

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La presencia de este insecto, el "Quema- Quema" *Tolyte incerta* Dognin, ha llegado a poner en peligro el normal desarrollo de las especies forestales más difundidas en el Valle Central de Tarija, como es el churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.), molle (*Schinus molle* L.) y algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.), debido a la agresiva defoliación de dicho insecto que llega a desnudar por completo a estas especies frenando su crecimiento y desarrollo. Esto se lo puede observar durante los meses de altas temperatura y mayor incidencia de Precipitaciones.

Cabe recalcar que el daño producido por esta plaga se genera durante los 6 estadios larvales, que comprende aproximadamente 90 días, durante los meses de diciembre, enero y febrero, etapa en la que provoca el daño a su hospedero con la finalidad de obtener alimento y almacenar energía para completar su ciclo biológico.

De manera preocupante por lo representativo de este problema al sector Forestal, únicamente se encontró una referencia bibliográfica que data del año 1996 al 1998, de la tesis de grado.

Donde según indica Silvia Ivana Mejía Rocabado "Biología y Control del "Bicho Quemador" *Tolyte incerta* (Dognin) en la Comunidad de Carachimayo". Tarija, 1998. Para este importante dato se recogieron muestra para afirmar que estos insectos son polillas de tamaño moderado a grandes y muy escamosas, con cuerpos robustos y con el lóbulo humeral de las alas posteriores prominente. Estos insectos gozan de una amplia distribución, con más de 1000 especies. Inicialmente se creía que se trataba de *Hylesia nígricans*, pero las observaciones hicieron notar que la coloración y la abundancia de los pelos en las larvas dio indicios de un error, con la ayuda de las claves de identificación y observando a los adultos, se pudo determinar que la especie en cuestión correspondía al **Suborden Ditrysia**, al cual corresponde el 97% de las especies del orden.

## 1.1. Presentación

Las polillas o lepidópteros tienen un ciclo de vida muy variable, determinado en primer lugar por la especie y su género, y luego por las condiciones ambientales, la temperatura, la época del año en que se convierten en adultas, etc. Todos estos factores condicionan el tiempo de vida de una polilla, que puede abarcar desde unas pocas semanas hasta varios meses.

Las polillas atraviesan por cuatro etapas en su desarrollo: el embrión, la larva, la pupa y por último la mariposa adulta. Este desarrollo por etapas es conocido como holometabolismo o metamorfosis completa. Los insectos con este tipo de metamorfosis son considerados los más evolucionados dentro de la clase Insecta y no se reduce sólo a los lepidópteros, sino que se incluyen todos los del superorden Endopterygota. Aquí se encuentran los coleópteros (escarabajos), los himenópteros (hormigas, abejas y avispas), los dípteros (moscas, mosquitos) y otros.

Pero si algo resulta verdaderamente complejo de este análisis, es determinar cuándo ocurre el nacimiento real de una polilla. De manera conceptual pudiera decirse que su vida comienza cuando la larva sale de su cascarón y empieza a alimentarse, pero es que su transformación a polilla adulta también marca un nuevo ciclo de vida. Hay que considerar entonces que cada nueva etapa y la transición entre ellas, marca un suceso importante en la vida de una mariposa. Cada una de ellas posee además una función específica y colabora de manera diferente en su supervivencia.

Empezando por lo obvio hay que decir que la inmensa mayoría de estas polillas están activas durante la noche, por lo que han tenido que adaptar sus hábitos a las temperaturas de este horario y a la ausencia de la luz solar. La temperatura de todos los lepidópteros se corresponde con la del ambiente y para empezar el vuelo necesitan precalentar los músculos que mueven las alas. A falta del calor del sol, las polillas nocturnas están equipadas de una abundante pubescencia que les proporciona suficiente abrigo. De esta manera luego de ejercitar un poco las alas, pueden entrar en calor y levantar el vuelo. Durante el día buscan refugio sobre las hojas, las ramas o las piedras, y se acomodan para dormir.

En cuanto de las orugas, parecen no hacer diferenciación de horarios, tanto de día como de noche mantienen su rutina de alimentarse y descansar, con algunas excepciones que son exclusivamente nocturnas. De igual manera hay algunas especies en las que las mariposas adultas siguen una actividad diurna, como es el caso de la esfinge colibrí (*Macroglossum stellatarum*), la plusia (*Autographa gamma*) y otras.

Como producto de la alteración del equilibrio en la naturaleza, la presencia de la plaga conocida en nuestro medio como Quema Quema o Rupa Rupa *Tolyte incerta* (**Dognin**), durante los últimos años ha provocado preocupación por su alto índice de proliferación en cuatro provincias del Departamento de Tarija, Cercado, Arce, Avilés y Méndez, generando una agresiva defoliación y pérdida de vegetación de la especie forestal más difundida como es el Churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am., el cual es el árbol más importante para el control de la amenaza de desertificación, además de la disminución de la zona de pastoreo y ramoneo, representando un peligro para la salud de las personas por el efecto alérgico en la piel al entrar en contacto con la larva y principalmente por el peligro que representa la posible invasión a los cultivos de los productores campesinos.

El género *Tolyte* presenta un gran número de especies, sin embargo, sus estados inmaduros son quizás los menos conocidos de la familia Lasiocampidae. Hasta la fecha para *Tolyte incerta* (**Dognin**,) no se ha realizado ningún estudio detallado de su ciclo de vida. Por esta razón es importante hacer una descripción e ilustración detallada de los estadios inmaduros de esta especie.

Es así que, de manera preocupante por lo representativo de este problema al sector Forestal, únicamente se encontró una referencia bibliográfica que data del año 1996 al 1998, de la tesis de grado. Según **Mejía (1998)**.

## 1.2. Justificación

El ataque a la vegetación nativa del Valle Central de Tarija por el "Quema-Quema" *Tolyte incerta* (Dognin), cada año es perjudicial, puesto que evidencias claras de daños que causan a vegetación, animales y hasta los propios cultivos es alarmante y perjudica a la economía principalmente de los campesinos, razón por la cual se realiza este trabajo ya que si no se estudiaría su ciclo biológico no se podría conocer ni tener datos de cómo es su desarrollo y qué daño ocasiona en cada estadio que llegue a presentar. La importancia que tendrá este estudio será el de poder tener datos sobre su tiempo de duración de todo su ciclo, determinando su longitud, tamaño, forma y sobrevivencia.

Es por eso que el presente trabajo servirá para adoptar una nueva actitud ante la importancia de esta plaga, además de la comprensión y el objeto de poder atacar en su estado más vulnerable y así controlar el avance de la misma. Además, será una base de referencia para posteriores estudios de control ya sean biológicos y/o manejo integrado de plagas, que pueden ser temas de actualidad pues esto llegaría a minimizar los riesgos de contaminación, también evitar el perjuicio que se traducen en pérdidas económicas, degradación de los terrenos y lógicamente daños forestales.

Actualmente, la historia natural y descripción de los estados inmaduros del insecto de la "Quema – Quema" *Tolyte incerta* (Dognin), de la familia Lasiocampidae, son poco conocidas. Del género *Tolyte* específicamente ningún ciclo de vida ha sido descrito hasta la fecha, por esta razón realizar el seguimiento, descripción e ilustración detallada de *Tolyte incerta* (Dognin), es la forma más adecuada de aportar conocimiento sobre la historia natural y ecológica no sólo de la especie, sino también de la familia. Se utiliza a esta especie por los daños que causa a las plantas del churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.), molle (*Schinus molle* L.) y algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.), debido a la agresiva defoliación que desnuda por completo a estas especies frenando su crecimiento y desarrollo.

### 1.3 Institución donde se realiza el trabajo

#### 1.3.1. Aspectos institucionales

La Secretaría Departamental de Medio Ambiente y agua de la Gobernación del Departamento de Tarija, a través de la Dirección de Biodiversidad, que tiene la misión de conservar, preservar los Recursos Naturales del Departamento de Tarija, la misma que será la encargada de controlar y realizar el seguimiento en la ejecución del proyecto: “Control y combate Fitosanitario del Quema Quema en el Valle Central de Tarija” 2da Fase, y las Seccionales por constituirse en las entidades responsables de la ejecución del proyecto, como también las autoridades cantónales y comunales, para que este proyecto sea fortificado y sostenible.

Las autoridades provinciales, municipales, comunales u otras entidades legalmente constituidas contribuirán a tomar decisiones conformando los equipos de consulta y asesoramiento creados al efecto por la autoridad de la zona.



#### 1.3.2. Entidades Involucradas en el Proyecto

La Secretaria Departamental de Medio Ambiente y agua de la Gobernación del Departamento de Tarija, a través de la Dirección de Biodiversidad y la Unidad de Bosques, que tiene la misión de conservar, preservar los Recursos Naturales del

Departamento de Tarija, la misma que será la encargada de controlar y realizar el seguimiento en la ejecución del proyecto: *“Control y combate Fitosanitario del Quema Quema en el Valle Central de Tarija” 2da Fase, las Gobernaciones Seccionales por constituirse en las entidades responsables de la ejecución del proyecto, Las alcaldías municipales y como también las autoridades cantónales y comunales, para que este proyecto sea fortificado y sostenible.*

Las autoridades provinciales, municipales, comunales u otras entidades legalmente constituidas contribuirán a tomar decisiones conformando los equipos de consulta y asesoramiento creados al efecto por la autoridad de la zona.

### **1.3.3. Dirección de Biodiversidad**

Un aspecto altamente importante para la implementación del presente estudio, ha sido la coordinación intra e interinstitucional. La naturaleza del contrato, establece nexos frecuentes de información, a fin de mantener informada a la Dirección como, a los Técnicos asignados al Proyecto Control Fitosanitario del Quema Quema.

La coordinación con las Sub-Gobernaciones de las cuatro Provincias involucradas, fue clave para efectuar las visitas a diversos lugares, fruto de las cuales se consiguió implementar las parcelas de investigación correspondientes.

Por otro lado, el estudiante efectuará visitas a distintas comunidades con la finalidad de observar la presencia de la plaga *Tolyte incerta (Dognin)*, y tomar acciones conjuntas para erradicar la plaga de nuestro departamento.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo general

Describir el ciclo biológico del "Quema – Quema" *Tolyte incerta* (**Dognin**), según su tiempo de duración de todo su ciclo, determinando su longitud, tamaño, forma y sobrevivencia en la comunidad de Churquis del Valle Central de Tarija.

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Establecer el tiempo de duración de cada ciclo, longitud y probabilidad de supervivencia de cada uno de los estadios de desarrollo del "Quema – Quema" *Tolyte incerta* (**Dognin**), tanto en laboratorio de fitopatología de la UAJMS como en el campo (comunidad de Churquis del Valle Central de Tarija).
- Describir las características fenotípicas del "Quema – Quema" *Tolyte incerta* (**Dognin**), a través de la observación y descripción de cada estadio de su ciclo biológico.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Características del orden lepidóptera

Los adultos se caracterizan por tener 4 alas membranosas cubiertas por escamas. Su cuerpo por lo general también está cubierto por escamas y vellosidades. En granos y productos almacenados, la larva es el causante del daño. (Moreira y Maldonado, 1986). Las piezas bucales de los adultos están reducidas; en las mayorías de las formas sólo las maxilas están bien desarrolladas. (Ross, 1982). Según Andrés y Caballero (1995), el hábito de importancia del orden lepidóptera radican en que los gusanos son fitófagos y mucho más de suma importancia agrícola, siendo masticadores de follaje, barrenadores, minadores, cortadores, tejedores y algunos pocos forman agallas. Según Moreira y Maldonado (1986), las larvas de granos y productos almacenados se diferencian fácilmente de las larvas de otros insectos, porque tienen falsas patas en los segmentos abdominales 3, 4, 5, 6 y 10. Cuando la larva está completamente desarrollada generalmente busca un lugar protegido donde empupar, siendo en este momento cuando es más fácil de detectar. Las pupas o crisálidas normalmente forman capullos. La duración de su ciclo biológico depende de la temperatura; para algunas especies que viven en el campo puede ser de una a dos generaciones en el año. Para las especies que se desarrollan en granos y productos almacenados, puede ser una generación por mes, si las condiciones de temperaturas y humedad relativa son apropiadas. Muchas especies son diurnas, otras en cambio son crepusculares o nocturnas, es un grupo de amplia distribución en el mundo y algunas especies son cosmopolitas. (Padilla y Márquez, 1982).

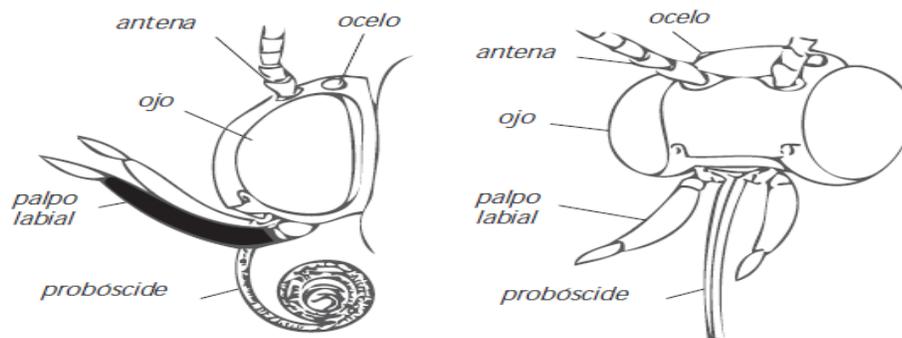
##### 2.1.1. Morfología externa orden lepidóptera

**Cabeza:** Bien desarrollada y globosa. Por ser buenos voladores poseen un par de ojos compuestos grandes, con numerosos omatidios (hasta 27.000), un par de ocelos o sin ellos. Cuando éstos existen, se sitúan sobre y entre los ojos compuestos. **Según Figura 1**

**Antenas:** Se ubican entre los ojos compuestos, son muy variables en cuanto a tamaño y estructura, con un elevado número de artejos.

En las mariposas de hábitos nocturnos las antenas poseen distintas formas, ya sea filiformes, pectinadas, bipectinadas y plumosas. En las mariposas diurnas, las antenas son de tipo clavada o capitada, únicamente. En ciertos casos, existe un marcado dimorfismo sexual ya que las hembras poseen antenas tipo filiformes y los machos bipectinadas. El frontoclípeo es una estructura resultante de la fusión entre la frente y el clípeo.

**Aparato bucal:** Con excepción del suborden Homoneura, que poseen mandíbulas muy primitivas, y que no existen en el Hemisferio Sur, en el resto es de tipo chupador o en sifón, compuesto por una estructura muy especializada llamada probóscide o trompa enrollada y un par de palpos labiales trisegmentados. La espiritrompa consiste en un largo tubo membranoso, anillado, resultante de dos medios tubos adosados (galeas de cada maxila) que dejan un canal interno por el cual se absorben los líquidos.



**Figura 1. Tagma cefálico. a) Vista lateral. b) Vista frontal. (de Snodgrass, 1935)**

Cuando las mariposas no se alimentan se encuentra enrollada en espiral debajo de la cabeza y parcialmente cubierta por los palpos. Cuando se alimenta, extiende la espiritrompa por presión de la hemolinfa alcanzando muchas veces una considerable longitud. Los líquidos azucarados son succionados por la bomba faríngea e impulsados hacia el interior por contracción. Otras piezas bucales se encuentran ausentes o atrofiadas. En general la espiritrompa de los adultos no es dañina o nociva,

ya que se alimentan de néctares y mielatos, pero si lo es el aparato bucal de las formas jóvenes (larvas) que es de tipo masticador, siendo muy voraces y activas.

**Tórax:** Se encuentra cubierto por pelos, al igual que el resto del cuerpo. De los tres segmentos torácicos, el mesotórax se presenta siempre más desarrollado. En general el protórax es el de menor tamaño, reducido con frecuencia a un pequeño anillo; en el mesotórax en ciertos grupos se encuentra un órgano auditivo, el tímpano.

**Patas:** En cada segmento del tórax se inserta un par de patas delgadas, frágiles, de tipo cursor o ambulatorio; en algunas especies el primer par de patas puede estar atrofiado o ausente, excepcionalmente hay especies ápodas como la hembra del bicho de cesto o canasto. Los tarsos poseen cinco segmentos, la última porta un par de uñas. Las tibias del primer y segundo par de patas pueden estar provistas de espolones o epífisis.

**Alas:** Poseen dos pares de alas de consistencia membranosas cubiertas dorsal y ventralmente por escamas, las cuales son originadas por células hipodérmicas evaginadas y achatadas. Las escamas son incoloras y debido a su forma y posición con respecto a la luz, refractarán el color estructural. Habitualmente el primer par de alas es más desarrollado que el segundo, la forma puede variar en las diversas especies, en ocasiones pueden estar ausentes o atrofiadas. La nerviación alar es de gran importancia para la sistemática del orden. Se observa una tendencia a la disminución de la nerviación alar en los lepidópteros más evolucionados. Durante el vuelo las alas de cada lado del cuerpo se mueven coordinadamente, gracias a un sistema de acoplamiento, que varía según los casos. En ciertos grupos de lepidópteros primitivos (Homoneura) poseen un lóbulo o jugulum que emerge del borde interno del primer par de alas y se adosa al reborde o solapa llamado humuli del segundo par. Sin embargo, en la mayoría (división Heterocera) el acoplamiento alar está constituido por una o varias cerdas arqueadas en la zona interna del segundo par, el frenulum que se inserta en el retinaculum, formado por un conjunto o mechón de cerdas que se encuentra en la región posterior del primer par. En las mariposas diurnas (División Ropalocera) el acople es de tipo amplexiforme, donde cierta área

del ala posterior se expande adosándose con el ala anterior. Dado por la yuxtaposición de bordes posteriores y anteriores del 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup> par respectivamente.

**Abdomen:** Es de aspecto cilíndrico o cónico, formado por 10 urómeros, los dos últimos se encuentran modificados como consecuencia de la genitalia. En general, las hembras sin ovipositor expuesto, poseen en el extremo un mechón de pelos relacionados con glándulas que secretan sustancias volátiles (feromonas sexuales) que tienen por función asegurar el apareamiento intraespecífico. Ubicado en ambos lados del metatórax o en la base del abdomen, existe en muchos lepidópteros un órgano complejo que es el tímpano, por el cual perciben sonidos de alta frecuencia. (Urretabizkaya, N 2010).

### **2.1.2. Morfología interna orden lepidóptera**

En la anatomía interna podemos mencionar: el aparato digestivo que comprende desde la probóscide, faringe, esófago, buche, intestino anterior, estomago, intestino posterior y recto. Pero también están comprendidas las glándulas salivales y los tubos de Malpighi. El sistema nervioso en la mayor parte se encuentran 8 ostios, la aorta y una cámara pulsátil; los órganos reproductores masculinos con los testículos, vasos deferentes, vesículas seminales, glándulas accesorias, conducto eyaculador y bulbo eyaculador; los órganos reproductores femeninos constituidos por los ovarios, puede existir una sola apertura cloacal o tener una abertura anal y dos poros genitales adyacentes (copulatorios, oviporales), el conducto cloacal y en la parte terminal del abdomen forma un oviscapto, puede haber un conducto espermático especial o surco superficial, además del receptáculo seminal, la glándula colateral; finalmente está el sistema traqueal que se comunica al exterior mediante 9 pares de espiráculos, dos torácicos y los restantes abdominales. Presentan, generalmente caracteres sexuales secundarios que diferencian los sexos y son: tamaño, las hembras en general más grandes que los machos, y sus colores y antenas son menos vistosas y ornamentadas. (Urretabizkaya, N 2010).

## 2.2. Características biológicas

**Reproducción:** En general es de tipo sexual, pero pueden existir casos de partenogénesis. En ocasiones los machos no poseen aparato bucal funcional por lo que su única función es la de participar en la reproducción.

**Multiplicación:** Son ovíparos, pudiendo existir especies vivíparas. Oviponen decenas a miles (40 a 4.500) de huevos, según la especie.

**Metamorfosis:** Son Holometábolos, de metamorfosis completa, su ciclo es HUEVO – LARVA – PUPA – ADULTO. (Urretabizkaya, N 2010).

**Huevo:** Son pequeños, no mayores a 1 milímetro, de diferentes formas como las esféricas, hemisféricas, lenticulares, ovoides o fusiformes. Frecuentemente de color amarillento o verdoso claro, que se va oscureciendo al aproximarse la eclosión. Habitualmente las posturas son epifíticas, la mayoría de las hembras colocan los huevos sobre hojas, brotes, tallos, flores y frutos, en forma aislada o en grupos, que pegan con sustancias coletéricas en el momento de la oviposición y que en contacto con el aire solidifican. En ciertas especies la hembra ovipone en ootecas cubiertas por pelos de su abdomen, como en el caso del “bicho quemador chico (*Hylesia nigricans*)”, en la isoca milita tardía (*Spodoptera frugiperda*) lo hace de la misma forma, pero con desoves agrupados. El corion a veces es fino y delicado, pero en general está fuertemente esclerosado mediante esculturas denominadas costillas.

**Larva:** Son polípodas típicamente eruciformes con 2 a 5 pares de patas falsas o abdominales y tres pares de patas torácicas o verdaderas; son cilíndricas, robustas, con la cabeza bien desarrollada, un par de antenas cortas, con 4 a 6 ocelos a cada lado. La cápsula cefálica presenta en su parte anterior, una estructura triangular denominada frontoclipeo, las antenas son cortas, trisegmentadas y se encuentran en la porción inferior de la cabeza, por detrás y a cada lado de las mismas, se disponen en forma semicircular los ocelos, en número de seis, pudiendo ser menos o incluso estar ausentes. El aparato bucal posee mandíbulas y maxilas desarrolladas, el labio posee

una estructura distal denominada spinneret, que es el órgano hilador de la seda.

### **Según Figura 2**

El estado larval se caracteriza por ser muy voraz, ya que, durante esta etapa, crece, se desarrolla y almacena nutrientes para luego poder transformarse en adulto, previo estado de reposo llamado pupa. La mayoría de las especies poseen de 4 a 6 estadios siendo los dos últimos los más perjudiciales por el volumen del vegetal ingerido. En general poseen 5 estadios larvales hasta alcanzar el estado de pupa.



**Figura 2. Larva polípoda, eruciforme.**

El cuerpo está formado por 13 segmentos, los tres anteriores, poseen cada uno, un par de patas torácicas o verdaderas, se encuentran formadas por cinco segmentos, el último termina en una única uña. Habitualmente el primer segmento torácico se presenta esclerosado dorsalmente, conformando el escudo protorácico. En general, cinco de los diez segmentos abdominales (3, 4, 5, 6 y 10), presentan estructuras carnosas adaptadas para la locomoción, denominadas patas falsas o espuripedios, pudiendo estar ausentes o ser vestigiales, como ocurre en ciertas larvas minadoras de hojas; excepcionalmente pueden tener 8 pares de patas falsas (Micropterygidae). Presentan el cuerpo sin pelos, glabros; con pelos simples o ramificados, éstos últimos son urticantes ya que liberan sustancias que provocan dermatitis.

Un par de espiráculos respiratorios se disponen en cada segmento del cuerpo, en la porción lateral del mismo. El número total de estadios normalmente es el mismo para cada especie. Sin embargo, diversos factores (genéticos, alimenticios, y climáticos, como temperatura, fotoperíodo y humedad) pueden llevar a su variabilidad.

**Pupa:** En general luego de 5 mudas y hacia el final del desarrollo larval, ésta deja de alimentarse, disminuye su movilidad y busca un lugar apropiado para empupar.

Algunos autores denominan precrisálida al período comprendido desde el momento que el insecto inicia la construcción del capullo hasta la formación de la pupa. El lugar de pupación dependerá de la especie, pudiendo desarrollarse dentro de un capullo sedoso (encapulladas), en el que incorporan restos vegetales; en camaritas de barro en el suelo; protegidas por hojas envueltas o bien sin ninguna protección.

**Según Figura 3**



**Figura 3. Pupas obtectas o crisálidas.**

Vulgarmente se las conoce como crisálidas, técnicamente son de tipo obtecta, ya que los esbozos de patas, alas y otros apéndices, se encuentran cubiertos por el tegumento, quedando así fuertemente adheridos al cuerpo en toda su extensión. Los segmentos abdominales IV, V, y VI conservan sus movimientos. En el extremo caudal, del X segmento abdominal se encuentra el cremáster, órgano de fijación, en forma de espina puntiaguda o de ganchitos, agrupados o esparcidos irregularmente por la superficie del segmento. Puede estar ausente en algunas familias. Según la posición en que se fijan al sustrato se clasifican en: succintas y suspensas. Con respecto a la resistencia invernal, en general transcurren al estado de pupa (en el suelo, en camaritas de barro, troncos, etc.); algunas en forma de huevo, por ejemplo, el “bicho de cesto” (*Oiketicus platensis*) o también al estado de larva invernante como el “gusano del brote del duraznero” (*Grapholita molesta*) y el “gusano de la pera y la manzana” (*Cydia pomonella*). Terminado el estado pupal, el adulto emerge mediante incisiones provocadas por la presión de su cuerpo, en la parte dorsal de la envoltura pupal. Al inicio del proceso emerge la porción cefálica y posteriormente el resto del

cuerpo. En horas, las alas se despliegan por la presión que ejerce la hemolinfa, endureciendo el tegumento y fijándose los colores definitivos.

Los lepidópteros pueden presentar varias generaciones anuales (especies multivoltinas), o bien una única generación anual (especies univoltinas). Por otra parte, la diapausa, es decir el período de interrupción del crecimiento del insecto, en lepidópteros puede ocurrir durante los estados de: huevo, larva y pupa. Esta diapausa puede ser obligatoria o facultativa. Es obligatoria cuando existe independencia con estímulos externos y se encuentra generalmente en especies univoltinas, mientras que la diapausa facultativa también llamada quiescencia, es propia de los insectos bivoltinos o multivoltinos y está influenciada directamente por estímulos externos. (Urretabizkaya, N 2010).

### **2.2.1. Metamorfosis de los lepidópteros**

Los lepidópteros presentan una metamorfosis del tipo holometabolía (metamorfosis completa), el número de periodos entre mudas y la duración de la vida larvaria son casi constantes.

La hembra adulta coloca los huevos en lugares protegidos y tomando en cuenta la disponibilidad de alimento para la larva, el periodo de huevo de una especie varía en general por las condiciones climáticas. Al inicio del periodo larvario el ataque aún no es perceptible, las larvas según el tipo de protección que hallan pueden clasificarse en tres grupos:

1. Ocultación que son aquellas que excavan en las hojas o se enrollan en ellas, construyen galerías de seda o cosen hojas;
2. Similitud cuando las larvas se asemejan al medio en el que viven, y el fenómeno probablemente este inducido por la presencia de clorofila en las plantas de nutrición, cuyos derivados son empleados en la coloración de las larvas;
3. Coloración de advertencia en las que los colores y dibujos llaman fácilmente la atención, pero son desagradables para los vertebrados insectívoros.

El número de ecdisis en el periodo larvario oscila mucho entre especies. El cambio de larva a pupa se hace evidente en primera medida por el cese en la alimentación, se elimina el contenido del tracto digestivo y la piel de la larva pierde buena parte de su coloración característica, haciéndose más oscura y arrugada, el cuerpo adquiere un aspecto contraído y distendido, la epidermis segrega una capa fresca por debajo de la antigua cutícula y la ecdisis se ve muy favorecida por la secreción de las glándulas exuviales que gradualmente separa las dos capas. La dehiscencia tiene lugar mediante una fractura irregular, la pupa raramente emerge del capullo y normalmente existe un cremáster. Una vez cumplida la función reproductora del imago, los huevos son colocados para dar origen al inicio de un nuevo ciclo. (Zaharadnik y Chvala, 1090).

### **2.3. Importancia económica de los lepidópteros**

Son de gran importancia económica por atacar cultivos agrícolas y forestales, siendo en algunos casos verdaderas catástrofes los daños causados por las larvas al devorar las plantas. Por esto es importante tener presente que una plaga de insectos es controlada con mayor éxito y menor costo cuando se detecta en su estado de desarrollo incipiente.

En el campo agrícola se han logrado establecer parámetros, que permitan juzgar si el riesgo del ataque amerita el combate, que son el nivel económico de daño y umbral económico, para unas pocas especies, pero su aplicación no es sencilla. En el campo forestal la situación se complica aún más, debido a los extensos turnos de corta o cosecha, que prácticamente impiden su aplicación. La importancia de una plaga o una enfermedad depende de la parte del árbol que ataque.

La importancia de los lepidópteros no se reduce a las pérdidas que causa el ataque de sus larvas, sino que también una importancia positiva indirecta por la polinización de las flores o directamente como en el caso de *Bombyx mori* (gusano de seda). (Zaharadnik y Chvala, 1090).

### 2.3.1. Daños y hábitos alimenticios de las principales especies de lepidópteros

La mayor parte de las especies perjudiciales devoran el follaje y los brotes de los árboles y cosechas; un número menor anida en los tallos o ataca partes subterráneas y muchas especies son dañinas para el maderamen; en otras atacan productos manufacturados como alfombras, prendas de vestir, etc., mientras que algunas destruyen géneros almacenados como granos, harina, etc. También hay especies que viven en nidos de abejas destruyendo y ensuciando los panales. (Richards y Davies, 1984)

En entomología forestal el procedimiento a seguir frente a un problema es el siguiente:

**Detección**  $\Rightarrow$  **Identificación**  $\Rightarrow$  **Evaluación de riesgo posible**  $\Rightarrow$   
**Estimación del daño**  $\Rightarrow$  **Análisis de poblaciones**

Según Graham (1963), para una correcta decisión debe hacerse una “evaluación biológica” del problema, que comprende dos diferentes factores: uno referente a la población de insectos y otro en cuanto a la susceptibilidad de los árboles y rodales de ser seriamente dañados. (Rodríguez L., 1990).

Si se desea evaluar el daño, es preciso definir umbrales o niveles de acción que son las densidades de organismos dañinos o los niveles de daños causados, al alcanzar los cuales se decide emprender el combate. Para esto se deben tomar en cuenta: edad del árbol, parte atacada, frecuencia o incidencia y severidad o intensidad del daño:

- a. La edad de la planta en el momento del ataque es muy importante, sobre todo porque tiene relación con la inversión realizada hasta ese momento.
- b. El daño en el follaje puede causar la muerte en plántulas o árboles muy jóvenes, pero no en árboles en desarrollo; a éstos les afecta el crecimiento longitudinal y radial, pero por lo general disponen de reservas de energía y de minerales que les permiten recuperarse. El daño en los brotes puede dar origen a un retardo en el crecimiento, a deformaciones en el fuste e incluso a la muerte del árbol.

- c. La frecuencia o incidencia de un daño se refiere al número de unidades de muestreo afectadas (árboles, ramas, hojas, frutos, semillas, etc.), y se expresa como un porcentaje en relación con el total de unidades evaluadas.
- d. La severidad o intensidad del daño se refiere a la magnitud del mismo en cada unidad evaluada, se puede expresar porcentualmente o mediante algún índice arbitrario para lo cual se puede elaborar una escala de categorías de daño comprendidas entre “unidad sana” y “unidad muerta”. (CATIE, 1991)

Los insectos defoliadores siendo también plagas primarias pueden matar o no al árbol, por lo que pueden seguirse varios procedimientos en la estimación de los daños; en áreas muertas se puede obtener el porcentaje árboles muertos en relación a las existentes; en áreas plagadas, pero no muertas se puede estimar el porcentaje de defoliación de los árboles o establecer grados de defoliación: ligera, media, grave y total.

La pérdida del crecimiento radial de los árboles defoliados se puede medir por comparación de los anillos de crecimiento de árboles defoliados y no defoliados y la pérdida de crecimiento en altura también es susceptible de medirse por comparación de la longitud de los entrenudos.

La estimación de los daños a las yemas y cogollos puede hacerse con base en el número de estos afectados o por el porcentaje de árboles dañados.

Existen además otros tipos de daños indirectos al bosque como consecuencia de la muerte de los árboles, que son difíciles de medir porque consisten en cambios ecológicos del hábitat, principalmente del suelo del bosque, cuando queda expuesto a los agentes meteorológicos que lo erosionan. (Rodríguez L., 1990).

Las poblaciones de insectos forestales llegan a causar daño (las que alcanzan el umbral de daño económico), por tres razones básicas:

1. El hecho de establecer bosques cambia el medio ambiente y esta situación causa el desarrollo de plagas y enfermedades (monocultivos y/o introducción de especies exóticas).

2. Se introducen los problemas a través de barreras naturales (Introducción de organismos dañinos a zonas geográficas en las que no hay enemigos naturales)
3. El valor decrece y como consecuencia baja el umbral de “pérdida económica permisible”, pero cuando hay una plaga y/o enfermedad latente hay la posibilidad de que causen daño económico al bosque. (El control solamente se justifica cuando el valor de los productos protegidos es superior al costo del tratamiento).

Las especies menos dañadas son las que tienen poblaciones latentes. Las que causan daño de manera predecible son las que tienen poblaciones cíclicas. Las que ocasionan daño algunas veces tienen poblaciones esporádicas y; las especies cuyas poblaciones son siempre a un nivel que producen perjuicios se las denominan como poblaciones crónicas.

En general las técnicas para evaluar daños no varían mucho respecto a lo establecido para la observación directa en plantas y dependen del tipo de daño y del crecimiento de la planta. Existen estimadores generales, cuando los daños son evidentes y de gran magnitud y se puede estimar mediante porcentajes, los estimadores por muestreo, que se hace mediante la toma de muestras a ser observadas en campo o laboratorio, para la evaluación de daños en el campo, se puede considerar:

- Presencia o ausencia sin considerar la intensidad del daño, y se pueden expresar en proporciones.
- Presencia o ausencia de daños, pero considerando la intensidad de los mismos.

### **2.3.2. Distribución del daño**

Por lo general, hay una distribución heterogénea del daño y de sus agentes causales dentro de un mismo árbol. Es decir, un agente que afecte el follaje puede concentrar su ataque en la periferia o en el centro de la copa, así como uno que afecte el fuste puede atacar preferentemente a ciertas alturas, así también la distribución especial dentro de la zona no suele ser uniforme, sino de tipo agregado o “contagioso” dando

origen a “focos” de plagas y enfermedades. Esta distribución obedece a varios factores ambientales que afectan a los árboles, tales como variaciones locales en la topografía, el efecto del viento, la humedad relativa, la fertilidad y el drenaje del terreno, así como a algunos hábitos de los insectos (preferencia por ciertos microclimas, movilidad, comportamiento de grupo, distribución de los huevos, etc.).

Es necesario conocer bien las capacidades de aumento características de los insectos dañinos y entender las resistencias ambientales que evitan estos incrementos proporcionales. (CATIE, 1991).

Antes de decir cuál será la abundancia futura de una especie, se debe considerar:

1. La habilidad de una especie para aumentar en ausencia de controles ambientales.
2. El valor del total de las resistencias ambientales que evitan el aumento teórico.

Estas dos fuerzas se llaman Potencial Reproductivo y Resistencia Ambiental.

### **2.3.3. Potencial reproductivo**

El potencial reproductivo depende de:

#### **a) La habilidad para multiplicarse que depende de:**

1. La fecundidad del insecto que es la habilidad de producir progenie, varía entre las especies, pero generalmente es alta, pudiendo la hembra colocar desde unos pocos a varios miles de huevos, dándose casos especiales de poliembrionia en algunas avispas parasitas.
2. El periodo de desarrollo, muchos insectos se desarrollan completando su ciclo en más de 20 años mientras que otro apenas algunos días.

#### **b) La proporción Sexual que tiene que ver con los hábitos de reproducción sexual o partenogenética como en algunos homópteros.**

##### **• Uso del Factor Sexual**

1. Si los sexos ocurren en igual proporción, el factor sexual es 0,5.
2. Si la especie es totalmente partenogenética, no hay macho, el factor sexual sería 1,0. (Gara, Donoso, 1980).

- **Cálculo del potencial Reproductivo**

Poblaciones de varias especies de insectos forestales afectan la tasa de crecimiento del bosque y consecuentemente de madera, según la densidad de las plagas. Naturalmente esta densidad está basada en el Potencial de crecimiento (**P**) de la especie de insecto. **P** depende de:

La Fecundidad (**F**) de la especie se expresa en número de huevos/hembra; La Proporción Sexual (**S**) se obtiene dividiendo el número de hembras por la población total de machos y hembras adultos, y; El Número de generaciones (**n**) por año de la población se obtiene sumando el número de generaciones sucesivas durante un año. Entonces  $P = Z^n$  donde **Z** es igual a  $F * S$ . (Gara, Donoso, 1980).

#### 2.3.4. Resistencia ambiental

Es la suma de todos los factores ambientales que reducen el incremento proporcional de un organismo. Estos pertenecen a 4 grupos:

##### I. Factores Físicos

###### A. Temperatura

Cada especie tiene un rango definido donde puede vivir:

$$\begin{aligned} &<= \text{Muerte} \quad \Leftrightarrow \text{Actividad} \quad \Leftrightarrow \text{Muerte} \quad \Rightarrow \\ &<= \text{Hibernación} \quad \Rightarrow \text{Estivación} \\ &(-) <= \text{Temperatura} \quad \Rightarrow (+) \end{aligned}$$

La temperatura óptima para muchas especies es de 26 °C. La mortalidad empieza con temperaturas inferiores a los 0 °C y superiores a los 48 °C respectivamente.

La temperatura afecta a la distribución y a la rapidez del desarrollo. Si se conocen las condiciones de una localidad, se puede saber cuáles son las condiciones al mismo tiempo en otra localidad. Cualquier fenómeno biológico de la vegetación, está correlacionado con la latitud, longitud y altitud.

De aquí se desprende la ley Hopkins: “La variación en tiempo de cualquier evento, que ocurre en primavera, es 4 días, más tarde por cada grado de altitud Norte, o 5

grados de longitud Este, o por cada 400 pies (132 metros) de aumento de la latitud". (Gara, Donoso, 1980).

### **B. Luz**

Las reacciones no son muy diferentes a las de la temperatura. Los insectos usan un número de horas luz como señal de inicio y termino de diapausa, fenómeno denominado fotoperiodismo.

### **C. Humedad**

La efectividad de la temperatura para estimular o retardar el desarrollo de insectos forestales está influenciada por la humedad ambiental, la humedad del hospedero también influye en el bienestar del insecto forestal.

### **D. Viento**

Influye en el comportamiento de selección de hospederos de todos los insectos forestales en la dispersión y la concentración.

La dispersión significa el desplazamiento de la población por las siguientes razones:

1. Encontrar nuevas fuentes de alimentación.
2. Evitar la competencia, y lo más importante.
3. La mezcla del acervo genético.

La concentración se da como una segunda etapa e involucra una cadena de señales y respuestas entre el hospedero y los insectos.

### **E. Clima**

Las condiciones atmosféricas varían mucho de un día a otro, de localidad en localidad de estación en estación, lo que influye en la distribución y supervivencia de los insectos forestales. (Gara, Donoso, 1980).

## **II. Factores Nutritivos**

### **A. Cantidad de alimento**

Como regla general, si los individuos de una especie arbórea son muy numerosos, los enemigos son mucho más abundantes. De ahí se deriva el problema, con bosques puros o con plantaciones de una sola especie.

### **B. Tipo y calidad de alimento**

No todos tienen los mismos requisitos de alimento, algunas hojas tiernas y otros, solos madera.

### **C. Selección del huésped**

Si un insecto ataca a un solo huésped o ataca a muchas especies, es este caso, según la ley de Hopkins, hay una tendencia fuerte a depositar los huevos sobre el mismo huésped del cual emergió.

## **III. Factores Fisiológicos de las Plantas**

Los árboles poseen ciertas características, las que pueden reducir o impedir el ataque de insectos. Los principios de resistencia pueden ser individuos en tres grupos:

Preferencia – no preferencia (puede estar relacionada con una señal olfatoria); Tolerancia (p. ej. Si se desarrollan los árboles en un buen sitio, el ataque no afecta mucho, o si la densidad de la especie arbórea es baja en relación de la población total); Antibiosis (los árboles poseen sustancias químicas secundarias que le sirve de defensa). (Gara, Donoso, 1980).

## **IV. Factores Bióticos**

### **A. Competencia**

Siempre hay competencia por alimento, espacio y habitación. Pueden ser dos tipos:

1. **Intraespecífica:** entre individuos de una misma especie.
2. **Interespecífica:** entre especies diferentes.

Si la cantidad de alimento se reduce – la mortalidad aumenta, la cría biológica de la peste se retarda y la fecundación baja.

### **B. Parásitos y Predadores**

Los parásitos y predadores son importantes, pero sólo ayudan en la reducción y estabilización de poblaciones. Atacan todas las etapas de un insecto, desde huevo hasta adulto. Uno de los problemas en el control biológico es que, aunque ayudan a

rebajar una población alta de insectos, muchas veces ocurre demasiado tarde, después de haberse producido mucho daño. (Gara, Donoso, 1980).

### **2.3.5. Niveles de población**

Está determinado, en un momento dado, por la interacción entre el potencial de reproducción y la resistencia ambiental.

#### **1. Balance Biótico**

Aunque los insectos tienen un alto potencial de reproducción, la mayor parte del tiempo hay un equilibrio en la naturaleza. Esta condición de equilibrio se llama balance biótico, este no es constante, pero es una condición en donde, en promedio, el potencial de reproducción y la resistencia ambiental son iguales.

Si bien una población está regulada por los factores de mortalidad y por el potencial de reproducción, los insectos pueden compensar los factores de mortalidad a través de sus propios mecanismos de protección o defensa.

##### **A. Reproducción**

Los insectos tienen sistemas para asegurar este proceso; emanaciones de atrayentes sexuales o feromonas, colores para atraer el apareamiento, todas estas habilidades son para asegurar el mantenimiento del acervo genético amplio. En situación de plaga es común y siempre existe el peligro de apareamientos consanguíneos, un hecho que puede debilitar la población. (Gara, Onore, 1989).

##### **B. Cuidado de las larvas**

En muchos insectos sociales se tienen estrategias y comportamientos muy desarrollados para el cuidado de las crías. Otra medida es la ovoposición en lugares protegidos o el cubrir los huevos.

##### **C. Refugio**

El uso del refugio protege a los insectos del clima y también de sus enemigos. Otros ejemplos serían: el capullo que protege a la pupa de la sequedad, de los predadores y parásitos y el material ceroso con el que algunos áfidos cubren sus cuerpos.

#### **D. Autodefensa**

Algunos insectos han desarrollado órganos especializados para picar o morder, otros grupos tienen olores o sabores desagradables, el mimetismo también es una forma de autodefensa. (Gara, Onore, 1989).

#### **E. Migración**

Muchos insectos emigran en busca de alimento y mejores condiciones de vida.

#### **F. Tropismos**

Consiste en una orientación del insecto a algún estímulo físico o químico.

Los tropismos pueden ser:

- Tigmotropismo, respuesta al tacto
- Quimotropismo, respuesta a los olores
- Fototropismo, respuesta a la luz
- Heliotropismo, respuesta al sol

#### **2.4. Características de la familia lasiocampidae (lasiocámpidos)**

Son polillas de tamaño moderado a grande y muy escamosas, con cuerpos robustos y con el lóbulo humeral de las alas posteriores prominente. La probóscide está atrofiada, no hay ocelos y las antenas están bipectinadas en ambos sexos. Estos insectos gozan de una amplia distribución, con más de 1000 especies. Los huevos son lisos y ovales, mientras que las larvas son robustas, con una cobertura más o menos densa de pelos secundarios que oscurecen las sedas primitivas. Están a menudo orladas de flecos de pelos laterales dirigidos hacia abajo, y de penachos de pelos subdorsales o abultamientos dorsales en los segmentos anteriores, normalmente se presenta un capullo denso, más firme, de pelo y seda, donde se encuentra la pupa.

Las larvas varían en tamaño de 2,5 a 7,5 cm. Son de aspecto aterciopelado o lanudo, con abdómenes o cuerpos anchos. Las hembras depositan sus huevecillos en masas sobre las ramas de las plantas donde se alimentan las larvas, siendo estas de colores brillantes, con patas torácicas y falsas patas abdominales; estas larvas son de hábitos gregarios. Por lo general son muy peludas, y sus grandes pelos urticantes, que se

desprenden fácilmente, pueden provocar erupciones cutáneas en personas sensibles. La mayor parte de las 1300 especies de esta familia viven en América del Sur y son nocturnas. La identificación posterior, llegó a partir de los resultados de las muestras que fueron enviadas al Instituto Miguel Lillo de la ciudad de Tucumán – Argentina, donde fue identificada como *Tolyte incerta* (Dognin), luego de una detallada observación tanto como de los órganos internos. (Zaharadnik y Chvala, 1090).

Existe muy poco conocimiento de esta especie. Dentro del género *Tolyte*, Harward (1996), cita para Argentina cuatro especies: *T. guentheri* (Berg), *Tolyte incerta* (Dognin), *T. pauperata* (Burmeister) y *T. viuda* Schaus de las cuales solo se conoce la metamorfosis de *T. Pauperata*.

#### **2.4.1. Taxonomía de la especie en estudio**

Luego de la identificación de la especie, se detalla la taxonomía del insecto:

**Reino:** Animal

**Sub reino:** Metazoarios (no cordados)

**Phylum:** Artrópoda

**División:** Endopterygota (Holometábola)

**Clase:** Insecta

**Subclase:** Pterygota

**Orden:** Lepidóptera

**Sub orden:** Ditrysia (Heterocera)

**Familia:** Lasiocampidae

**Super familia:** Bombycoidea

**Género:** *Tolyte*

**Especie:** *incerta* (Dognin)

**Nombre común:** Quema – Quema, Rupa – Rupa, Bicho Quemador

## 2.5. Descripción biológica del insecto *Tolyte incerta* (Dognin)

**Los huevos** son colocados por las hembras luego de la copula, la que puede durar varias horas, dicha copula se realiza en lugares protegidos para lograr su objetivo.

Los huevos fértiles son colocados por las hembras en las plantas específicas, donde luego del periodo de desarrollo, las larvas que nazcan usaran como alimentación, pueden ser colocados en forma aislada (de a uno en distinta planta hospedadora) o en conjuntos (varias cantidades), sobre o debajo de la lámina foliar o en las rugosidades del tronco de la planta hospedadora, dando así algo de protección. Los huevos son esféricos y están revestidos por una envoltura resistente denominada corion, este es comido por la larva en el momento de su nacimiento, siendo este su primer alimento.

En el momento de la puesta los huevos son de color blanco o amarillento, a medida que transcurre el desarrollo de los huevos fértiles van cambiando de color tornándose más oscuros o volverse de vistosos colores en algunos casos; el tiempo de desarrollo es variable, ocurriendo de una estación a otra o en pocas semanas desde la puesta.

Una vez que estas ya han nacido comienza la **etapa de crecimiento y alimentación**, estas larvas son de formas variadas, con cuerpos cilíndricos, eruciformes, algunas con pigmentaciones muy llamativas, cubiertas de pelos o no, que pueden ser urticantes; en algunas especies las toxinas producidas pueden ocasionar la muerte a los seres humanos.

**Las larvas** apenas nacen tienen milímetros y para aumentar de tamaño deben desprenderse de su cutícula rígida, este proceso está ligado a cambios internos hormonales que le indican al organismo que debe cambiar, cuando esto ocurre, la larva cambia de comportamiento y busca un lugar seguro para mudar ya que es vulnerable frente a los depredadores, suspendiendo su alimentación y entrando en un periodo de reposo. En una secuencia de cinco a seis mudas se completa el desarrollo larvario, periodo en el cual se produce el desarrollo de los órganos internos de la larva.

Si bien los órganos son los mismos que el del adulto, las larvas almacenan gran cantidad de grasa y se produce el crecimiento del aparato reproductor. Cuando ésta han alcanzado su madurez suspenden la alimentación y buscan un lugar protegido que puede ser cercano a la planta hospedadora, para llevar a cabo su transformación al siguiente estado llamado **pupa o crisálida**; para darse protección algunas construyen un capullo que las envuelve completamente o bien se soportan con un hilo de seda y quedan suspendidas hasta lograr quedar inmóviles, en tanto en su interior comienzan los procesos de destrucción, sustitución y transformaciones de la organización larval hasta la forma **adulto**. (Zaharadnik y Chvala, 1090).

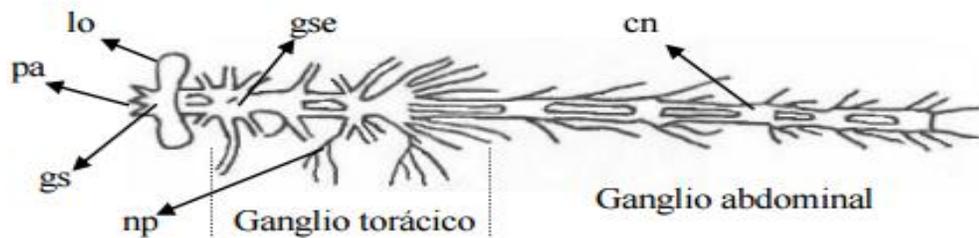
### **2.5.1. Descripción de la morfología interna del insecto del Quema Quema *Tolyte Incerta* (Dognin)**

#### **a) Sistema Nervioso**

El sistema nervioso consiste de un cerebro ubicado en la cabeza, arriba del esófago; un ganglio subesofágico conectado al cerebro y un cordón nervioso ventral que se extiende desde el ganglio subesofágico hasta la parte terminal del abdomen.

El cerebro consiste de tres pares de lóbulos: **protocerebro**, **deutocerebro** y **tritocerebro**. El primero inerva los ojos compuestos y ocelos, el segundo las antenas y el último el labro y los intestinos. El cordón nervioso es doble y contiene un par de ganglios por segmento; ocasionalmente los ganglios se fusionan y pueden existir menos ganglios que segmentos.

La acción de algunos insecticidas fosforados y carbamatos es a nivel del sistema nervioso, específicamente de la sinapsis; estos productos inhiben la acción de la colinesterasa, de tal forma que la transmisión de estímulos es continua, provocando la acumulación de acetilcolina, la que en grandes cantidades es tóxica, produciendo finalmente la muerte del insecto.

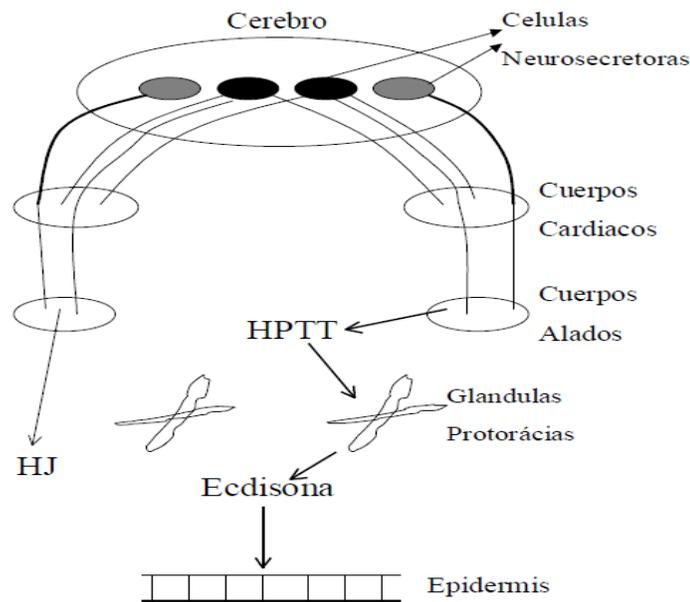


\*Sistema nervioso central: cn: cuerda nerval abdominal, gs: ganglio supra-esofágico, gse: ganglio sub-esofágico, lo: lóbulo óptico, pa: pedicelos de las antenas. (Zaharadnik y Chvala, 1090).

Con las hormonas producidas en el cuerpo celular de las neuronas las transportan los axones hasta las terminaciones nerviosas, donde quedan almacenadas en vesículas.

Ese transporte, según algunos autores, ocurriría a través de diminutos túbulos o los productos neurosecretores serían transportados por el propio flujo intra-axonal del citoplasma de esas células. Una vez en la terminación nerviosa, la hormona puede liberarse en la circulación o directamente en el tejido final. En este último caso, el proceso es semejante a aquel de la liberación de la acetilcolina en la sinapsis de las células nerviosas (GILBERT y GOODMAN, 1981).

Las células neurosecretoras del cerebro en respuesta a estímulos internos y del medio externo producen la **Hormona Pro Torácico Trópica (HPTT)** la cuál es almacenada en los cuerpos alados. Esta hormona es liberada de los cuerpos alados a la hemolinfa. Uno de los “blanco” de la HPTT es la glándula protorácica, la cual segrega la **ECDISONA** u **Hormona de la Muda (HM)** ya que estimula a las células epidérmicas a iniciar el proceso de muda. El otro “blanco” de la HPTT son los mismos CUERPOS ALADOS que segregan la **NEOTENINA** u **Hormona Juvenil (HJ)**.

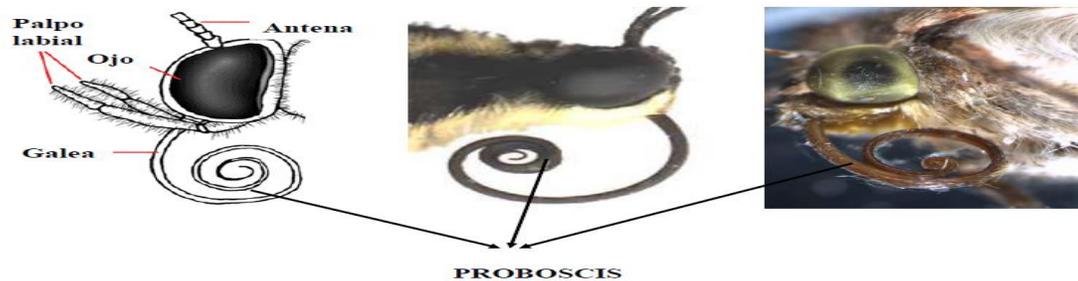


Mientras las **concentraciones** de **ecdisona** determinan si se producirá o no la muda, las **concentraciones** de **neotenina** determinan si los estados juveniles mudarán hacia otro juvenil o proseguirá con el desarrollo de los caracteres del adulto.

#### b) Aparato bucal

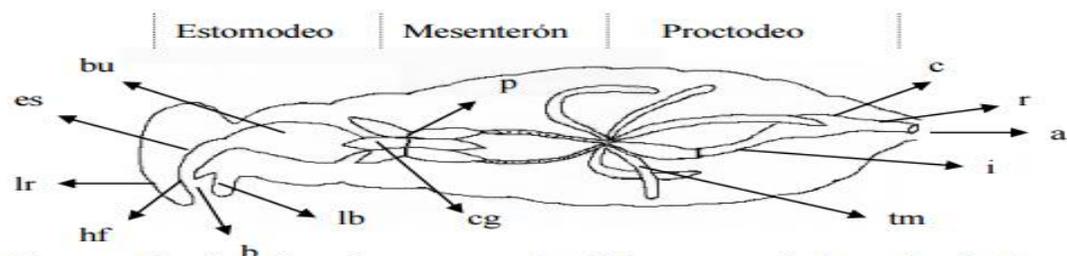
**Poseen un aparato bucal** de tipo chupador tipo sifón, constituido por la espirotrompa succionador, evolucionado del aparato masticador primitivo (en algunos casos como lo son en las especies nocturnas, con excepción, carecen de aparato bucal). Actualmente se observa un labio superior, las mandíbulas atrofiadas carecen de una función concreta, mientras que los lóbulos externos de las maxilas llamadas galeas están muy alargados, ahuecados en su interior y se adaptan perfectamente sobre el otro, de esa manera se constituye la estructura tubular denominada espirotrompa por donde son absorbidos el néctar y los líquidos nutritivos. (Zaharadnik y Chvala, 1090).

## APARATO BUCAL DE UN LEPIDOPTERO (TIPO SIFON)



### c) Aparato digestivo

El aparato digestivo de los insectos es un tubo, generalmente algo enrollado que se extiende desde la boca al ano. Se divide en tres regiones: el estomodeo, el mesenterón y el proctodeo. Algunas porciones están ensanchadas, sirviendo de almacenaje, por ejemplo el Buche. Separando estas regiones hay válvulas y esfínteres que regulan el paso del alimento de una a otra. Hay también una serie de glándulas que desembocan en el tubo digestivo y que ayudan a la digestión. (Zaharadnik y Chvala, 1090).



\*sistema digestivo:: a: ano, b: boca, bu: buche, c: colon, eg: ciegos gástricos, es: esófago, hf: hipofaringe, i: ileo, lb: labio, lr: labro, p: proventrículo, r: recto, tm: tubos de Malpighi.

### 2.5.2. Planta hospedera Churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.)

El churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.), es considerado como un árbol o arbusto espinoso de madera dura de 2 - 6 m de alto y diámetro de hasta 40 cm, si bien en condiciones favorables y sin intervención puede lograr alturas de 7 m y diámetros de más de 50 cm. Producto del continuo aprovechamiento al que ha sido sometida la

especie, principalmente para la obtención de leña y carbón, lo frecuente en la actualidad es encontrar individuos de hábito arbustivo, tipo renoval de monte bajo, densamente ramificado desde la base. (Susana B., 2012).

**El tronco** es tortuoso, de corteza gruesa, agrietada longitudinalmente, opaca y negruzca. Posee un potente y extendido sistema radicular, que lo hace apto para proteger terrenos expuestos a la erosión.

**La raíz** es pivotante y de rápido crecimiento inicial. Posee ramas gruesas, tortuosas estriadas, pardas; ramitas flexibles, nudosas, pubescentes. Espinas estipulaceas, germinadas horizontales, delgadas de tamaño muy variable, de 5 a 25mm de largo, color gris claro y oscuras hacia el ápice.

**Hojas** caducas compuestas bipinnadas, fasciculadas de 3 a 4 cm de largo, folíolos pares, enteros, oblongos de 1 a 2 mm de largo y 0,5 mm de ancho.

**Las flores** son muy perfumadas, hermafroditas, sésiles de 5 a 7 cm de largo, dispuesta en cabezuela denso de 1 a 2 cm de diámetro con cáliz rojizo y corola amarillenta, soldados en tubo con numerosos estambres.

**Su fruto**, es una vaina, gruesa, subleñosa, indehiscente, vaina subcilíndrica con extremo aguzado, de apariencia gruesa y oblonga de 3 a 10 cm de largo y hasta 2,5 cm de diámetro, de color castaño negruzco y alto componente en taninos.

**Las semillas** en número de 15-22 por cada fruto, son ovales, comprimidas, de 5 a 9 mm de largo, dispuestas en 4 hileras dentro de un tejido esponjoso. **Ver anexo 1**

### **TAXONOMÍA:**

**Reino:** Vegetal

**Phylum:** Telemophytae

**División:** Traqueóphytas

**Subdivisión:** Angiospermae

**Clase:** Dicotiledonae

**Subclase:** Archichlamydeae

**Orden:** Rosales

**Familia:** Leguminosae

**Sub familia:** Mimosoideae

**Género:** Acacia (Mol.) Hook.& Am.

**Especie:** caven

**Nombre común:** Churqui

### **2.5.3. Preferencia del Churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.), para la alimentación del *Tolyte incerta* (Dognin)**

El insecto del Quema Quema *Tolyte incerta* (Dognin), en su preferencia consumen esta planta para obtener sus nutrientes y proteínas, llegando almacenarlos para poder pasar a cada estadio desde larva a su etapa de adulto. Como también es primordial en la función de la ecdisona la cual promociona la muda; ya que, durante la actuación de esa hormona, hay un aumento de la síntesis proteica en las células de la epidermis. También se puede observar que la calidad de engrosamiento cromosómico se altera en relación con la ocurrencia de las ecdisis. Esto es, después de una ecdisis. Por ello, el mecanismo de acción de esa hormona debe estar relacionado con la activación de genes.

**Ecdisona → Activación de genes**

**específicos → RNAm → Síntesis proteica →**

**(?) → Activación de más genes**

Razón por la cual afecta el desarrollo de hojas, brotes o yemas foliares del churqui, como también afecta los procesos de fotosíntesis y respiración que en definitiva se traduce en pérdidas de crecimiento y desarrollo.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Descripción sistematizada del desarrollo del trabajo dirigido

En el marco del convenio de cooperación interinstitucional suscrito entre la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho y el Gobierno Autónomo Departamental de Tarija N° 07/2014, a objeto de contar con el apoyo de personal calificado para el desarrollo de actividades de áreas de apoyo administrativo, en casos que se determinen necesidades que puedan ser cubiertas a través de la admisión de universitarios o egresados.

La Dirección de Biodiversidad dependiente de la Secretaria de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Departamental de Tarija, para coadyuvar en el Proyecto de "Control Fitosanitario del Quema - Quema *Tolyte incerta (Dognin)*, en el Valle Central de Tarija, con un seguimiento al Ciclo Biológico del Bicho Quemador, a partir de las observaciones realizadas en campo, anotando la secuencia y tiempos de cambio de un estadio a otro, ocurridos durante el estudio, referentes a los estados de ovoposición, larva, pupa y estado adulto.

En el primer periodo se realizó un trabajo de pre-investigación en la zona objeto de estudio, que consiste en:

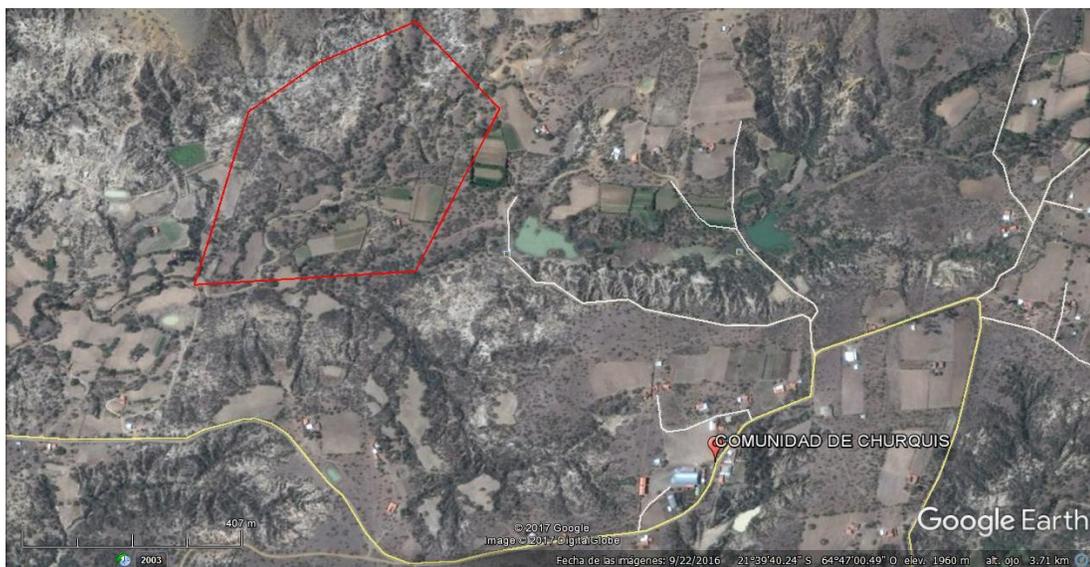
- **Muestreo preliminar:** fue para constatar la presencia de la plaga en la zona, constituyéndose en primer lugar en un recorrido por el cerramiento del área de estudio en la comunidad de Churquis del Valle Central de Tarija; llegando a realizar observaciones en los árboles de churqui presentes en esta zona, y registrando datos de presencia sobre la deposición de los huevos (cocones), afirmando de esa manera que la infestación de la plaga era de un grado elevado, motivo por el cual se continuo con las salidas y recopilación de información para de esa manera poder dar respuesta a cada objetivo planteado.

### 3.2. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la comunidad de Churquis perteneciente al Valle Central de Tarija, se encuentra a una distancia aproximada de 24.10 Km desde el centro de la ciudad desde la ciudad de Tarija.

Su ubicación geográfica se encuentra a: 22° 39' 38.05'' de latitud Sur; 64° 46' 58.69'' de longitud Oeste, con una elevación de 1957 m.s.n.m. **Según Figura 4**

**Figura 4 - Imagen satelital del área de estudio**



**Fuente: Imagen Satelital Google Earth**

#### 3.2.1. Clima: Temperaturas, precipitación

El clima que predomina durante la mayor parte del año es un clima templado o mesotérmico, sin embargo, durante el mes de julio la temperatura suele bajar a los 0°C llegando a disminuciones térmicas increíbles para la latitud y altitud.

La temperatura media anual es de 17.7°C, con una precipitación promedio de 556 mm.; hay una diferencia de 125 mm de precipitación entre los meses más secos y los más húmedos.

### **3.2.2. Suelos**

Los suelos en esta zona en general son superficiales con moderadas pendientes y bien desarrolladas y con proceso de erosión hídrica laminar, en consecuencia, con frecuentes afloramientos rocosos.

### **3.2.3. Vegetación**

El Valle Central de Tarija, se caracteriza por una formación de churquis (*Acacia caven*), asociada a otros árboles de baja altura como algarrobos en las partes bajas, arbustos y pastos. Fisionómicamente corresponde a un monte espinoso xerofítico con presencia de cactáceas de los géneros *Cereus* y *Opuntia*. El Mapa de Vegetación de Bolivia (Navarro et al, 2007), interpreta como un Bosque seco secundario meridional de Churqui: Serie preliminar de *Prosopis alpataco-Acacia caven*. Bosques bajos espinosos y abiertos, dominados por el Churqui tarijeño (*Acacia caven*), que actualmente constituyen la vegetación del nivel altitudinal basal del amplio valle o cuenca central de Tarija; aparentemente constituyen una vegetación secundaria permanente (disclímax) estabilizada por el uso humano intensivo de estos valles desde hace siglos, siendo difícil por estas razones deducir actualmente la vegetación original. Mesotropical inferior xérico seco. 1700 – 2200 m.<sup>1</sup>

## **3.3. Materiales, métodos y técnicas empleados en el trabajo dirigido**

### **3.3.1. Materiales**

#### **3.3.1.1. Materiales usados en Campo**

La fase de campo consistió en el seguimiento del ciclo biológico del insecto objeto de estudio “Quema Quema” en los cuales se emplearon los siguientes materiales:

- Tijera de podar
- Caja Petri
- Pinzas

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Vernier
- Regla
- Formularios

### 3.3.1.2. Materiales usados en laboratorio

La fase de laboratorio consistió en el seguimiento del ciclo biológico del insecto objeto de estudio “Quema Quema” en los cuales se emplearon los siguientes materiales:

- Lupa estereoscópica
- Jaula de madera y malla plástica milimétrica de color verde
- Cámara fotográfica
- Caja Petri
- Pinzas
- Vernier
- Regla
- Formularios
- Ramas de Churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.), para su alimentación de los individuos.

### 3.3.2. Método

#### 3.3.2.1. Propuesta metodológica del trabajo

El trabajo se divide en:

##### a) Fase de gabinete

Se realizó paralela a la fase de laboratorio para un mejor control de todo el ciclo de vida que abarca el insecto del “Quema Quema” *Tolyte incerta* (Dognin), que consta

de la recopilación de información básica, donde se obtuvo datos como la época que el insecto aparece en su fase larval, las partes de la planta en la que son más visibles, las especies más comúnmente atacadas en la zona de estudio. Por otra parte, se investigó sobre la duración aproximada del ciclo de vida del lepidóptero objeto de estudio.

Basados en esta información se planificó cada fase del trabajo.

#### **b) Fase de campo**

Se trabajó en la comparación de los individuos de *Tolyte incerta* (Dognin), desde huevos hasta adulto; llegando a observar y describir el tiempo que llevó su desarrollo de su ciclo los cambios que presentó de tamaño, color y forma tanto en campo y laboratorio y obtener resultados óptimos. Para ello se trabajó con:

- Planillas en donde se indicó el tamaño de los individuos (cm) durante todo su desarrollo de su ciclo biológico: Semanas-Meses, (días/calendario), en el que se terminó el ciclo de desarrollo.

#### **c) Fase de laboratorio**

Se desarrolló el seguimiento del ciclo biológico de *Tolyte incerta* (Dognin).

Los resultados que se obtuvieron de igual forma que en el campo fue el de observar y describir el tiempo que llevó su desarrollo de su ciclo los cambios que se presentaron en tamaño, color y forma en cada fase de estudio, datos que sirvieron para inferir en el comportamiento del insecto y así cumplir con los objetivos de este trabajo. Para ello se trabajó con:

- Planillas en donde se indicó el tiempo de trabajo que fue: Semanas-Meses (días/calendario), en el que se terminó el ciclo de desarrollo.
- Lupa estereoscópica para la descripción y mejor observación de los cambios que tuvo el individuo desde huevo hasta adulto.

### **3.3.3. Técnicas**

- a) **Diseño del estudio - Descriptiva con el método de Begon, Harper y Townsend (1999)**

**Factor de diseño:** Tiempo y crecimiento de cada estadio.

**Variable respuesta:** Tiempo de cada estadio, tamaño y características fenotípicas del "Quema – Quema" *Tolyte incerta* (Dognin), en cada estadio.

**Unidad de respuesta:** Número de días de duración y longitud (mm-cm).

**Unidad de muestreo:** Huevos del "Quema – Quema" *Tolyte incerta* (Dognin).

### 1) Control y registro del proceso en cada etapa del ciclo de vida

Se realizaron salidas de campo dos días por semana, en la zona de estudio de la comunidad de Churquis del Valle central de Tarija, en los que se buscaron estado inmaduro del Quema Quema *Tolyte incerta* (Dognin), en individuos de Churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.), donde se observó posturas y larvas de la especie. Además, se realizaron observaciones y anotaciones en campo y laboratorio del comportamiento de las larvas.

Del material colectado de cocones se anotó la fecha y sitio de colecta, y se observó la existencia de varios cocones y larvas en una misma planta, estos datos sirvieron para poder tener un criterio de incidencia y daño que llegó a presentar la zona de estudio; y en donde para larvas se anotó

- ✓ Estado de desarrollo.
- ✓ Ubicación de los cocones en la planta.
- ✓ Número de individuos encontrados por planta.

### 3.3.4. Supervivencia

Para el ciclo de vida de *Tolyte incerta* (Dognin), se realizó una tabla de supervivencia de cohortes siguiendo la metodología de Begon, Harper y Townsend (1999), para determinar la mortalidad en cada uno de los estadios.

De esa manera para determinar la mortalidad por estadio se construyó una tabla y curva de supervivencia con todos los individuos que fueron pasando de un estadio a otros.

A cada individuo en sus diferentes estadios se le tomó las siguientes mediciones con un vernier.

- **Larvas:** longitud mínima (al momento de nacer o de mudar), longitud máxima (días antes de la muda).
- **Pupas:** longitud y ancho.

Se realizó una descripción detallada de cada uno de los estadios, teniendo cuidado en anotar los cambios de color ya que una vez fijada la larva pierde su color original. Se tuvo un registro fotográfico de todos los estadios y una ilustración desde huevo, larva, pupa y el adulto.

## **2) Recolección de la información**

Para el registro de datos del ciclo de vida se utilizó una planilla, en la cual se marcó una equis si los individuos mostraban estar en el mismo estadio; para los adultos se anotó el tiempo de vida que tuvieron en cada estadio que pasaron. En las observaciones se registró datos de la presencia de exuvia.

### **3.4. Ciclo de vida**

Se realizaron salidas de campo dos días por semana desde el 14 de octubre de 2016 hasta el 17 de junio de 2017, en la comunidad de Churquis del Valle Central de Tarija, donde se habían observado anteriormente posturas y larvas de la especie. Además, se realizaron observaciones y anotaciones en campo del comportamiento de los adultos.

Se partió de 257 huevos pertenecientes a 3 cocones, para cada individuo se registró la duración de cada estadio, longitud inicial, longitud final y ancho de la cápsula cefálica para todas las larvas desde estadio uno a estadio seis, y ancho de la pupa; para determinar la mortalidad por estadio se construyó una tabla y curva de supervivencia con todos los individuos que fueron pasando de un estadio a otros.

A cada individuo en sus diferentes estadios se le tomaron las siguientes mediciones con un vernier y regla.

- **Huevos:** altura y diámetro.
- **Larvas:** longitud mínima (al momento de nacer o de mudar), longitud máxima (días antes de la muda) y ancho de la cápsula cefálica (de las pieles de las larvas).
- **Pupas:** longitud y ancho.
- **Adultos:** envergadura alar (longitud desde el punto de inserción del ala hasta el ápice del ala anterior).

Se registró la duración de tiempo en cada estadio, la duración de los huevos se tomó a partir de los huevos colectados en campo. Para algunas cocones se puede calcular el tiempo de ovoposición con un margen de error entre uno y dos días porque estas plantas se revisaron diariamente. También se registró el sexo de cada adulto y se observaron las diferencias morfológicas entre éstos.

Se realizó una descripción detallada de cada uno de los estadios, se tuvo especial cuidado en anotar los cambios de color ya que una vez fijada la larva pierde su color original. Se hizo registro fotográfico de todos los estadios y una ilustración del huevo, larva, pupa y el adulto.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Resultados de la fase de laboratorio - campo

Esta fase se inició a partir del 14 de octubre de 2016 hasta el 17 de junio de 2017, consiguiendo básicamente los objetivos planteados: Seguimiento del ciclo biológico y Descripción de las características fenotípicas del "Quema – Quema" *Tolyte incerta* (Dognin). Las diferencias existentes en las observaciones realizadas en campo y en laboratorio, se refieren a la duración de los diferentes estadios larvales, tamaño promedio en cada fase, etc. Estas diferencias se deben a las condiciones abióticas y a la disponibilidad de alimento tanto en cantidad como en calidad.

Para realizar una comparación entre las observaciones de campo y las de laboratorio, se realizó la observación en 10 árboles en campo, en los que se observaron restos de las mudas de piel para determinar el paso de un estadio a otro, generalmente las exuvias de los primeros estadios se quedan adheridas a la rama, mediante las secreciones de la larva y posteriormente a partir del 4º estadio, se puede observar en el suelo a poca distancia del lugar en el que se realizó la muda, cuando el 50% de los árboles observados para este fin mostraban señales de muda, se registró la duración de cada estadio, de igual forma se procedió en el estadio de crisálida y de adultos.

Existen diferencias entre los individuos observados en laboratorio y los de campo en especial en el tamaño de los mismos en cada estado del ciclo biológico.

#### 4.2. Resultados según la Propuesta metodológica del trabajo

##### c) Fase de pre campo o fase de gabinete

Se refleja los resultados obtenidos por cada estadio que presenta el insecto *Tolyte incerta* (Dognin), con resultados claros y verídicos.

##### d) Fase de campo

Muestra los resultados en la comparación de los individuos de *Tolyte incerta* (Dognin), desde huevos hasta adulto; pudiendo llegar a observar y describir el tiempo

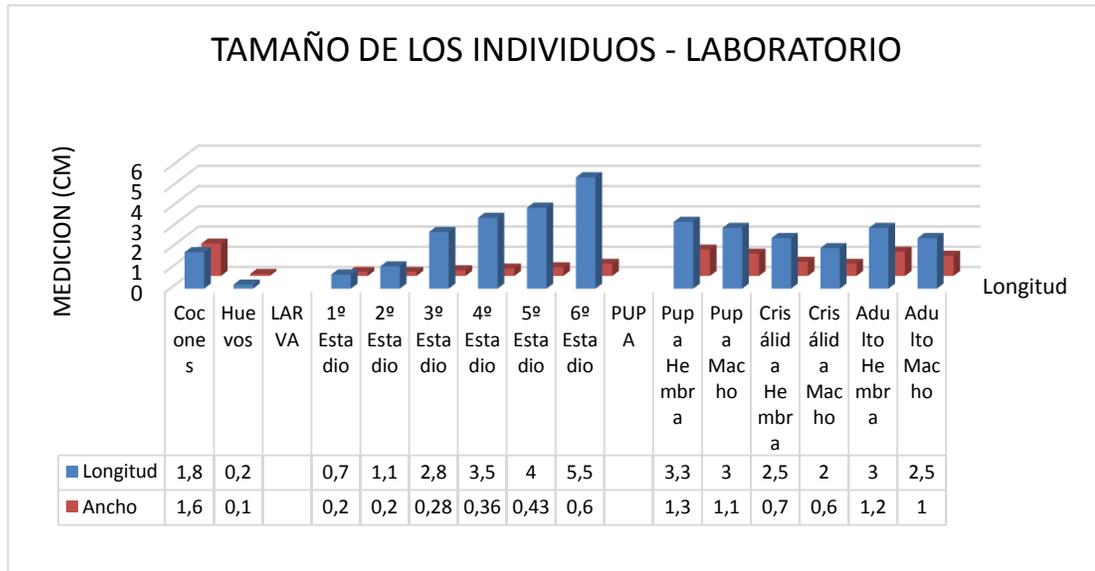
que llevó su desarrollo de su ciclo los cambios que presento de tamaño, color y forma tanto en campo y laboratorio y obtener resultados óptimos. **Tabla 1**

**Tabla 1. Tamaño de los individuos laboratorio vs. Campo**

<b>TAMAÑO DE LOS INDIVIDUOS (cm - mm)</b>				
	<b>LABORATORIO</b>		<b>CAMPO</b>	
	<b>Longitud</b>	<b>Ancho</b>	<b>Longitud</b>	<b>Ancho</b>
<b>Cocones</b>	1,8cm	1,6cm	1,9cm	1,8cm
<b>Huevos</b>	2mm	1mm	2mm	1mm
<b>LARVA</b>				
<b>1° Estadio</b>	7mm	2mm	8mm	2mm
<b>2° Estadio</b>	1,1cm	2mm	1,3cm	2,2mm
<b>3° Estadio</b>	2,8cm	2,8mm	2,10cm	3mm
<b>4° Estadio</b>	3,5cm	3,6mm	3,8cm	3,8mm
<b>5° Estadio</b>	4cm	4,3mm	4,4cm	4,5mm
<b>6° Estadio</b>	5,5cm	6mm	5,8cm	6,2mm
<b>PUPA</b>				
<b>Pupa Hembra</b>	3,3cm	1,3cm	3,5cm	1,5cm
<b>Pupa Macho</b>	3cm	1,1cm	3cm	1,2cm
<b>Crisálida Hembra</b>	2,5cm	7mm	2,6cm	7,1mm
<b>Crisálida Macho</b>	2cm	6mm	2,1cm	6,1mm
<b>Adulto Hembra</b>	3cm	1,2cm	3cm	1,2cm
<b>Adulto Macho</b>	2,5cm	1cm	2,5cm	1cm
<b>Envergadura alar Hembra</b>	3,6cm		3,8cm	
<b>Envergadura alar Macho</b>	3,2cm		3,3cm	

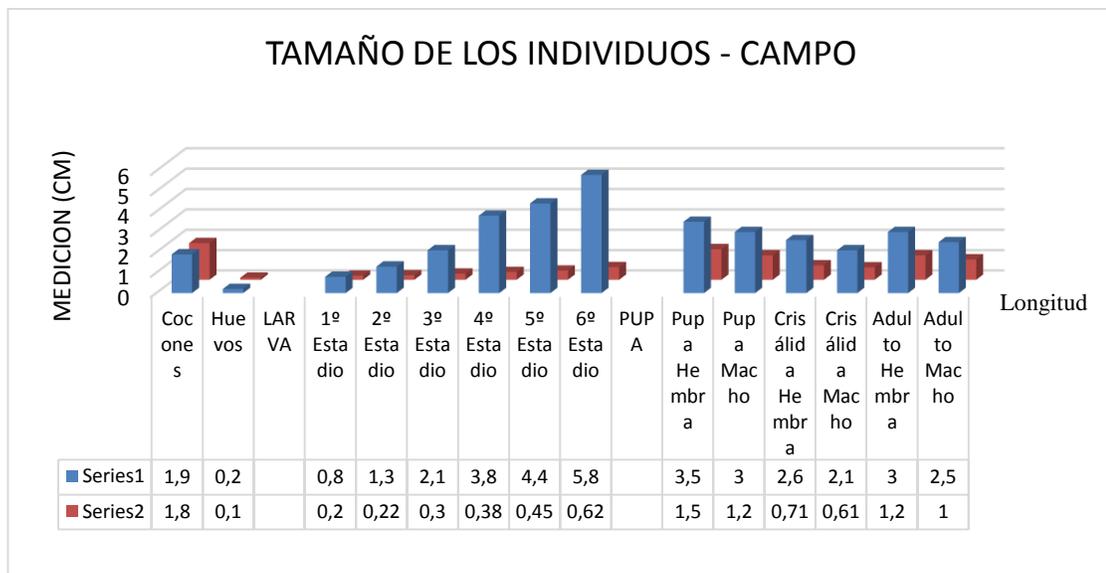
**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 5. Tamaño de los individuos Laboratorio**



Se puede observar los cambios de tamaños que presento en laboratorio en desarrollo de su ciclo biológico.

**Figura 6. Tamaño de los individuos Campo**



Se puede observar los cambios de tamaños que presento en campo en desarrollo de su ciclo biológico.

### c) Fase de laboratorio

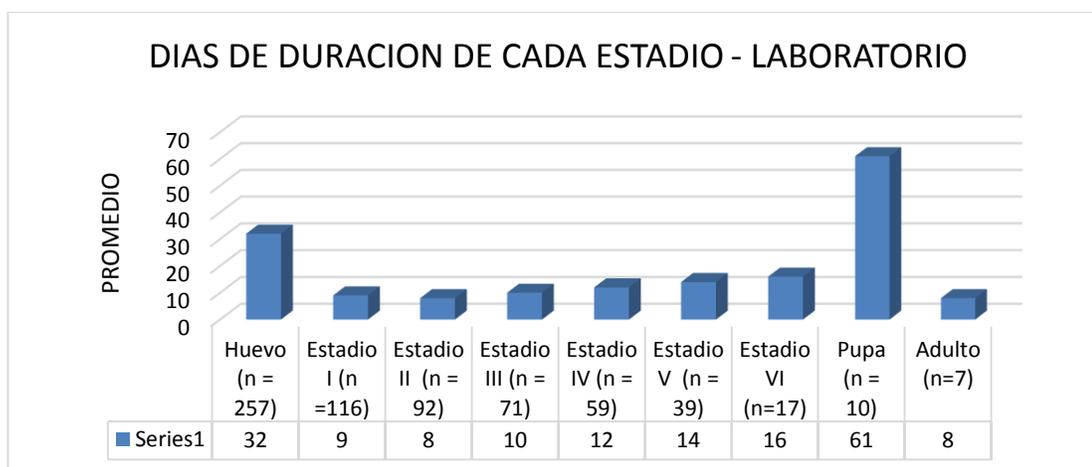
Los resultados que se obtuvieron fueron el de un seguimiento minucioso sobre los días de duración que tenían en cada etapa de su estadio, teniendo días máximos, mínimos y un promedio total de días por estadio, tanto en laboratorio como en campo.

**Tabla 2. Seguimiento del ciclo biológico Laboratorio**

Días de duración de cada estadio - Laboratorio			
Estadio	Mínimo	Máximo	Promedio
<b>Huevo (n = 257)</b>	30	33	31,5=32
<b>Estadio I (n =116)</b>	8	9	8,5=9
<b>Estadio II (n = 92)</b>	7	9	8
<b>Estadio III (n = 71)</b>	9	11	10
<b>Estadio IV (n = 59)</b>	11	12	11,5=12
<b>Estadio V (n = 39)</b>	13	15	14
<b>Estadio VI (n=17)</b>	14	18	16
<b>Pupa (n = 10)</b>	60	62	61
<b>Adulto (n=7)</b>	7	8	7,5=8
<b>Total</b>			<b>170</b>

Fuente: elaboración propia.

**Figura 7. Seguimiento del ciclo biológico Laboratorio**

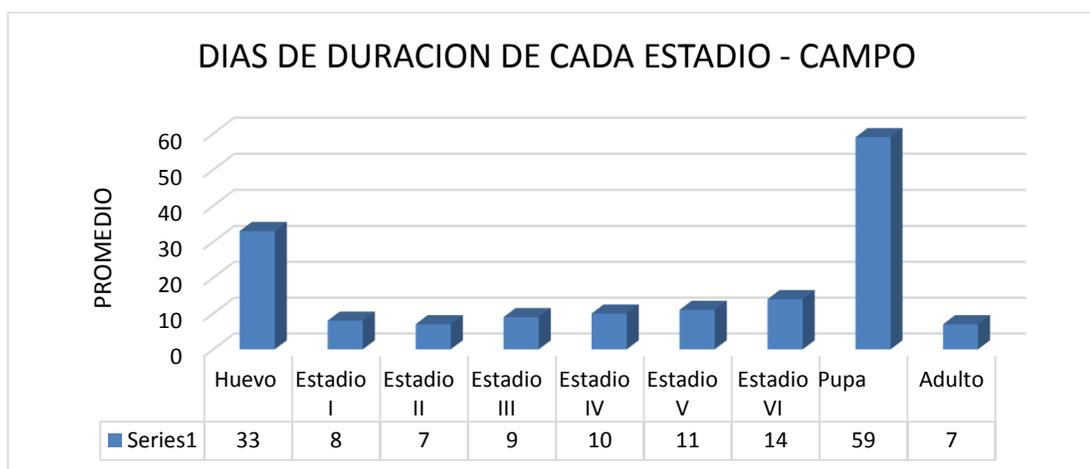


**Tabla 3. Seguimiento del ciclo biológico Campo**

Días de duración de cada estadio - Campo			
Estadio	Mínimo	Máximo	Promedio
Huevo	30	35	32,5=33
Estadio I	6	10	8
Estadio II	6	8	7
Estadio III	8	9	8,5=9
Estadio IV	9	10	9,5=10
Estadio V	9	12	10,5=11
Estadio VI	13	15	14
Pupa	57	60	58,5=59
Adulto	6	8	7
<b>Total</b>			<b>158</b>

Fuente: elaboración propia.

**Figura 8. Seguimiento del ciclo biológico Campo**



### 1) Control y registro del proceso en cada etapa del ciclo de vida

Los resultados en las salidas de campo a la zona de estudio de la comunidad de Churquis del Valle central de Tarija, en los que se buscaron estado inmaduro del Quema - Quema *Tolyte incerta* (Dognin), en individuos de Churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.), se observaron posturas y larvas de la especie. Llegando a realizar observaciones y anotaciones en campo y laboratorio del comportamiento de las larvas.

Los cocones fueron llevados al laboratorio de Fitopatología de la UAJMS, allí se depositaron en cajas petri. Una vez eclosionados los huevos se les alimentó con hojas frescas y ramas de la planta hospedera, llegando al mismo tiempo a llevarlas a la jaula de madera y malla milimétrica que se preparó; Diariamente se observaron los huevos para registrar la fecha de eclosión y número de orugas emergidas. Igualmente, las larvas fueron revisadas cada día para registrar mudas, patrones de coloración, comportamiento, mortalidad y presencia de parasitoides. El cambio de estadio se identificó por la presencia de exuvias que estos dejaron. El estudio se inició con la obtención de muestra de cocones que se obtuvo de la zona de estudio (comunidad de Churquis del Valle Central de Tarija), de todos los individuos se registró la duración de cada estadio, longitud inicial, longitud final, para todas las larvas desde estadio uno a estadio seis, y ancho de la pupa; para determinar la mortalidad por estadio se construyó una tabla y curva de supervivencia con todos los individuos que fueron pasando de un estadio a otros. **Tabla 4**

A cada individuo en sus diferentes estadios se le tomó las siguientes mediciones con un vernier.

- **Larvas:** longitud mínima (al momento de nacer o de mudar), longitud máxima (días antes de la muda).
- **Pupas:** longitud y ancho.

Se realizó una descripción detallada de cada uno de los estadios, teniendo cuidado en anotar los cambios de color ya que una vez fijada la larva pierde su color original. Se tuvo un registro fotográfico de todos los estadios y una ilustración desde huevo, larva, pupa y el adulto.

**Tabla 4. Supervivencia de *Tolyte incerta* (Dognin)**

ESTADIO	$a_x$	$l_x$	$d_x$	$q_x$	$k_x$	% $l_x$
Huevo	257	1,000	0,5486	0,549	0,345	100,00%
Larva I	116	0,4514	0,0934	0,207	0,101	45,14%
Larva II	92	0,3580	0,0817	0,228	0,113	35,80%
Larva III	71	0,2763	0,0467	0,169	0,080	27,63%
Larva IV	59	0,2296	0,0778	0,339	0,180	22,96%
Larva V	39	0,1518	0,0856	0,564	0,361	15,18%
Larva VI	17	0,0661	0,0272	0,412	0,230	6,61%
Pupa	10	0,0389	0,0117	0,300	0,155	3,89%
Adulto	7	0,0272	0,0272	1,000	0,845	2,72%

$a_x$ : Número observado al inicio de cada mes.

$l_x$ : Proporción de la cohorte original que sobrevive al inicio de la fase.

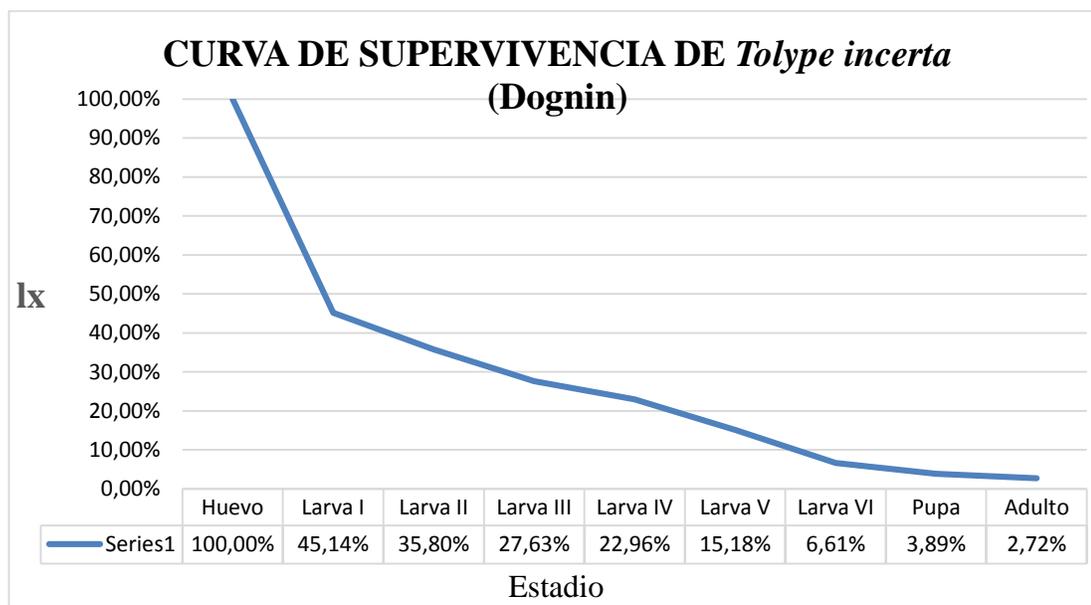
$d_x$ : Proporción de la cohorte original que muere durante cada fase.

$q_x$ : Tasa de mortalidad.

$k_x$ : Fuerza de mortalidad

La curva de sobrevivencia para *Tolyte incerta* (Dognin) según Begon *et al.* (1999), Ricklefs & Millar (2000), Schowalter (2000), es de tipo III (cóncava), muestra una tendencia a una mortalidad en los estadios de huevo, estadios I a estadio V, esta se reduce una vez que se superan estos estadios y resulta una supervivencia casi constante. **Según Figura 9**

**Figura 9. Curva de supervivencia de *Tolype incerta* (Dognin)**



La principal causa de mortalidad de los huevos se puede decir que son por los enemigos naturales, presentes en los huevos que contenían cada desove y se pudo evidenciar que existía un promedio atacado de 6.3%. Como también influyó el ambiente del laboratorio ya que al tener un cambio de su habitación a otro tuvo una gran mortalidad para pasar al siguiente estadio. Este caso coincide con las observaciones de Zalucki *et al.* (2002). Probablemente la principal causa de mortalidad se dio por inanición ya sea porque las larvas no podían adherirse a la planta hospedera, o no encontraban las hojas, una parte de ellas que sea adecuada para su alimentación; es difícil determinar la causa de la muerte incluso con observaciones intensas.

Para la mortalidad encontrada en los estadios II al estadio V pudo estar ocasionada porque el alimento no tenía los requerimientos necesarios, posiblemente por hojas deshidratadas, o por la presencia de hongos, bacterias o virus.

## 2) Recolección de la información

Los resultados muestran que algunos de los individuos no llegaban a pasar los mismos días al estadio siguiente como lo realizan los demás, teniendo así variaciones de tamaños. **Tabla 5**

**Tabla 5. Seguimiento del ciclo biológico laboratorio Vs. Campo**

CICLO DE VIDA DE LOS INDIVIDUOS														
	LABORATORIO							CAMPO						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
<b>HUEVO</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>LARVA</b>	X			X	X	X	X	X			X	X		
<b>1º Estadio</b>	X	X	X	X						X	X			
<b>2º Estadio</b>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
<b>3º Estadio</b>	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>4º Estadio</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>5º Estadio</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
<b>6º Estadio</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>PUPA</b>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>ADULTO</b>	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X
<b>TOTAL</b>														

Fuente: elaboración propia.

### 4.2.1. Ciclo biológico y características morfológicas de *Tolyte incerta* (Dognin)

Siguiendo con los resultados del ciclo biológico en el laboratorio se realizó a partir de la recolección de tres cocones con un desove de tamaño promedio, las cuales fueron recogidas de la Comunidad de Churquis del Valle Central de Tarija, y fueron colocados en las cajas Petri; una vez eclosionadas y con las primeras presencias de larvas se los traslado a la jaula de madera con paredes de malla milimétrica plástica para permitir la entrada de la luz del sol y la libre circulación del aire.

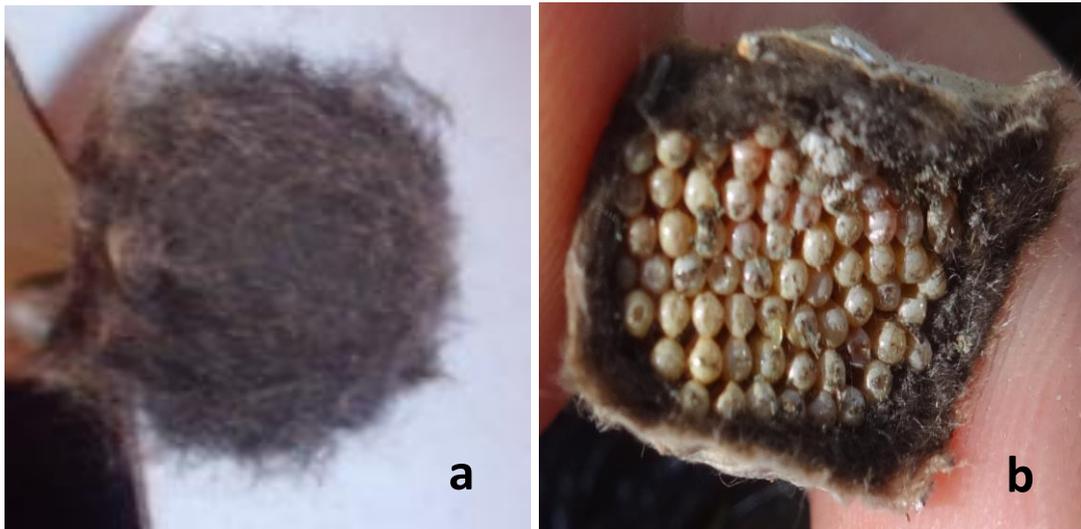
#### a) Huevo

Las hembras de *Tolyte incerta* (Dognin), colocan los huevos en grupos bien definidos, unidos entre sí por una secreción tipo cemento y recubiertos de pelos negruzcos que corresponden a los pelos abdominales de la hembra, estas masas de huevo o desoves presentan la forma de un casquete semiesférico de longitud 1.8cm y

ancho 1.6cm, en su interior los huevos están dispuestos en 3 a 4 estratos teniendo un promedio de 257 huevos por desove pertenecientes a 3 cocones. Para la cría en laboratorio, los desoves se recolectaron el 14 de octubre de 2016 y fueron colocados en las cajas Petri; a los 30 días de la recolección, el 29 de noviembre se pudo observar las primeras señales de eclosión de los huevos, En los siguientes tres días se completó la eclosión de los huevos restantes.

El huevo es cilíndrico, redondeado en los extremos, es de color rosado en la parte media o blanco mate en los extremos, corion grueso, resistente y liso. Mide 1mm x 2mm. **Ver imagen 1**

**Imagen N° 1 Huevo**





a) Pelos negruzcos que corresponden a los pelos abdominales de la hembra.; b) Casquete con la disposición de los huevos.; c) Vista de los huevos en lupa estereoscópica.

### b) Larva

Es polípoda eruciforme que presenta 6 estadios larvales, iniciándose el primero cuando termina la primavera, y coincide con la época de lluvia, es decir a fines de noviembre y principios de diciembre. Los datos de la longitud de las larvas en los diferentes estadios incluyen la cabeza y en cada estadio se describirán las características que los diferencian.

#### b.1) Primer estadio (I).

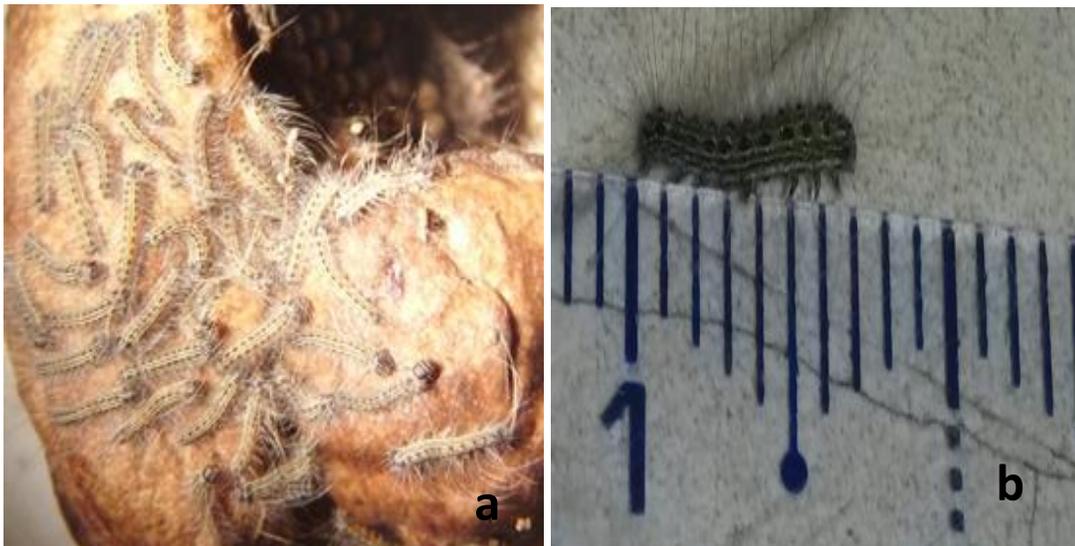
La eclosión de los huevos se produce en un lapso de 30 a 36 horas, y varía entre los individuos del campo, con 48 horas de diferencia, a lo largo de este estadio, las larvas no se alejan mucho de los huevos y se alimentan con las yemas tiernas de las ramas y muestran una actividad gregaria, presentan:

	Long.	Ancho
<b>LABORATORIO</b>	7mm	2mm
<b>CAMPO</b>	8mm	2mm

Se comprueba que las larvas no se alimentan de corion de huevo del que nacen. Tienen un color grisáceo debido a la cantidad de pelos que presenta, pero a medida

que crece, se torna más claro. Las larvas se alimentan de *Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am., lo hacen en las yemas tiernas de la parte terminal, dejando los folíolos. Realizando una observación más minuciosa en la lupa se pudo observar que la larva tiene un color amarillento con líneas o bandas negras, que contienen a la mayoría de los pelos. Presenta numerosas verrugas distribuidas a lo largo del cuerpo. La cabeza es hipognata. Este estadio dura entre 8 a 9 días en el laboratorio, y en campo este estadio dura de 6 a 10 días. **Ver imagen 2**

**Imagen N° 2 Primer estadio (I)**





a) Larvas fuera del casquete.; b) Medición de la larva en su primer estadio.; c) Vista del primer estadio en lupa estereoscópica.

### b.2) Segundo estadio (II)

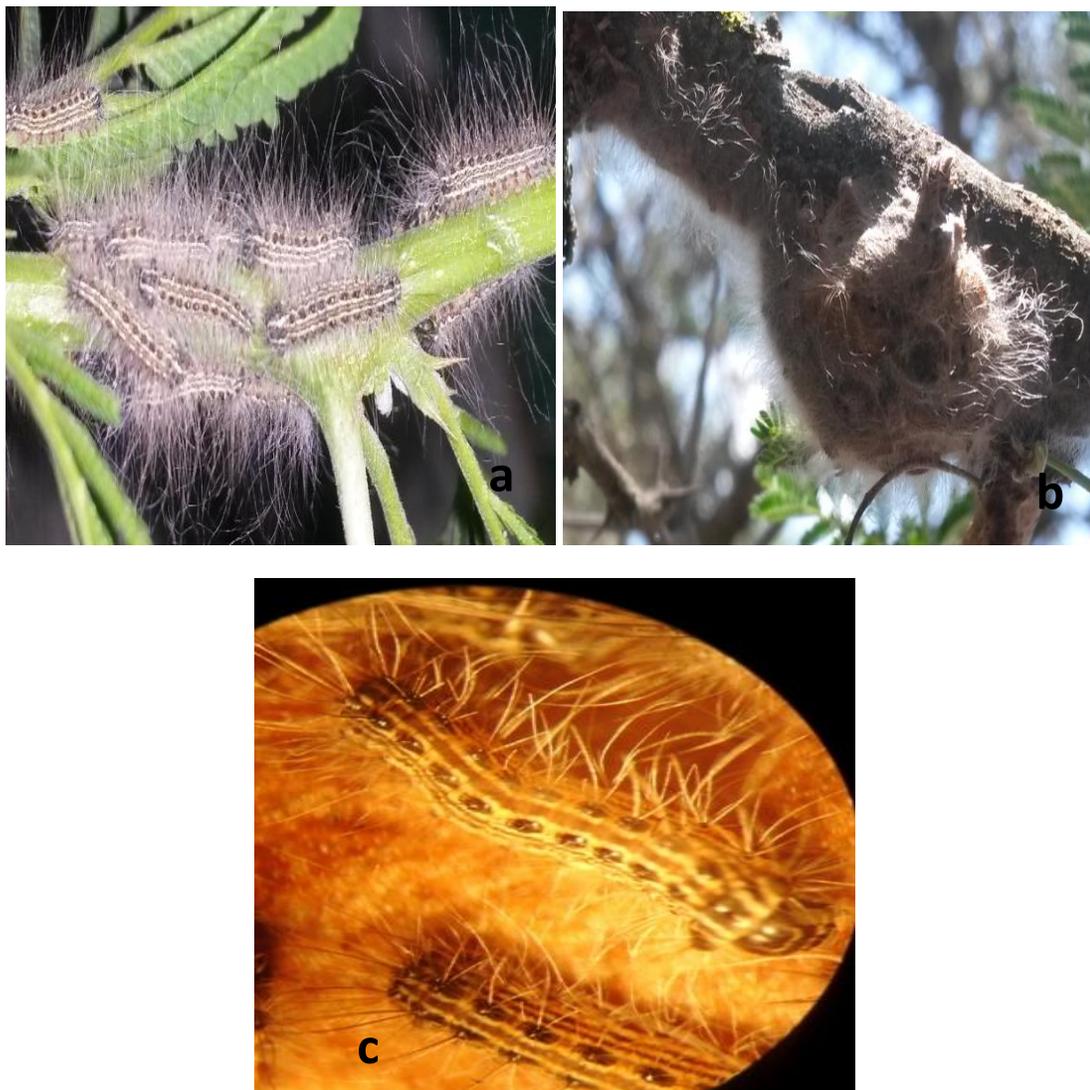
los resultados para este estadio son:

	Long.	Ancho
<b>LABORATORIO</b>	1,1cm	2mm
<b>CAMPO</b>	1,3cm	2,2mm

La distribución de los pelos en el cuerpo es más notoria, la coloración cada vez se torna más amarillenta verdosa, las larvas cada vez son más voraces y rápidas, ya han abandonado el desove como punto central de agrupación, su alimentación ya no consiste solamente de las yemas en el caso de *Acacia caven* (Mol.) Hook. & Am, sino también de las hojas más tiernas de la rama, devorándola casi por completo.

Las exuvias encontradas al inicio de este estadio, se encuentran envueltas en finos hilos de seda que son característicos de algunas de las larvas de lepidópteros que usan también para evitar que el viento los arrastre, y para desplazarse en busca de alimento fresco, tiene una duración en laboratorio de 7 a 9 días, y en campo este estadio dura de 6 a 8 días. **Ver imagen 3**

### Imagen N° 3 Segundo estadio (II)



a) La distribución de los pelos en el cuerpo es más notoria, la coloración cada vez se torna más amarillenta verdosa.; b) Presencia de las larvas en campo en su segundo estadio. c) Vista en lupa estereoscópica de la larva en su segundo estadio.

#### b.3) Tercer estadio (III)

los resultados para este estadio son:

	Long.	Ancho
<b>LABORATORIO</b>	2,8cm	2,8mm
<b>CAMPO</b>	2,10cm	3mm

Presentan un color castaño claro verdoso, las características morfológicas externas no varían en gran medida del anterior estadio, pero presentan una diferenciación más clara las bandas del cuerpo. Este estadio dura en laboratorio 9 a 11 días aproximadamente, y en campo este estadio dura de 8 a 9 días. **Ver imagen 4**

#### **Imagen N° 4 Tercer estadio (III)**



**a)** Medición de las larvas en su tercer estadio.; **b)** Las características morfológicas externas no varían en gran medida del anterior estadio. **c)** Vista en lupa estereoscópica de la manera que estas comen su alimento.

#### b.4) Cuarto estadio (IV)

Los cambios climáticos y las variaciones en la dosis de la comida parecen ser primordiales ya que pueden acelerar el proceso de muda. Ahora las larvas presentan los siguientes resultados:

	Long.	Ancho
<b>LABORATORIO</b>	3,5cm	3,6mm
<b>CAMPO</b>	3,8cm	3,8mm

Su voracidad es tan grande que se duplica la cantidad de alimento que se suministra, el porcentaje de supervivencia es mayor que en los anteriores estadios, y se puede manipular más fácilmente. Las jaulas que se encontraban en sombra hasta este estadio son las que presentan menos número de larva. Este estadio tiene una duración en laboratorio de 11 a 12 días y en campo este estadio dura de 9 a 10 días. **Ver imagen 5**

**Imagen N° 5 Cuarto estadio (IV)**





a) Medición de larva en su tercer estadio.; b) Se puede observar que las larvas son más voraces en la hora de obtener su alimento.; c) Se puede evidenciar larvas agrupadas en el tronco de churquis.

#### b.5) Quinto estadio (V)

La larva se desarrolla a más del doble de su tamaño:

	Long.	Ancho
<b>LABORATORIO</b>	4cm	4,3mm
<b>CAMPO</b>	4,4cm	4,5mm

Se ve claramente que aumenta la cantidad de pelo en el cuerpo, cortos y blancos dispuestos transversalmente al cuerpo de la larva, a medida que transcurre este estadio, en los últimos días la coloración de la larva se torna algo anaranjada y el grosor también aumenta considerablemente. Este estadio tiene una duración en laboratorio de 13 a 15 días y en campo este estadio dura de 9 a 12 días. **Ver imagen 6**

**Imagen N° 6 Quinto estadio (V)**

**a)** Medición de larva en su quinto estadio.; **b)** En los últimos días la coloración de la larva se torna algo anaranjada y el grosor también aumenta considerablemente.; **c)** Presencia de exuvias.

**b.6) Sexto estadio (VI)**

los resultados para este estadio son:

	<b>Long.</b>	<b>Ancho</b>
<b>LABORATORIO</b>	5,5cm	6mm
<b>CAMPO</b>	5,8cm	6,2mm

Al iniciar este estadio se presenta una alta mortalidad de larvas, existe gran competencia por comida y devoran hasta las últimas hojas de las ramas, inclusive algunas hojas marchitas, el abdomen es más claro y la formación de mechones de pelo blanco es la característica principal de este estadio.

El número de larvas que llega a este estadio es muy reducido, este estadio tiene una duración en laboratorio de 14 a 18 días y en campo este estadio dura de 13 a 15 días.

La duración de cada estadio larval, no fue igual para los individuos que estaban en el laboratorio como aquéllas que se encontraban en su hábitat propio del campo, inclusive se evidenciaron variaciones, pues existían larvas de dos estadios diferentes, pero los datos de duración de las fases larvales se registraron cuando más del 50 por ciento ya había realizado la muda, en muchos de los casos se encontró que una disminución en la cantidad de alimento, incide en la corta duración de los estadios, los estadios fueron más largos pero el porcentaje de mortalidad es mayor.

La duración del estado larval en el laboratorio tuvo un promedio de 16 días, debido a que en un ambiente cerrado, no existen cambios bruscos de temperatura y además la temperatura en las noches es más alta, se tuvo una mayor duración, pero pese a que se trató de crear un ambiente propicio para las larvas y de proporcionar alimento en cantidad en y condiciones parecidas al estado natural, la mortandad en este estado fue muy alta. **Ver imagen 7**

**Imagen N° 7 Sexto estadio (VI)**



a) Medición de larva en su último estadio.; b) Muestra de sus características fenotípicas. c) Características de sus patas.

### c) Pupa

La cantidad de larvas que pudieron pasar al estado de pupa fue muy reducida, y el paso a este estado se realizó en varios días.

	<b>Long.</b>	<b>Ancho</b>
<b>LABORATORIO</b>		
<b>Pupa Hembra</b>	3,3cm	1,3cm
<b>Pupa Macho</b>	3cm	1,1cm

<b>CAMPO</b>		
<b>Pupa Hembra</b>	3,5cm	1,5cm
<b>Pupa Macho</b>	3cm	1,2cm

La duración en laboratorio fue de 60 a 62 días y en campo fue de 57 a 60 días.

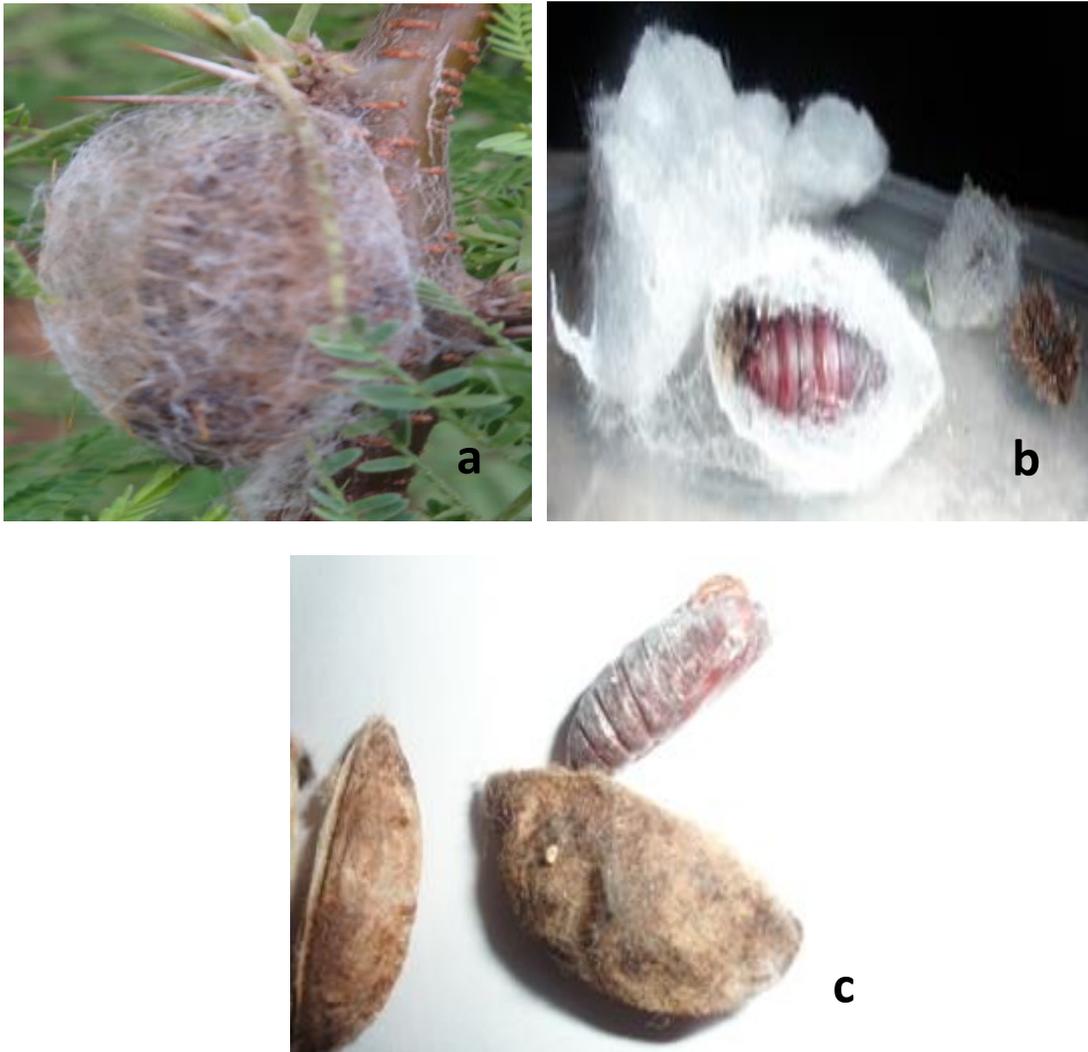
Las larvas del sexto estadio fabrican el capullo pupal en un tiempo de 8 a 12 horas aproximadamente. Se registró la fecha en la que se encontró cada pupa. La primera pupa en laboratorio se encontró, el 5 de abril de 2017, y la última pupa el 12 de mayo de 2017. En campo la primera pupa se encontró, el 2 de abril de 2017, y la última pupa el 8 de mayo de 2017.

La pupa es oblonga, de color caoba oscuro a guindo, el tamaño de los capullos pupales, se encontraban entre 3.5cm a 3cm de longitud, posteriormente se comprobó que las de mayor tamaño correspondían a las hembras y las pequeñas a los machos.

	<b>Long.</b>	<b>Ancho</b>
<b>LABORATORIO</b>		
<b>Crisálida Hembra</b>	2,5cm	7mm
<b>Crisálida Macho</b>	2cm	6mm
<b>CAMPO</b>		
<b>Crisálida Hembra</b>	2,6cm	7,1mm
<b>Crisálida Macho</b>	2,1cm	6,1mm

No existe mucha variación de tamaños con relación a los individuos del campo. **Ver imagen 8**

### Imagen N° 8 Pupa



- a) Se observa el inicio de formación de pupa.; b) Se muestra claramente el comienzo a formar la seda que recubriría la crisálida.; c) La pupa es oblonga, de color caoba oscuro a guindo.

#### d) Adultos

El insecto emerge como adulto el 26 de mayo de 2017 y los primeros individuos fueron macho, se pudo observar que estos seguían naciendo hasta en 10 de junio de 2017, siendo las ultimas en su generalidad hembras, debido a las condiciones artificiales de la cría y a que no se contaba con el espacio suficiente para el vuelo, solo se registraron dos apareamientos en laboratorio (dentro la jaula), pero todas las

hembras desovaron aun sin apareamiento, luego de la ovoposición mueren, los macho viven entre 4 a 5 días y son considerablemente más pequeños que las hembras que son robustas son fácilmente reconocibles pues presentan una coloración blanca amarillenta y en los últimos segmentos abdominales se encuentran los pelos negruzcos con los que cubre los huevos, en general son poco activas en laboratorio y no presentan gran capacidad de vuelo. En ambos sexos el aparato bucal esta atrofiado, por lo que no se alimentan.

	<b>Long.</b>	<b>Ancho</b>
<b>LABORATORIO</b>		
<b>Adulto Hembra</b>	3cm	1,2cm
<b>Adulto Macho</b>	2,5cm	1cm
<b>Envergadura alar Hembra</b>	3,6cm	
<b>Envergadura alar Macho</b>	3,2cm	
<b>CAMPO</b>		
<b>Adulto Hembra</b>	3cm	1,2cm
<b>Adulto Macho</b>	2,5cm	1cm
<b>Envergadura alar Hembra</b>	3,8cm	
<b>Envergadura alar Macho</b>	3,3cm	

Se comprobó que las hembras colocan un único desove y lo cubre con todo el pelo negro especial para este fin. **imagen 9**

**Imagen N° 9 Adulto**

**a)** Adulto macho.; **b)** Adulto hembra.; **c)** Hembra colocando huevos dentro la jaula que s e utilizo en laboratorio.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- El ciclo de vida de *Tolyte incerta* (Dognin), en la Comunidad de estudio requiere un promedio de 90 días para alcanzar el estado adulto, partiendo desde huevo.
- El Quema Quema, en un principio se alimenta de las hojas tiernas, luego una vez que el alimento escasea se dirige a las ramas del árbol para alimentarse de las hojas tiernas y tallos tiernos del árbol.
- La mayor mortalidad 45,14%, ocurrió en larva uno, probablemente por inanición; una vez las larvas alcanzaron el tercer estadio el porcentaje de supervivencia es del 27,63%.
- La longitud de las larvas varió desde 2mm en su primer estadio hasta 5,8cm para el sexto. El mayor incremento de longitud y del ancho de la cápsula cefálica se da en el paso del estadio cuarto al estadio sexto.
- No todos los ejemplares crecen a la misma velocidad, aunque tengan las mismas o parecidas condiciones, hay diversidad en el ritmo de crecimiento, si bien la variabilidad no es muy grande.
- El crecimiento de las larvas en la longitud del cuerpo y, sobre todo, en la anchura de la cápsula cefálica se produce sólo en el momento de la muda. Entonces, hay un fuerte aumento de medida y, entre muda y muda, el crecimiento es muy suave.
- La época con mayor incidencia de las larvas del insecto se produce, en promedio, en la última quincena del mes de diciembre hasta la segunda quincena del mes de febrero, por las favorables temperaturas de calor, lluvia, puesto que en este tiempo las plantas están verdes y con más nutrientes y proteínas para respectiva alimentación.
- El promedio de huevos ovipuestos en cada cocón es de 257 huevos.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que se continúe con investigaciones similares, respecto a la cría masiva de *Tolyte incerta* (Dognin), con la finalidad de obtener suficiente información técnica, la misma que será de utilidad, para los investigadores dedicados a la búsqueda de soluciones para lograr el control eficiente de esta plaga.
- Explorar si existen hospederos alternos para la especie y hacer estudios de herbivoría.
- Para poder detener el ataque que sufre en especial del Churqui (*Acacia caven* (Mol.) Hook.& Am.), siendo este una planta de recurso forrajero, se tiene que aplicar métodos de control, que, al mismo tiempo de preservar este recurso, y no poner en riesgo el bienestar del ganado (caprino, ovino y bovino).
- La principal recomendación que se pueda hacer es de pedir que se realice la continuación de este tipo de estudios, ya que existe muchas temáticas a tratar de este trabajo como podría ser: en el ámbito Tóxico o Químico de la larva. Como también su comportamiento de las larvas y ver no solo los perjuicios sino también sus beneficios que pueda tener este insecto.