivo. Sin embargo, el volumen de alimentos que los animales pueden consumir está determinado por las características fisiológicas de cada especie (INTA, 2016); y a

pesar de que el kale es considerado un super alimento para el ser humano, las larvas de la mariposa blanca prefieren alimentarse de plantas con mayor contenido de proteína cruda, siendo en este caso el mastuerzo.

8.6 Tablas de vida

La tabla de esperanza de vida para la mariposa blanca alimentada con mastuerzo presentó un porcentaje de supervivencia del 85% con mayor vulnerabilidad en la fase de huevo y pupa; en el tratamiento de kale tuvo una supervivencia menor del 75% ya que además de presentar vulnerabilidad en la fase huevo y pupa, también presentó en la fase de larva (Instar 1 y 2), siendo similar a lo reportado por Campos (2008), donde demostró con ayuda de las tablas de vida que los primeros estadios larvarios de la mariposa blanca fueron los más susceptibles a variaciones o manipulación; ya que a la hora de la manipulación los virus o bacterias pueden causar infecciones, propagando enfermedades o daños biológicos que eventualmente conducen a la muerte del organismo. En los insectos estas infecciones son frecuentes incluso bajo condiciones de laboratorio o criaderos (Gil y Posada, 2002; Solís, 2007).

8.7 Protocolo de crianza

La cría de mariposas diurnas aparece como una solución interesante para permitir el desarrollo económico y que a la vez posibilita la conservación de los hábitats. En efecto, las actividades relacionadas a la cría de mariposas y a los mariposarios pueden contribuir y considerarse un ejemplo que integra el uso de la biodiversidad (Dénomée, 2010).

El protocolo de crianza de la mariposa blanca en el huerto urbano Chimalxochipan se desarrolló en siete puntos de forma sencilla y económica ya que es una mariposa de fácil manipulación y se encuentra activa durante todo el año. Sin embargo, en todos los estudios se reportan tres aspectos indispensables para llevar a cabo la crianza de mariposas que son:

1. La siembra de plantas nutricias u hospederas y las plantas nectaríferas. Algunas plantas demoran varios meses, o algunos años, para proporcionar abundante alimento para las mariposas (Vásquez y Correa, 2007).

2. Contar con un laboratorio, casa de cría o pupario con condiciones adecuadas para los organismos: El laboratorio (criadero) es el lugar donde son estudiados, analizados los huevos, larvas y pupas de las mariposas. El laboratorio debe ser un lugar bien ventilado para evitar la proliferación de agentes patógenos o parasitoides (Dénomée, 2010).
3. Contar con un mariposario o jaulas de mariposas: Representa el lugar donde se mantienen, alimentan y reproducen las mariposas adultas (Dénomée, 2010).

El cuidado de las larvas y pupas varían en sus requerimientos, y pueden ser mantenidas por diversos métodos, los cuales tienen ventajas y desventajas, además si es adecuada para una especie no necesariamente es adecuada para otras especies; los criadores suelen mantener las larvas de las mariposas al inicio en pequeños envases, por ejemplo envases para helados, sellados con papel "tops", asegurados por bandas elásticas; en este trabajo se utilizaron botes de 4 L lo cual es efectivo pero un poco laborioso como lo menciona Awachi (2006), por lo que recomienda usar cajas que pueden ser selladas de forma adecuada y rápidamente. Principalmente se usa dos tipos de cajas:

1. Cajas plásticas con tapas a presión y cajas a base de madera hechas con plywood; estas últimas son equipadas con clips metálicos que sostienen la tapa y los bordes tienen franjas de goma para producir un correcto sellamiento.
2. Cajas a base de madera, se necesita cubrirlas con un barniz de buena calidad para que perduren más; esto crea altos costos de mantenimiento.

Para el manejo de larvas en el huerto, se limpiaron diariamente los botes en donde se encontraban las larvas y se reemplazó el alimento por hojas frescas y jóvenes, así como lo recomienda Awachi (2006); sin embargo también menciona que no se recomienda el uso de cepillos o brochas para la transferencia de larvas, ya que es muy riesgoso para algunas larvas por la falta de higiene, pero las larvas en este trabajo fueron manipuladas con una brocha, la cual era se desinfectada diario con una solución de hipoclorito por lo que no causo algún problema.

Otra forma de crianza es la de Dénoimmée (2010), quien colocó las larvas en botellas de plástico de Coca-Cola con la planta nutricia adentro. Las raíces de la planta fueron enterradas en la parte inferior de la botella. Vásquez y Correa (2007), colocaron las orugas en envases plásticos de 1 L con agujeros en la tapa para que pueda ingresar el aire. Todos los días se limpiaron los envases cuidadosamente con pincel y se cambió el alimento, hasta que se llegó a la etapa de pre-pupa.

En el huerto Chimalxochipan se presentó un bajo porcentaje de incidencia de parasitismo; sin embargo, se puede obtener menor incidencia con cuidados más pertinentes, ya que Dénoimmée (2010), reporta que una forma de contrarrestar esta incidencia en el laboratorio donde se lleva a cabo la crianza, es teniendo un lugar bien ventilado para evitar la proliferación de agentes patógenos o parasitoides.

Sin embargo, es difícil evitar la infección por dípteros si no se lavan meticulosamente las hojas de la planta nutricia, ya que las moscas taquínidas parasitan a las orugas por «inyección» de huevos, pero también por ingestión de huevos o de larvas, al desovar sobre las hojas que comen las orugas. Por eso, evitar una infección por moscas es difícil. Sin embargo, al lavar meticulosamente las hojas de las cuales se alimentan las orugas se elimina una alta probabilidad de parasitismo (14).

8.8 Supervivencia de imagos

Después de la emergencia de las mariposas en el huerto soportaron tres días sin alimento como máximo, para poder ser liberadas en buen estado. Sin embargo, en la literatura, Bustillo (1975) reporta que bajo condiciones de laboratorio sin suministro de alimento duraron hasta cinco días; esta diferencia de supervivencia se puede atribuir a la temperatura del ambiente, ya que en el huerto se registraron temperaturas más altas (27 °C) a lo reportado en la literatura (22 °C).

Debido a los pocos días de supervivencia de la mariposa blanca sin suministro de alimento, se recomienda que las mariposas sean enviadas semidormidas, estado que se obtiene controlando la cantidad de luz y las bajas temperaturas (Arias, 2013);

¹⁴ <https://www.comocriarmariposas.com.ar/hospital.phtml?sec=hospital-enemigos>

asimismo el criadero particular “Love is in the air” ⁽¹⁵⁾, menciona que las mariposas para liberación en eventos sociales requieren ser transportadas con un clima frío, esto es importante para que las mariposas no estén intentando volar antes de su liberación y no lleguen asoleadas, moribundas o muertas por el clima, por lo que es recomendable trasladarlas en hieleras o con bolsas de gel refrigerante o hielo alrededor de ellas para que lleguen en óptimas condiciones.

8.9 Costos de producción

Los costos de producción de la mariposa blanca fueron bajos comparados con el precio de venta en el mercado (Apéndice 2), el costo de producción principalmente lo determina el costo de los insumos y la mano de obra. Aún considerando que los criaderos comerciales venden un gel refrigerante independiente para transportar a las mariposas, el método de crianza que se llevó a cabo dentro del huerto, ofrece ventajas en el costo de producción y puede posicionarse en el mercado a un menor precio obteniendo excelentes ganancias.

¹⁵ <http://loveisintheair.com.mx/blog/>

IX. CONCLUSIONES

En el huerto urbano estudiado, se identificaron cuatro plantas hospederas y trece nectaríferas de la mariposa blanca, lo que representa un huerto altamente diverso.

La producción de las plantas nutricias u hospederas fue exitosa, donde el kale se propagó por semillas y el mastuerzo por esquejes, este último resultó más conveniente para la crianza de la mariposa blanca con un 100% de enraizamiento en poco tiempo.

El ciclo de vida de la mariposa *in situ* fue de 34 a 40 días, similar al reportado en la literatura. El conocimiento del ciclo de vida con sus diferentes fases larvarias es fundamental en el plan de crianza, así como para la comercialización.

La mejor dieta para alimentar a las larvas de la mariposa blanca, fue el mastuerzo, lo cual se correlacionó con un mayor contenido de proteína cruda, con el índice de herbivoría mayor al del kale, así como con una mayor ganancia de peso en las larvas.

La esperanza de vida para la mariposa blanca alimentada con los dos tratamientos presentó mayor vulnerabilidad en la etapa de huevo y pupa. El porcentaje de mortalidad en ambos tratamientos alimenticios fue mayor en el estadio de huevo y pupa, pero los valores fueron muy bajos (15% y 10% respectivamente).

El costo de producción del mastuerzo por planta fue bajo, de \$8.83 regado con agua de lluvia y \$12.50 regado con agua potable.

El protocolo de crianza de la mariposa blanca es fácil y sencillo, debido a sus características de adaptación y domesticación, su supervivencia durante la crianza es alta (85%) y su costo de producción unitario es bajo (\$13.33 y \$16.93). Sin embargo, una de las etapas clave para el éxito, es la alimentación de las larvas y la limpieza de las unidades de crianza.

El establecimiento de huertos ecológicos de hortalizas, dentro de las ciudades, representa una herramienta útil para la atracción de polinizadores como las mariposas, así como para su conservación y aprovechamiento racional.

Apéndice 1

a) Análisis de Mastuerzo (*Tropaelum majus*)

 **FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA 
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Constancia: NUT-466/18
Hoja 01/01

DRA. MARÍA SOCORRO OROZCO ALMANZA
FES ZARAGOZA CAMPUS 2

Muestra.: NUT-466
MASTUERZO

Fecha de recepción: 27.08.18

Análisis Químico Inmediato*

Materia seca	17.43%
Humedad	82.57%
Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25)	4.31%
Extracto Etéreo	0.84%
Cenizas	1.70%
Fibra Cruda	0.86%
Extracto Libre de Nitrógeno	9.72%

Los resultados se expresan en Base Húmeda
*Método AOAC Químico Proximal (1990)
NA = NO ANALIZADO
NC = NO CALCULADO
Analizó: Hugo García Bernal

Atentamente,
"POR MI RAZA HABLA UN ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 31 de Agosto de 2018
31 AGO 2018

Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica
Q.A. Águeda García Pérez
Responsable del Laboratorio

Dr. Luis Corona Gochi
Jefe de Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica



Esta constancia ampara únicamente la muestra analizada. Se prohíbe la reproducción total o parcial de la misma sin previa autorización escrita del responsable del laboratorio. La presente constancia no podrá ser utilizada para fines legales.

An. Universidad 3000, Cd. UNAM, C.U., Del Coyacán, Cd. Mx., CP 04570.
Tel./Fax: 01 (55) 3622 5906 y 3622 3907; Tel.: 3622 3679

FRP-DNAB-MV-002 Rev. 5

b) Análisis de Kale (*Brassica oleraceae* var. *seballica*)



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA



Constancia: NUT-342/18

Hoja 01/01

MARÍA SOCORRO ALMANZA
FES ZARAGOZA

Muestra.: NUT-342
KALE BOCASHI

Fecha de recepción: 24.07.18

Análisis Químico Inmediato*

Materia seca	17.41%
Humedad	82.59%
Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25)	3.63%
Extracto Etéreo	1.02%
Cenizas	1.77%
Fibra Cruda	1.77%
Extracto Libre de Nitrógeno	9.21%

Los resultados se expresan en Base Húmeda
*Método AOAC Químico Proximal (1990)
NA = NO ANALIZADO
NC = NO CALCULADO
Analizó: Teresa Martínez Martínez

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 31 de Julio de 2018

Q.A. Águeda García Pérez
Responsable del Laboratorio

31 JUL 2018

Departamento de Nutrición Animal
y Bioquímica

Dr. Luis Corona Gochi
Jefe de Departamento de Nutrición Animal y
Bioquímica



Esta constancia ampara únicamente la muestra analizada. Se prohíbe la reproducción total o parcial de la misma sin la previa autorización escrita del responsable del laboratorio. La presente constancia no podrá ser utilizada para fines legales.

Av. Universidad 3000, Col. UNAM, C.U., Del. Coyoacán, Cfd. Mx., CP 04510.
Tel./Fax 01 (55) 5622 5966 y 5622 5967; Tel.: 5622 5879

FRP-DNAB-MV-002 Rev. 5

Apéndice 2

Costos en el mercado de la venta de la mariposa blanca (*Leptophobia aripa*)

Cuadro 8. Costos en la venta de la mariposa blanca				
Huerto Chimalxochipan Precio unitario por mariposa	Casa Atl Jardín Huayacán ¹⁶ Precio unitario por mariposa	Love is in the air ¹⁷ (20 Mariposas en 1 caja (s) de cartón)	Bioeducadi ¹⁸ Precio base por mariposa.	Itzilli mariposas. ¹⁹ Precio unitario por mariposa.
\$13.33 - \$16.93	\$65.00	\$1,650.00 (\$82.5 c/u)	\$35.00	\$45.00 - \$55.00

Gel refrigerante.

El gel refrigerante es ideal para la conservación de la temperatura adecuada para, el manejo de reactivos, análisis clínicos, vacunas, sueros, carnes, alimentos y productos en general de la Industria Química, Farmacéutica, Biológica y Alimenticia. Una caja de 25 bolsas de 12X17 cm con 250 g cada una, tiene un costo aproximado de \$666.00 ²⁰

¹⁶ <https://huayacan.wordpress.com/mariposas-para-la-venta/>

¹⁷ <http://loveisintheair.com.mx/blog/>

¹⁸ <https://bioeducadi.jimdo.com/liberaci%C3%B3n-de-mariposas-en-eventos-sociales/paquetes-de-mariposas/>

¹⁹ <https://www.bodas.com.mx/animacion-bodas/itzilli-mariposas--e108805>

²⁰ <https://www.medicalcenter.com.mx/gel-refrigerante-250-grs>

X. Referencias

Alméciga- Castro. A. (2012). *El seguimiento del ciclo de vida de la mariposa Dione glycera (C. Felder & R. Felder 1861), una estrategia de aula para contextualizar y aplicar conceptos de Biología*. Tesis de título. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Álvarez-García, H., Ibarra-Vázquez, A., y Escalante, P. (2016). Riqueza y distribución altitudinal de las mariposas de la Sierra Mazateca, Oaxaca (Lepidoptera: Papilionoidea). *Acta zoológica mexicana (n.s)*, 32 (3), 323-347.

Argenis, M., y Dirzon, R. (2010). *Interacciones planta-animal: Ecología evolutiva y conservación*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.

Arias, C. (2013). *Programa de la producción y exportación de mariposas desde Ecuador hacia el mercado de Estados Unidos de América*. Tesis de titulación. Facultad de ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de las Américas.

Arnold, A. E y Asquith, N, M. (2002). Herbivory in a fragmented tropical forest: patterns from islands at lago Gatún, Panamá. *Biodiversity and Conservation*. 11(9), 1663-1680.

Awacachi. Centro de manejo de vida silvestre. (2006). Plan de manejo. Recuperado el 9 agosto, 2018 de: <http://darwin.defra.gov.uk/documents/13005/3177/13005%20FR%20App11%20Management%20Plan.pdf>).

Badii, M., Garza, V., y Landeros, J. (2006). Efecto de los plaguicidas en la fauna silvestre. *Cultura científica y tecnológica (CULCyT)*, 15(3), 22-44.

Banaszak, J., Bogusch, P., Bosch, J., Castro, L., Comba, M., Dathe, H., Díaz, E., Flores, J.M., Guitián, J., Gusenleitner, F., Herrera, C., Kuhlmann, M., Michez, D., Mueller, A., y Navarro, L. (2012). *Polinizadores y biodiversidad*. España: Apolo.

Barone, J. A y Coley, P. D. (2002). Herbivorismo y las defensas de las plantas. En: Guariguata, M.R., Kattan, G. H. (Eds.), *Ecología y conservación de bosques neotropicales* (pp 465-493) Cartago: Ediciones LUR.

Becerra, A., Alanís, P., Mora, J., Mora, J., y Velázquez, D. (2014) Kale: An excellent source of vitamin C, pro-vitamin A, lutein and glucosinolates. *CyTA Journal of Food*, 12 (3), 298-303.

Bendaña-García, G. (2017). Mariposas, Mariposarios y Granjas de Mariposas. *Temas nicaragüenses*, 106, 209 - 222.

Bonmatin, J.M., Marchand, P., Charvet, R., Moineau, I., Bengsch, E.R., y Colin, M.E. (2005). Quantification of imidacloprid uptake in maize crops. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 5336-5341.

Botías, C., y Sánchez, F. (2018). Papel de los plaguicidas en la pérdida de polinizadores. *Ecosistemas AEET*, 27(2), 34-41.

Brinckerh, J. A. (1999). La cría de mariposas: una industria agrícola maravillosa en papel. Recuperado el 6 junio, 2018 de: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_521.pdf

Brown, J. R. (1991). Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. En N. M. Collins & J. A. Thomas (eds.), *The conservation of insects and their habitats. Royal Entomological Society Symposium XV* (349-404). London, England: Academic Press.

Bustillo, P., y Gutiérrez, B. (1975). Ciclo de vida de *Leptophobia aripa* (Boisduval) (Lepidoptera: Pieridae) plaga del repollo y la col. *Revista Colombiana de Entomología*, 1(4), 1-5.

Cabezas, G. (2014). *Evaluación del Efecto Cicatrizante de Extractos a base de Mastuerzo (Tropaeolum majus L.) en ratones (Mus Musculus)*. Tesis de titulación. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador, Rio Bamba.

Cahuich, C., y Rosario, D. (2012). *La calidad de vida y el huerto familiar, desde la percepción ambiental de las familias de X-Mejía, Hopelchén, Campeche*. Tesis doctoral. El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas.

Campos, F. (2008). *Efectos de la reducción de la temperatura en el tiempo de eclosión de huevos y pupas de Leptophobia aripa*. Tesis de titulación. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México.

Cano, E. J. (2015). Huertos familiares: un camino hacia la soberanía alimentaria. *Revista Pueblos y Fronteras Digital, Universidad Nacional Autónoma de México*, 10, 70-91.

Cano, E. J. (2016). México como abastecedor de productos orgánicos. *Pueblos y fronteras*. 10, 70 – 91.

Carballo, M. (2002), Manejo de insectos mediante parasitoides. *Manejo integrado de plagas y agroecología del CATIE*, 66, 118 - 122.

Cave, R. D., y Cordero, R. J. (1999). Parasitoides de *Leptophobia aripa* Boisduval (Lepidoptera: Pieridae) en repollo y brócoli en Honduras. *Revista AGI*, 40 (1), 51-55.

Chew, F. (1980). Food plant preferences of *Pieris* caterpillars (Lepidoptera). *Oecología*, 46, 347-353.

Chew, F. S., y Robins, R. K. (1984). Egg-laying in butterflies. En van Wright, R.I. y P. R. Ackery (eds.), *The biology of butterflies* (pp. 65-80). Symposium of the Royal Entomological Society of London, Londres: Academic Press.

Coley, P. D. (1980). Effects of leaf age and plant life history patterns on herbivory. *Nature*, 284, 545-546.

Coley, P. D. (1983). Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs*, 53, 209-234.

CONABIO. (2009). Mariposas y polillas (Orden: Lepidóptera). Diversidad de lepidópteros. Recuperado el 25 agosto, 2018 de: https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/animales/insectos/lepidopteros/mariposas.html

CONABIO. (2013). Naturalista. Especies. Recuperado el 05 agosto, 2018 de: <http://www.conabio.inaturalist.org/taxa>

Constantino, L. (1996). Ciclos de vida y plantas hospederas de lepidópteros diurnos con potencial económico en condiciones de Colinas bajas del Choco biogeográfico. En Osorio De La Cruz, Héctor (Eds.), *Seminario II sobre Investigación y Manejo de Fauna para la Construcción de Sistemas Sostenibles* (pp 75-86). Colombia, Cali: CIPAV.

Constantino, L. M., y Corredor, G. (2004). The biology, and morphology of the early stages of *Morpho macrophthalmus* and *Morpho peleides telamon* (Nymphalidae: Morphinae) from western Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 2(2), 201-208.

Coronado, R., y Márquez, A. (1998). *Introducción a la entomología. Morfología y taxonomía de los insectos*. México, D.F: Limusa, S.A.

Dénomée, L. (2010). *La cría de mariposas diurnas y su gestión para la producción de artesanías en la comunidad «Niños Héroes de Chapultepec» Tenosique, estado de Tabasco, México*. Tesis de Maestría. Faculté Des Sciences, Université De Sherbrook. Canadá.

DeVries, P.J. (1987). *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History-Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*. United States of America: Princeton University Press.

DeVries, P. J. (1997). *Butterflies of Costa Rica and Their Natural History (Riodinidae)*. New Jersey: Princeton University Press.

Enrlich, P. (1984). The structure and dynamic of butterflies population. En VaneWhight. R. I y P.R.Ackery (eds.), *The biology of butterflies* (pp. 25-39). London, England: Academic press.

Equihua, Z. M y Benitez, B. G. (1985). *Imagen de la gran capital*. México, D.F: Enciclopedia México.

Escalera. (2002). *Estudio comparativo de cuatro dietas diferentes para la cría de Leptophobia aripa Boisduval (Lepidoptera: Pieridae), dentro del mariposario de la F.E.S Iztacala, U.N.A.M.* México. Reporte final del modulo de Laboratorio de Investigacion Cientifica y Tecnologica II. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México.

Espinoza, P., Bañuelos, N y López. M. (2015). Entre capullos de mariposas y fiestas hacia una alternativa de turismo indígena en el Júpare, Sonora, México. Recuperada el 7 junio, 2018 de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v24-25n47/0188-4557-estsoc-24-47-00312.pdf>

FAO. (1996). Agricultura urbana, ¿una paradoja? *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación*, 29, 64.

FAO. (2003). *Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria*. Italia, Roma: Servicio del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Departamento de Desarrollo Sostenible.

FAO. (2015). Macronutrientes y micronutrientes. Recuperado el 09 agosto, 2018 de: http://www.fao.org/elearning/Course/NFSLBC/es/story_content/external_files/Macronutrientes%20y%20micronutrientes.pdf

Feinsinger, P. (1987). Approaches to nectarivore-plant interactions in the New World. *Revista Chilena de Historia Natural*, 60, 285-319.

Fernández, B. C., Urdanet, N., y Silva, W. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv Río Grande) sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(2), 188-196.

Fernández, M., y Baz, A. (2006). *Cuadernos del campus naturaleza y medio ambiente*. EcoCampus Alcalá, Universidad de Alcalá: Vicerrectorado de campus y calidad ambiental.

Galindo, C. (2014). *Dípteros parasitoides de Leptophobia aripa elodia, (Boisduval, 1836) (Lepidoptera: pieride), criadas en cautiverio y semicautiverio en el jardín de mariposas de la FEZ- IZTACALA, UNAM*. Tesis de titulación. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Estado de México.

Gamarra, F., y Ramos, M. (2017). *Extracción por diclorometano y CO2 supercrítico de isotiocianato de bencilo a partir de hojas de mastuerzo (Tropaeolum majus L.)*. Tesis de titulación. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo, Perú.

Gil, Z.N., y Posada, F.J. (2002). La cría de mariposas en cautiverio: una alternativa para el estudio de la biodiversidad en la zona cafetera colombiana. *Revista Colombiana Entomologica* 28, 61-68.

Gómez, R. (2006). Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia colombiana. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 38, 451- 459.

HBM (Hipertextos de Botánica Morfológica). (2016). Tema 22: Reproducción Asexual o Multiplicación vegetativa. Recuperado el Marzo, 2019, de: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/print/Tema22-multiplicacionvegetativa.pdf>

Heikkilä, M., Kaila, L., Mutanen, M., Peña, C., y Wahlberg, N. (2012). Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 279 (1731), 1093-1099.

Heppner, J. B. (2002). Mexican Lepidoptera biodiversity. *Insecta Mundi* 16(4), 171-190.

Hernández, M . (1995). Glucosinolatos de la dieta, un posible factor causal de neuropatías con modificaciones del transporte axonal. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 9 (1), 48-51.

INTA. (2016). Manual del protagonista: Nutrición animal Nicaragua. Recuperado el julio, 2018 de :
https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Nutricion_Animal.pdf.

Kattan, G. (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. En M. R. Guariguata y G. Kattan (Eds.), *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales* (pp. 561-590). Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional.

King, B. S. y Saunders, J. L. (1984). *Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central*. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Kortbech, R. (2000). *World Trends in Consumption and Trade of Exotic Food and Beverages with Emphasis on Organic Products*. Johannesburgo, Sudáfrica.

Lafuente, L. (2017). Un jardín para las mariposas y polinizadores. España: Grado Asturias. Retomado el 08 agosto, 2018 de:
http://www.imagenesdeasturias.com/web/PDF/Proyecto_Jardin_Mariposas_11042016.pdf

Lasso, G. C., y Martínez, L. S. (2012). *Determinación del índice de herbivoría y ganancia de peso en la fase de oruga de dos especies de Lepidópteros diurnos de interés zootécnico Dione glycera y Papilio polyxenes americanus como referencia para el montaje de un zocriadero comercial de mariposas en el municipio de Pasto*. Tesis de titulación. Facultad de Ciencias Pecuarias, Uiversidad de Nariño. Colombia, Pasto.

Llorente-Bousquets, J., Oñate, A., Martínez, L., y Vargas, I (1997). *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración*. CONABIO. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México: Fomento editorial.

Llorente-Bousquets, J., Vargas- Fernandez, I., Martínez, A. L ., Trujano- Ortega, M., Hernández-Mejía, B. C., y Warren, A. D. (2014). Biodiversidad de Lepidóptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 353-371.

Luis, M. A., Llorente-Bousquets J., Warren, D., y Vargas, I. (2004). Lepidópteros: papilionoideos y hesperioideos. A. J. García-Mendoza, M.J. Ordóñez, M.A. Briones-Salas (Eds.), *Biodiversidad de Oaxaca, Instituto de Biología, UNAM/ Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza* (pp. 331-356) México, D.F: Fondo de Cultura Económica.

Marín- Jaramillo., y Bujanos- Muñis, R. (2001). *Insectos plaga de brócoli y coliflor y sus enemigos naturales en la región del Bajío*, Celaya, Guanajuato: INIFAP.

Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano,G., y Gleiser, R. (2012). Manual de Ecología Poblaciones: demografía, crecimiento e interacciones. *Reduca (Biología)*, 5(1), 32-70.

Martin-Piera, F., J. J. Morrone y A. Melic. (2000). Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000. m3m-Monografías Tercer Milenio 1. *Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza*. 326 p.

Martinez, M. (1979). Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. México, D.F: Fondo de Cultura Económica.

Metspalu, L., Hiisaar, K., Jogar, K., Svilponis, ., Ploomi, A., Kivimagi, I., Luik, A., y Menshikova, N. (2009). Oviposition preference of *Pieris brassicae* (L) on different *Brassica oleracea* var. *capitata* L. cultivars. *Agronomy Research*, 7, 406-411.

Montesinos- Patiño, E. (2002). *Introducción al conocimiento y monitoreo de Mariposas. Memorias del taller de capacitación. Monitoreo Ambiental Participativo de Mariposas.* Gobierno del Distrito Federal, México, D.F: REMUCEAC.

Moyers, L., y Cano, Z. (2009). Fenología de la comunidad de mariposas diurnas y su relación con la fenología floral de las plantas y otros factores ambientales. *Diversidad de hábitats y ecología de comunidades*, 4, 411-419.

Mulanovich, A.J. (2007). *Guía para el Manejo Sustentable de las Mariposas del Perú.* Perú : PROMPEX-IIAP-GTZ.

Nava, C. A. (1992). *Unidades calor e interacciones de factores de mortalidad en Leptophobia aripa (BOISD.) (Lepidoptera: Pieridae).* Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Estado de México.

Orozco- Almanza, M.S. (2014). El huerto ecológico diseño y planeación . *En El huerto urbano, cultivo ecológico* (17-35). México, FES Zaragoza. UNAM: Ediciones OVA.

Osuna-Fernández, H.R., Osuna-Fernández, A.M., y Fierro Álvarez, A. (2016). *Manual de propagación de plantas superiores.* Universidad Autónoma Metropolitana: Unidad Xochimilco.

Osuna, H ., Fierro, A., y Osuna, A. (2017). Manual de propagación de plantas superiores. México: UAM Xochimilco. Retomado el 8 agosto, 2018 de: http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manua_l_plantas.pdf

Pabón, D., Zamora, O., y Torres, J. (2010). Variación interespecifica de la Herbivoría en plantas tropicales con estrategias de crecimiento rápido y lento. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 8 junio, 2018 de: http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/datafile/user_25/file/INFORME%20FINAL%20CURSO%20DIRZO.pdf

Ramos, M., y Gamarra, F. (2017). *Extracción por diclorometano y CO2 supercrítico de isotiocianato de bencilo a partir de hojas de mastuerzo (Tropaeolum majus L.). Tesis*

de titulación. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Huancayo, Perú.

Rendón- Gutiérrez, R. E. (2010). *Espacios verdes públicos y calidad de vida. A: International Conference Virtual City and Territory. "6to. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual*, Mexicali. Mexicali: UABC.

Romeu, E. (2000) . Mariposas mexicanas: los insectos más hermosos. CONABIO. Biodiversitas 28. Recuperado el 7 de junio, 2018 de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv28art2.pdf>

Rosado-Gordón, M. A. (2011). *Polinizadores y biodiversidad*. España: Asociación Española de Entomología, APOLO.

Rosales M. (2015). *Manual de crianza de Leptophobia aripa*. México: CCH UNAM.

Sánchez- López, R. (2004). *Protocolo de cría para dos especies de mariposas, Ascia monuste y Leptophobia aripa (Lepidoptera: Pieridae) bajo condiciones controladas en el municipio de la Mesa, Cundinamarca*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Javeriana. Bogotá.

Schaller, A. (2008). *Induced plant resistance to herbivory*. Springer, New York.

Scoble, M. J. (1995). *The Lepidoptera, form, function and diversity*. London: The Natural history Museum & Oxford University Press.

SEDESOL. (2011). *Atlas de riesgos naturales de la delegación Iztapalapa, México, D.F.* CDMX: Terracon ingeniería, S.A de C.V.

Sermeño- Chicas, J. M y Pérez, D . (2015). Descripciones del ciclo biológico de la mariposa del repollo *Leptophobia aripa* (Boisduval, 1836) (Lepidoptera: Pieridae) en El Salvador. *BIOMA La naturaleza en tus manos* , 34, 7-14.

Singer, M. C. (1984). Butterfly host-plant relationships: Host quality, adult choice and larval success. Pp. 81-88, en: Van-Wright, R.I. y P.R. Ackery (eds.). *The biology of*

butterflies. Symposium of the Royal Entomological Society of London. Academic Press, Londres.

Sisaro, D., y Hagiwara, J. (2016). *Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo*. Buenos Aires: INTA.

Sólis, M. (2007). *Patógenos, parásitos, depredadores y parasitoides de mariposas diurnas en zoocriaderos. Manual para el manejo de mariposarios*. Costa Rica : Instituto Nacional de Biodiversidad

Song, L., y Thornalley, P. J. (2007). Effect of storage, processing and cooking on glucosinolate content of *Brassica* Vegetables. *Food and chemical toxicology*, 45(2), 216–224.

Stanley, E. (2010). *Herbivoría y características foliares en función de la edad en hojas de piper sp. (PIPERACEAE)*. Ecología de Mata Atlántica , Curso de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade de São Paulo.

Tejada, I., Berruecos, J., y Merino, H. (1982). Análisis bromatológico de alimentos empleados como ingredientes en nutrición animal. *Técnica Pecuaria en México*, 5, 5-40.

Tobar, D., Rangel, J., y Gonzalo, M. (2001). Las cargas polínicas en las mariposas (lepidoptera: rophalocera) de la parte alta de la Cuenca del río Roble-quindíocolombia. *Caldasia*, 23(2), 549-557.

Trabanino, R. (1998). *Guía para el manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Tegucigalpa, Honduras: Zamorano Academic Press.

Triplehorn, C.A., y Johnson, N.F. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects*. Belmont: Thomson Brooks/Cole.

Turner, I. M. (2001). *The ecology of trees in the tropical rain forest*. Cambridge University Press, Cambridge.

Ugalde, A. A (2006). Diseño y presupuesto estimado del mariposario propuesto en la finca la soledad, poder judicial, San Joaquín de Flores, Heredia. Recuperada el 7 junio, 2018 de: http://www.poderjudicial.go.cr/dialogos/rendicion_de_cuentas/PROYECTOS/JUSTICIA%20EN%20LA%20NATURALEZA/Proyecto%20MARIPOSARIO-Ale.doc.

Urra, F., y Apablaza, J. (2004). Temperatura base y constante térmica de desarrollo de *Copitarsia declora* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciencia e investigación agraria*, 32(1),19-26.

Valencia, C., Gil, Z.N., y Constantino, L.M. (2005). *Mariposas Diurnas de la Zona Cafetera Central Colombiana*. Chinchiná, Colombia: CENICAFE.

Van Nieukerken, E. J., Kaila, L., Kitching, I. J., Kristensen, N., y Lees, D. J. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. Zhang, Z.-Q. (Ed.) *Zootaxa*, 3148, *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*, 212-221.

Vásquez, J., y Correa, M. (2007). *El maravilloso mundo de las mariposas*. Perú: IIAP.

Vásquez, J. G., Lamas, G., y Couturier. (2012). Aspectos biológicos de *Panacea prola amazonica* (Fruhstorfer) (Lepidoptera:Nymphalidae), en la Amazonia peruana. *Folia Amazónica* 21(1/2), 71-76.

Vásquez, J., Zárate, R., Huiñapi, P., Pinedo, J.,Ramírez, J., Lamas, G., y Vela, P. (2017). Plantas alimenticias de 19 especies de mariposas diurnas (Lepidoptera) en Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 24, 35-42.

Vélez, A. (2005). *Ciclo de la mariposa de “Marcas metálicas” Mesosemia mevania (Lepidoptera: Riodionide) en el parque ecológico Piedras Blancas*. Tesis de título. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. Colombia.

Villar, G. (2015). *Análisis de recursos y actividades clave del modelo de negocios Canvas de Leptophobia aripa elodia (Boisduval, 1836) en la industria de la liberación*

de mariposas en eventos sociales. Tesina de título. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. Ciudad de México.

Viñuela, E., y Jacas, J. (1993). *Los enemigos naturales de las plagas y los plaguicidas*. Madrid: LG. SALJEN S.A.

Wright, R. y Ackery, P. (1984). *The biology of Butterflies*. London: Royal Entomological Society.