

**Ciclo de vida y aspectos ecológicos de *Pteronymia aletta* (Hewitson, [1855]) bajo  
condiciones de laboratorio**

**Cindy Paola Vásquez Serrano**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Bióloga**

**Directora**

**Martha Patricia Ramírez Pinilla**

**Ph.D en Ciencias Biológicas Orientación Zoolo**

**Tutor**

**Carlos Eduardo Giraldo Sánchez**

**Ph.D en Biología**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ciencias**

**Escuela de Biología**

**Bucaramanga**

**2018**

### Agradecimientos

Quiero agradecer en primera instancia a Dios, por darme fuerzas siempre de seguir adelante en cualquier meta que decidiera alcanzar, por mostrar el mejor camino a seguir y por el privilegio de darme la vida.

Agradezco a mi familia, mi padre, mi madre y mis hermanos, por apoyarme en esta gran decisión de estudiar aquello que me apasiona, por sus consejos y por su unión como familia.

Agradezco a mis abuelos aquellos que me acompañan en la tierra y en el cielo, porque gracias a ellos pude seguir adelante, gracias por su apoyo constante.

Agradezco a mi tía Martha por ser una persona que admiro como profesional y como persona, por su apoyo siempre en esta decisión e impulsarme a seguir sus pasos.

Agradezco a mi Bobi por todo!, por todos los matices que juntos tuvimos en el transcurso de esta carrera y por permanecer siempre en los matices más oscuros, ¡Te amo!.

Agradezco a mis amigos Karol, Yess, Ivan y Rori, por pasar los mejores momentos en esta gran aventura, por sacar tiempo para seguir construyendo esta amistad y por su apoyo incondicional.

Agradezco a la gran familia Nevada, quienes me ofrecieron la posibilidad de pertenecer a ellos y me acogieron desde que comenzó esta travesía

Agradezco a Doña Cecilia por confiar en mi trabajo y brindarme la oportunidad de ser su acompañante hasta altas horas de la noche, muchas gracias.

Agradezco a la Profesora Martha Patricia Ramírez y al Profesor Carlos Giraldo por su apoyo, paciencia y comprensión, constante en mi proyecto de grado.

Por último, agradezco a mis compañeros de apartamento 88 en Galveston, Texas por convertirse en mi familia y por cada uno de sus pequeños detalles para finalizar con éxito esta etapa de mi vida.

**Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1. Objetivos .....	16
1.1 General .....	16
1.2 Específicos .....	16
2. Competencias .....	17
3. Materiales y Métodos.....	17
3.1 Área de estudio .....	17
3.2 Trabajo de campo.....	18
3.3 Trabajo en laboratorio y Análisis morfológicos .....	18
3.4 Análisis de los datos.....	19
4. Resultados .....	21
4.1 Biología.....	21
4.2 Estados e instars del desarrollo .....	24
4.3 Planta Hospedera .....	30
4.4 Tabla de vida y desarrollo corporal .....	31
5. Discusión.....	39
6. Conclusiones .....	43
Referencias Bibliográficas .....	45

## Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Comportamiento defensivo de las larvas de <i>P. aletta</i> . <b>A.</b> Oruga en reposo sobre las dos hojas unidas con seda. <b>B.</b> Oruga regurgitando <b>C.</b> Sustancia regurgitada. ....	22
<i>Figura 2.</i> Ciclo de vida y estados inmaduros de <i>P.aletta</i> . <b>A.</b> Huevos horas después de la oviposición. <b>B.</b> Huevos próximos a la eclosión. <b>C.</b> Cori6n posterior a la eclosi6n. <b>D.</b> Larva primer instar. <b>E.</b> Larva segundo instar. <b>F.</b> Larva tercer instar. <b>G.</b> Larva cuarto instar. <b>H.</b> Larva quinto instar. <b>I.</b> Prepupa. <b>J.</b> Pupa minutos despu3s de la muda. <b>K.</b> Pupa horas despu3s de formada. <b>L.</b> Hembra en oviposici6n. ....	23
<i>Figura 3.</i> Proceso de formaci6n de la pupa, estado de prepupa. ....	24
<i>Figura 4.</i> Larvas en los diferentes instars o estadios. <b>A.</b> Instar 1. <b>B.</b> Instar 2. <b>C.</b> Instar 3. <b>D.</b> Instar 4. <b>E.</b> Instar 5. ....	27
<i>Figura 5.</i> C3psulas cef3licas entre un instar y el siguiente. <b>A.</b> C3psula de instar 1 a 2. <b>B.</b> C3psula de 2 a 3. <b>C.</b> C3psula de 3 a 4. <b>D.</b> C3psula de 4 a 5. ....	27
<i>Figura 6.</i> Ilustraci6n de las c3psulas cef3licas con sus respectivas partes. ....	28
<i>Figura 7.</i> Pupa. <b>A.</b> Vista lateral del primer d3a, obs3rvese la c3psula cef3lica al lado derecho como se3al de muda. <b>B, C, D, E.</b> Vista lateral del segundo, tercer, cuarto y quinto d3a, respectivamente. <b>F.</b> Vista lateral del sexto d3a antes de la eclosi6n. ....	29
<i>Figura 8.</i> Imago de <i>Pteronymia aletta</i> . Morfolog3a externa: ocelos (Oc), cabeza (C), antena (A), t3rax (T), abdomen (Ab), ala anterior (Aa), ala posterior (Ap), patas (P). ....	30

---

<i>Figura 9.</i> <i>Solanum aphyodendron</i> planta hospedera de <i>Pteronymia aletta</i> .....	31
<i>Figura 10.</i> Ciclo de vida <i>Pteronymia aletta</i> . .....	33
<i>Figura 11.</i> Amplitud de las cápsulas cefálicas de los instars de <i>P. aletta</i> .....	34
<i>Figura 12.</i> Relación entre la amplitud de la capsula cefálica y la longitud de las larvas en cada instar de <i>P. aletta</i> ( $r=0.93$ , $p<0.001$ ).....	35
<i>Figura 13.</i> Relación exponencial entre la amplitud de la capsula cefálica y los instars de <i>P. aletta</i> ( $y=0.226215\exp(0.0406585x)$ ).....	35
<i>Figura 14.</i> Duración en días del ciclo de vida de <i>P. aletta</i> bajo condiciones de laboratorio (n=1170). Las barras indican el Promedio $\pm$ desviación estándar. ....	36
<i>Figura 15.</i> Número de sobrevivientes del ciclo de vida de <i>P. aletta</i> bajo condiciones de laboratorio (n=1170). Las barras indican el Promedio $\pm$ desviación estándar.....	38
<i>Figura 16.</i> Curva de sobrevivencia de <i>P. aletta</i> bajo condiciones de laboratorio.....	39

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Longitud máxima de las larvas en cada instar de <i>P. aletta</i> criada en condiciones de laboratorio. ....	36
Tabla 2. Ancho de las cápsulas cefálicas y tasa de crecimiento para cada instar. ....	36
Tabla 3. Duración promedio en días de los estados e instars de <i>P. aletta</i> criada en condiciones de laboratorio. ....	37
Tabla 4. Número de sobrevivientes de los estados e instars de <i>P. aletta</i> criada en condiciones de laboratorio. ....	37
Tabla 5. Parámetros de la tabla de vida. ....	38

## Resumen

**Título:** Ciclo de vida y aspectos ecológicos de *Pteronymia aletta* (Hewitson[1855]) bajo condiciones de laboratorio\*.

**Autor:** Cindy Paola Vásquez Serrano\*\*

**Palabras Clave:** *Pteronymia aletta*, Ecología, Lepidóptera, Ciclo de vida.

### Descripción:

Hoy en día la cría de lepidópteros constituye un recurso sostenible que se ha dado paso en el mercado y su producción beneficia no solo la conservación de estos insectos sino también adicionalmente la de otras especies, representando un gran potencial económico. Aunque varios estudios han avanzado en la descripción de muchas especies, aún se desconoce buena parte de su biodiversidad y más aún sobre sus ciclos de vida e historia natural. En este trabajo se describió el ciclo de vida de *Pteronymia aletta*, bajo condiciones de laboratorio y se tomaron datos de algunos aspectos biológicos. Los huevos se colectaron de la planta hospedera *Solanum aphyodendron*, obtenidos de La Hacienda el Roble en la Mesa de los Santos, Santander, y criados sobre hojas de esta planta en condiciones de laboratorio (967 msnm, 27°C y 68% humedad). La duración del ciclo de vida es de 29.6 días desde huevo hasta adulto o imago. Se presentan 5 instars larvales; las larvas fueron gregarias en los primeros instars. Se exhibe la tabla de vida y se evidencia una gran mortalidad en el estado larval. Se muestran diferencias significativas de la variable amplitud de la cápsula cefálica entre todos los instars larvales, se grafica exponencialmente junto con su ecuación y se compara con la regla de Dyar. Estos resultados aportan conocimiento sobre la historia de vida de esta especie y proporcionan información que puede ser utilizada en otros tipos de estudios básicos.

---

\* Proyecto de grafo

\*\* Facultad de Ciencias Básicas Escuela de Biología Directora Martha Patricia Ramírez Pinilla Ph.D en Ciencias Biológicas Orientación Zoolo Tutor Carlos Eduardo Giraldo Sánchez Ph.D en Biología

## Abstract

**Title:** Life cycle and ecological aspects of *Pteronymia aletta* (Hewitson[1855]) under laboratory conditions\*.

**Author:** Cindy Paola Vásquez Serrano\*\*

**Keywords:** *Pteronymia aletta*, Ecology, Lepidoptera, Life cycle.

### Description:

Today the breeding of lepidoptera is a sustainable resource that has made its way into the market and its production benefits not only the conservation of these insects but also that of other species, representing a great economic potential. Although several studies have advanced in the description of many species, much of their biodiversity is poorly known, with information about their life cycles and natural history being scarce. In this work the life cycle of *Pteronymia aletta* was described under laboratory conditions, and data of some of its biological aspects were taken. The eggs were collected from the host plant *Solanum aphyodendron*, obtained from La Hacienda El Roble in Mesa de los Santos, Santander, and raised on leaves of this plant under laboratory conditions (967 masl, 27°C and 68% humidity). The duration of the life cycle was 29.6 days from egg to adult or imago. 5 larval instars were observed; the larvae were gregarious in the first instars. A life table was built evidencing a great mortality in the larval stage. Significant differences in the amplitude of the cephalic capsule between all the larval instars were found. This was plotted exponentially with its correspondent equation and it was compared with the Dyar rule. These results provide knowledge about the life history of this species and information that can be used in other types of basic studies with related groups.

---

\* Proyecto de grafo

\*\* Facultad de Ciencias Básicas Escuela de Biología Directora Martha Patricia Ramírez Pinilla Ph.D en Ciencias Biológicas Orientación Zoolo Tutor Carlos Eduardo Giraldo Sánchez Ph.D en Biología

## Introducción

La diversidad de lepidópteros en los trópicos de América llega a 180.000 especies, entre las que se registran 17.950 especies de mariposas diurnas (Andrade-C, 2007 citado por Campos, 2011). En el año 2012, Colombia contaba con 3.274 especies y en el año 2013 se dio un incremento de 5 especies, de las cuales 350 especies son endémicas, posicionando al país como el segundo más rico en este grupo de insectos, después de Perú y el primero más rico en especies endémicas (Pyrzc *et al.*, 2013; Henao & Andrade, 2013; Avané, 2014).

Las mariposas son importantes en el ecosistema porque hacen parte de la cadena trófica transformando la energía que toman de las plantas para sus procesos vitales, sirven como presa para varios animales (Claro & Perdomo, 2005), regulan las poblaciones vegetales (Hook, 2009; New, 2013), participan en la polinización y son excelentes indicadores de la calidad del hábitat (Kremen, 1992; Fagua *et al.*, 1999; Peña, 2007). Las mariposas en estado adulto o imago, en larva y en huevo pueden ser presas para avispas, hormigas, moscas parasitarias, aves, serpientes, sapos, ratas, lagartos, libélulas, ranas, arañas e incluso monos (Fernández, 2012). Estos insectos en su fase larval se alimentan vorazmente de los tejidos vegetales, regulando así las poblaciones vegetales (García *et al.*, 2002). Otro dato interesante es su participación en la polinización, presentando adaptaciones en su probóscide (aparato bucal) y en sus patas, con el fin de transportar el polen de flor en flor (Peña, 2007). Igualmente, es relevante el hecho de que proporcionan información sobre la calidad del hábitat, por lo cual han sido sugeridas como bioindicadoras (Kremen, 1992; Fagua *et al.*, 1999). A pesar de que estos insectos aportan al ecosistema de forma

tan valiosa, son amenazados por las consecuencias que llevan actividades antropogénicas como la tala de árboles, el uso de pesticidas, la contaminación, y la extrema urbanización, entre otras (Brown & Freitas, 2002; Posa & Sodhi, 2006; McKinney, 2008; Brittain *et al.*, 2010).

Las mariposas además tienen una alta relación con las plantas ya que son un grupo de insectos que requieren de una planta hospedera específica para cada especie, en la cual la hembra deposita sus huevos (García *et al.*, 2002). Los huevos pueden ser puestos en la parte del ápice de las hojas, en el haz o en el envés de la hoja, ya que las larvas se alimentarán de estas al eclosionar. La relación entre mariposa-planta, en especial en instars larvales tempranos, es vital para el desarrollo del individuo adulto debido a que es altamente específica, y las larvas sólo se alimentarán de las hojas de su planta hospedera (García *et al.*, 2002; ACURIS, 2012). En la etapa adulta, su alimentación cambia diferenciándose tres “gremios” alimenticios: nectaríferas, que se alimentan del néctar de las flores; hidrófilas, que toman nutrientes de la arena húmeda y los charcos; y acimófagas, que se alimentan de frutos en descomposición y/o excretas de animales (Alvarez, 1993; García *et al.*, 2002).

Debido a lo mencionado anteriormente, se ha impulsado la cría de mariposas actualmente, la cual es un método asequible y se ha convertido en una alternativa de producción, que promueve la conservación de la diversidad biológica y las funciones de los ecosistemas, siendo una actividad conservacionista y rentable económicamente (Orozco, 2000; Moreno, 1998). Esta cría ha permitido alcanzar un mejor estándar de vida en muchos sectores de los países donde se ha implementado, incrementando el número de empleos y, por consiguiente, trayendo consigo un bienestar para la comunidad, retribuyendo a la naturaleza en torno a la protección de los bosques (Ramírez, 1996).

La familia Nymphalidae, presenta el mayor número de subfamilias en el Neotrópico, con un total de 11, dentro de las que se encuentra Danainae (Lamas, 2004). La subfamilia Danainae abarca tres tribus: Danaini, Tellervini e Ithomiini (Ackery *et al.*, 1999; Freitas & Brown, 2004). La tribu Ithomiini contiene 7 subtribus: Oleriina, Ithomiina, Napeogenina, Dircennina, Godyridinina, Mechanitina y Melinaeina (Willmott & Freitas, 2006; Wahlberg *et al.*, 2009). La subtribu Dircennina, incluye el género *Pteronymia* que es el más rico en especies de los presentes en el grupo (De-Silva *et al.*, 2017).

La tribu Ithomiini, es uno de los grupos más basales dentro de la familia (Wahlberg *et al.*, 2009). Contiene alrededor de 48 géneros y 390 especies, asociadas en el Neotrópico a bosques húmedos y con una distribución desde el nivel del mar hasta los 3000 metros (De-Silva *et al.*, 2017), con presencia también en pequeños fragmentos de bosque y en sistemas urbanos y suburbanos (Brown & Freitas, 2002). Las mariposas de la tribu Ithomiini, presentan una defensa química adquirida gracias a los alcaloides de pirrolisina tomados del néctar durante el estado de imago en algunas especies, o adquiridos durante el estado larval en otras (Freitas *et al.*, 1996; Brower *et al.*, 2006). Los Ithominos participan en al menos ocho anillos de mimetismo (Joron & Mallet, 1998; Elias *et al.*, 2008), basados en esto Bates en 1862 y Müller en 1879 llegaron a formular la teoría del mimetismo (García *et al.*, 2002) y son considerados aposemáticos (Kassarov, 2004).

El género *Pteronymia* Butler & Druce, 1872, parece haberse originado en el norte de los Andes, diversificándose ampliamente (De-Silva *et al.*, 2017; Chazot *et al.*, 2018). Actualmente se reconocen aproximadamente 53 especies (De-Silva *et al.*, 2017), dentro de las cuales encontramos a *Pteronymia aletta* (Hewitson, [1855]). Esta especie está distribuida en América Central, y en el norte de América en las Cordilleras Central, Occidental y Oriental y en las tierras bajas occidentales en los países de Costa Rica, Colombia, Panamá, Venezuela, Bolivia (De-Silva *et al.*,

2017; GBIF). En un estudio realizado por Kaye en 1914 se registró por primera vez en la isla de Trinidad, pero Cock en 2014 documentó su extinción en esa isla.

En cuestiones filogenéticas, la familia Nymphalidae, la subfamilia Danainae y la tribu Ithomiini muestran un fuerte soporte de monofilia (DeJong *et al.*, 1996; Wahlberg *et al.*, 2003; Brower *et al.*, 2006). Por otro lado, las relaciones internas de las subtribus aún no están bien resueltas, arrojando una politomia basal en el árbol consenso (Brower *et al.*, 2006) y aunque *Pteronymia* es un género monofilético, no se esclarece aún la relación entre sus especies (De-Silva *et al.*, 2017). El tener una mayor información sobre caracteres morfológicos de las especies de este género y con apoyo de aquellos de tipo molecular, aportaría para resolver las incertidumbres filogenéticas (De-Silva *et al.*, 2017).

Actualmente se presentan estudios en torno al ciclo de vida de varias especies de mariposas. Para la familia Nymphalidae se han encontrado estudios en Colombia para especies pertenecientes al género *Morpho* (Constantino, 1997b; Constantino & Corredor, 2004), para especies como *Anartia amathea*, *Danaus plexippus megalippe*, *Helconius erato* (Gil & Posada, 2002), entre muchos otros. Para especies pertenecientes a la tribu Ithomiini se han reportado ciclos de vida de *Pagyris cymothoe cymothoe* (Giraldo *et al.*, 2013), *Pagyris ulla* (Vélez *et al.*, 2014), *Mechanitis menapis menapis* y *Mechanitis polymnia* (Giraldo & Uribe, 2010a; 2010b), entre otros. Para especies pertenecientes al género *Pteronymia*, se tienen trabajos de su ciclo de vida detalle solo para *P. notilla* (Young, 1974), *P.zerlina zerlina*, *P. zerlina machay*, *P. veía florea*, *P. medellina* (Bolaños *et al.*, 2011). Existen investigaciones en torno a los estados inmaduros de esta tribu (Brown & Freitas 1994; Freitas & Brown, 2008; Willmott & Mallet, 2004), pero aún es escasa la información para un amplio número de especies (Freitas & Brown, 2008; De-Silva *et al.*, 2017).

Esta pasantía de investigación, se propone hacer una descripción morfológica y temporal del ciclo de vida de *P. aletta* e identificar sus plantas hospederas ampliando el conocimiento de la diversidad morfológica y ecológica del grupo. Esta información básica permitirá la gestión de proyectos de conservación, y aportará a trabajos que aborden las relaciones filogenéticas dentro de la subtribu con base en caracteres morfológicos de los estados inmaduros.

## 1. Objetivos

### 1.1 General

Describir el ciclo de vida de la especie *Pteronymia aletta* bajo condiciones de laboratorio.

### 1.2 Específicos

- Encontrar individuos de *P. aletta* en diferentes fases de su ciclo de vida en sus plantas hospederas.
- Determinar taxonómicamente la(s) plantas hospederas de *P. aletta*.
- Estudiar el ciclo de vida de la especie *P. aletta* en condiciones de laboratorio.
- Describir los estados inmaduros de *P. aletta* y su comportamiento.
- Elaborar tabla de vida de la especie *P. aletta* en condiciones de laboratorio y comparar con descripciones para otras especies del género.

## 2. Competencias

**Competencia 1:** Recolectar ejemplares en campo tanto de las posturas de las mariposas como de su(s) plantas hospederas e identificarlas taxonómicamente.

**Competencia 2:** Mantener en el laboratorio y seguir el desarrollo de los huevos de la mariposa hasta la obtención del imago. Documentar adecuadamente mediante descripciones morfológicas, fotografías, diagramas y registro de datos, los aspectos importantes que permitan el seguimiento del ciclo de vida de esta especie.

**Competencia 3:** Analizar los resultados obtenidos y escribir un informe final de calidad.

## 3. Materiales y Métodos

### 3.1 Área de estudio

El área de colecta corresponde a la Hacienda El Roble ubicada en el municipio de Piedecuesta, en la zona de la Mesa de los Santos, en el departamento de Santander, Colombia (1500-1700 msnm, 06°52'N, 73°03'W). El área está dominada por grandes plantaciones de café de sombra con variedades como umpalá, moca y geisha. Los muestreos se realizaron entre los meses de agosto

hasta octubre de 2017. La cantidad de plantas observadas, coordenadas del lugar y altitud, fueron recopiladas.

### **3.2 Trabajo de campo**

Se recolectaron manualmente sobre la planta hospedera las posturas en las que se observaron individuos de *P. aletta*, la mariposa ovipositando y posturas al azar ubicadas en la parte del ápice y sobre el haz de la hoja que se asemejaran a los huevos de las posturas con oviposición confirmada visualmente. Se tomaron muestras vegetales de estas plantas hospederas que se montaron en el Herbario de la Universidad Industrial de Santander y se identificaron a nivel de especie, corroborando la determinación con el curador de la colección. Las plantas se fotografiaron y las muestras se depositaron en el Herbario de la UIS. Se realizaron observaciones en campo de cada estado de desarrollo para complementar aspectos de su comportamiento. Para obtener material vegetal fresco de la planta hospedera, para alimentar a las posturas colectadas se realizaron salidas de campo periódicamente de acuerdo con los requerimientos de las posturas.

### **3.3 Trabajo en laboratorio y Análisis morfológicos**

Se registró la temperatura y humedad diariamente en horarios específicos del laboratorio donde se estuvo desarrollando el ciclo. Las posturas colectadas se llevaron al laboratorio ubicado en Bucaramanga (967 msnm, 07°07'N, 73°07'W), (27°C y 68% humedad), donde se depositaron junto con el material vegetal fresco en recipientes de plástico transparentes circulares de 11 x 4 cm, cubiertos con tela de punto y se mantuvieron allí hasta alcanzar el estado de imago. Alcanzado

el estado de imago se trasladaron los individuos a un recipiente plástico circular de 11 x 13 cm y se registró la cantidad de imagos.

Las posturas se revisaron diariamente hasta la eclosión del imago. Se registraron datos como fecha de eclosión, número de larvas emergidas y cantidad de larvas encontradas en cada instar o estadio según el día. La determinación de un cambio de instar a otro se definió con base en la presencia de exuvias y cápsulas cefálicas. Las larvas fueron alimentadas sin restricción con muestras de la planta hospedera y se registró diariamente la sobrevivencia, los cambios evidentes en morfología, la duración de cada estado e instar, y la longitud máxima de las larvas en cada instar. Se recogieron las cápsulas cefálicas conservadas en seco para la toma de su amplitud. Las mediciones tanto de la longitud de las larvas como la amplitud de las cápsulas se realizaron siguiendo el protocolo descrito por Giraldo *et al.* (2013), con modificación en la obtención de las medidas, las cuales se tomaron a partir de fotografías por medio del software gratuito TPSdig2 (Rohlf, 2017), al igual que para las medidas de la longitud del huevo y de la pupa. Se tomaron fotos de cada estado e instar, y se realizó la descripción respectiva, igualmente se fotografiaron las cápsulas cefálicas que quedaron de las mudas entre cada instar y se realizaron ilustraciones de las cápsulas, del ciclo de vida y de la longitud de la larva.

### 3.4 Análisis de los datos

Se determinó la tasa de crecimiento, dividiendo el promedio de la amplitud de las cápsulas cefálicas del próximo instar por la amplitud promedio de las cápsulas cefálicas del instar anterior (Zenker *et al.*, 2013). Para determinar cambios significativos en la amplitud de las cápsulas entre instars se realizó una prueba de Kruskal Wallis seguida de una prueba de Dunn (Dinno, 2017),

para precisar entre cuáles instars se observaba variación significativa. Los datos fueron probados previamente para determinar si cumplían los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se estableció la relación entre la amplitud de la cápsula cefálica y el instar por medio de la ecuación de regresión exponencial, y se comparó con la Regla de Dyar.

Para calcular el promedio de duración del ciclo, número de sobrevivientes, tabla de vida y curva de sobrevivencia, se seleccionaron 17 posturas, con un total de 1170 individuos. Se obtuvo la media ( $m$ ), desviación estándar ( $d.e.$ ), error estándar ( $e.e.$ ) e intervalos de confianza (IC) para la duración del ciclo, el número de sobrevivientes, la longitud de las larvas y la amplitud de la cápsula cefálica, y se realizaron las gráficas correspondientes. Para la elaboración de las gráficas se utilizó el software estadístico R (R Development Core Team, 2015), usando los paquetes `ggplot2` (Wickham, 2009), `reshape2` (Wickham, 2007) y `Rmisc` (Hope, 2013).

La tabla de vida se elaboró utilizando el método horizontal, con base en la cantidad de individuos por instar y su mortalidad. Los parámetros utilizados fueron: número de organismos en esa clase de edad ( $N_x$ ), número de individuos que mueren de la clase de edad ( $D_x$ ), probabilidad de sobrevivencia ( $l_x$ ), probabilidad de que un organismo se muera entre una clase de edad y la siguiente ( $dx$ ), la tasa de mortalidad para cada edad ( $qx$ ), la tasa de sobrevivencia de una clase de talla a la siguiente ( $px$ ).

Finalmente, los resultados tanto morfológicos, morfométricos, temporales y estadísticos, se analizaron en conjunto y se redactó un documento final con la descripción del ciclo de vida bajo condiciones del laboratorio, comparándolo con los datos del ciclo de vida de especies relacionadas.

## 4. Resultados

### 4.1 Biología

Se logró observar a tres hembras de *P. aletta* ovipositando sobre el haz de la hoja y en la ápice principalmente en hojas juveniles de plantas de *Solanum aphyodendron* S. Knapp pertenecientes a la familia Solanaceae. Esta oviposición se dio entre las 10:00 am y 3:00 pm. Cuando la hembra se encontraba en búsqueda de una hoja para ovipositar, esta tocaba inicialmente las hojas con sus antenas y posteriormente realizaba su selección.

Después de la eclosión las larvas se ubicaron en la parte del envés empezando a alimentarse del tejido vegetal como primera fuente de alimentación, sin consumir su corion. Durante los primeros instars las larvas se alimentan del mesófilo de la hoja, a partir del tercer instar empiezan a alimentarse de todo el tejido vegetal. Durante el primer instar las larvas comienzan a aislarse en grupos tan pronto eclosionan, y son gregarias. Sin embargo, a partir del instar 2, su comportamiento se vuelve solitario o en pequeñas agrupaciones, manteniendo esta característica hasta el último instar. Su muda es de forma asincrónica durante todos los instars y producen seda a partir del instar 4, la cual usan para unir los bordes de las hojas y formar una envoltura protectora (Fig. 1A). Cuando son molestadas expulsan por su aparato bucal un líquido verde, al parecer en manifestación de defensa (Fig. 1B, C). La larvas del instar 5 presentaron la posición de reposo en forma de J un poco antes de empupar (Fig. 2I) y la prepupa toma una posición de gancho colgando

justo antes de formarse la pupa (Fig. 3). El imago se observa mayormente en presencia del sol, con un vuelo rápido y con caídas leves sobre la planta hospedera.

En la planta *S. aphyodendron* se encontraron otras dos especies de Ithominos, que igualmente utilizaban la planta como hospedera. Una de las especies fue identificada como *P. latilla* y se determinó que las posturas se encontraban en el envés de la hoja y para la otra especie, la cual no fue identificada, la cantidad de huevos por postura era menor a la que presenta *P. aletta*.



*Figura 1.* Comportamiento defensivo de las larvas de *P. aletta*. **A.** Oruga en reposo sobre las dos hojas unidas con seda. **B.** Oruga regurgitando **C.** Sustancia regurgitada.

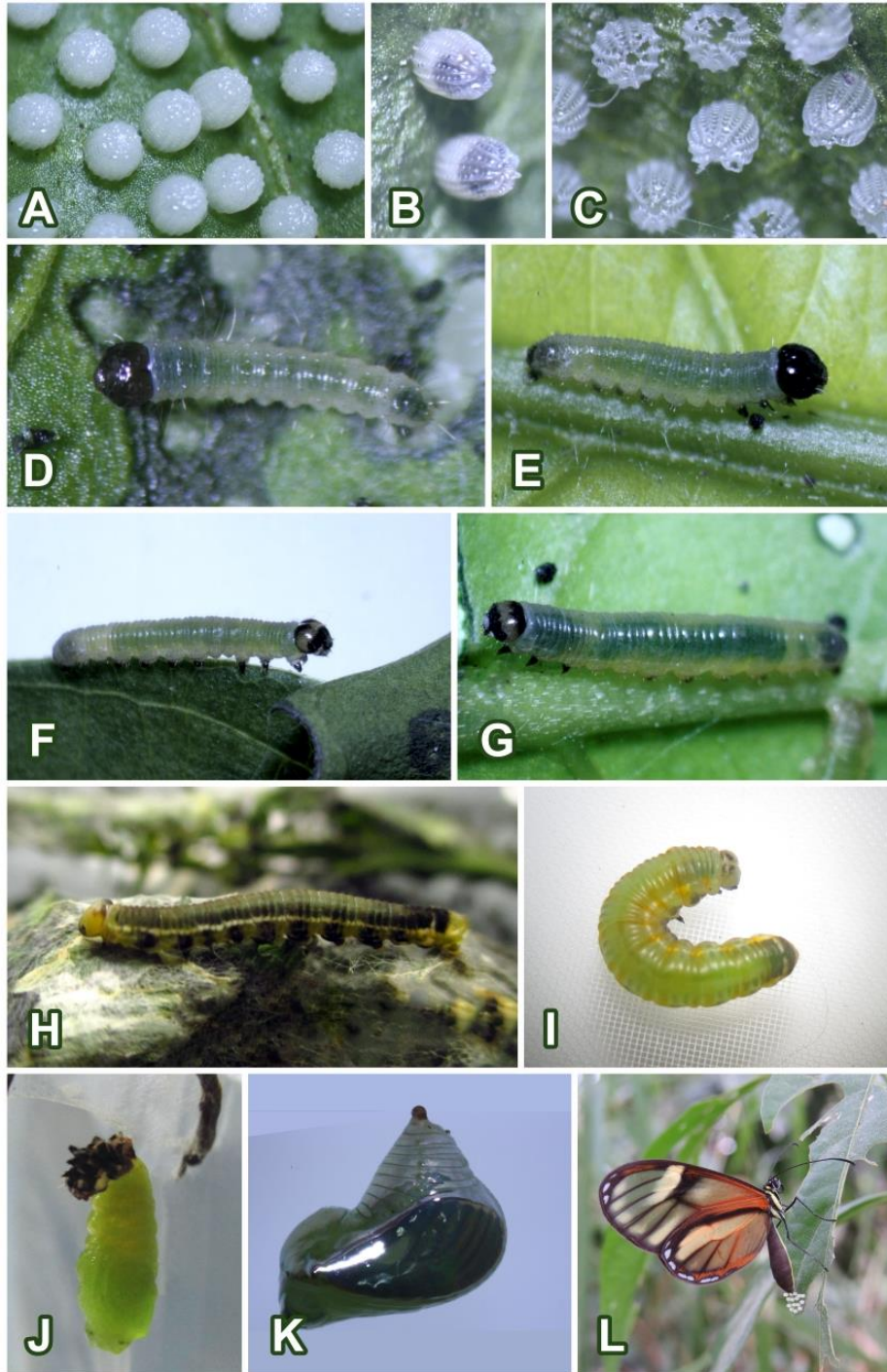


Figura 2. Ciclo de vida y estados inmaduros de *P.aletta*. A. Huevos horas después de la oviposición. B. Huevos próximos a la eclosión. C. CoriÓN posterior a la eclosión. D. Larva primer instar. E. Larva segundo instar. F. Larva tercer instar. G. Larva cuarto instar. H. Larva quinto instar. I. Prepupa. J. Pupa minutos después de la muda. K. Pupa horas después de formada. L. Hembra en oviposición.



Figura 3. Proceso de formación de la pupa, estado de prepupa.

#### 4.2 Estados e instars del desarrollo

**Huevo:** Forma alargada, 17 estrías longitudinales, menos evidentes en su parte apical; la base es un poco aplanada, con una longitud promedio de 0.62 milímetros (mm) (Fig. 2A). Su coloración varía, desde la oviposición, cuando tiende a ser blanca, hasta un día antes de su eclosión donde se torna ocre claro, notándose la cápsula cefálica de la larva de color marrón oscuro (Fig. 2B). Postura en grupos sobre el haz de las hojas, con preferencias por los bordes principalmente en la parte apical de la hoja, huevos con eclosión simultánea.

##### Larvas

**Instar 1:** Posterior a la eclosión, las larvas se agrupan y alimentan de las hojas más jóvenes, sin consumir el corión (Fig. 2C). El cuerpo de la larva tiene coloración amarilla al momento de la eclosión, con marcadas setas hirsutas sobresaliendo, que cambia a verde posterior a su alimentación de tejidos vegetales. Posee una placa anal esclerotizada de color café, al igual que las patas torácicas y propatas. Alcanzan una longitud corporal máxima de 2.74 mm (Fig. 2D y 4A). Su cápsula cefálica es color café (Fig. 1D).

**Instar 2:** El cuerpo de la larva tiene coloración verde-amarillo hialino, con pequeñas setas hirsutas pero no en la zona sub-dorsal. La placa anal esclerotizada, las patas torácicas y las propatas, presentan coloración café. Presentan una longitud corporal máxima de 4.67 mm (Fig. 2E y 4B). Su cápsula cefálica es color café oscuro (Fig. 1E).

**Instar 3:** El cuerpo es de color verde claro con pequeñas setas. La placa anal es de coloración café oscuro y de forma triangular. Las patas torácicas son de color café más oscuro que en el instar anterior y las propatas son de color café. Presentan una longitud corporal máxima de 7.93 mm (Fig. 2F y 4C). La cápsula es color café (Fig. 1F).

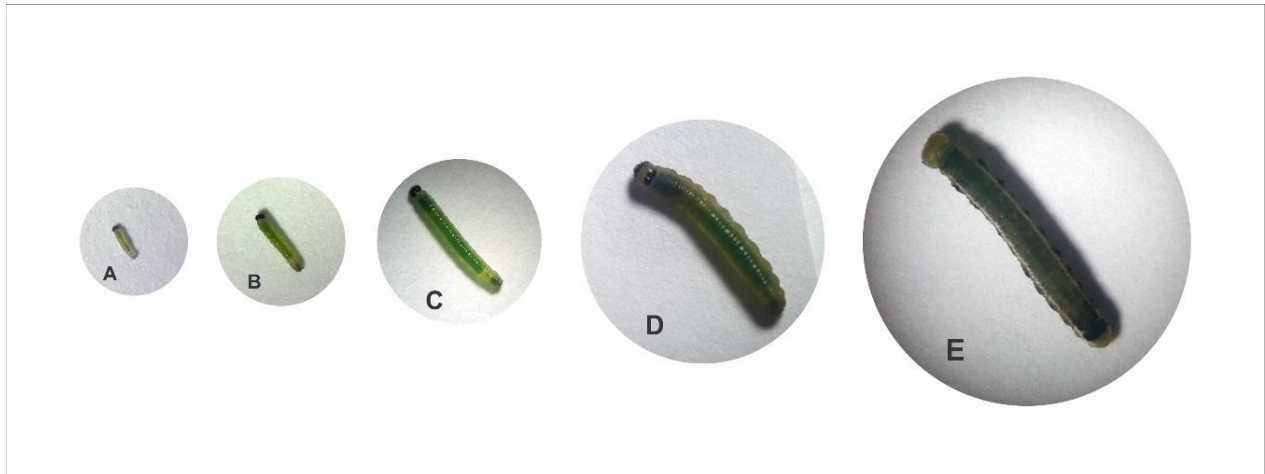
**Instar 4:** El cuerpo con apariencia similar al instar anterior, con la presencia de una delgada línea blanca ubicada longitudinalmente en el dorso y con otra línea adicional un poco más abajo de coloración amarillo claro, debajo de esta se encuentran dos manchas negras a partir del segundo segmento torácico (T2), finalizando en una sola en el penúltimo segmento abdominal (A8) (Fig. 2G y 4D). Los últimos segmentos abdominales (A7, A8, A9) presentan una mancha negra no tan pronunciada sobre el dorso. Las patas torácicas y propatas siguen la misma apariencia que en el instar anterior. Presentan una longitud corporal máxima de 12.97 mm (Fig. 2G y 4D). La cápsula cefálica es similar al instar anterior, pero de mayor tamaño (Fig. 1G)

**Instar 5:** El cuerpo con apariencia similar al instar anterior, con una coloración verde más oscura en su dorso. Los últimos segmentos abdominales (A7, A8, A9) presentan una mancha negra más notoria sobre el dorso, en la parte longitudinal del dorso la línea blanca es más marcada, presencia de puntos negros en cada segmento sobre las patas, y a medida que transcurre el tiempo sobre los puntos negros empiezan a aparecer unos puntos más pequeños de color amarillo y café, adicionalmente se encuentra transversalmente en el segmento abdominal A9 una banda color claro (Fig. 2H y 4E). Las patas torácicas y las propatas toman una coloración negra. Presentan una

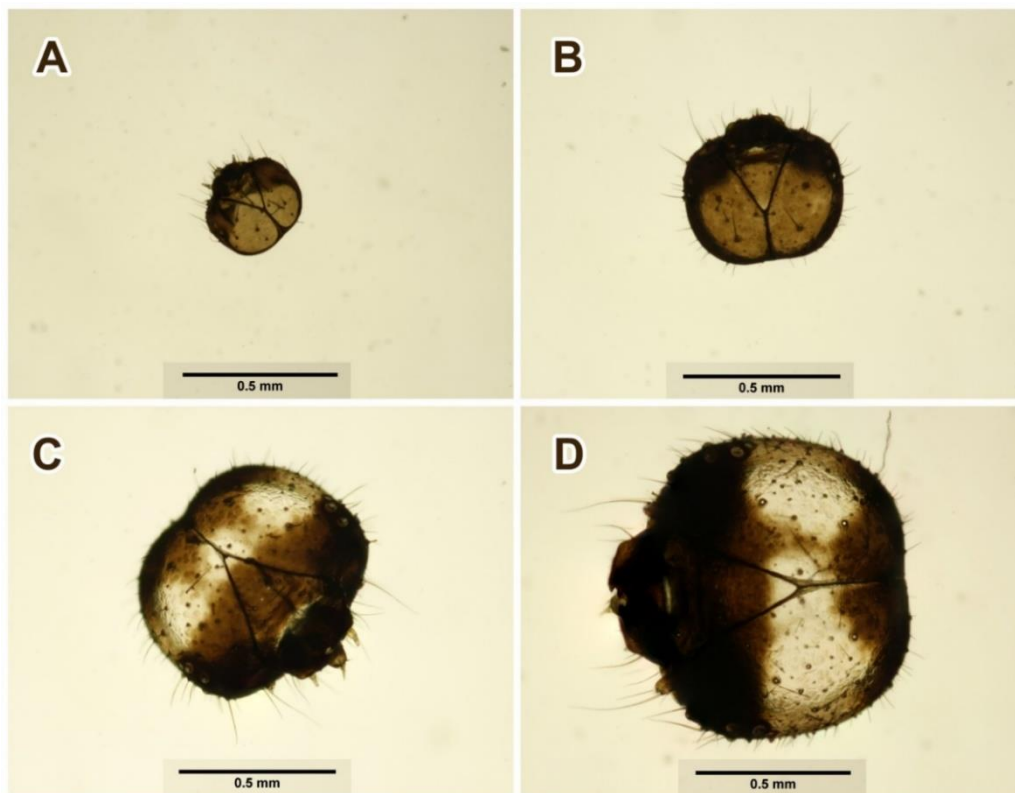
longitud corporal máxima de 20.59 mm (Fig. 2H y 4E). La cápsula cefálica similar al instar anterior (Fig. 1H). Un poco antes de empupar la larva se reduce en tamaño y se hincha, tomando una coloración verde claro, con la presencia de la línea blanca y una línea amarilla en la parte longitudinal del dorso, y toma la forma de J (Fig. 2I).

**Pupa:** La pupa se origina de la prepupa. La prepupa cuelga de un botón de seda, realizando movimientos fuertes del cuerpo para deshacerse de la muda larval y dando paso al estado de pupa (Fig. 2J, 3 y 7). Un poco después de empupar, la pupa toma un color verde vivo, manteniendo este aspecto durante el primer día. En los siguientes días la pupa adquiere coloraciones metalizadas, pero sin variar en ningún otro aspecto morfológico hasta el final del estado, con una longitud promedio de 5.53 mm. En el día 6, día previo a la eclosión, la pupa se torna más oscura, principalmente en la zona de la formación de las alas (Fig. 7).

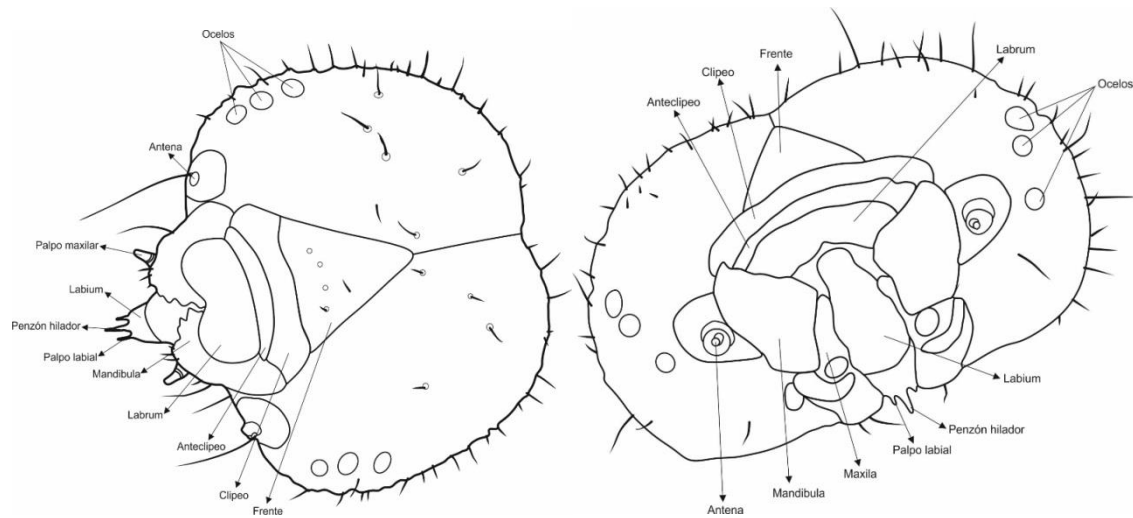
**Adulto o imago:** La envergadura alar es aproximadamente de 4 cm, siendo el ala anterior de mayor tamaño que la posterior. En vista dorsal y ventral, el ala posterior y anterior son transparentes con líneas de coloración negra en la parte externa y pequeñas manchas blancas y líneas de coloración naranja cerca al tórax, además se presenta una mancha color amarillo pastel en el ala anterior. Se presenta el primer par de patas totalmente reducidas, con función sensorial, característica propia de la familia Nymphalidae. Las antenas negras y claviformes. El abdomen en la parte ventral con coloración amarillo y el tórax con líneas amarillas de la misma tonalidad que el abdomen (Fig. 2L y 8). El carácter diagnóstico se basa en las nervaduras del ala posterior (Hewitson, 1856).



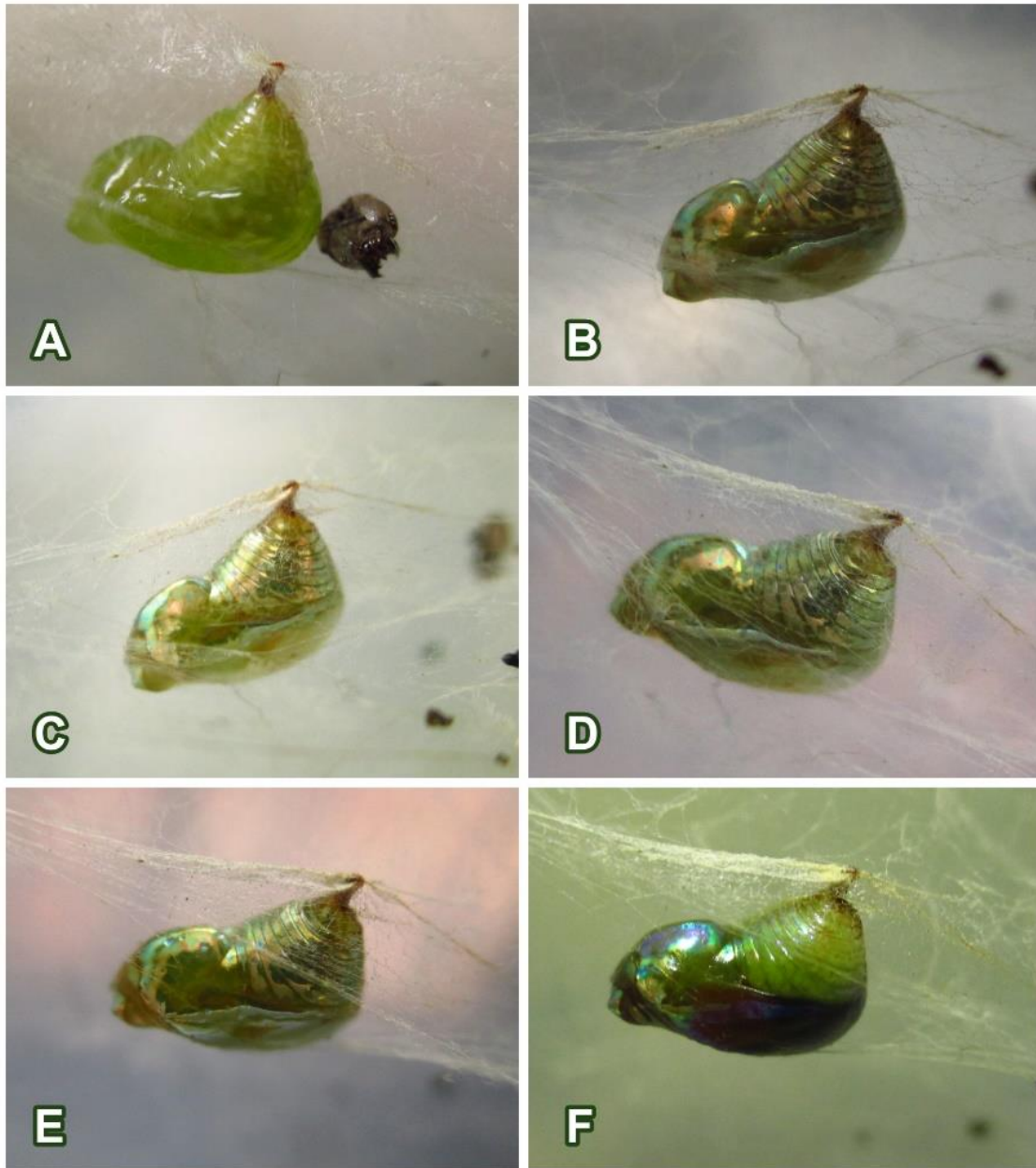
*Figura 4.* Larvas en los diferentes instars o estadios. **A.** Instar 1. **B.** Instar 2. **C.** Instar 3. **D.** Instar 4. **E.** Instar 5.



*Figura 5.* Cápsulas cefálicas entre un instar y el siguiente. **A.** Cápsula de instar 1 a 2. **B.** Cápsula de 2 a 3. **C.** Cápsula de 3 a 4. **D.** Cápsula de 4 a 5.



*Figura 6.* Ilustración de las cápsulas cefálicas con sus respectivas partes. Esta figura es ilustrativa, por lo tanto, no se sigue la nomenclatura formal de chetotaxia.



*Figura 7.* Pupa. **A.** Vista lateral del primer día, obsérvese la cápsula cefálica al lado derecho como señal de muda. **B, C, D, E.** Vista lateral del segundo, tercer, cuarto y quinto día, respectivamente. **F.** Vista lateral del sexto día antes de la eclosión.



Figura 8. Imago de *Pteronymia aletta*. Morfología externa: ocelos (Oc), cabeza (C), antena (A), tórax (T), abdomen (Ab), ala anterior (Aa), ala posterior (Ap), patas (P).

### 4.3 Planta Hospedera

La planta hospedera fue identificada como *Solanum aphyodendron* (S. Knapp. [1985]) (Fig. 9), perteneciente a la familia Solanaceae. Su distribución va desde los 500 m hasta los 2900 m de altitud, reportándose en Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela (Särkinen *et al.*, 2015). Es considerada una especie nativa en Colombia y se puede encontrar en forma de hierba, subarbusto, arbusto, arbolito y árbol, con estado de conservación de preocupación menor (Orozco *et al.*, 2015). En Colombia se encuentra en los Andes, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle (Orozco *et al.*, 2015). Bolaños *et al.*, (2011), describen esta planta como un arbolito de 2-5 m, con hojas glabras, lanceoladas y expulsan un olor fuerte, las hojas son simples, peciolo largo, ápice agudo, flores de 1 cm con coloración blanca, con anteras amarillas, floración constante, fruto tipo baya de 1,5 cm, globosa, de color verde.



Figura 9. *Solanum aphyodendron* planta hospedera de *Pteronymia aletta*.

#### 4.4 Tabla de vida y desarrollo corporal

Se realizó seguimiento al ciclo de vida de 21 posturas, con un total de 1582 individuos (Fig. 11), de estos se tomaron las medidas de la amplitud de las cápsulas cefálicas, promediando los valores para cada instar, y se midió la longitud máxima de la larva en cada instar (Tabla 1 y 2). Se obtuvieron diferencias significativas en la amplitud de las cápsulas cefálicas entre los distintos instars ( $p < 0.001$ ). La tasa de crecimiento fue mayor en el instar 3 y menor en el instar 4 (Tabla 2, Fig. 12). Los valores promedios de la amplitud de las cápsulas cefálicas, aumentaron a través de los diferentes instars larvales (Tabla 2), tomando la forma de una progresión geométrica similar a la indicada por la regla de Dyar (Dyar & Rhinebeck, 1890). No obstante, el modelo de mejor ajuste fue un modelo exponencial (AIC=6,8329), por encima del ajuste del modelo geométrico (AIC=6,7878), el criterio de información de Akaike (AIC) (Motulsky & Christopoulos, 2003

citado por Posada & Rosero, 2007) (Fig. 14). La función que mejor describe la distribución de los datos es la ecuación exponencial ( $y = 0.2262 * \exp(0.4065x)$ ) (Fig. 15).

El ciclo de vida tuvo una duración promedio de 29.6 días, el instar 5 y el estado de pupa, fueron los más prolongados (Tabla 3, Fig. 16). De las 17 posturas utilizadas para calcular la duración promedio del ciclo y la tabla de vida, solo cinco posturas llegaron a imago. En las posturas restantes, la mayoría de larvas llegaron sólo hasta instar 5 sin alcanzar el estado de pupa. La tabla de vida (Tabla 7) y la curva de sobrevivencia (Fig. 18) muestran que en instar 5 se dan una tasa de mortalidad alta, seguidos del instar 4, mientras que la mayor probabilidad de mortalidad entre estados fue el de larva en el instar 1 (Tabla 5).

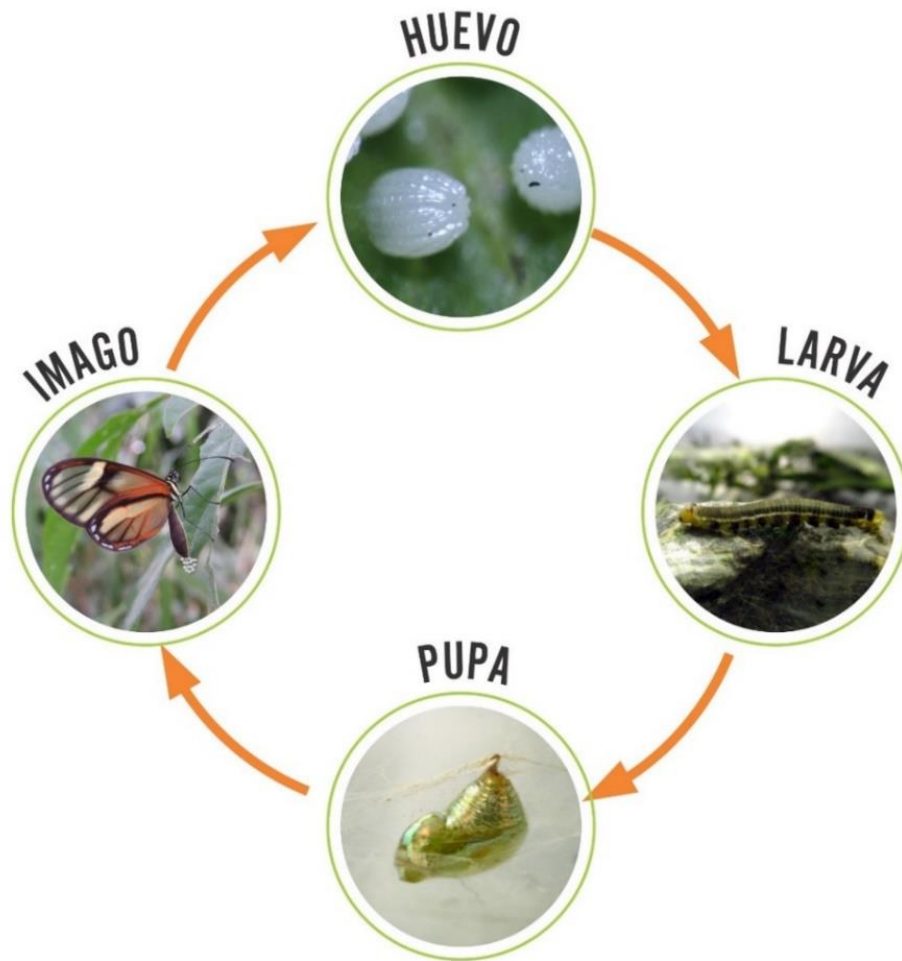


Figura 10. Ciclo de vida *Pteronymia aletta*.

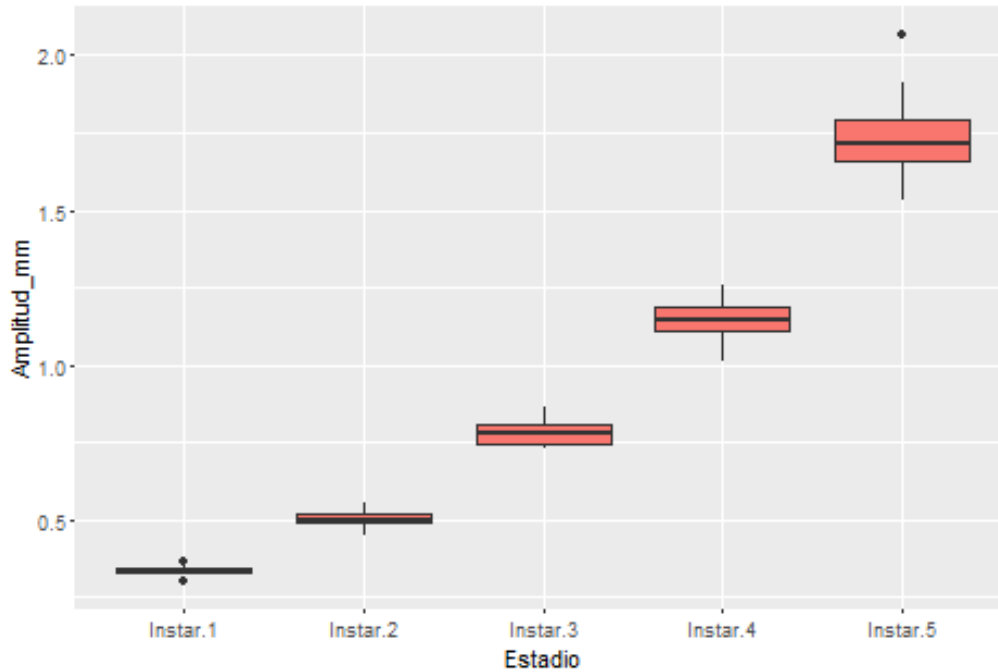


Figura 11. Amplitud de las cápsulas cefálicas de los instars de *P. aletta*. Las líneas gruesas representan la media y las líneas más finas representan el primer y tercer cuartil. Se encuentran diferencias significativas entre los estados evaluados ( $H=239.31$ ,  $p<0.001$ ). Las diferencias significativas son instar 1 vs instar 2 (a); instar 1 vs instar 3 (b); instar 1 vs instar 4(c); instar 1 vs instar 5 (d); instar 2 vs instar 3 (e); instar 2 vs instar 4 (f); instar 2 vs instar 5 (g); instar 3 vs instar 4 (h); instar 3 vs instar 5 (i) ; instar 4 vs instar 5 (j); (a, e, h, j,  $p<0.01$ ); (b, c, d, f, g, i,  $p<0.001$ )

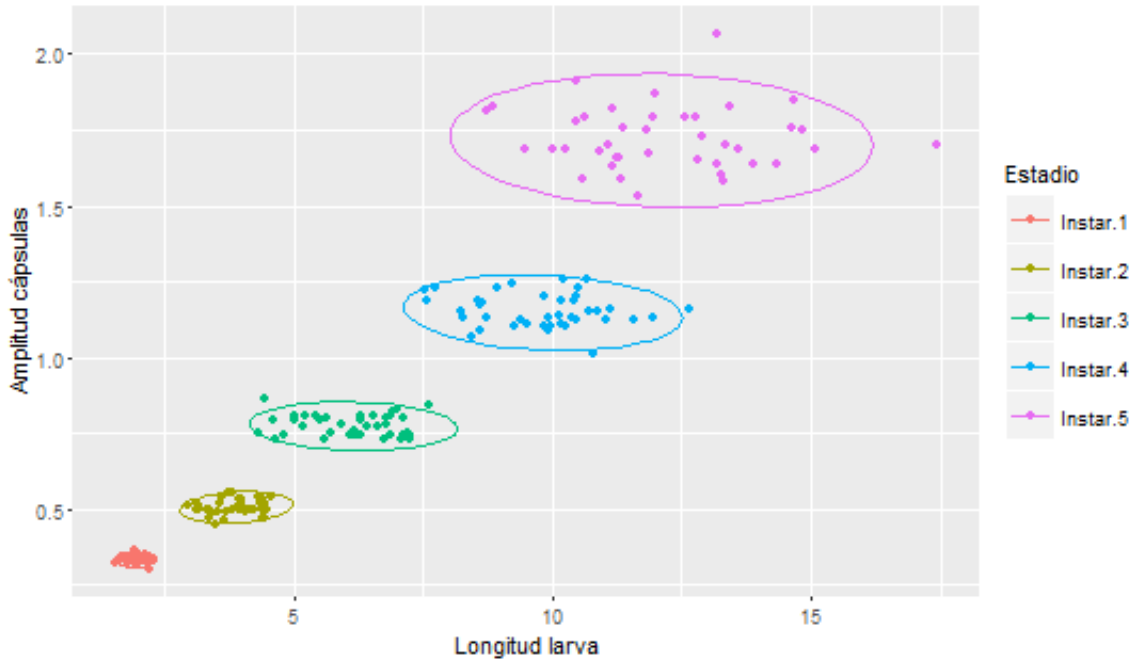


Figura 12. Relación entre la amplitud de la capsula cefálica y la longitud de las larvas en cada instar de *P. aletta* ( $r=0.93$ ,  $p<0.001$ ).

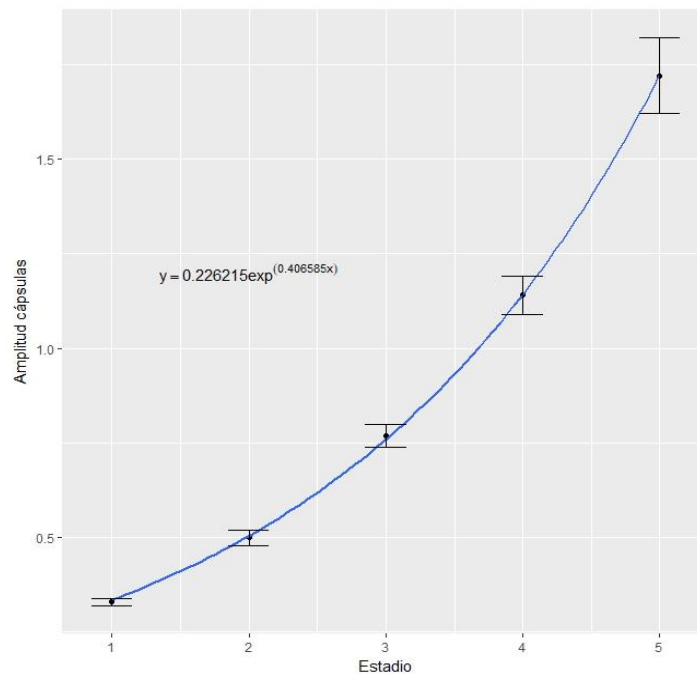


Figura 13. Relación exponencial entre la amplitud de la capsula cefálica y los instars de *P. aletta* ( $y=0.226215 \exp(0.406585x)$ ).

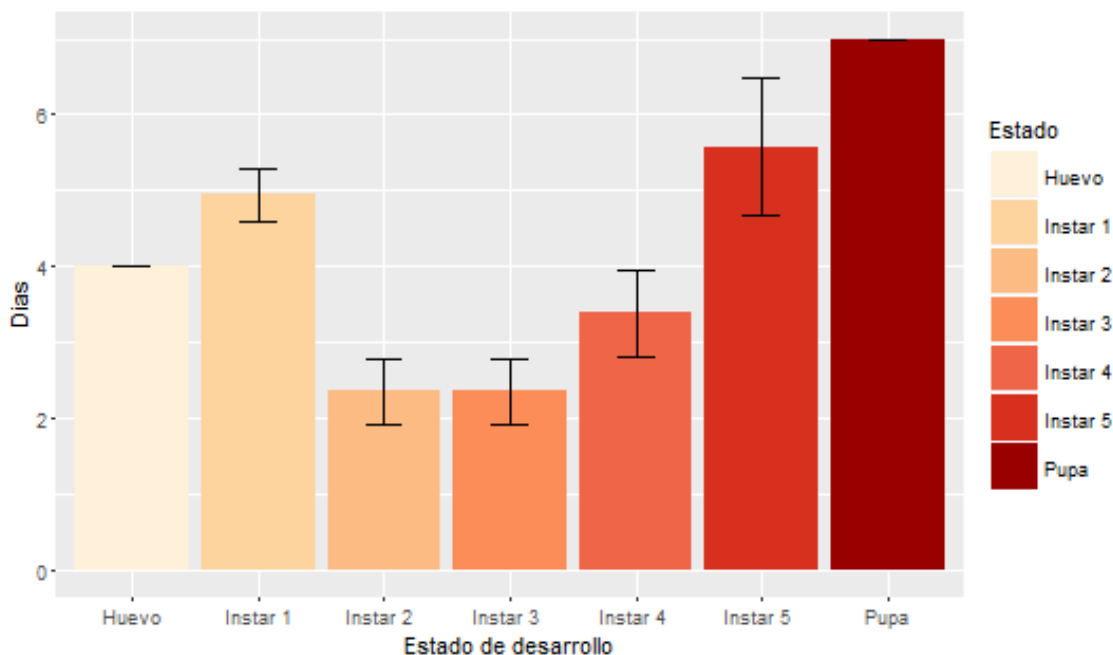


Figura 14. Duración en días del ciclo de vida de *P. aletta* bajo condiciones de laboratorio (n=1170). Las barras indican el Promedio ± desviación estándar.

Tabla 1.

Longitud máxima de las larvas en cada instar de *P. aletta* criada en condiciones de laboratorio.

Longitud máxima de las larvas				
Instar 1	Instar 2	Instar 3	Instar 4	Instar 5
2.74 mm	4.67 mm	7.95 mm	12.97 mm	20.59 mm

Tabla 2.

Ancho de las cápsulas cefálicas y tasa de crecimiento para cada instar.

Instar	Media (mm) (n=40)	Tasa de crecimiento
Instar 1	0.33	-
Instar 2	0.5	1.52
Instar 3	0.77	1.54
Instar 4	1.14	1.48
Instar 5	1.72	1.51
<b>Promedio Tasa de crecimiento</b>		1.51

Tabla 3.

*Duración promedio en días de los estados e instars de P. aletta criada en condiciones de laboratorio.*

<b>Estado</b>	<b>m</b>	<b>d.e.</b>	<b>e.e.</b>	<b>IC</b>
<b>Huevo</b>	4	0	0	4-4
<b>Instar 1</b>	4.94	0.65	0.15	4.65-5.24
<b>Instar 2</b>	2.35	0.86	0.20	2.00-2.82
<b>Instar 3</b>	2.35	0.74	0.19	2.00-2.71
<b>Instar 4</b>	3.38	0.96	0.26	2.85-3.85
<b>Instar 5</b>	5.57	0.97	0.36	4.86-6.14
<b>Pupa</b>	7	0	0	7-7
<b>Duración total</b>	29.59			

**m**= promedio, **d.e.**= desviación estándar, **e.e.**= error estándar, **IC**= intervalo de confianza. Todos

los valores están en milímetros (mm)

Tabla 4.

*Número de sobrevivientes de los estados e instars de P. aletta criada en condiciones de laboratorio.*

<b>Estado</b>	<b>m</b>	<b>d.e.</b>	<b>e.e.</b>	<b>IC</b>
<b>Huevo</b>	68.82	26.37	6.39	13.55
<b>Instar 1</b>	64.76	26.15	6.34	13.44
<b>Instar 2</b>	45.05	22.78	5.52	11.71
<b>Instar 3</b>	30.58	20.49	4.97	10.53
<b>Instar 4</b>	21.23	18.74	4.54	9.63
<b>Instar 5</b>	11.35	14.29	3.46	7.34
<b>Pupa</b>	3	7.41	1.79	3.81

**m**= promedio, **d.e.**= desviación estándar, **e.e.**= error estándar, **IC**= intervalo de confianza. Todos

los valores están en milímetros (mm)

Tabla 5.

Parámetros de la tabla de vida.

Estado	N <sub>x</sub>	D <sub>x</sub>	L <sub>x</sub>	d <sub>x</sub>	q <sub>x</sub>	P <sub>x</sub>
Huevo	1170	69	1	0,06	0,06	0,94
Instar 1	1101	335	0,94	0,29	0,3	0,70
Instar 2	766	246	0,65	0,21	0,32	0,68
Instar 3	520	159	0,44	0,14	0,31	0,69
Instar 4	361	168	0,31	0,14	0,47	0,53
Instar 5	193	142	0,16	0,12	0,74	0,26
Pupa	51	21	0,04	0,04	1	0,00

N<sub>x</sub>=Número de organismos en esa clase de edad, D<sub>x</sub>=Número de individuos que mueren de la clase de edad, l<sub>x</sub>=Probabilidad de sobrevivencia, d<sub>x</sub>=Probabilidad de que un organismo se muera entre una clase de edad y la siguiente, q<sub>x</sub>=La tasa de mortalidad para cada edad, p<sub>x</sub>=La tasa de sobrevivencia de una clase de talla a la siguiente.

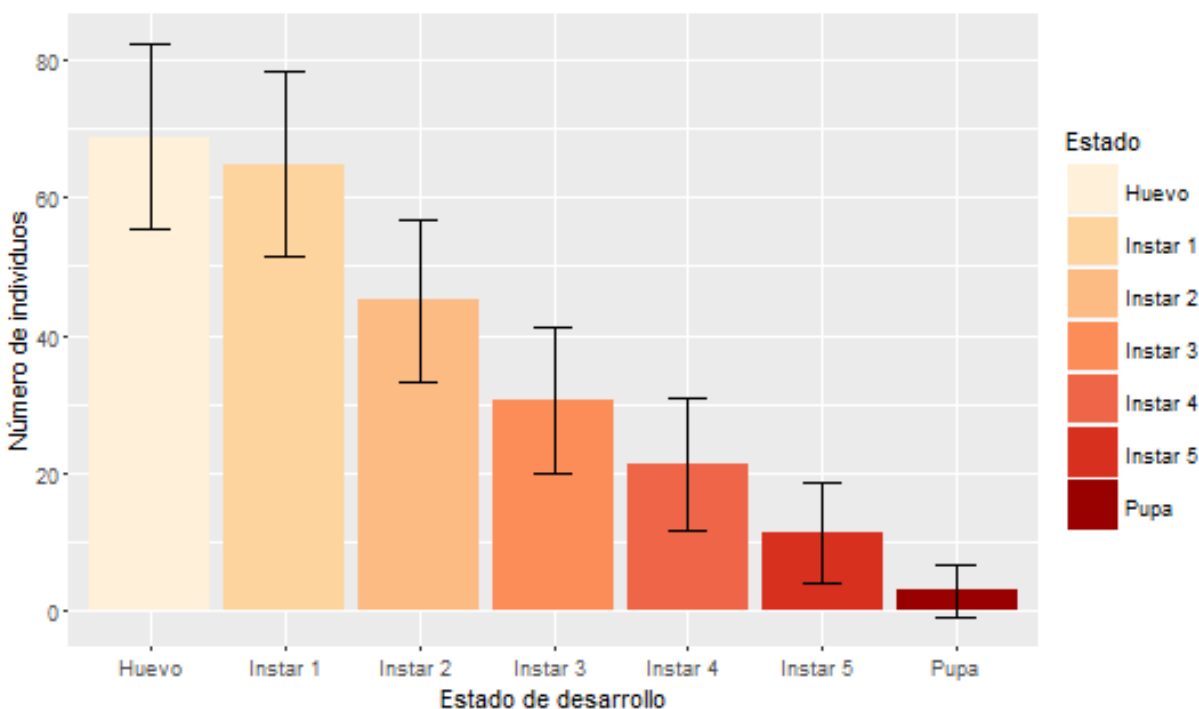


Figura 15. Número de sobrevivientes del ciclo de vida de *P. aletta* bajo condiciones de laboratorio (n=1170). Las barras indican el Promedio ± desviación estándar.

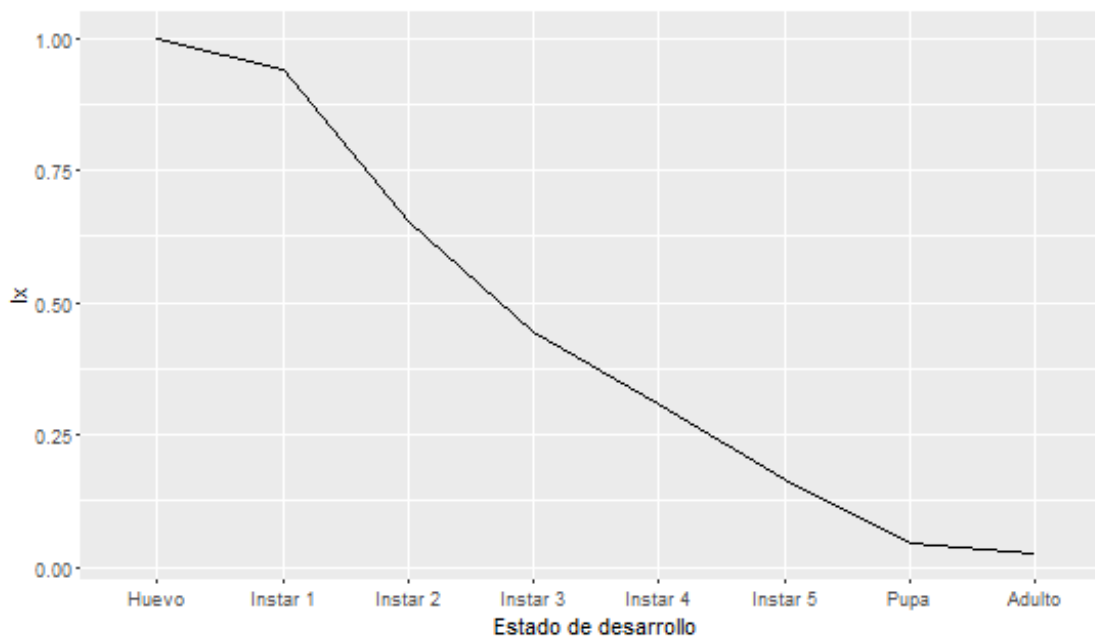


Figura 16. Curva de supervivencia de *P. aletta* bajo condiciones de laboratorio.

## 5. Discusión

El ciclo de vida completo desde la oviposición hasta la eclosión del imago para la especie *P. aletta* bajo condiciones de laboratorio duró 29.6 días en promedio, semejante a *P. notilla* (entre 25 y 30 días), pero algo menor que en otras especies del género [*P. zerlina machay* (35 días); *P. zerlina zerlina* (38 días); *P. medellina* (44 días) y *P. veia florea* (45 días), Young, 1974; Bolaños *et al.*, 2011], igualmente bajo condiciones de laboratorio. La duración del ciclo registrada para *P. zerlina machay* (35 días), puede llegar a ser mayor ya que se empezó a contar a partir del segundo instar. Los demás ciclos tienen un margen de error de 2 días, pues no se observó oviposición para determinar con mayor exactitud su duración (Bolaños *et al.*, 2011). La duración en estado de huevo

desde la oviposición para *P. aletta* fue de 4 días siendo menor que las presentadas por otros Pteronymios [*P. zerlina machay* (8 días); *P. zerlina zerlina* (8,6 días); *P. medellina* (9,2 días) y *P. veia florea* (5,1 días), *P. notilla* (5 días), Young, 1974; Bolaños *et al.*, 2011]. La duración medial pupal fue de 7 días para *P. aletta* al igual que para *P. notilla* (Young, 1974), pero menor que las otras especies de *Pteronymia* [*P. zerlina machay* (11 días); *P. zerlina zerlina* (8,8 días); *P. medellina* (10,1 días) y *P. veia florea* (10,3 días); Bolaños *et al.*, 2011]. La menor duración en estas fases para *P. aletta* puede deberse a las temperaturas altas y la baja altitud de las condiciones del laboratorio donde se mantuvieron los huevos y las pupas, como ha sido sugerido en otros trabajos (Galluser, 2002; Giraldo *et al.*, 2013; Bolaños *et al.*, 2011).

La morfología de los estados e instars descritos para *P. aletta* es similar con la de otros Ithomiinos. Así, por ejemplo, los huevos son similares en color y en morfología a los descritos para otras especies del género *Pteronymia*, como *P. zerlina zerlina*, *P. veía florea* y *P. notilla* (Bolaños *et al.*, 2011; Young, 1974). Igualmente, para otros Ithomiinos como *Pagyris ulla* (Vélez *et al.*, 2014), mientras que difiere de los descritos para especies de otros géneros como *Pagyris cymothoe cymothoe* (Giraldo *et al.*, 2013), y *Mechanitis polymnia* (Giraldo & Uribe, 2010). *P. aletta* presentó posturas gregarias, característica común para el género *Pteronymia*, relacionándose estas posturas con patrones aposemáticos en las larvas (Sillén-Tullberg, 1988; Brown & Freitas, 1994; Willmott & Freitas, 2006; Willmott, 2011)

as larvas de todos los instars de *P. aletta* son similares morfológicamente a las larvas de otros Ithomiinos del género *Pteronymia*: *P. notilla* (Young, 1974); *P. zerlina zerlina*, *P. zerlina machay*, *P. veia florea*, *P. medellina* (Bolaños *et al.*, 2011), aunque en todas las especies mencionadas su coloración difiere al de *P. aletta*. La coloración de la cabeza en el primer instar fue café claro en *P. aletta*, siendo igual para *P. zerlina zerlina* y *P. medellina*, y difiriendo con *P. veía florea*, la cual

presenta coloración negra, además *P. aletta* difiere en la coloración de la cápsula en el segundo instar con respecto a los otros *Pteronymia* mencionados, la cual es marrón oscura y negra, respectivamente (Bolaños *et al.*, 2011). Adicionalmente contrastan con algunos ithomiinos como lo son *Pagyris cymothoe cymothoe* (Giraldo *et al.*, 2013) y *Pagyris ulla* (Vélez *et al.*, 2014) en su morfología en general. *P. aletta* durante el instar 5 presentan un patrón corporal muy similar al de otras especies de *Pteronymia* (p. ej., Willmott, 2011 citado por Bolaños *et al.*, 2011), con dos bandas sub-dorsales claras y el área dorsal entre estas bandas con coloración oscura. Adicionalmente presenta un carácter que posiblemente defina el género, una banda clara transversal en el segmento A9 (Willmott & Freitas, 2006). Durante el último instar, toman una posición en forma J justo antes de empupar, característica común para muchos Ithomiinos pertenecientes a la subfamilia Danainae (Willmott & Freitas, 2006).

Asimismo, la pupa de *P. aletta* es parecida en su forma y en su coloración a la de otros Ithomiinos [*P. notilla*, (Young, 1974); *P. zerlina zerlina*, *P. zerlina machay*, *P. veía florea*, *P. medellina*, (Bolaños *et al.*, 2011), *Ithomia lichyi*, *I. agnosia* (Brown & Freitas, 1994), *Pagyris cymothoe cymothoe* (Brown & Freitas, 1994; Giraldo *et al.*, 2013), *P. ulla* (Vélez *et al.*, 2014)], pero casi todas estas pupas presentan pequeñas protuberancias asemejando cuernos en la zona de la cabeza y tórax, carácter del que carece *P. aletta*.

La cantidad de instars fue de 5 en *P. aletta*, igual a los instars descritos en las otras especies del género arriba mencionadas y similar a otras especies de ithomiinos como *Pagyris cymothoe cymothoe* (Giraldo *et al.*, 2013) y *P. ulla* (Vélez *et al.*, 2014), *Mechanitis menapis menapis* y *Mechanitis polymnia* (Giraldo & Uribe, 2010a; 2010b).

La mayoría de los ithomiinos y otros miembros de la subtribu Dircennina, tienen como plantas hospederas Solanaceae, en especial las pertenecientes al género *Solanum* (Drummond & Brown,

1987; Willmott & Freitas, 2006; Beccaloni *et al.*, 2008; Bolaños *et al.*, 2011). La planta hospedera *Solanum aphyodendron* para *P. aletta* es la misma registrada para *P. zerlina zelina* y *P. medellina* (Bolaños *et al.*, 2011) y para otras especies de Ithomiinos como *Ceratinia tutia* y *Episcada salvinia apia* (Muriel *et. al.*, 2011). Para *P. latilla* y *P. picta dispar*, la planta hospedera registrada es *Solanum deflexiflorum* (Muriel *et. al.*, 2011), mientras que para *P. notilla* se encuentra registrada *Cestrum megalophyllum* como su planta hospedera (Young, 1974). Se considera que *Solanum aphyodendron* es usada comúnmente por especies pertenecientes a la tribu Ithomiini.

Existen diferencias significativas entre instars para la amplitud de la cápsula cefálica en *P. aletta*, como ha sido también encontrado en otras especies *Choristoneura rosaceana* y *Argyrotaenia velutinana* (Weitzner & Whalon, 1987), *Peridroma saucia* y *Copitarsia decolora* (Moreno & Serna, 2006a; 2006b), apoyando la idea de que la amplitud de las cápsulas es un indicador confiable para determinar el instar en el que se encuentra la larva, aún más que la longitud, como se evidencia en el gráfico de dispersión (Fig. 14), siendo esta información importante para facilitar estudios poblacionales. Los valores promedios de la amplitud de la cápsula cefálica aumentan al pasar de un instar al siguiente, lo que demuestra un crecimiento de tipo exponencial (Dyar & Rhinebeck, 1890).

Los parámetros expuestos en la tabla de vida y la curva de sobrevivencia muestran que en estado larval se dan los más altos valores de mortalidad. No son claras las causas de las muertes; sin embargo, se ha observado para otras especies que ellas pueden deberse probablemente a la presencia de entomopatógenos como hongos, bacterias y virus (Gómez, 2006; Giraldo & Uribe, 2010), a las diferentes condiciones ambientales donde se desarrolla el ciclo (Feeny *et. al.*, 1985; Bolaños & Zambrano, 2011), o incluso a que las larvas pueden quedar atrapadas en las paredes del recipiente debido a la humedad dada al momento de rociar con agua el alimento (Calvo, 1999;

Bolaños & Zambrano, 2011), entre otros. Esta alta mortalidad y la poca cantidad de individuos que llegan a imago parece ser común para lepidópteros (*Papilio polyxenes*, Feeny *et. al.*, 1985; *Pseudodirphia pallida* Algarin *et al.*, 2008; *Dirphia araucariae*, Zenker *et al.*, 2013). Sin embargo, en otras especies se ha observado en cautiverio una baja tasa de mortalidad como en otras especies de *Pteronymia* (*P. zerlina* y *Pteronymia medellina*, Bolaños & Zambrano, 2011). Esta información podría ser un indicativo sobre su factibilidad de cría y mostraría que bajo las condiciones en el laboratorio, *P. aletta* podría ser poco indicada para la cría en cautiverio y comercialización.

En este trabajo se realizó una descripción del ciclo de vida completo de la especie *P. aletta*. Se evidencia que *P. aletta* es una especie poco factible para criar bajo las condiciones de laboratorio expuestas en este estudio, debido a su alta mortalidad. Aun así, se logró obtener ciclos completos de esta especie y datos adicionales importantes para el entendimiento de la biología y su historia de vida. Los caracteres obtenidos de los estados juveniles pueden aportar a estudios que traten de dilucidar las relaciones filogenéticas de la subtribu y la relación entre sus especies (Brown & Freitas, 1994; Giraldo *et al.*, 2013; De-Silva *et al.*, 2017).

## 6. Conclusiones

1. Bajo condiciones de laboratorio, se obtuvo un ciclo de vida completo de *P. aletta*, sin embargo, las larvas son altamente susceptibles y mostraron un alto nivel de mortalidad.
2. El ciclo de vida duro en promedio 29.6 días bajo condiciones de laboratorio, similar con la duración de *P. notilla*, pero que difiere con las demás especies de *Pteronymia* descritas.

3. La planta hospedera para *P. aletta* (*Solanum aphyodendron*), sirve como hospedera para otra especie de *Pteronymia* en la zona de estudio.
4. El crecimiento de las larvas describe una progresión exponencial, que usando la fórmula aquí presentada, permitiría el cálculo de instars larvales desconocidos para la especie con la medición de sus cápsulas cefálicas.

### Referencias Bibliográficas

- ACURIS, Comunidad de Puerto Arenal & Comunidad de Camanaos. (2012). Aprendiendo a criar mariposas: desarrollo de zocriaderos de mariposas en comunidades indígenas.
- Ackery, P. R., De Jong, R. & Vane-Wright, R. I. (1999). The Butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea, and Papilionoidea. In 'Lepidoptera, Moths and Butterflies. Volume 1. Evolution, Systematics and Biogeography'.(Ed. NP Kristensen.) pp. 263–300.
- Algarin, C. M., Marin, M. A. Uribe, S. & Freitas, A. V. L. (2008). Tabla de vida de *Pseudodirphia pallida* (Lepidoptera: Saturniidae) en condiciones de laboratorio. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(1): 116-120.
- Alvarez, J. (1993). Inventario de las mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera), con anotaciones ecológicas, para dos zonas del Departamento de Risaralda, Colombia. *Trabajo de grado (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional, Bogotá.*
- Andrade-C., M.G. (2007). [http://www.mariposasandinas.org/colombia\\_sp.html](http://www.mariposasandinas.org/colombia_sp.html) En El Proyecto Diversidad de las Mariposas Andinas Tropicales.
- Avané, L. (2014). Colombia amplió su inventario de mariposas. Recuperado de [http://www.elmundo.com/portal/noticias/territorio/colombia\\_amplio\\_su\\_inventario\\_de\\_mariposas.php](http://www.elmundo.com/portal/noticias/territorio/colombia_amplio_su_inventario_de_mariposas.php)
- Beccaloni, G. W., Hall, S. K., Vilorio, A. L., & Robinson, G. S. (2008). *Catalogue of the Hostplants of the Neotropical Butterflies / Catálogo de las Plantas Huésped de las Mariposas Neotropicales. m3m-Monografías Tercer Milenio*, 8.
- Bolaños, I. A., Zambrano-Gonzalez, G., & Willmott, K. R. (2011). Descripción de los estados inmaduros de *Pteronymia zerlina zerlina*, *P. zerlina machay*, *P. medellina* y *P. veia n. ssp.* (Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiini) de Colombia y del Ecuador. *Tropical Lepidoptera Research*, 21, 27-33.

- Bolaños, I. A. & Zambrano-González, G. (2011). Breeding feasibility of *Pteronymia zerlina* and *P. medellina* (Lepidoptera: Danainae: Ithomiini). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1), 117-120
- Brittain, C.A. Vighi, M., Bommarco, R., Settele, J., & Potts, S. G. (2010). Impacts of a pesticide on pollinator species richness at different spatial scales. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 106-115.
- Brown Jr, K. S., & Freitas, A. V. L. (1994). Juvenile stages of Ithomiinae: overview and systematics (Lepidoptera: Nymphalidae). *Tropical Lepidoptera*, 5(1), 9-20.
- Brown, K. S., & Freitas, A. V. L. (2002). Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *Journal of Insect Conservation*, 6(4), 217-231.
- Brower, A. V., Freitas, A. V., Lee, M. M., Silva-Brandão, K. L., Whinnett, A., & Willmott, K. R. (2006). Phylogenetic relationships among the Ithomiini (Lepidoptera: Nymphalidae) inferred from one mitochondrial and two nuclear gene regions. *Systematic Entomology*, 31(2), 288-301.
- Calvo, R. (1999). Éxito reproductivo de *Caligo atreus* (Lepidoptera: Nymphalidae) en condiciones de cultivo. *Revista de Biología Tropical*, 47(3), 539-544.
- Campos, L. R., & Gómez Bulla, J. (2011). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) de las áreas circundantes a las Ciénagas del Departamento de Córdoba, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 35(134), 45-60.
- Chazot, N., De-Silva, D. L., Willmott, K. R., Freitas, A. V., Lamas, G., Mallet, J., Giraldo, C. E., Uribe, S. & Elias, M. (2018). Contrasting patterns of Andean diversification among three diverse clades of Neotropical clearwing butterflies. *Ecology and Evolution*.
- Claro, R. A., & Perdomo, F. (2005). Manual, cría de mariposas: una actividad rentable. Bogotá: *Bogotá: Editorial San Pablo*.
- Constantino, L. M. (1997b). Natural history, immature stages and host plants of *Morpho amathonte* from western Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae: Morphinae). *Tropical Lepidoptera* 8(2): 75-80.

- Constantino, L. M. & Corredor, G. (2004). The biology and morphology of the early stages of *Morpho macrophthalmus* and *Morpho peleides telamón* (Nymphalidae: Morphinae) from western Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos de la Universidad de Caldas*, 8, 201-208.
- DeJong, R., Vane-Wright, R. I., & Ackery, P. R. (1996). The higher classification of butterflies (Lepidoptera): problems and prospects. *Insect Systematics & Evolution*, 27(1), 65-101.
- De-Silva, D. L. Mota, L. L., Chazot, N., Mallarino, R., Silva-Brandão, K. L., Piñerez, L. M. G., Freitas, A. V. L., Lamas, G., Joron, M., Mallet, J., Uribe, S., Giraldo, C. E., Särkinen, T., Knapp, S., Jiggins, C. D., Willmott, K. R., & Elias, M. (2017). North Andean origin and diversification of the largest ithomiine butterfly genus. *Scientific reports*, 7, 45966.
- Dinno, A. (2017). dunn.test: Dunn's Test of Multiple Comparisons. Using Rank Sums. R package version 1.3.5.<https://CRAN.R-project.org/package=dunn.test>
- Drummond, B. A., & Brown Jr, K. S. (1987). Ithomiinae (Lepidoptera: (Nymphalidae): summary of known larval food plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 341-358.
- Dyar, H. G., & Rhinebeck, N. Y. (1890). The number of molts of lepidopterous larvae. *Psyche: A Journal of Entomology*, 5(175-176), 420-422.
- Elias, M., Gompert, Z., Jiggins, C., & Willmott, K. (2008). Mutualistic interactions drive ecological niche convergence in a diverse butterfly community. *PLoS biology*, 6(12), e300.
- Fagua, G., Amarillo, A., & Andrade-C, M. G. (1999). Mariposas (Lepidoptera) como indicadores del grado de intervención en la cuenca del río Pato (Caquetá). *Insectos de Colombia, Estudios Escogidos. Colección Jorge Álvarez Lleras*, 13, 285-315.
- Feeny, P., Blau, W.S., & Kareiva, P. M. (1985). Larval growth and survivorship of the black swallowtail butterfly in central New York. *Ecological Monographs*, 55(2), 167-187.
- Fernández, R. (2012). Depredadores de las mariposas. Mariposas. Enciclopedia Especializada. Recuperado de <http://www.mariposapedia.com/depredadores-mariposas/>

- Freitas, A. V., Trigo, J. R., Brown, K. S., Witte, L., Hartmann, T., & Barata, L. E. (1996). Tropane and pyrrolizidine alkaloids in the ithomiines *Placidula euryanassa* and *Miraleria cymothoe* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Chemoecology*, 7(2), 61-67.
- Freitas, A. V. L., & Brown Jr, K. S. (2004). Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). *Systematic Biology*, 53(3), 363-383.
- Freitas, A. V. L., & Brown Jr, K. S. (2008). Immature stages of *Ithomia salapia ardea* (Lepidoptera: Nymphalidae, Ithomiinae). *Tropical Lepidoptera Research*, 18(1), 17-19.
- Galluser, S.A. (2002). *Biology, Behaviour and Taxonomy of two Oleria onega subspecies (Ithomiinae, Nymphalidae, Lepidoptera) in north-eastern, Peru* (Doctoral dissertation, Université de Neuchâtel).
- García, C., Constantino, L. M., Heredia, M. D., Kattan, G. (2002). Mariposas comunes de la Cordillera Central de Colombia. *Feriva, Colombia*, 130.
- Giraldo, C. E., & Uribe, S. I. (2010). Registro de *Mechanitis polymnia* (Lepidoptera: Ithomiinae) en *Solanum jamaicense* y ciclo de vida en laboratorio. *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1), 165-168.
- Giraldo, C. E., & Uribe, S. I. (2010). *Solanum hirtum* as a host plant for *Mechanitis menapis menapis* (Lepidoptera: Ithomiinae) in Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 36(1), 169-171.
- Giraldo, C. E., Barbosa, E. P., & Freitas, A. V. L. (2013). Immature stages of *Pagyris cymothoe cymothoe* (Hewitson, 1855) (Lepidoptera, Danainae, Ithomiini). *Tropical Zoology*, 26(4), 145-153.
- 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, 451-460.
- Henao, E. R & Andrade-C, M. G. (2013). REGISTRO DEL GÉNERO MEGALEAS (LEPIDOPTERA: HESPERIIDAE: HESPERIINAE) PARA COLOMBIA CON DESCRIPCIÓN DE UNA NUEVA ESPECIE. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(142), 29-35.

- Hewitson, W.C. (1856). Illustrations of new species of exotic butterflies, selected chiefly from the collection of W. Wilson Saunders and William C. Hewitson. Joh Van Voorst, London 1 vols. London. V. Voorst, texto e planchas.
- Hook, P. (2009). Insectos de todo tipo. Reino Unido. *Parragon Books Ltd*.
- Hope, R.M. (2013). Rmisc: Rmisc: Ryan Miscellaneous. R package version 1.5. <https://CRAN.R-project.org/package=Rmisc>
- Joron, M., & Mallet, J. L. (1998). Diversity in mimicry: paradox or paradigm?. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(11), 461-466.
- Kassarov, L. (2004). Is aposematism a valid concept in predator-prey relationships between birds and butterflies? A different point of view. *Tropical Lepidoptera Research*, 12(1-2), 1-15.
- Kremen, C. (1992). Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological applications*, 2(2), 203-217.
- Lamas, G. (2004). Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. *Atlas of neotropical Lepidoptera*, 1-439.
- McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 11(2), 161-176.
- Moreno, O. L & Serna, F. J. (2006). Biología de biología de *Peridroma saucia* (Lepidoptera: Noctuidae: Noctuinae) en flores cultivadas del híbrido Noctuinae) en flores cultivadas del híbrido comercial de *Alstroemeria* spp. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 59(2), 3435-3448.
- Moreno, O. L & Serna, F. J. (2006). Biología de *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae), en flores cultivadas del híbrido comercial de *Alstroemeria* spp. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 59(1), 3257-3270.
- Moreno, R. (1998). Análisis económico del proyecto de fauna: cría de mariposas. *Instituto Alexander Von Humboldt. Colombia*.

- Motulsky, H & Christopoulos, A. Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression. Versión 4. San DiegoCA:GraphPadPRISM®. 2003.URL:www.graphpad.com. p 351
- Muriel, S. B., Montoya, J., Restrepo, A., & Muñoz, J. (2011). Nuevos registros de plantas hospederas y disponibilidad de recursos para mariposas Ithomiini (Lepidoptera: Nymphalidae: Danainae), en agroecosistemas de café colombianos/new host plant records and resource availability to ithomiini butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae: Danainae), in colombian coffee agroecosystems. *Actualidades Biológicas*, 33(95), 275.
- New, T. R. (2013). *Lepidoptera and conservation*. John Wiley & Sons.
- Orozco, M. (2000). Zoocría de mariposas diurnas Rhopalocera en bosques húmedos tropicales del oriente antioqueño. *Corporación Autónoma Regional Rio negro. Nare, CORNARE. Medellín Bogotá*.
- Orozco, C.I., A. Alba, G. Beltrán, A. Orejuela, Y. Sarmiento, & J. M. Vélez. 2018-1-18. *Solanum aphyodendron* S.Knapp En Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). (2015). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Peña, J. M. (2007). Diversidad y distribución de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la cuenca del río Prado. *Tolima [Tesis de grado]. [Ibagué (Tolima, Colombia)]: Facultad de Ciencias Básicas, Universidad de Tolima*, 180.
- Posa, M. R. C., & Sodhi, N. S. (2006) Effects of anthropogenic land use on forest birds and butterflies in Subic Bay, Philippines. *Biology Conservations*, 129(2), 256–270.
- Posada, S. L., & Rosero Noguera, R. (2007). Comparación de modelos matemáticos: una aplicación en la evaluación de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2).
- Pyrcz, T. W., Prieto, C., Vilorio, A.L., & Andrade, G. (2013). New species of high elevation cloud forest butterflies of the genus *Pedaliodes* Butler from the northern Colombian Andes (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). *Zootaxa*, 3716(4), 528-538.

- Ramírez, J. (1996). Tradición de uso y aprovechamiento de fauna silvestre: límites de la sostenibilidad y acciones posibles. *Manejo de fauna con comunidades rurales*, 230.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Särkinen, T., Baden, M., Gonzáles, P., Cueva, M., Giacomini, L. L., Spooner, D. M., Simon, R., Juárez, H., Nina, P., Monlina J. y Knapp, S. (2015). Listado anotado de *Solanum* L. (Solanaceae) en el Perú. *Revista peruana de biología*, 22(1), 03-62
- Sillén-Tullberg, B. (1988). Evolution of gregariousness in aposematic butterfly larvae: a phylogenetic analysis. *Evolution* 42(2), 293-305.
- Vélez, A., Duque, P., & Wolff, M. (2014). Description of the biology and immature stages of *Pagyris ulla* (Hewitson) (Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiini) in the Colombian Andes. *Journal of Natural History*, 48(21-22), 1319-1325.
- Wahlberg, N., Weingartner, E., & Nylin, S. (2003). Towards a better understanding of the higher systematics of Nymphalidae (Lepidoptera: Papilionoidea). *Molecular phylogenetics and evolution*, 28(3), 473-484.
- Wahlberg, N., Leneveu, J., Kodandaramaiah, U., Peña, C., Nylin, S., Freitas, A.V., & Brower, A.V. (2009). Nymphalid butterflies diversify following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 276(1677), 4295-4302.
- Weitzner, P., & Whalon, M. E. (1987). Head Capsule Widths as an Indicator of the Larval Instar of Codling Moth (Lepidoptera: Olethreutidae). *The Great Lakes entomologist*, 20(3), 8.
- Wickham, H. (2007). Reshaping Data with the reshape Package. *Journal of Statistical Software*, 21(12), 1-20. URL <http://www.jstatsoft.org/v21/i12/>.
- Wickham, H. (2009). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

- Willmott, K. R., & Mallet, J. (2004). Correlations between adult mimicry and larval host plants in ithomiine butterflies. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 271(Suppl 5), S266-S269.
- Willmott, K. R., & Freitas, A.V. (2006). Higher-level phylogeny of the Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae): classification, patterns of larval hostplant colonization and diversification. *Cladistics*, 22(4), 297–368.
- Willmott, K. R. (2011). Immature Stages of Ithomiini. [http://www.flmnh.ufl.edu/butterflies/neotropica/ith\\_imm.html](http://www.flmnh.ufl.edu/butterflies/neotropica/ith_imm.html)
- Young, A. M. (1974). Notes on the biology of *Pteronymia notilla* (Ithomiidae) in a Costa Rican mountain forest. Apuntes sobre la biología de *Pteronymia notilla* (Ithomiidae) en un bosque montano costarricense. *Journal of the Lepidopterists' Society.*, 28(3), 257-268.
- Zenker, M.M, Specht, A., Fronza, E., Poletto, G. Marcon, F., Fromentini, A.C., & Gedoz, M. (2013). Biology and life table of *Dirphia araucariae* (Lepidoptera: Saturniidae): a herbivore of potentially high impact on *Araucaria angustifolia*. *Zoologia (Curitiba)*, 30(2), 143-150.