

Identificación taxonómica, ciclo biológico y controladores biológicos en polillas de la Taya

Taxonomic identification, life cycle and biological controllers in moths of the Taya

Ivan Cruz Huamán Huaccha¹, y Oscar Sáenz Narro²

1. Ingeniero Forestal. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca.
2. Docente. Ingeniero Agrónomo. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca.

Palabras claves: Taya o tara, polillas, controladores biológicos.

RESUMEN: En los bosques naturales de taya o tara (*Caesalpinia spinosa*) de la provincia de San Marcos, existen dos especies de polillas, que según su identificación taxonómica son: *Argyrotaenia spheropa* (F. Tortricidae), y la especie de la familia Gracillariidae. Como objetivos para esta investigación se planteó determinar el ciclo biológico de ambas especies, así como determinar sus controladores naturales y evaluar las pérdidas que ocasionan tanto en producción y calidad en las vainas. El ciclo biológico de la especie *A. Spheropa* fue de 64.25 días, en condiciones de laboratorio (T°: 24.6 °C y HR: 46.4%), con una sobrevivencia en campo de 26.8%; el ciclo biológico de la especie perteneciente a la familia Gracillariidae en condiciones naturales (T°: 23.5 °C y HR: 65.3%) fue de 69.4 días y con una sobrevivencia de 18.7%. Como controladores biológicos naturales se encontraron tanto parasitoides como predadores que ejercen un control en las diferentes fases de desarrollo de estas polillas. Entre los parasitoides para la especie *Argyrotaenia spheropa* se encuentran los endoparasitoides de la familia Braconidae e Ichneumonidae y la especie *Brachymeria* sp. Para la polilla de la familia Gracillariidae se encuentran el endoparasitoide *Ageniaspis* sp., y como ectoparasitoides la especie *Apanteles* sp. y una avispa de la familia Braconidae; como parasitoides de huevos de ambas especies de polilla se encuentra los endoparasitoides *Trichogramma pretiosum* y Trichogrammatoidea. Entre los predadores de ambas familias se encuentran las especies pertenecientes a las familias Sympherobidae y Chrysopidae, además se encuentra la familia Nabidae predator de la polilla *A. spheropa*. Las pérdidas en producción ocasionadas por estas tres especies de polillas en peso es de aproximadamente 185.44 g/árbol, lo que representa en una hectárea de bosques de tara es de 86.3 kg/ha por campaña; a esto se le suma las pérdidas en la calidad de las vainas generados por la alimentación directa de las larvas en las semillas y vainas, además generan daños indirectos como la entrada de hongos, bacterias y otros a través de las lesiones causadas por el ingreso y salida de las larvas. Finalmente se registró un porcentaje de infestación de 51.1% en vainas y un 20.8% en semillas.

ABSTRAT: In the plantations of taya or tara (*Caesalpinia spinosa*) of the province of San Marcos, there are two species of moths, which according to their taxonomic identification are: *Argyrotaenia spheropa* (F. Tortricidae), and species of the family Gracillariidae. Objectives for this research was to determine the life cycle of both species, as well as its natural drivers and evaluate the losses that cause both in production and quality of the pods. The life cycle of the species *A. Spheropa* was 64.25 days under laboratory conditions (T °: 24.6 ° C and RH: 46.4%), with a survival in field of 26.8%; the life cycle of the Gracillariidae species under natural conditions (T °: 23.5 ° C and RH: 65.3%) was of 69.4 days and with a survival of 18.7%. As natural biological controllers were found both parasitoids as predadores carrying a good control in the different stages of these moths. Among parasitoids for the species *Argyrotaenia spheropa* is the endoparasitoides of the family Braconidae and Ichneumonidae and *Brachymeria* species sp. For the moth Gracillariidae are endoparasitoid *Ageniaspis* SP., and as ectoparasitoids *Apanteles* species sp. and a WaSP of the family Braconidae; as parasites of eggs of both species of moth is the endoparasitoides *Trichogramma pretiosum* and Trichogrammatoidea. The predadores of both families include the species belonging to the Sympherobidae families and Chrysopidae, also is the family Nabidae moth a. predator *spheropa*. The losses in production from these three species of moths in weight is approximately 185.44 g/tree, representing in a hectare of forest of tara 86.3 kg / has by campaign; This is compounded losses in the quality of generated by direct feeding of larvae in the seed pods and the tara pods, also generate indirect damage such as the entry of fungi, bacteria and others through injuries caused by the entrance and exit of the larvae. Finally there was a percentage of infestation of the three moths of 51.1% in pods and a 20.8% in seeds.

INTRODUCCIÓN

Caesalpinia spinosa (Molina) Kuntze, conocida como taya en Cajamarca, es una especie forestal que se encuentra en grandes extensiones de bosques, principalmente en la parte sur del departamento, y constituye un medio de desarrollo para unas 20 000 familias en toda la región. Esta planta nativa del Perú, se caracteriza por tener mayores niveles de taninos, que otros cultivos sucedáneos, a esto se le suma el uso intensivo de sus derivados en varios campos de la industria, es por ello que se están abriendo oportunidades de mercado mundial lo cual se ve reflejado en la demanda potencial real y proyectada de productos en los principales mercados.

Entonces la venta de los frutos de tara ha permitido a los agricultores incrementar sus ingresos económicos y su nivel de vida, incorporando a la tara a su calendario de actividades productivas. No obstante, este importante medio de desarrollo se ha visto amenazado por el incremento en la temperatura, variaciones en las precipitaciones, sequías y otros fenómenos que han permitido el incremento poblacional de algunos insectos plagas, que antes no se manifestaban agresivamente, como es el caso de la "polilla de la tara".

Es por ello que la Asociación de Productores de Tara - San Marcos (APT) se está proyectando, en base a estudios realizados anteriormente (como este), a la implementación de un laboratorio piloto para la crianza de biocontroladores, el cual permitirá atender y proveer de insectos benéficos a los productores, con la finalidad de mejorar la calidad y producción de las vainas de tara y ofertar a las empresas exportadoras un producto según los estándares que demande el mercado. Adicionalmente con ello se podrá garantizar la sostenibilidad del recurso tara, sin alterar la biodiversidad del ecosistema. Pero para que este objetivo se logre es importante conocer la identificación taxonómica de estas polillas, así como su ciclo biológico y cuáles son sus controladores biológicos naturales.

El presente documento considera aspectos como el ciclo biológico de las polillas, así como otras observaciones biológicas. Posteriormente se describe sus controladores biológicos naturales, y finalmente los porcentajes de infestación y daños sobre las vainas de tara.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del experimento

El trabajo de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Producción de Biocontroladores en Plagas de Tara – Asociación de Productores de Tara (APT) ubicado en las instalaciones de la ONG Asociación Civil Tierra (A.C. Tierra), en el Centro Poblado Mayor de Huayobamba, políticamente pertenece a la provincia de San Marcos, departamento de Cajamarca, geográficamente se ubica a latitud de 07° 19" sur, y longitud de 78° 10" oeste; a una altitud de 2200 msnm.

El trabajo en campo se realizó en tres parcelas ubicadas en el distrito de Pedro Gálvez, las coordenadas geográficas y altitud son: Saporcón se ubica a E810855 y N9186436, a 2316 m.s.n.m. El Cedro se ubica a E814672 y N918702, a 2388 m.s.n.m. Huayobamba se ubica a E810667 y N9190379, a 2439 m.s.n.m. Durante el tiempo que se realizó la investigación, junio – agosto del 2012, se registró una temperatura promedio en laboratorio de 19.5°C y una humedad relativa de 46.4%. La temperatura promedio registrada en campo fue de 15.4 °C y una humedad relativa de 65.3%.

Metodología

1.1.1. Tipo de metodología

Debido a la naturaleza de la investigación, la metodología empleada fue del tipo descriptiva - explicativa, porque se observó y se describió la biología de las polillas, así como también se observó e identificó a sus enemigos naturales.

En el procesamiento de los datos recogidos se apoyó con algunos parámetros estadísticos como la media aritmética (\bar{x}), que es la suma de todos los datos obtenidos dividida entre el número de datos, la desviación estándar (SD), que

representa la dispersión de los datos respecto a la media aritmética; los valores máximos y mínimos, que muestran el valor mayor y el menor de todos los datos tomados.

1.1.2. Desarrollo de la investigación

a) Identificación taxonómica de las polillas de la taya

Para la identificación taxonómica, se colectó larvas y pupas de las dos polillas en estudio, las cuales fueron criadas hasta la emergencia del adulto; y conforme iban muriendo se le realizó el montaje respectivo a cada individuo, el cual consistía en clavar el alfiler entomológico sobre el mesotórax de la polilla tratando de no dañarla. Para el caso de los parasitoides, estos fueron conservados en húmedo en frascos con alcohol al 70%.

Las muestras colectadas y montadas fueron enviadas al Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal – SENASA y a la Universidad Agraria la Molina, donde se determinó su taxonomía.

b) Ciclos biológicos y probabilidades de sobrevivencia de las polillas *Argyrotaenia spheropa* y de la familia Gracillariidae

Debido a la diferente biología que presentan las dos especies de polillas, se hizo uso de dos diferentes metodologías de evaluación:

El ciclo biológico de la especie *A. spheropa*, fue realizado en laboratorio, a partir de posturas obtenidas en campo. Las larvas emergidas, pertenecientes a un grupo de posturas, se individualizó en grupos de 10 individuos por placas petri, y alimentadas con semillas de taya. La duración de cada estadio larval se determinó registrando las capsulas cefálicas descartadas en cada muda, el periodo larval fue evaluado desde la eclosión de los huevos hasta inicio del periodo de pre-pupa. El periodo pupal se consideró desde la última ecdesis o muda larval hasta la emergencia del adulto. Los adultos emergidos fueron instalados en frascos de vidrio o tapers alimentados con miel, polen y agua en proporciones de 1:1:2.

El ciclo biológico de la polilla de la Familia Gracillariidae, fue registrado en campo en condiciones ambientales normales, a partir de posturas ubicadas sobre las vainas, las cuales fueron enmalladas una vez que se identificó que hayan sido recién ovipositadas. Las evaluaciones para la fase de huevo fueron cada 2 días, la duración de cada instar larval se registró a partir de la eclosión de las posturas las cuales fueron evaluadas cada 3 días, debido a que las larvas evaluadas en tiempo determinado no fueron utilizadas nuevamente a los siguientes 3 días. El periodo pupal fue contado a partir de la total formación de esta hasta la emergencia del adulto. Las pupas fueron llevadas al laboratorio e instaladas en cajas entomológicas hasta la emergencia de los adultos.

c) Porcentaje de sobrevivencia

En la determinación del porcentaje de sobrevivencia para la especie *A. spheropa*, se marcó e identificó mediante una cinta los racimos u hojas conteniendo larvas de diferentes instares y se les hizo el seguimiento hasta la emergencia del adulto. Para el caso de la especie de la familia Gracillariidae, se marcó las posturas, con plumón tinta indeleble, sobre las vainas y se rotuló el racimo, a estas posturas se les hizo su seguimiento hasta la emergencia del adulto. Las evaluaciones fueron cada 3 días, donde se pudo determinar los porcentajes de mortalidad que causan los agentes de presión en estos insectos, en sus diferentes estadios.

d) Controladores biológicos naturales de las polillas de la taya

Para identificación de los controladores biológicos naturales, se colectó larvas en aparente estado de parasitismo igual que pupas para ser llevadas al laboratorio. Las Larvas fueron aisladas según el tipo de polilla y alimentadas con semillas de tara, hasta obtener sus parasitoides; las pupas fueron instaladas en cámaras de recuperación.

Para la identificación de los predadores, se observó en campo a los predadores tanto de huevos y larvas de las polillas. Para corroborar las observaciones de campo, se realizó pruebas en laboratorio, para lo cual se colectó a estos insectos y se les acondicionó en placas petris; una vez instalados, se les proporcionó huevos y larvas de *A.*

sphaleropa o de la Familia Gracillariidae, y de esta forma se logró observar y determinar de qué estado de desarrollo de las polilla prefieren alimentarse.

e) Evaluación de pérdidas de producción por las polillas de la taya

Para la determinación de pérdidas de producción, se establecieron 3 unidades de producción (parcelas) de diferentes propietarios y diferente tamaño. Una vez instalados en cada parcela, se siguió los siguientes pasos:

1° Se Seleccionó cinco sub parcelas, para lo cual se tomó como referencia la salida del sol, la cual nos ayudaba a orientarnos en la ubicación de cada sub parcela.

2° Se determinó las sub parcelas, en donde la sub parcela N° 1 se ubicó al costado izquierdo posterior, la sub parcela N° 2 al costado derecho posterior, la sub parcela N° 3 es el centro de la parcela, la sub parcela N° 4 al costado izquierdo anterior y la sub parcela N° 5 al costado derecho anterior.

3° en cada sub parcela, se procedió a ubicar cinco árboles al azar, y en cada uno de los árboles seleccionados se tomó cuatro muestras (dos racimos de la parte media y dos de la parte inferior del árbol), para la selección de cada racimo se tomó como orientación los puntos cardinales.

4° Se procedió a evaluar los daños causados por cada especie de polilla, teniendo en cuenta la forma de sus ataques, de cada una, anteriormente reconocidos en campo.

f) Interacción insecto-hospedero y relaciones inter e intraespecíficas entre polillas

En evaluaciones en campo, se pudo determinar la interacción entre las polillas y el ciclo productivo de la taya. Debido a que esta especie de planta sirve de habita, refugio y sustento de estas especies de polillas. Además se determinó las relaciones inter e intraespecíficas de competencia por sus necesidades básicas existentes entre ambas polillas.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

1.2. Identificación taxonómica de las polillas de la taya

De las muestras enviadas al Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal – SENASA, y a la Universidad Agraria la Molina, se logró determinar la taxonomía de la “polilla marrón”, la cual es la especie *Argyrotaenia sphaleropa* (Familia Tortricidae); y la “polilla ploma” pertenece a la Familia Gracillariidae.

1) Biología de la polilla *Argyrotaenia sphaleropa*

Bajo condiciones de laboratorio el ciclo biológico de *Argyrotaenia sphaleropa* fue de 75.4 días en promedio.

- a) Huevo:** Apenas ovipositados, presentan un color crema – amarillo tornándose amarillo con el transcurrir de los días. Los huevos son aplanados y de forma ovalada – alargada, con un diámetro de < 0.57 mm y 0.65 mm $>$; en condiciones de laboratorio los días necesarios para su eclosión varía entre 8 y 10, con un promedio de 9 ± 0.6 días. Todos los huevos eclosionan al mismo tiempo. Las posturas son ovipositadas en grupo sobre el has de las hojas.

Estos resultados se asemejan a los encontrados por Arévalo (2011) quien determino un periodo de incubación de 8 a 12 días, pero diferente a los encontrados por Meneguim y Hohmann (2007) quienes determinaron un periodo de incubación de 6 días en promedio, en condiciones de laboratorio (28 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ HR). Además Núñez (2008) menciona que las hembras de esta especie, en plantas de cítricos, ovipositan sus huevos en grupos sobre hojas tiernas y sobre frutos verdes, varían en color: crema recién ovipositadas y rojo ladrillo cuando están próximos a eclosionar.

- b) Larva:** Las larvas son del tipo eruciforme en todos sus instares larvales, poseen 3 pares de patas torácicas y 5 pares de patas falsas o pseudopatas; su aparato bucal muy bien diferenciado hacia adelante, del mismo color que la cápsula cefálica para cada instar. La larva durante el ensayo pasó por cinco instares larvales, con una duración entre 30 a 58 días y un promedio de 40.5 ± 8.03 días. Las larvas desde sus primeros instares unen

mediante hilos de seda las hojas o las vainas, las cuales les sirven de refugio, desde donde empiezan a alimentarse a partir de la epidermis de las vainas.

Juárez (2011) en su investigación menciona que tanto la especie *A. sphaleropa*, *A. franciscana* Walsingham y *A. mariana* Fernald pasan por cinco instares larvales, todas ellas pertenecientes a la familia Tortricidae. Además Morín (1980) en cultivos de cítricos, menciona que el periodo larval dura entre 20 y 40 días, resultado diferente a los encontrados por Meleguín y Hohmann (2007) con un periodo larval de 22.9 ± 0.55 días.

- c) **Prepupa:** Fase intermedia entre larva y pupa con una duración en promedio de 2.05 ± 0.37 días. Mantiene las mismas características morfológicas del quinto instar larval, diferenciando en el color verde esmeralda. En esta fase la larva deja de alimentarse y adopta una posición casi encorvada, por lo general se mantiene en el mismo lugar donde pasa el estado de larva, aunque en ciertas ocasiones se traslada en busca de un lugar más adecuado, que suele ser sobre las hojas, en donde empieza a empupar cubriéndose con finos hilos de seda.
- d) **Pupa:** Del tipo momificada, los apéndices que están unidos en forma compacta al cuerpo presentan un color castaño y los segmentos abdominales son de color verde, con una duración en promedio de 10.9 ± 0.87 . En promedio presenta 7.8 mm de longitud y 2.0 mm de ancho. Con el transcurrir de los días toda la pupa presenta un color castaño, cuando finaliza la puposis emerge el adulto abriéndose paso a través de la exuvia.
- e) **Adulto o imago:** En su estado adulto tiene una longevidad de 5.8 ± 1.3 días, con una longitud promedio de 6.4 mm y 16.8 mm de expansión alar. Se caracteriza porque en reposo semeja la silueta de una campana y además se puede llegar a observar en la parte dorsal de las alas anteriores una mancha que semeja a una "V". Posee alas anteriores de color beige con manchas de color marrón o marrón oscuro, y las alas posteriores son de color plomo, presenta antenas tipo filiformes dirigidas hacia atrás de color beige, la cabeza, el tórax y el abdomen son de color beige brillante al igual que sus patas.

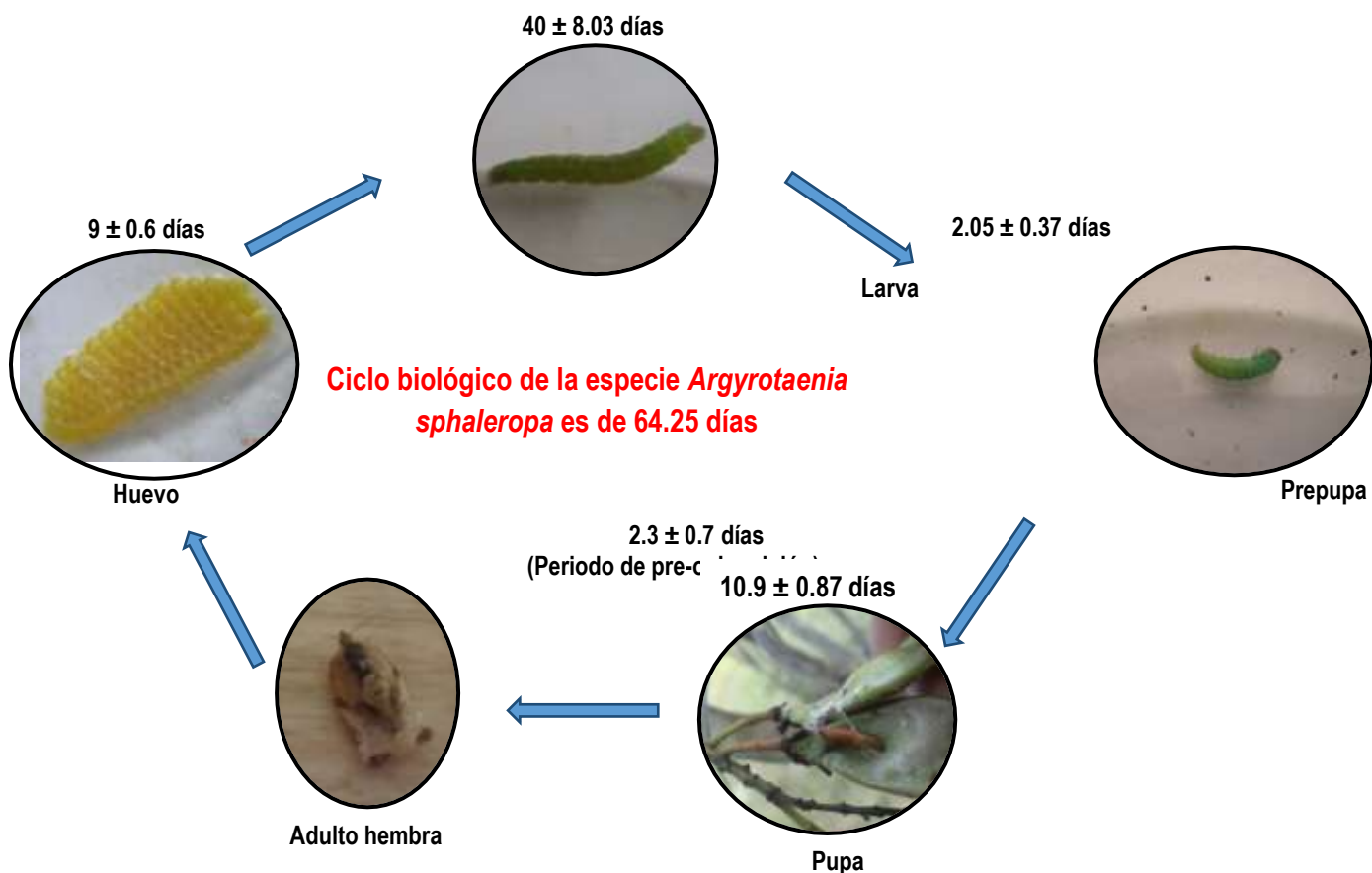


Fig. N° 1: Ciclo biológico de la polilla *Argyrotaenia sphaleropa*

En la figura N° 1, graficamos el ciclo biológico de *Argyrotaenia sphaleropa* el cual es de 64.25 días, en donde la fase de huevo tuvo una duración de 9 ± 0.6 días, la fase de larva paso por cinco instares larvales con una duración de 40 ± 8.03 días, la prepupa duró 2.05 ± 0.37 días, el estado de pupa 10.9 ± 0.87 días y el periodo de pre oviposición del adulto hembra fue de 2.3 ± 0.7 días.

El ciclo vital del adulto hembra es de 68.95 días y del adulto macho es de 67.45 días; estos resultados no coinciden con los encontrados por Meneguín y Hohman (2007) quienes reportan que el ciclo de vida de *A. sphaleropa* en condiciones de laboratorio (28 ± 2 °C), $70 \div 10\%$ HR) fue de 44 a 48 días, de los cuales 6-7, 23, 6-7, 9-15 días corresponden a huevo, larva y pupa respectivamente, además mencionan que los adultos presentan una longevidad de 9 y 15 días para machos y hembras, respectivamente, lo cual es distinto a los encontrados en esta investigación donde el los machos y hembras tuvieron una longevidad de 5 y 6.5 días, respectivamente.

En otro estudio Juárez (2011) menciona que la especie *Argyrotaenia montezumae* (plaga de cultivos de zarzamora) presenta un ciclo de vida de 43 días, bajo condiciones de laboratorio, donde la duración de cada estado de desarrollo fue de 4, 19, 7 y 13 días para huevo, larva, pupa y adulto, respectivamente. Estos resultados son distintos a los encontrados en la presente investigación debido a las diferentes dietas sobre las cuales se realizó su crianza, además de las condiciones ambientales.

A. Otras observaciones biológicas

a) Dimorfismo y proporción sexual

La proporción sexual se determinó con 35 ejemplares, donde además se observaron las características morfológicas que facilitan la diferenciación entre hembras y machos o el llamado dimorfismo sexual. El adulto macho presenta un abdomen cuadrado-alargado, con una longitud de 5.9 mm, una expansión alar de 15 mm y una longevidad de 5 días. El adulto hembra presenta un abdomen redondo, una longitud de 6.9 mm, una expansión alar de 18.6 mm y una longevidad de 6.5 días.

La proporción sexual o proporción de sexos es 50:50 (18 ♀:17 ♂). Esta proporción se expresaría en el factor sexo (FS) de la siguiente manera:

$$FS = \frac{\text{Número de Hembras}}{\text{Número de Hembras} + \text{Número de Machos}} = \frac{18}{35} = 0.5$$

Entonces el FS es de 0.5, lo cual nos indica que esta especie presenta un potencial reproductivo y potencial biótico común al de la mayoría de insectos, es decir que por cada hembra existe un macho. Sáenz (2013) menciona que en algunas especies se puede presentar una proporción diferente en la cual la mayor parte corresponde a las hembras; y como se sabe, la parte activa, responsable de la multiplicación de los insectos son las hembras, por lo tanto, las especies que presentan poblaciones con predominancia de hembras tendrán una mayor capacidad de multiplicación y podrán así incrementarse más rápidamente. Entonces estas especies tendrán un FS cercano a 1.

b) Obtención de posturas

Para la obtención de posturas por hembra, se aisló una hembra virgen con un macho en un taper, el mismo procedimiento se repitió para 10 parejas. Los hábitos de cópula y oviposición son de hábito nocturno. Durante las pruebas para la obtención de posturas se determinó que los días de pre oviposición son de 2.3 ± 0.7 días y su periodo reproductivo es de 1.7 ± 0.5 días; finalmente el número de huevos que una hembra puede llegar a ovipositar es de 92.3 ± 21.6 .

B. Controladores biológicos naturales de la especie *Argyrotaenia sphaleropa*

Durante la ejecución de la investigación se encontró varios biocontroladores entre predadores y parasitoides que ejercen un control natural sobre esta especie.

Cuadro N° 1: Controladores biológicos de *Argyrotaenia spheropa*

Biocontroladores	Estado susceptible
Parasitoides	
Insecto de la familia Braconidae	Larva
<i>Brachymeria</i> sp.	Pupa
Insecto de la familia Ichneumonidae	Larva
<i>Trichogramma pretiosum</i>	Huevo
<i>Trichogrammatoidea</i> sp.	Huevo
Predadores	
Insecto de la familia Sympherobidae	Huevo – Larva
Insecto de la familia Nabidae	Larva
Insecto de la familia Chrysopidae	Huevo – Larva

Fuente: Resultados obtenidos de la identificación taxonómica de SENASA – Lima

C. Sobrevivencia de la especie *Argyrotaenia spheropa*

Las observaciones se llevaron a cabo a nivel de campo. La determinación del porcentaje de sobrevivencia a nivel de campo se realizó a partir de la fase de larva, en donde se logró determinar los agentes naturales de mortalidad.

Se consideró una población inicial de 82 individuos, el cual representa el 100%, en su fase de larva a los cuales se les hizo el seguimiento hasta la fase de adulto. 22 individuos, que representan el 26.8% de la población inicial, alcanzaron la fase de adulto, la mortalidad más alta se registró en la fase de larva, de las cuales el 15.9% fueron depredadas, el 7.6% fueron parasitadas (generalmente en los tres últimos instares larvales), el 15.9% se debió a factores ambientales como el viento, el cual origina la caída de las larva hacia el suelo y por consiguiente ocasiona su muerte, y finalmente el 14.6% se debió actividades como la cosecha de las vainas, lo cual también origina la caída de las larvas hacia el suelo. Pasaron a la siguiente fase de pupa 38 (42.1%) individuos, fase en la que un 28.9% fue parasitada, un 5% se desecaron al no encontrar las condiciones ambientales necesarias para la emergencia del adulto.

1) Biología de la “polilla ploma” (Familia: Gracillariidae)

En condiciones naturales de campo el ciclo biológico de polilla de la familia Gracillariidae fue de 70.6 días en promedio. Especie permanece toda la fase de larva dentro de las semillas y no son visibles externamente, solamente salen de estas para empupar. Para realizar el seguimiento de la biología de esta especie se identificaron varios individuos en la fase de huevo recién ovipositados, a los cuales se les hizo el seguimiento hasta la fase de pupa; las evaluaciones se realizaron cada tres días.

Además, es importante mencionar que las evaluaciones en la fase de larva, las semillas que contenían a las larvas se tenía que partir por la mitad para tomar sus medidas de capsula cefálica y de longitud del cuerpo, luego de realizar las evaluaciones estos individuos no eran utilizados nuevamente debido a que no lograban penetrar en otra semilla, por lo que se tenía que seguir el ciclo biológico con otra muestra.

Biología de cada estado o fase de desarrollo

A continuación se presenta una descripción morfológica y algunas observaciones biológicas de cada fase del ciclo biológico, con sus variables medidas para cada uno de los mismos.

- a) **Huevo:** Los huevos son de forma ovalada, con un $<$ de 0.28 mm y 0.41 mm $>$. Apenas ovipositados presentan un color transparente tornándose crema claro cuando están próximos a la eclosión; los días necesarios para su eclosión varía entre 8 y 9 días, con un promedio de 8.5 ± 0.5 días. Sus posturas son ovipositadas en forma individual, y se las encuentra sobre las vainas.

El tiempo de incubación son similares a los encontrados por Murga (2011) quien menciona un tiempo de incubación de 7 días 9 horas sobre plantas de tara.

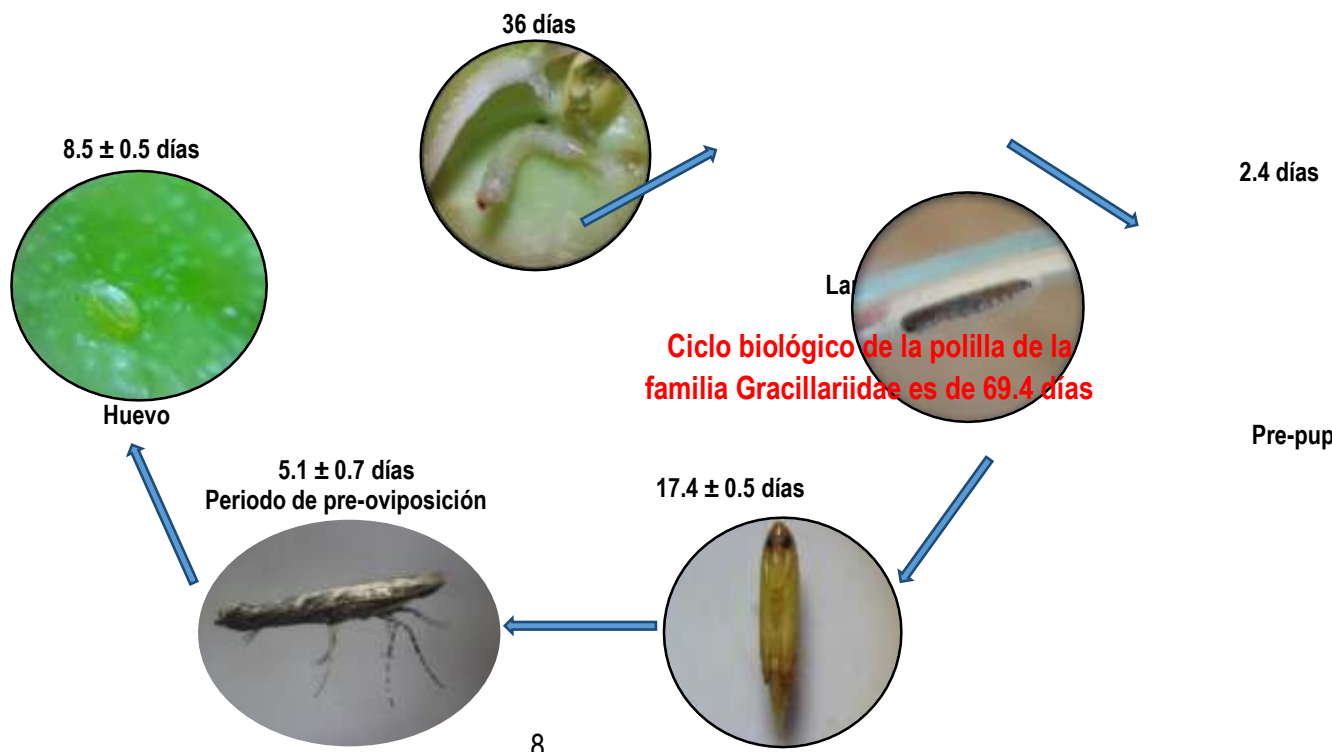
- b) **Larva:** Sus larvas son del tipo eruciforme en todos los instares, poseen 3 pares de patas torácicas y 4 pares de patas falsas o pseudopatas. Se determinó 4 instares larvales, con una duración promedio de 36 días. La determinación de los instares larvales se tomó como medidas la anchura cefálica, los cuales fueron medidas en estereoscopio con ocular micrométrico.

Estos resultados se asemejan a los encontrados por Murga (2011) quien menciona que la fase da larva de esta especie paso por 4 instares larvales con una duración promedio de 33 días (T° : 19,1 $^{\circ}$ C, y HR de 70,1 %).

- c) **Prepupa:** Esta fase se inicia desde que la larva sale desde el interior de la vaina hasta empujar dentro de su cocón. En promedio dura 2 días y presenta una coloración verde oscuro. La larva deja de alimentarse y sale hacia el exterior en busca de un lugar adecuado donde construir su capullo sedoso de color blanco; el tiempo que tarda en construir completamente su cocón es de un día. Generalmente se los puede encontrar sobre la superficie de las vainas, pero en algunas ocasiones es posible encontrarlos sobre tallos u hojas.

- d) **Pupa:** Es del tipo momificada, con una longitud de 5.2 mm y un ancho de 1.2 mm. El periodo pupal varía entre 17 y 18 días y en promedio dura 17.4 ± 0.5 días. En un principio presenta color castaño claro cambiando a un castaño un poco más oscuro, pero cuando están próximos a la emergencia del adulto presenta un color plomo – oscuro. Es posible observar sus estructuras en alto relieve que corresponden a sus alas, patas y antenas, además presenta movimientos frente a estímulos exteriores.

- e) **Adulto:** El adulto o imago de la “polilla ploma” es una pequeño lepidóptero de cabeza pequeña con penacho de escamas, antenas filiformes dirigidas hacia atrás, cuando está en reposo; las alas anteriores estrechas de color gris con una franja de color blanco en forma horizontal al cuerpo, alas anteriores con flecos en el borde externo, y las alas posteriores color plomo con flecos en todos sus bordes. Presenta una longitud de 4.1 mm y 12.4 mm de expansión alar, y con una longevidad de 18 días. Cuando se encuentran en reposo tiene la característica de dirigir su cabeza hacia la superficie y levantar la parte trasera de su cuerpo.



Adulto hembra

Pupa

Fig. N° 2: Ciclo biológico de la polilla de la familia Gracillariidae

El ciclo vital de la hembra es de 81.6 días y del adulto macho es 79.6 días, estos resultados son diferentes a los encontrados por Castillo y Cornejo (1995) quienes mencionan que la especie *Phyllocnistis citrella*, Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) en condiciones de campo, la incubación del huevo dura de 4 a 6 días; el estado larval de 16 a 18 días, y la pupa de 7 a 13 días, totalizando un ciclo de desarrollo de 27 a 37 días.

En otro estudio realizado por Sánchez *et al.* (2002) mencionan que el ciclo biológico del minador de los cítricos *Phyllocnistis Citrella* Stainton, en condiciones de invernadero (27,67 °C y 61% de humedad relativa), fue de 14,25 ± 1.29 días. Además menciona que el promedio de cada fase de desarrollo fue de 2.35 ± 0.32, 4.25 ± 0.23, 1.03 ± 0.13 y 6.58 ± 0.61 días para la fase de huevo, larva, prepupa y pupa, respectivamente. Diferentes a los encontrados en esta investigación; donde el ciclo biológico presentó una duración de 69.4 días, como se puede apreciar en la figura N° 2.

A. Otras observaciones biológicas

a) Dimorfismo y proporción sexual

La proporción sexual se determinó con 34 ejemplares, donde además se observó las características morfológicas que facilitan diferenciación entre hembras y machos, o el llamado dimorfismo sexual. El adulto macho presenta un abdomen alargado, una longitud de 4 mm, expansión alar de 12.1 mm y una longevidad de 15.6 días. El adulto hembra presenta un abdomen robusto, longitud 4.4 mm, expansión alar de 12.5 mm y una longevidad de 20.4 días.

La proporción sexual o proporción de sexos es 50:50 (18 ♀:16 ♂). Esta proporción expresada en el factor sexo (FS) es de la siguiente manera:

$$\text{Proporción Sexual} = \frac{\text{Número de Hembras}}{\text{Número de Hembras} + \text{Número de Machos}} = \frac{18}{34} = 0.53$$

Del grupo de adultos de la polilla ploma se obtuvo 18 hembras y 16 machos, obteniendo una FS de 0.53, es decir que por cada hembra existe un macho. Si la mayor parte de la población de esta especie fuese hembras tendrían un mayor potencial reproductivo, esto se debe a que las hembras son las responsables de la multiplicación de la especie y por lo tanto el FS tendría un valor cercano a 1.

b) Obtención de posturas

Para la obtención de posturas, se confinaron 10 parejas de polillas adultas en frascos de crianza. Al igual que la especie anterior, los hábitos de copula y ovoposición son hábitos nocturnos. Los días de pre ovoposición son de 5.1 ± 0.7 días, y el periodo reproductivo es de 9.9 ± 1.3 días (desde la 1° postura hasta la última). Finalmente el número de huevos por hembra es de 130.1 ± 19.1.

El número de posturas encontradas son diferentes a los encontrados por Murga (2011) en condiciones de laboratorio, quien menciona un promedio de 42.6 posturas por hembra.

B. Controladores biológicos naturales de la especie de la familia Gracillariidae

Existen varios controladores naturales que atacan a esta especie en sus diferentes estadios, regulándola y manteniéndola a niveles bajos (cuadro N° 2).

Cuadro N° 2: Controladores biológicos de la especie de la familia Gracillariidae

Biocontroladores	Estado susceptible
Parasitoides	

<i>Apanteles</i> sp.	Larva
Insecto de la Familia Braconidae	Larva
<i>Ageniaspis</i> sp.	Huevo – larva
<i>Trichogramma pretiosum</i>	Huevo
<i>Trichogrammatoidea</i> sp.	Huevo
Predadores	
Insecto de la Familia Sympherobidae	Huevo – larva
Insecto de la Familia Chrysopidae	Huevo – larva

Fuente: Resultados obtenidos de la identificación taxonómica de SENASA – Lima

C. Sobrevivencia de la especie de la familia Gracillariidae

Las observaciones se realizaron en campo, a partir de toda su fase de crecimiento y desarrollo, en donde se logró determinar los agentes naturales de mortalidad.

La población inicial fue de 139 huevos, de los cuales 12 (8.6%) fueron depredados y el 19 (13.7%) fueron inviables por no encontrar las condiciones naturales necesarias. Del total de individuos 108 (25.9) alcanzaron la fase de larva, de los cuales 24 (22.2%) murieron por asfixia provocado por la savia liberada, por las lesiones en las haces vasculares, causadas por las larvas al alimentarse de estas; solamente 1 larva (0.9%) fue parasitada, y 3 (2.8%) murió por causas que no se pudieron determinar. Pasaron a la fase de pre-pupa 80 (51.3%) individuos, de los cuales 27 (33.8%) presentaron parasitismo, ocasionado en la fase de larva pero manifestado en la fase de pre-pupa; 12 (15%) fueron depredados antes de que pudieran formar su cócón; y 2 (2.5%) murieron por causas desconocidas. Alcanzaron la fase de pupa 39 (33.3%) individuos, de los cuales 12 (30.8%) se desecaron por no encontrar las condiciones ambientales necesarias, y solamente 1 (2.6%) individuo, al momento de emerger el adulto, presentó una malformación en las alas. Finalmente 26 (18.7%) individuos llegaron a la fase adulto.

1.2.1. Pérdidas en Producción y Calidad por el ataque de las polillas

Para la determinación de las pérdidas en producción se evaluó vainas que se encuentren en llenado y secado, debido a que en estos estados del ciclo reproductivo es mas evidente el daño ocasionado por las larvas de las polillas. Es importante mencionar que los datos mostrados a continuación pertenecen a las tres polillas; se consideró a la polilla de la familia Cosmopterigidae debido a que sus daños también ocasionan pérdidas en la producción. Las tres especies de polilla en su estado de larva, por el efecto de su alimentación ocasionan pérdidas tanto en la producción como en la calidad de las vainas, a nivel de vaina existe una infestación de 51.1% y un 20.8% en semillas.

La alimentación de las larvas de las polillas ocasiona daños directos e indirectos en las vainas, lo cual genera una pérdida en la calidad de los frutos de la tara. Los daños directos, son ocasionados por la alimentación de las larvas; las larvas de la especie *Argyrotaenia sphaleropa* tienen el comportamiento de juntar las vainas mediante hilos de seda, desde donde empiezan a alimentarse del pericarpio y endocarpio de las vainas hasta incluso llegar a alimentarse de las semillas. Diferente comportamiento presentan las larvas de la especie perteneciente a la familia Gracillariidae debido a que la fase de larva la realizan en el interior de las semillas, haciendo su ingreso a través del pericarpio y en donde empieza a alimentarse hasta llegar a ubicarse en el centro de las semillas. Los daños indirectos son ocasionados por la entrada de hongos, bacterias, entre otros a través de las lesiones causadas por el ingreso o salida de las larvas.

Producto de la alimentación de las larvas de las polillas, ocasionan pérdidas en peso de aproximadamente 185.44 g/árbol, y teniendo en cuenta que en una hectárea de bosques de tara existen en promedio 466 árboles, entonces se puede decir que las pérdidas en peso en una hectárea es aproximadamente 86.3 kg/ha por campaña.

Tabla N° 1: Pérdidas en peso por el ataque de las tres polillas de la tara

Especie	Pérdida en peso por árbol (g)	Pérdida en peso por hectárea (g)
<i>Argyrotaenia sphaleropa</i>	23.63	11
Familia Gracillariidae	134.18	62.5
Familia Cosmopterigidae	27.63	12.8
Total	185.44	86.3

Estas pérdidas expresadas en términos monetarios, y teniendo en cuenta los datos registrados por la Asociación de Productores de Tara - San Marcos, el costo promedio de un kilogramo de tara durante el año 2012 es de S/ 2.9; entonces el ataque de las polillas en la tara ocasiona una reducción en el ingreso económico del productor de aproximadamente de S/ 250.3 por ha.

Es importante mencionar que los datos registrados en el porcentaje de infestación, tanto a nivel de vaina como en semilla, no guardan mucha relación con las pérdidas en peso y esto se debe a que las vainas que presentan daños por las polillas, pueden ser comercializadas aunque presenten daños por las polillas y una mala calidad.

1.2.2. Interacción insecto-hospedero y relaciones inter e intraespecíficas entre polillas

A. Interacción insecto - hospedero

Los adultos de las polillas a través de sus quimiorreceptores, en las partes bucales, antenas y tarso, han encontrado en las plantas de tara una preferencia como hospedero, preferencia que ha sido transmitida de larvas hacia adultos. Entonces las larvas de las polillas han encontrado en la tara una fuente de alimento y refugio, debido a lo cual vienen generando pérdidas económicas al alimentarse directamente de sus frutos, además las hacen susceptibles al ataque de hongos que ingresan a través de las lesiones causadas por las larvas.

Este proceso se inicia con la selección de las vainas, por parte de los adultos, que son el lugar adecuado para la ovoposición de las posturas; según el ciclo reproductivo de la tara, las posturas son ovopositadas a partir de la finalización del crecimiento de vaina hasta el inicio de secado de vaina (para la especie Gracillariidae). En la especie *A. sphaleropa* la presencia de las larvas sobre las vainas se inicia también a partir de la finalización de su crecimiento hasta el secado de las mismas. Esta interacción de las polillas con las plantas de tara es muy importante debido a que permitirá determinar el momento indicado en que se debe realizar liberaciones de biocontroladores para estas especies de polillas.

B. Relaciones interespecíficas entre polillas

Estas especies presentan relaciones interespecíficas entre sí, debido a que tienen como un mismo alimento a las vainas, existiendo competencia por espacio y alimento entre larvas de estas dos especies. En las evaluaciones de porcentaje de infestación a nivel de vainas muestran que la especie Gracillariidae presenta mayor porcentaje de infestación en comparación con la especie *A. sphaleropa*, lo que demuestra que la especie Gracillariidae presenta mayor densidad poblacional, por lo que en campo es posible encontrar a larvas de ambas especies alimentándose de una misma vaina e incluso de una misma semilla.

Similares resultados fueron encontrados por Murga (2011) quien menciona que las especies pertenecientes a las familias Gracillariidae y Cosmopterigidae también presentan relaciones interespecíficas entre sí, de competencia por espacio y alimento. Además a esta relación interespecífica mencionada se les suma las relaciones de parasitismo y depredación que existe entre las polillas y sus enemigos naturales.

C. Relaciones intraespecíficas entre polillas

Un racimo en promedio está compuesto por 9 vainas, en las evaluaciones de porcentaje de infestación se encontró hasta el 50% de vainas de un solo racimo atacadas por larvas de *A. sphaleropa*, esto se debe al ataque de hasta 3 larvas. Durante el seguimiento a las larvas de esta especie, se observó que solamente una lograba alcanzar la fase de pupa lo que demuestra que esta especie es un poco agresiva por el espacio y alimento. Este comportamiento se llegó a comprobar en laboratorio donde se observó que las larvas de la especie *A. sphaleropa* al no encontrar alimento suficiente presentan un comportamiento de canibalismo. En la polilla de la familia Gracillariidae, el adulto

puede llegar a ovipositar desde 5 hasta 8 huevos por vaina, por lo que en varias ocasiones se encontraba hasta dos larvas de esta especie alimentándose de la misma semilla, demostrándose también que existe competencia por espacio y alimento entre estas larvas, y esto se debe principalmente a su alta densidad poblacional.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Luego de la identificación taxonómica de las polillas, se logró determinar que la “polilla marrón” corresponde a la especie *Argyrotaenia spheropa* Meyrick y la polilla ploma pertenece a la familia Gracillariidae.

El ciclo biológico en condiciones de laboratorio a una temperatura de 19.5 °C y una humedad relativa de 46.4%, de la especie *Argyrotaenia spheropa* fue de 64.25 días. La especie de la familia Gracillariidae en condiciones naturales a una temperatura promedio de 15.4 °C y una humedad relativa de 65.3%, fue de 69.4 días.

Entre los parasitoides de la especie *Argyrotaenia spheropa* se encuentran los endoparasitoides de la familia Braconidae e Ichneumonidae, y la especie *Brachymeria* sp. Para la “polilla ploma” se encuentra el endoparasitoide *Ageniaspis* sp., y como ectoparasitoides la avispa *Apanteles* sp. y de la familia Braconidae y Además, como endoparasitoides en la fase de huevo, para ambas familias se encuentran las microavispa de la especie *Trichogramma pretiosum* y *Trichogrammatoidea* sp.

Como predadores de ambas familias se encuentran las especies pertenecientes a las familias Sympherobidae y Chrysopidae, además se encuentran chinches de la familia Nabidae como predadores de la polilla *A. spheropa*.

Se registró un porcentaje de infestación de 51.1% en vainas y un 20.8% en semillas, de los cuales la “polilla ploma” presentó un mayor porcentaje debido a que esta especie ha encontrado condiciones óptimas para su normal desarrollo.

Los daños ocasionados por las polillas generan pérdidas en peso de aproximadamente 185.44 g/árbol, y en una hectárea es de 86.3 kg por campaña. Lo cual ocasiona una reducción en el ingreso económico en cada productor de aproximadamente S/ 250.3 por hectárea (a un precio de S/. 2.9 por kg).

Los daños causados en la calidad de las vainas por el efecto de la alimentación de las larvas de las polillas generan daños directos al alimentarse del pericarpio y endocarpio de las vainas, y de las semillas de taya generando pérdidas en peso. Además generan daños indirectos como la entrada de hongos, bacterias, entre otros a través de las lesiones causadas por el ingreso o salida de las larvas.

RECOMENDACIONES

Para realizar un control aplicado en la polilla ploma, se recomienda la especie *Ageniaspis* sp., debido a que este parasitoide presenta un gran potencial reproductivo, esto se debe al fenómeno de poliembriónia que presenta, es decir que de una sola larva parasitada (momia) llegan a emerger en promedio hasta 30 individuos.

Es por ello que es importante realizar investigaciones acerca de este parasitoide para conocer su biología, así como también se debe realizar investigaciones sobre su crianza en laboratorio; debido a que con ello permitiría realizar liberaciones en masa con el objetivo de ejercer control sobre la polilla ploma, la cual ocasiona los mayores daños sobre las vainas, para finalmente reducir sus daños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arévalo Celis, A. (2011). Evaluación de plagas en el cultivo de palta (*Persea americana*). Fundo las Mercedes Agrokasa Barranca. Consultado el 29 de oct. 2012. Disponible en: http://www.senasa.gob.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/CULTIVOS_PALTA/EVALUACION%20EN%20PALTO%20ANGEL%20AREVALO.pdf

Castillo Carrillo, Pedro S; Cornejo Hidalgo, Rosa. 1995. *Phyllocnistis citrella*, minador de las hojas de los cítricos, nuevo insecto plaga para Tumbes. Revista Peruana de Entomología. 38:105-107.

Juárez Gutiérrez, Ana Celestina. 2011. Estudios preliminares del establecimiento de la cría y ciclo de vida del enrollador de las hojas, *Argyrotaenia montezumae* (walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae). Tesis para obtener el título de Bióloga. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 44 p.

Meneguim, Ana; Hohmann, Celso. (2007). *Argyrotaenia spheropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) in Citrus in the State of Paraná, Brazil. Neotropical Entomology. 36(2):317-319.

Morín, Charles. (1980). Cultivo de Cítricos. Instituto Americano de ciencias Agrícolas. Segunda edición. Costa Rica.

Murga Orillo, Hipólito. 2011. Identificación Taxonómica y Ciclo Biológico de las Polillas de la Taya. Tesis para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

Núñez, E. (2008). Plagas de paltos y cítricos en Perú. Colección de libros INIA – N°23. Chile.

Pacheco Rueda, Iliana. 2010. Biología de *Symphorobius barbei* Banks (Neuroptera: Hemerobiidae) criado con *Doctylopius opuntiae* Cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae). Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias. Instituto de enseñanzas e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco. Edu. de México. 73 p.

Sáenz Narro, Oscar. 2013. Protección Forestal I. Introducción a la Entomología General. Universidad Nacional de Cajamarca. 76 pp.