

CAPITULO 1.

**EVALUACIÓN DE CICLO BIOLÓGICO DE *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa títicacae*,
Copitarsia incommoda y *Agrotis sp.*, PLAGAS DE LA QUINUA, EN AMBIENTE
CONTROLADO**

CAPITULO 2.

NOMBRE COMPLETO POSTULANTE: Monica Gomez Condori

CORRERO ELECTRONICO: monica20deabril@hotmail.com

NOMBRE COMPLETO ASESOR: Ing. Reinaldo Quispe Tarqui,

CORRERO ELECTRONICO: r.quispe@proinpa.org

AÑO DE LA DEFENSA: septiembre 2021

NOMBRE DE LA UNIVERSIDAD: Universidad Pública de El Alto, (UPEA)

CAPITULO 3.

RESUMEN

El complejo “noctuidae” formado por *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitrasia incommoda* y *Agrotis sp.* en estado larval causa severos daños a la quinua, ocasionando pérdidas económicas al agricultor, la cría se implementó a partir de 30 pupas (15 ♂ y 15 ♀) de cada especie en el Laboratorio de Entomología (21 °C, 60±5 % y 12 horas luz) Centro K'iphak'iphani (Viacha, La Paz), para actualizar el ciclo biológico. Las larvas fueron alimentadas con dieta artificial los adultos con una solución de miel al 10%. El seguimiento a la cría fue diario registrando la eclosión de larvas, cambio de estadio, pupa, emergencia y adultos. El ciclo de vida fue distinto, siendo más largo *H. titicacae* (223,8±18,17 días), y de *H. quinoa* (189,11±7,42 días), *Agrotis sp.* (91,6±2,58 días) y *C. incommoda* (70,4±3,61 días). Los estadios larvales no fueron igual, registrándose 7 estadios en *Agrotis sp.* y 6 en *H. quinoa*, *H. titicacae* y *C. incommoda*. La curva de oviposición de *H. quinoa* registró mayor cantidad de huevos (1301) a diferencia de *Agrotis sp.* y *C. incommoda* (587 y 567), *H. titicacae* no registró posturas porque la emergencia no fue homogénea. Esta información contribuirá al desarrollo de alternativas de manejo del complejo “noctuidae”.

.

CAPITULO 4.

INTRODUCCIÓN

La quinua *Chenopodium quinoa* Willd. es una especie nativa de los andes de Sudamérica cultivada principalmente en Bolivia y Perú. En Bolivia, mayormente es producida en el altiplano de La Paz, Oruro, Potosí (Bojanic, 2011). Sin embargo, al igual que otros cultivos es atacado por insectos plaga, siendo los principales el complejo “noctuidae” y la polilla de la quinua, las cuales en estado larval cortan plantas tiernas, consumen hojas y granos de quinua causando pérdidas que fluctúan entre el 20 al 35 %, del rendimiento, dependiendo de las condiciones climáticas y el modo de manejo del cultivo (Saravia *et al.*, 2014).

El complejo “noctuidae” o “ticona” de la quinua está formado por las especies *Copitarsia incommoda*, *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae* y *Agrotis sp.*, insectos que estado adulto son conocidos por los agricultores como “rafaelitos”, “alma kepis” o mariposas nocturnas y son catalogados como mal agüeros, en cambio en estado larval la llaman “ticona”, “ticuhis”, “burro laq’o” o gusano de tierra (Saravia y Quispe, 2005). Para el manejo de estos insectos plaga el agricultor generalmente recurre al uso de insecticidas químicos, insumos que, si bien controlan a estos insectos, pero conllevan efectos colaterales como la eliminación de insectos benéficos, selección de poblaciones de insectos resistentes y contaminan el ambiente, además, su uso inapropiado pone en riesgo la salud de productores y consumidores (PROINPA, 2010). Por tanto, para desarrollar nuevas alternativas de control con un enfoque de Manejo Integrado de Plagas (MIP) se requiere conocer información básica sobre la biología y comportamiento de los insectos plaga, aspectos que son la base fundamental para el desarrollo de los componentes de un MIP.

Antecedentes

Los primeros reportes sobre biología del complejo “ticona” de la quinua fueron realizados por el Programa Quinua del Ex Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) en la década de 1980 y 1990, posteriormente la Fundación PROINPA en coordinación con expertos del USDA de EEUU, continua estos estudios priorizando la identificación taxonómica de este complejo, producto de estos trabajos se actualiza la taxonomía de los “noctuidae” asociados a la quinua (PROINPA, 2010). La biología de una de las especies de este complejo fue

inicialmente estudiada por Choquehuanca (2011), quien determinó el ciclo de vida de *Copitarsia incommoda*, el cual es de 99 días para condiciones de laboratorio (25 ± 2 °C, 60 ± 5 % HR y 12 horas luz) Posteriormente, Saravia *et al*, (2014), complementan este trabajo reportando que el complejo “noctuidae” también está formado por las especies *Helicoverpa quinoa* y *Agrotis sp*, sin embargo, aún no se cuentan con información sobre su biología. Así mismo, según Callizaya (2017), el ciclo de vida de *C. incommoda* es influida directamente por la temperatura, reportando que este insecto puede alcanzar su desarrollo en 32 días a 30 °C y en 205 días a 12 °C.

El complejo “noctuidae” o “ticona” de la quinua en estado larval causa severos daños, al cultivo, lo que se refleja en menor rendimiento y disminución de los ingresos económicos para los agricultores que cultivan quinua, entre otras razones, la escasa información local que existe sobre biología y comportamiento, aspectos básico para desarrollar y/o mejorar las actuales prácticas de control existentes, para ello es necesario ampliar la información actual sobre la biología y comportamiento del complejo “noctuidae”, al igual que su correcta identificación taxonómica, aspectos que aún no fueron estudiados completamente.

Actualmente, Bolivia es uno de los países que más quinua orgánica cultiva y exporta al mundo, actividad que repercute positivamente en los diferentes actores de la cadena de producción y exportación de este grano (PROINPA, 2010). Sin embargo, los agricultores cultivan quinua orgánica, cuentan con pocas alternativas para el manejo de los insectos plaga del cultivo, los cuales disminuyen el rendimiento del cultivo entre 20 y 35%, esto debido a la escasa información con la que se cuenta sobre los insectos plaga del cultivo, como ser la correcta identificación taxonómica y estudios sobre la biología y comportamiento. Esta información es fundamental para el desarrollo de los componentes de manejo del complejo “noctuidae” o “ticona” de la quinua, por ello se plantea el presente trabajo de investigación para contribuir con la generación de mejorar la información que se tiene, fortaleciendo el desarrollo de los componentes del manejo integrado de plagas del cultivo de la quinua.

El complejo noctuidae o “ticona” de la quinua

Mayta (2003), al describir a larvas del complejo noctuidae, observó que al eclosionar las larvas son pequeñas, miden en promedio de 4.1 mm de longitud, y en último estadio llegan a medir en promedio de 31.1 mm, se alimentan provocando raspaduras en el envés de las hojas y desde el cuarto estadio consumen granos de quinua.

Lobos (1988), afirma que cuando la población larval de ticonas es alta estas llegan a destruir los botones florales y glomérulos además de barrenar brotes y tallos, las larvas de IV y V estadio son más peligrosas por la voracidad y selectividad alimenticia, se les considera como defoliadores y comedores de granos tiernos. Las larvas del último estadio dejan de alimentarse y abandonan la planta para empupar bajo la superficie del suelo o en las raíces de la planta.

Sarmiento (1990) y Valda (1997), aseveran que los adultos de las ticonas son de hábito nocturno, mimetizándose durante el día debajo de las hojarascas y hiervas para luego activarse a partir del crepúsculo e infestar al cultivo de quinua con sus huevos, las hembras ovipositan aisladamente o en grupos pequeños en el envés de las hojas de los tallos de las plantas tiernas de quinua también pueden hacerlo en suelos cerca del pie de las plantas.

Los insectos adultos del complejo noctuidae o “ticona” no causan daño al cultivo de la quinua, estos se alimentan del néctar de las flores. En cambio, en estado larval causa daño variado ya sea cortando plantas tiernas, consumiendo hojas o el grano de quinua en formación ubicado en la panoja de la planta, el daño causado por estos insectos es alrededor del 30 % del rendimiento. (PROINPA, 2015). El complejo “noctuidae” está constituido por las especies *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp.* que presentan una metamorfosis holometábola o completa registrando los cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, pupa y adulto (Urretabizkaya *et al.*, 2010).

CAPITULO 5.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el ciclo biológico de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*, plagas de la quinua en ambiente controlado.

Objetivos específicos

- Establecer el ciclo de vida de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*. en ambiente controlado.
- Determinar la fecundidad y curva de oviposición de adultos hembra de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*. en ambiente controlado.
- Desarrollar una guía de reconocimiento de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*. en estado de larva y adulto.

Hipótesis

- El ciclo biológico de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*. es similar bajo condiciones controladas.
- El estado larval de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*. es similar bajo condiciones controladas.
- La fecundidad de hembras de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*. es similar bajo condiciones controladas.

CAPITULO 6.

Metodología

Dieta artificial para la cría de larvas de Noctuidae

Para la alimentación de las larvas del complejo “noctuidae” se elaboró una dieta artificial, con los ingredientes que se detallan del Cuadro 1, para un volumen de 3 litros de dieta artificial.

Cuadro 1. Ingredientes de la dieta artificial para la cría del complejo noctuidae

	Ingredientes	Cantidad
1	Hojuela de quinua	140 g
2	Germen de trigo	110 g
3	Harina de soya	110 g
4	Levadura de panificación	80 g
5	Ácido ascórbico	8 g
6	Ácido ascórbico o sorbato de potasio	8 g
7	Nipaginina o metil parabeno	16 g
8	Formaldehido (40 %)	6 ml
9	Gentamicina tetraciclina	2 ml
10	Complejo B o multivitaminas	2 ml
11	Carraginata o carralac de mariposa	34 g
12	Agua	3 litros

Fuente: Saravia *et al.*, 2009

La preparación de la dieta artificial se realizó tomando en cuenta los siguientes pasos (Saravia *et al.*, 2009).

1. Pesar los ingredientes secos (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 11) en una bandeja y mezclar, para luego medir los ingredientes líquidos (8, 9 y 10).
2. Hacer hervir 3 litros de agua en una olla de 8 litros.
3. Dividir la mezcla de los ingredientes sólidos en 3 partes iguales.

4. Añadir ¼ litro de agua en la jarra de la licuadora y agregar la porción de ingrediente seco, luego adicionar ¼ litro de agua y licuar, realizar cuatro repeticiones, a la última se añade los ingredientes líquidos.
5. Introducir la mezcla en la olla sobre la hornilla a fuego lento y batir constantemente hasta la ebullición.
6. Volver a licuar y vaciar el preparado en bandejas de capacidad 3 litros (realizar cuatro repeticiones en cuatro bandejas), dejar reposar bajo sombra durante 3 horas.
7. Cubrir con papel estañado la preparación y guardar en refrigerador para su posterior uso.

Para la elaboración del presente trabajo en laboratorio se empleó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos (especies de “noctuidae”) y tres repeticiones. Debido a la variabilidad que puede existir en los individuos objeto de estudio (insectos) se consideró como una unidad experimental al conjunto de 50 individuos (insectos), haciendo un total de 150 individuos para cada tratamiento.

Según Ochoa (2007), el modelo lineal del diseño empleado corresponde a:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional por especie de “noctuidae”

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (especies de “noctuidae”)

ϵ_{ijk} = Error experimental

Ciclo de vida de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp.*

Para determinar el ciclo de vida del complejo noctuidae se implementó su cría a partir de 50 pupas (25 hembras y 25 machos) para cada una de las especies *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp.* a 21 °C, 60±5 % HR y 12 horas luz de fotoperiodo. Las pupas se dispusieron en cámaras de copula y multiplicación de 4.58 litros de volumen (22x22x15.5 cm) que tenía 3 tiras de papel secante (22 cm x y 8 cm) para que una vez que ya halla emergido los adultos se facilite las posturas, el recipiente fue cubierto con tela tul para evitar la salida de adultos y se alimentó a través de una mota de algodón empapado con miel y agua al 10 % (Saravia *et al.*, 2009).



Figura 1. Fotografía del manejo de las pupas cuantificación y sexado a) *Helicoverpa títicacae*, b) *Helicoverpa quinoa* c) *Agrotis sp.* d) *Copitarsia incommoda*

Manejo de huevos

El experimento se inició con la colecta de huevos del tercer día de postura de los adultos para cada especie del complejo noctuidae considerada para el estudio, el tiempo de duración en días fue desde la puesta de la hembra, hasta la eclosión de las larvas neonatas, cuando se observó que los huevos cambiaban de coloración crema oscuro, se separaron 150 huevos, con los cuales se formó, tres grupos al azar de 50 unidades (repetición) por envase de 80 ml, madura hasta la eclosión de larvas neonatas El seguimiento se realizó diariamente para determinar el tiempo de duración en este estado, desde la oviposición hasta la eclosión de las larvas para cada especie.

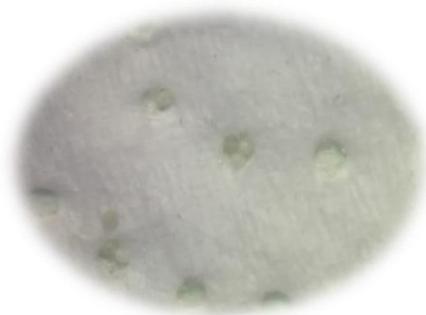


Figura 2. Fotografía en estado de huevo a) *Helicoverpa títicacae*, b) *Helicoverpa quinoa* c) *Agrotis sp.* d) *Copitarsia*

Manejo de larvas

Tiempo de duración del estado de larva en días, desde la eclosión de la larva neonata hasta la formación de pupa de cada especie “noctuidae”. Una vez eclosionadas las larvas neonatas se individualizaron con ayuda de un pincel N°00 en recipientes de cría plásticos de 50 ml, que contenía 22 cc de dieta artificial a base de quinua para su alimentación.

- Fueron agrupadas en tres grupos de 50 larvas, se dispusieron e etiquetaron en un estante metálico.
- Para verificar los cambios de estadio en las larvas, se observó diariamente en un estereoscopio la presencia de cápsulas cefálicas y el resto del exoesqueleto lo que evidencia la muda al siguiente estadio larval

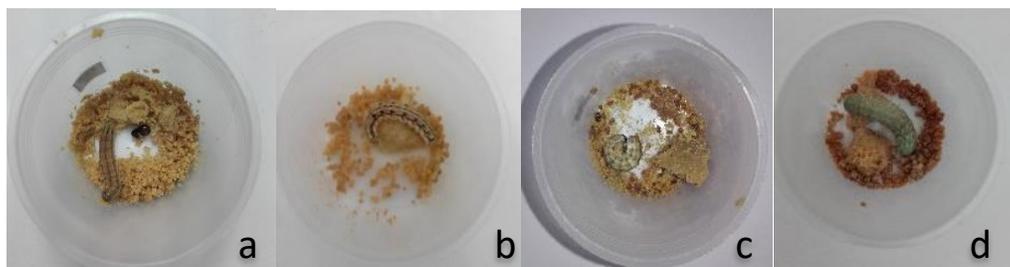


Figura 3. Fotografía en estado de larvas a) *Helicoverpa titicacae*, b) *Helicoverpa quinoa* c) *Agrotis sp.* d) *Copitarsia incommoda*

Manejo de pupas

Tiempo de duración del estado de pupa en días, desde la pupación hasta la emergencia de los adultos de cada noctuidae. Concluido el estado larval, las pupas obtenidas se dejaron en el mismo recipiente de cría (50 ml) con el fin de concluir su desarrollo, al quinto día se procedió al sexado de pupas con ayuda de un estereoscopio y se pesó con ayuda de una balanza de precisión eléctrica, los datos fueron registrados individualmente por especie. El seguimiento a este estado fue continuo hasta la emergencia de los adultos del complejo “noctuidae”.

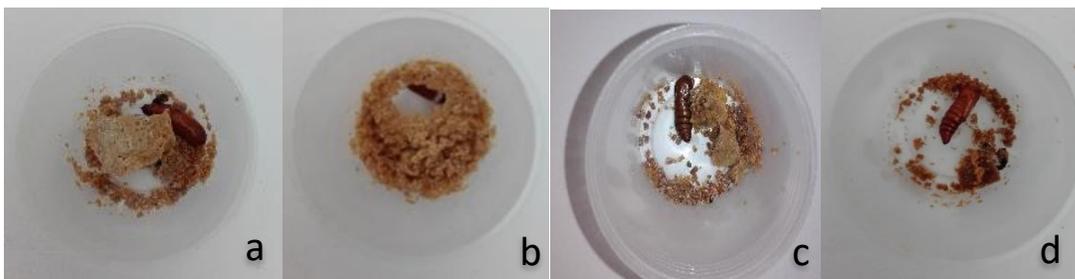


Figura 4. Fotografía en estado de pupa a) *Helicoverpa titicacae*, b) *Helicoverpa quinoa*, c) *Agrotis sp.* d) *Copitarsia incommoda*

Manejo de Adultos

Tiempo de duración del estado adulto en días, desde la emergencia de los adultos de cada noctuidae, los adultos recién emergidos fueron trasladados a cámara de copula y oviposición de 8 litros, cada cámara con 5 parejas relación 1:1 (5 hembras y 5 machos) además se introdujeron 3 tiras de papel secante (22 cm x 8 cm) colgados verticalmente para la postura de huevos, se cubrió el recipiente con tela tul para evitar que escapen los adultos y que existiera aireación. Posteriormente, estas cámaras fueron acomodados en estantes metálico, la alimentación fue diaria colocando en la parte superior del envase una mota de algodón empapando con miel y agua al 10 % (Saravia *et al.*, 2009).

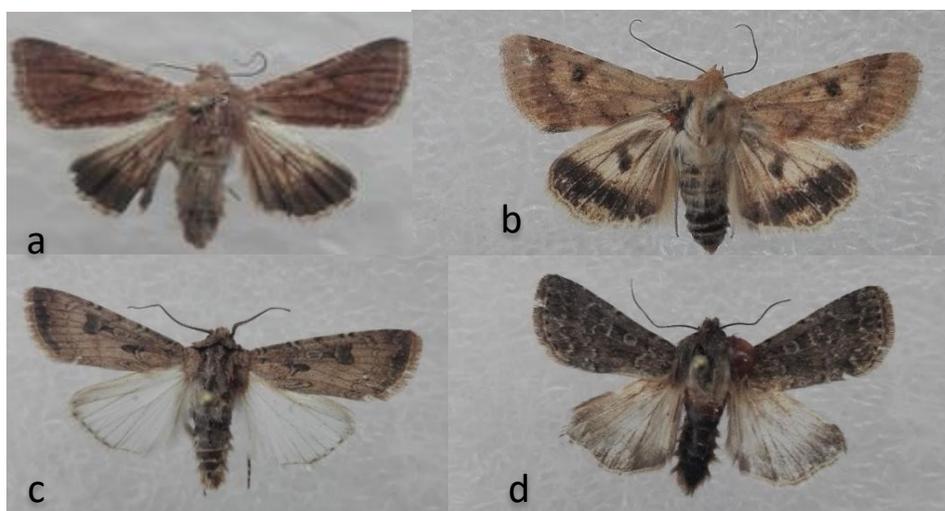


Figura 5. Fotografía en estado de adulto a) *Helicoverpa titicacae*, b) *Helicoverpa quinoa*, c) *Agrotis sp.* a) *Copitarsia incommoda*

Fecundidad y curva de oviposición de complejo noctuidae.

La fecundidad y curva de oviposición de adultos hembras del complejo noctuidae, fue registradas simultáneamente al estudio del ciclo de vida. Manejo de adultos de la metodología la revisión y la colecta de huevos por cámara de oviposición y especie fue diarias registrando el número de huevos con la ayuda de un estereoscopio, se contó con tres cámaras de cópula y oviposición (repetición) por especie de noctuidae”.

Guía de reconocimiento de *Helicoverpa titicacae*, *Helicoverpa quinoa*, *Copitarsia incommoda*, *Agrotis sp.*

En base a los resultados del ciclo de vida del complejo “noctuidae” de la quinua se elaboró una guía para el reconocimiento y de las especies que la conforman, la cual se elaboró bajo un esquema de ficha descriptiva por especie donde se describe con imágenes e información resumida de las principales características del estado adulto y larva. Para la descripción morfológica se emplearon 30 larvas del último estadio por especie a las cuales luego de ser preservadas en alcohol al 70% se registró su longitud, diámetro y peso, además se describió su color y características de su cabeza, escudo cervical, banda longitudinal. Para el estado adulto se empleó 10 especímenes montados con alas extendidas, con las cuales se sus características morfológicas más predominantes por especie, como ser la coloración y tamaño, también se tomaron medidas de longitud y diámetro del cuerpo y longitud con expansión alar. Además, muestras representativas de larvas y adultos de cada especie fueron fotografiadas para la elaboración de la guía de reconocimiento.



Figura 6. Fotografía en estado de larva y adulto a) *Helicoverpa titicacae*, b) *Helicoverpa quinoa*, c) *Copitarsia incommoda*, d) *Agrotis sp.*

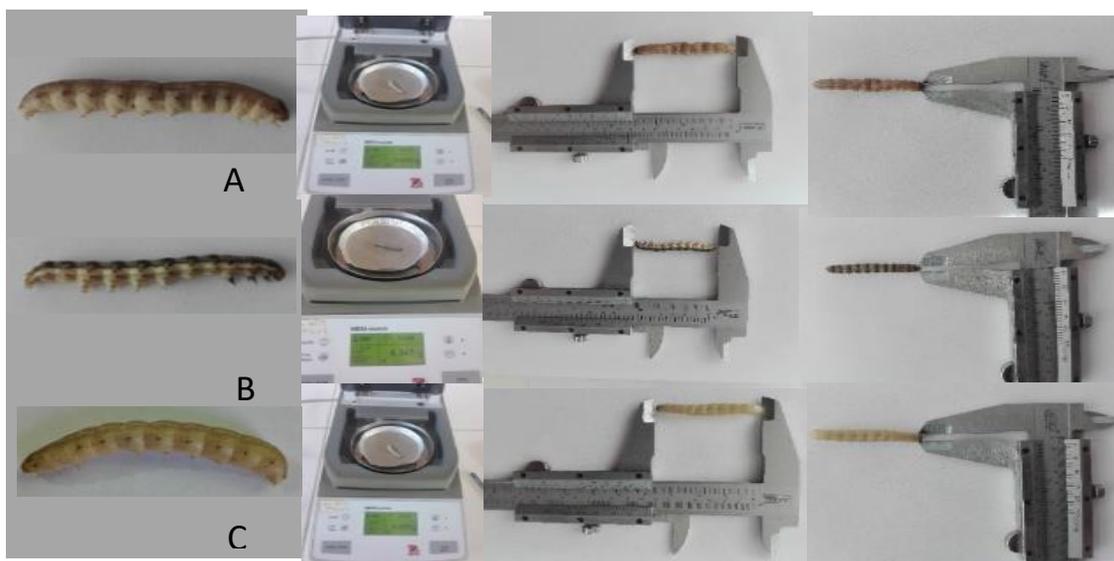


Figura 7. Longitud, Peso y Diámetro, de Larvas medidas en (mm) a) *Copitarsia incommoda* b) *Helicoverpa quinoa* y c) *Agrotis* sp.



Figura 8. Extensión alar longitud, diámetro de los adultos en (mm) a) *Helicoverpa titicacae* b) *Helicoverpa quinoa* c) *Agrotis* sp. d) *Copitarsia incommoda*

CAPITULO 7.

RESULTADOS Y ANALISIS

Ciclo de vida de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*

Se describe el tiempo de desarrollo de los estados del ciclo de vida de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp*

Estado de huevo

Cuadro 2. Análisis de varianza estado de huevo

En el cuadro 2 se observa que hay diferencia significativa en el estado de huevo, para cada especie del complejo noctuidae,

Especie	Media	GL	CM	F	P
<i>Agrotis sp.</i>	6,00	3	2,75	33,00	0,0001
<i>H. quinoa</i>	6,00	3	2,75	33,00	0,0001
<i>H. titicacae</i>	5,67	8	0,08		
<i>C. incommoda</i>	4,00	11			

Promedio con una letra no son significante diferentes ($p > 0,05$)

Se comprueba en la figura 9 el tiempo en promedio de la duracion del estado de huevo en dias, no fue igual en las cuatro especies del complejo noctuidae, de la quinua, los huevos de *Agrotis sp.*, *H. quinoa* y *H. titicacae* maduraron en 6 ± 1 dias en cambio las posturas de *C. incommoda*, en 4 ± 1 dias, a una temperatura de 21 °C y una humedad relativa de 65 %. El analisis de varianza del tiempo de desarrollo del estado de huevo fue estadisticamente distinto, y la prueba de medias. Duncan muestra la formacion de dos grupos, la primera constituida por *Agrotis sp.*, *H. quinoa* y *H. titicacae* con mayorr tiempo de duracion y la segunda formado por *C. incommoda* con menor tiempo para el estado de huevo.

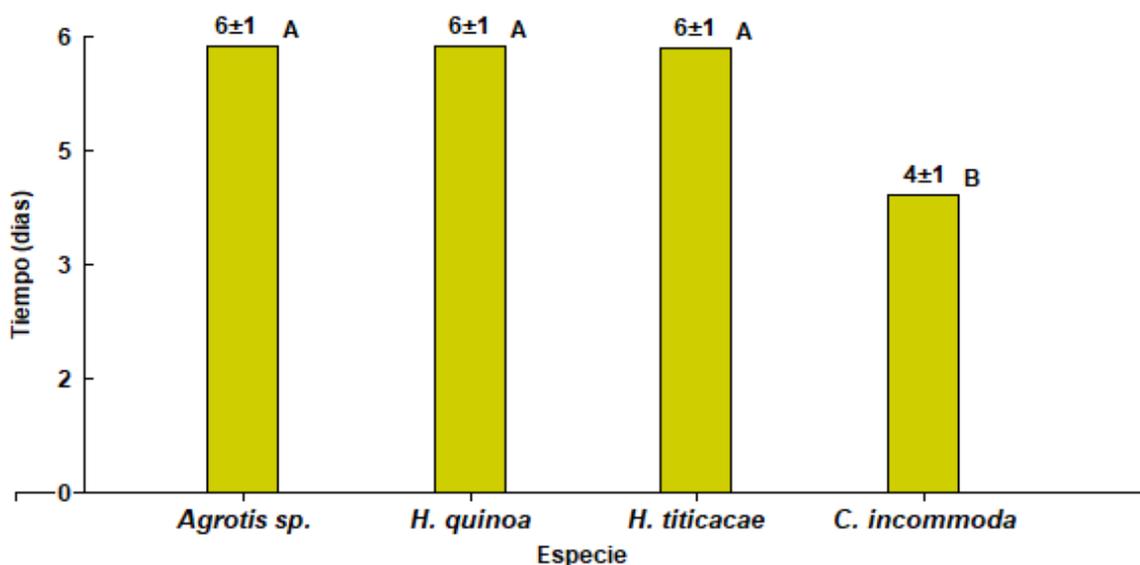


Figura 1. Tiempo de duración del estado de huevo de las especies del complejo

Según Cruces *et. al.* (2016) el estado de huevo para *Agrotis sp. dura*, $3,83 \pm 0.17$ días resultados que son inferiores a los del presente estudio. Además los mismos autores afirman que *H. quinoa* tuvo un tiempo de 5 ± 1 días en un ambiente de 25°C y una Humedad Relativa de 60 % valores similares a los encontrados en el presente.

Estado de larva

Cuadro 3. Análisis de varianza estado de larva

Según el análisis de varianza la duración en días del estado larval del complejo “noctuidae” es estadísticamente distinto como se observa en el cuadro 3

Especie	Media	GL	CM	F	P
<i>Agrotis sp.</i>	46,57	3	125,05	35,15	0,0001
<i>C. incommoda</i>	34,00	3	125,05	35,15	0,0001
<i>H. quinoa</i>	33,81	8	3,56		
<i>H. titicacae</i>	33,22	11			

El tiempo de desarrollo del estado larval del complejo “noctuidae” de la quinua se muestra en la figura 10, donde se observa que la larva de *Agrotis sp.* registra mayor tiempo de desarrollo 47 ± 1 días en promedio a diferencia de *C.incommoda*, *H. quinoa* y *H. titicacae* que se desarrollaron entre 34 y 33 ± 1 días promedio, los cuales son más cortos. la prueba de medias Duncan muestra que el *H. quinoa*, *H. titicacae* y *C. incommoda*, son estadísticamente similares en cuanto al tiempo de duración del estado larval con menos días y *Agrotis sp.* es estadísticamente diferente ya que necesita más días para completar su desarrollo larval.

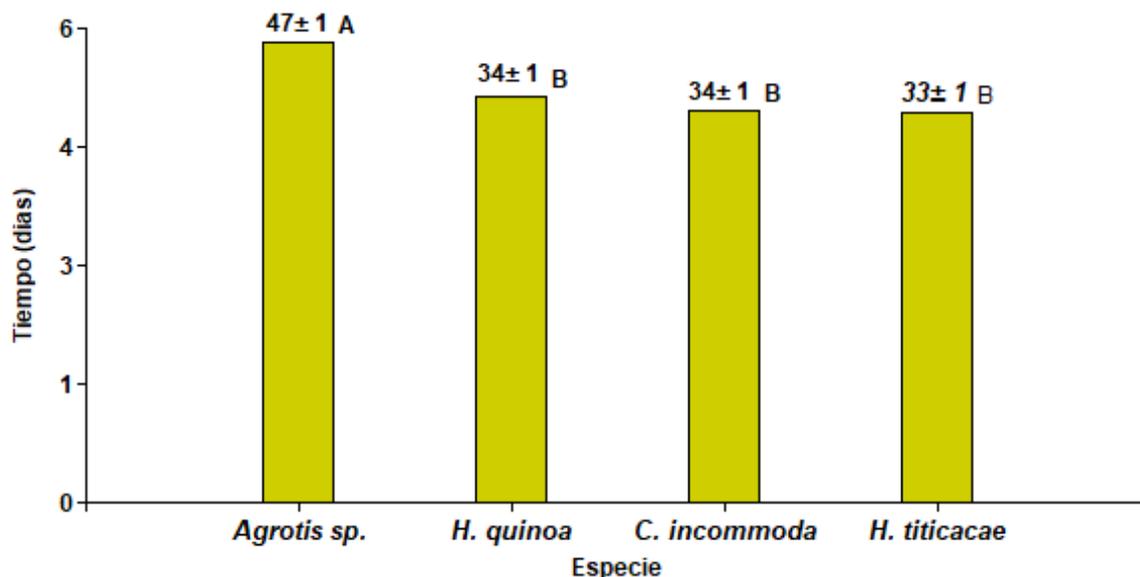


Figura 10. Tiempo de duración del estado de larva de las especies del complejo noctuidae de la quinua

Según Cruces *et al.* (2016) a una temperatura de 25 °C y una Humedad Relativa de 60 % el estado larval el *Agrotis ipsilon* se desarrolla en 22,72 días, tiempo que es mucho menor al registrado en el presente estudio, diferencia que podría explicarse porque Cruces.*et al.* trabajaron a 25 °C en cambio en el presente estudio la temperatura en promedio fue de 21 °C. Los mismos autores afirman también que *H. quinoa* se desarrolla en 26 ± 3 días, tiempo que es menor al registrado en el presente trabajo que fue de 34 días, por otra parte, según Luna (2010), muestra que larvas de *C. incommoda* necesitan 29,04 días en promedio para pasar al siguiente estado, tiempo que también fue menor al registrado en el presente estudio.

Estado de pupa

Cuadro 4. Análisis de varianza estado de pupa

En el cuadro 4 del analisis de varianza nos muestra que la duracion en dias del estado de pupa es estadisticamente diferente.

Espece	Media	GL	CM	F	P
<i>Agrotis sp.</i>	178,61	3	14687,5	28,22	0,0001
<i>C. incommoda</i>	139,27	3	14687,5	28,22	0,0001
<i>H. quinoa</i>	22,83	8	520,40		
<i>H.titicacae</i>	20,06	11			

Promedio con una letra no son significante diferentes ($p > 0,05$)

En la figura 11 se observa que el desarrollo del estado de pupa del complejo noctuidae es distinto, los que corresponde al genero *Helicoverpa* necesitan mayor tiempo para completar este estado a diferencia de *Agrotis sp.* y *C. incommoda*. Además, la prueba de Duncan corrobora que existe diferencia entre las especies de “noctuidae” de la quinua en cuanto a la duracion del estado de pupa, registrando con un menor tiempo de duracion *Agrotis sp.* y *C. incommoda* para el desarrollo de este estado, a diferencia de *H. titicacae* y *H. quinoa* que registran mayor tiempo.

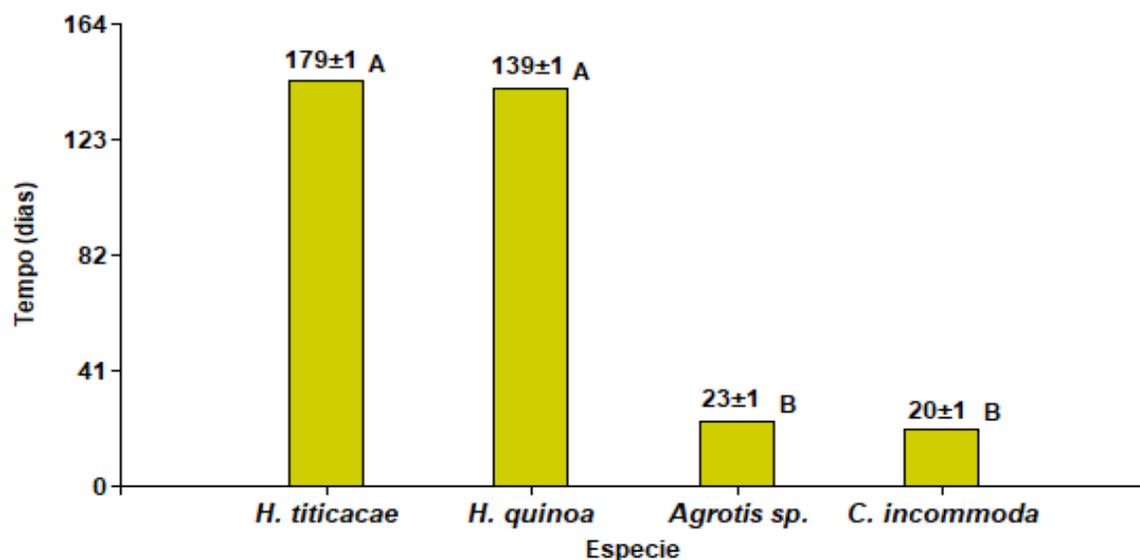


Figura 11. Tiempo de duración del estado de pupa de las especies del complejo noctuidae de la quinua

Según Cruces *et al*, (2016).mencionan que la temperatura de 25 °C y Humedad Relativa de 60 % el estado de pupa de *Agrotis ipsilon* alcanzo a 12.51 ± 0.36 días, periodo de tiempo mas corto al registrado en el presente trabajo.Los mismos autores muestran resultados con similar tendencia para *H. quinoa*, Choquehuanca, (2011), cita que la pupa de *Copitarsia incommoda* se desarrolla en 16,3 días con un rango de variación de 13 a 21 días.

Estado de adulto

Cuadro 5. Análisis de varianza estado adulto

Según el analisis de varianza las especies de noctuidae de la quinua en estado adulto muestran un comportamiento estadísticamente distinto como se comprueba en el cuadro 5

Especie	Media	GL	CM	F	P
<i>Agrotis sp.</i>	15,02	3	54,68	18,8615	0,0005
<i>C. incommoda</i>	12,40	3	54,68	18,8615	0,0005
<i>H. quinoa</i>	10,00	8	2,90		
<i>H. titicacae</i>	4,98	11			

El tiempo de duración del estado adulto del complejo noctuidae de la quinua se muestra en la figura 12, donde se observa que el tiempo de desarrollo es distinto, y fluctúa entre 15 y 4 días para *Agrotis sp.* y *H. titicacae*, respectivamente. La prueba de medias Duncan en función al promedio de días de duración del estado de pupa forma tres grupos, siendo *Agrotis sp.* y *C. incommoda* el primer grupo con mayor tiempo de duración (15 a 12 días), en cambio *H. titicacae* forma el tercer grupo con menor tiempo (5 días), y *H. quinoa* un tiempo intermedio (10 días).

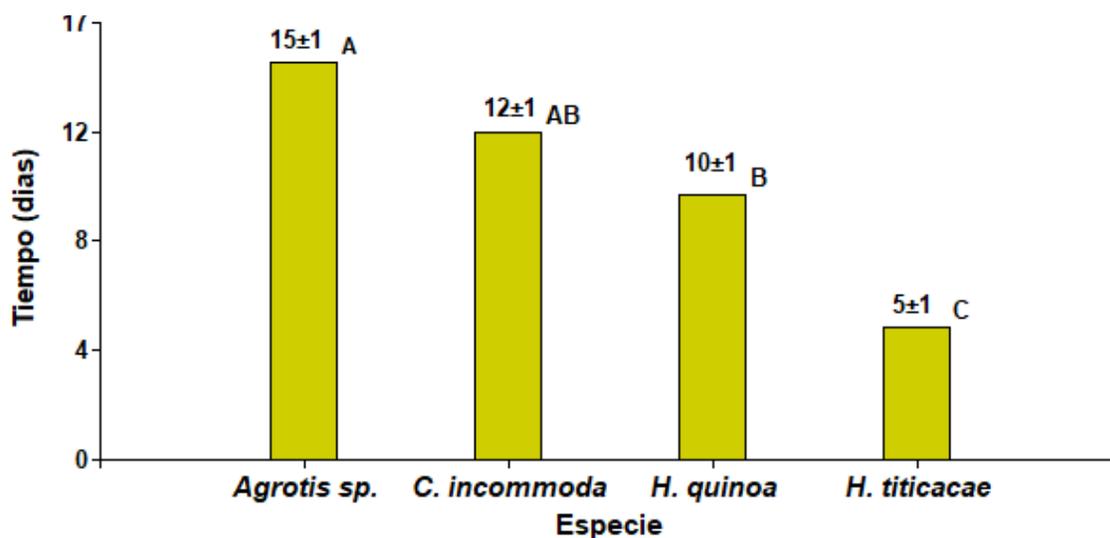


Figura 2. Tiempo de duración del estado de adulto de las especies del complejo

De acuerdo a Cruces *et al.* (2016) a 25 °C y 60 % de Humedad Relativa *Agrotis ipsilon* en estado adulto tiene un periodo de 8 ± 2 días, el cual es similar al registrado en el presente estudio. Los mismos autores, señalan que *H. quinoa* tuvo 8 días en estado adulto al igual que el presente trabajo. Por otro lado, Choquehuanca (2011) encontró que *C. incommoda* en estado adulto vive 19.85 días con un rango de variación de 7 a 36 días, tiempo que es mayor al registrado en el presente trabajo que fue de (12 días).

Cuantificación de vida de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp.*

La figura 14. Muestra el ciclo de vida completo de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp.*, bajo en condiciones de laboratorio 21 °C, 60 % HR. y 12

horas luz de fotoperiodo y alimentado con dieta artificial en base a quinua, donde se observa que la duración desde la puesta de huevo hasta la muerte de los adultos de las especies de “noctuidae” de la quinua es distinta, y fluctúa entre $223,8 \pm 18,17$ y $70,4 \pm 3,61$ días de las cuales en estado larval es importante por causar gran daño a la planta de quinua que tuvo una duración entre 33 a 46 días. El análisis de varianza corrobora que el ciclo biológico del complejo “noctuidae” es estadísticamente diferente, y la prueba de medias Duncan nos muestra que *H. titicacae* registra un ciclo de vida más largo ($223,1 \pm 18$ días), seguido de *H. quinoa* ($189,1 \pm 7,42$ días) y finalmente *Agrotis sp.* y *C. incommoda* con el ciclo de vida más corto ($91,3 \pm 18$ y 70 ± 4 días).

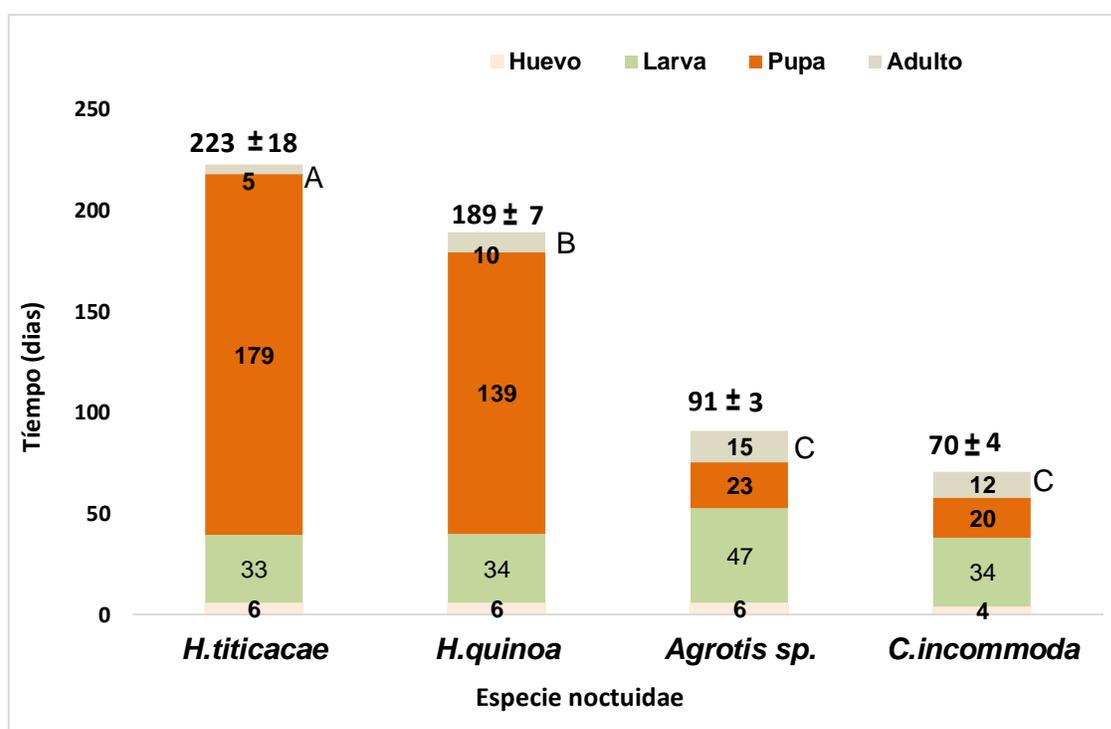
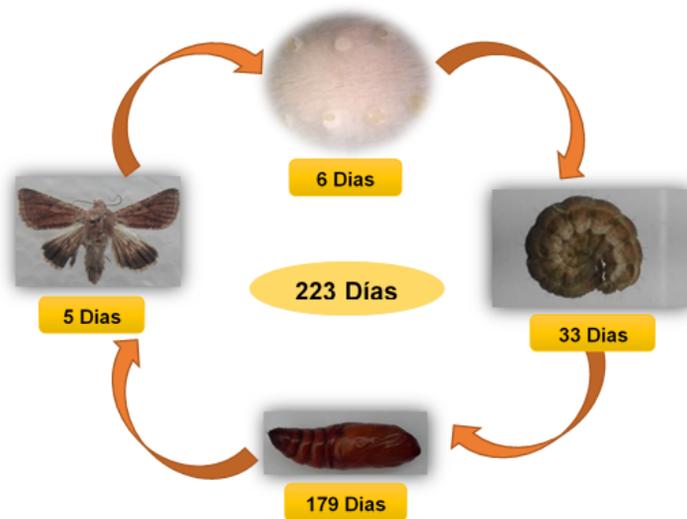
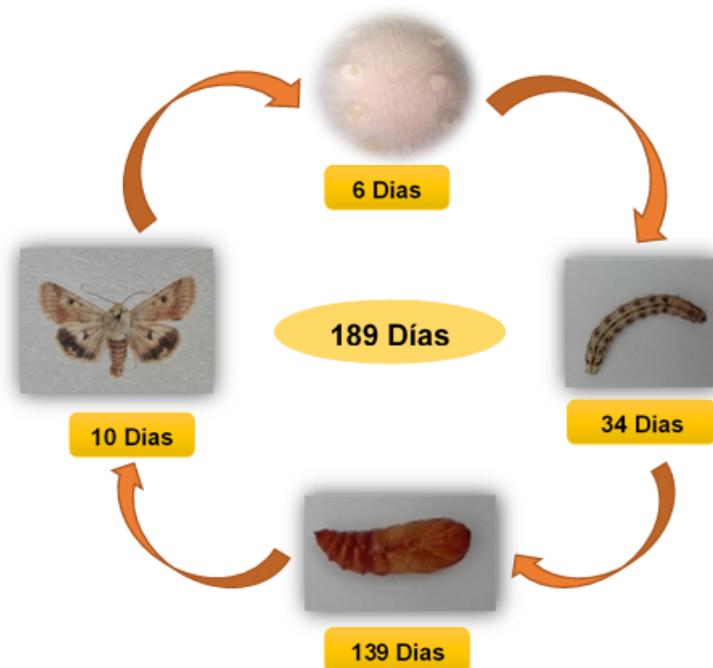


Figura 13. Tiempo de duración del ciclo biológico del complejo lepidópteros “noctuidae” de la quinua.

Choquehuanca (2014), indica que *Copitarsia incómmoda* obtuvo un ciclo total de 50.44 días con una desviación estándar de 7.01 días, a $25 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$, $65 \pm 5 \%$ HR y 12 horas luz datos que son superiores a los registrados en el presente estudio. De la misma forma.

Flores *et al.* (2004), reportan un ciclo de vida de *C. incommoda* corto.

Respecto a la biología de *H. quinoa* y *Agrotis sp* Cruses *et. al.* (2016) reportan periodos de desarrollo similares en el obtenidos del presente estudios.

Helicoverpa titicacae*Helicoverpa quinoa*

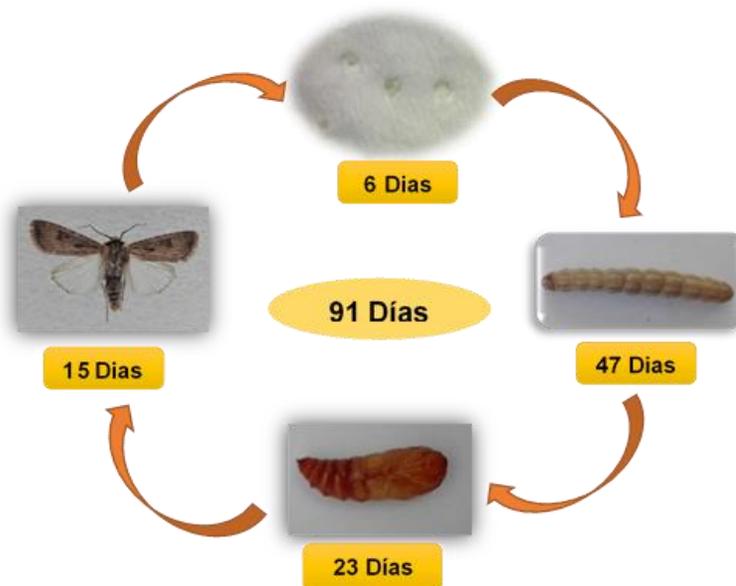
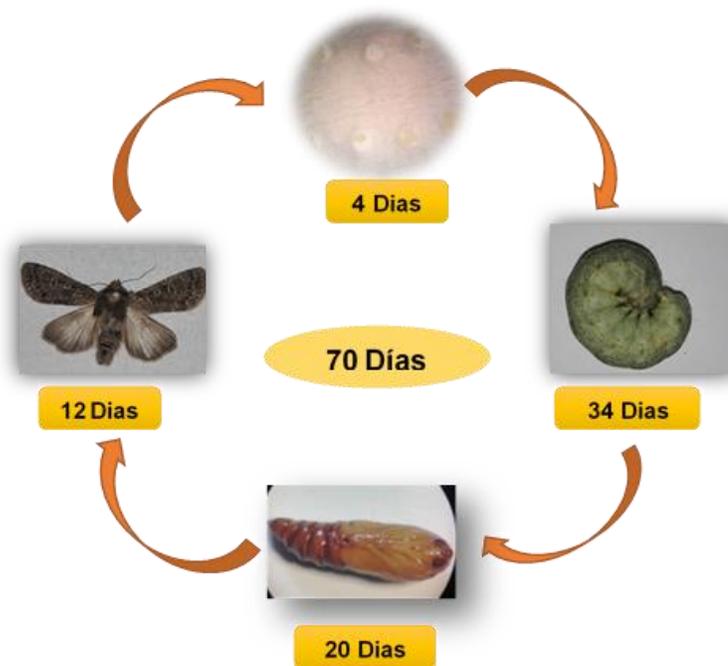
Agrotis sp.*Copitarsia incommoda*

Figura 14. Tiempo de vida de *Helicoverpa titicacae*, *Helicoverpa quinoa*, *Agrotis sp.*, *Copitarsia incommoda*

El desarrollo larval del complejo noctuidae de la quinua fue distinto, el análisis de varianza respecto al número de estadios corrobora que estadísticamente son diferentes. Y la prueba de medias Duncan refleja que *Agrotis sp.* es diferente del resto por tener 7 estadios larvales

Estado larval de *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp.*

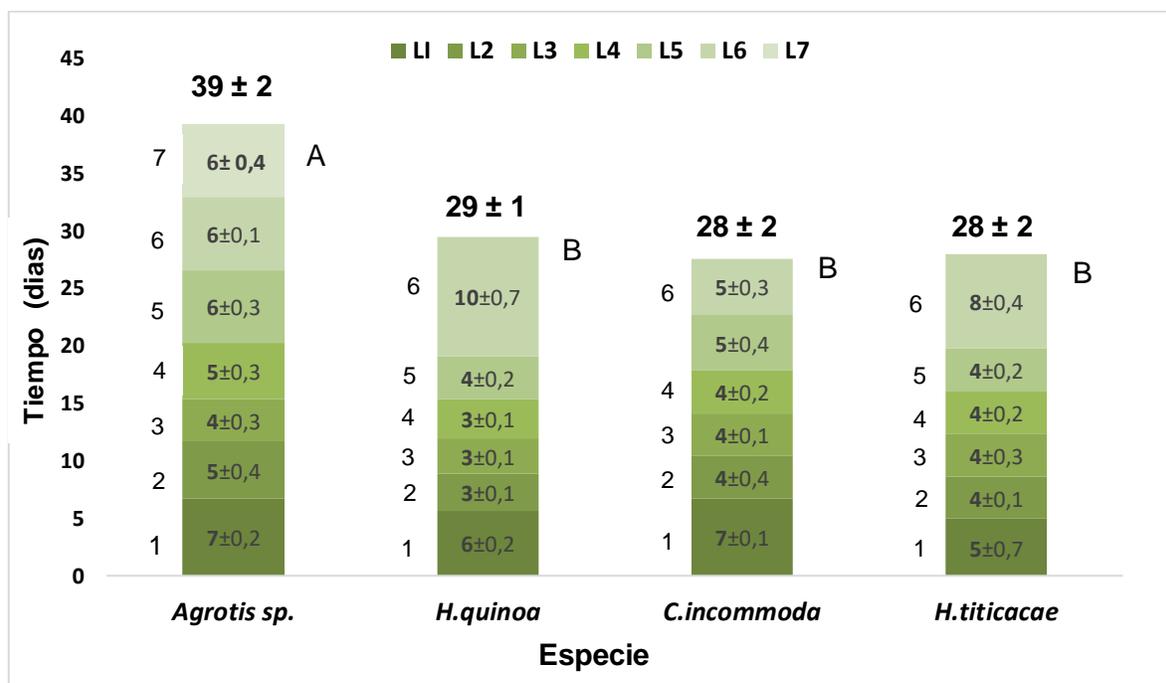


Figura 3. Numero de estadios larvales del complejo “noctuidae” de la quinua

Los trabajos que abordan el estudio de los estadios larvales son escasos, mucho más para nuestro medio y plagas específicas de cultivos propios como es la quinua, sin embargo, Según (Urretabizkaya *et al.*, 2010). Mmenciona que los lepidópteros constan de 4 a 6 estadios. Choquehuanca (2011), reporta que *C. incommoda* presenta 6 estadios larvarios, al igual que los resultados del presente estudio, a diferencia del *Agrotis sp.* que registro 7 estadios, aspecto que se enmarca con la afirmación de Accatitla *et al.*, (2004) quienes sustentan que las larvas de lepidópteros noctideo pueden llegar a registrar entre 5 a 7 estadios según la dieta con la cual se alimentan.

Reportes sobre el número de estadios larvales de *H. quinoa* y *H. titicacae* no fueron encontrados, en consecuencia, los datos sobre los estadios las larvas de ambas especies constituyen los primeros reportes para nuestro contexto (altiplano) y cultivo (quinua).

La figura 17 se observa que fecundidad de la hembra “noctuidae” fue distinto, registrándose las mayores posturas para *H. quinoa*, 1301 huevos, en comparación de *Agrotis sp.* y *C. incommoda* que registrados 587 y 567 huevos, respectivamente. Posturas de *H. titicacae*, no fue registrado porque los adultos no emergieron unifórmemente.

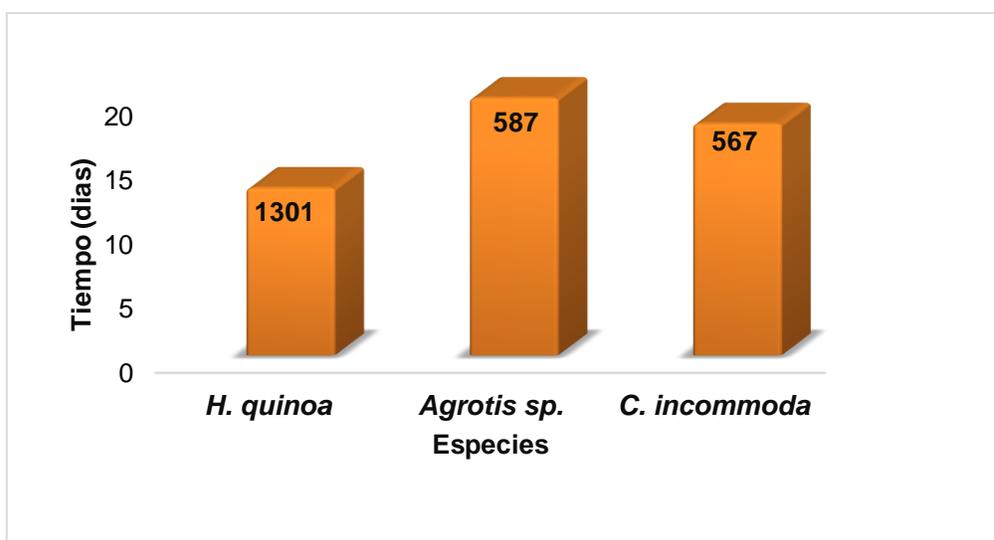


Figura 4. Tiempo total de posturas de lepidópteros noctudae

Según (Urretabizkaya *et al.*, 2010). Son especies vivíparas. Oviponen decenas a miles (40 á 4.500) de huevos, según la especie.

Según Bravo (2004), la familia Noctuidae puede, llegar a depositar en promedio de 600 huevos por hembra, cantidad de huevos que se aproxima a los registrados por *Agrotis sp.*

La figura 18 muestra la curva de oviposición de *H. quinoa*, *H. titicacae*, *C. incommoda* y *Agrotis sp.*, a excepción de *H. titicacae*, porque los adultos machos y hembras de esta especie no coincidieron en la emergencia, en consecuencia no se registraron posturas de esta especie. En esta figura muestra que el comportamiento de postura de las hembras de los noctuidae de la quinua fue distinto, destacando *H. quinoa* por registrar mayor cantidad de huevos en comparación de *Agrotis sp.* y *C. incommoda*. Además, las posturas de *H. quinoa* fueron puestos en mayor proporción durante la primera semana, en cambio *Agrotis sp.* y *C. incommoda* registran las mayores posturas durante la segunda semana.

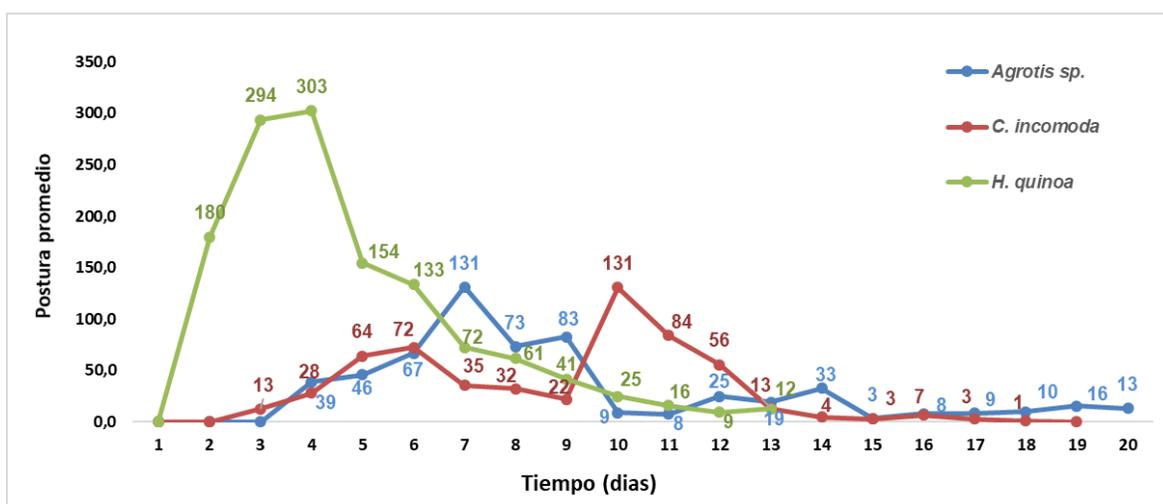


Figura 5. Fluctuación de oviposición lepidópteros noctuidae como plagas de la quinua

Reconocimiento *Helicoverpa quinoa*, *Helicoverpa titicacae*, *Copitarsia incommoda* y *Agrotis sp.*

Reconocimiento en estado larval

Las figuras A, B, C, D, fichas muestran las características resumidas para el reconocimiento del complejo “noctuidae” de la quinua

Según la figura A, las larvas de *H. quinoa* presentan una longitud de $32,4 \pm 0,75$ mm, un diámetro de $2,5 \pm 0,1$ mm y un peso $0,339 \pm 0,1$ g. La cabeza es de color café claro presenta el escudo cervical de forma rectangular de color café oscuro brillante y el color del cuerpo variable entre verde, café claro o marrón están presentes las andas dorsales de color café claro. La línea longitudinal es difusa de un color más claro con puntuaciones oscuras a partir del primer segmento abdominal que tienen la apariencia de una x.

Y las larvas de *H. titicacae* presentan una longitud de $37,1 \pm 0,4$ mm, un diámetro de $3,4 \pm 0,2$ mm y un peso $0,618 \pm 0,1$ g. La cabeza es de color marrón claro presenta el escudo cervical color marrón oscuro brillante color del cuerpo que llegan a variar entre color marrón claro La línea longitudinal fue difusa de un color verde claro

Para, las larvas de *Agrotis sp.* presentan una longitud de $40,7 \pm 2,3$ mm, diámetro de $3,2 \pm 0,2$ mm y un peso $0,783 \pm 0,1$ g (figura B), además muestran que su cabeza es de color café claro el cuerpo es de color variable entre verde, café claro marrón o mostaza, presenta el escudo cervical de forma rectangular color café oscuro brillante En banda dorsales de color verde claro, con línea longitudinal difusa de un color claro algo amarillenta

Las larvas de *C. incommoda* miden $37,1 \pm 0,3$ mm y un diámetro de $3,4 \pm 0,2$, y con un peso de $0,618 \pm 0,1$ g, su cabeza es de color marrón claro con el escudo cervical color marrón oscuro brillante. Tiene una banda dorsal se color verde oscuro, y una línea longitudinal difusa de un color verde claro.

Según Quispe y Saravia (2004) larvas de *Heliopsis titicaquensis* (actualmente *H. quinoa*) tienen el cuerpo de color negro con una longitud de $26,7 \pm 0,1$ mm y un diámetro de $2,7 \pm 0,1$ mm y un peso de $0,370 \pm 0,1$ g, valores que se aporiman a los registrados en el presente estudio.

Pongue (2011), en su descripción morfológica de *C. incommoda* es estado larval registra una longitud de 28 a 34 mm y una coloración de amarillo pardusco con el patrón reticular débil ligeramente más oscuro, descripción que coincide con lo reportado en el presente estudio.

Según (Coto D. n. d.) las larvas de *Heliothis zea* (Boddie) son de color rosado café claro o amarillo, con estrías oscuras longitudinales, setas en los segmentos abdominales, *Agrotis spp.* larvas de color castaños negrusco brillante y cubierta con gránulos separados de diferentes tamaños, estas descripciones son similares a los registros de algunos trabajos.

NOCTUIDAE O “TICONA” DE LA QUINUA <i>Helicoverpa quinoa</i> Pogue y Harp, 2014 (Lepidóptera: Noctuidae)	
ESTADO ADULTO	
	
Vista dorsal	Vista ventral
Expansión alar: 34,6±0,7mm; Long. cuerpo: 17,8±1,4mm; Diam. cuerpo: 6,2±0,2mm	
<u>Cuerpo</u> : color café claro pajizo variando en su intensidad <u>Ojos</u> : color verde claro <u>Ala anterior</u> : vista dorsal color café claro con ligeros tintes amarillos verdosos, con una mancha negra en la parte media y una banda gris que ocupa el borde del ala; vista ventral amarillenta sector proximal y con mancha circular en la parte media <u>Ala posterior</u> : vista dorsal blaquescina con mancha oscura en la parte media y franja oscura en su borde distal; vista ventral amarillenta con una mancha oscura en la parte media.	
ESTADO LARVAL	
	
	Vista dorsal
	
	Vista lateral
Long. cuerpo: 32,4±0,75mm; Diam. cuerpo: 2,7±0,1mm; Peso cuerpo: 0,393±0,1g	
<u>Cuerpo</u> : color variable entre verde, café claro o marrón <u>Cabeza</u> : color café claro <u>Escudo cervical</u> : color café oscuro brillante <u>Banda dorsal</u> : color café claro <u>Línea longitudinal</u> : difusa de un color más claro con puntuaciones oscuras a partir del primer segmento abdominal que tienen la apariencia de una x.	

Figura 6. Ficha de reconocimiento de *H. quinoa*, estado adulto y larva

NOCTUIDAE O “TICONA” DE LA QUINUA <i>Helicoverpa titicacae</i> Hardwick, 1965 (Lepidóptera: Noctuidae)	
ESTADO ADULTO	
	
Vista dorsal	Vista ventral
Expansión alar: 37,4±0,3mm; Long. cuerpo: 17,8±0,5mm; Diam. cuerpo: 6,3±0,3mm	
<p><u>Cuerpo</u>: color castaño claro con variaciones en su intensidad</p> <p><u>Ojos</u>: color negro</p> <p><u>Ala anterior</u>: vista dorsal color castaño oscuro a claro, con mancha orvicular reñiforme castaño oscuro y una banda castaño oscuro que ocupa el área subapical; vista ventral blanquecina con mancha circular en la parte media.</p> <p><u>Ala posterior</u>: vista dorsal blanquecina con franja oscura en su borde distal que es más acentuada en el extremo; vista ventral blanquecina con una pequeña mancha circular oscura a manera de punto en la parte media.</p>	
ESTADO LARVAL	
	
Habitat natural	Vista dorsal
	
	Vista lateral
Long. cuerpo: 26,7±0,1mm; Diam. cuerpo: 2,7±0,1mm; Peso cuerpo: 0,370±0,1g	
<p><u>Cabeza</u>: color café claro</p> <p><u>Escudo cervical</u>: color café claro brillante</p> <p><u>Banda dorsal</u>: color café claro</p> <p><u>Línea longitudinal</u>: difusa de un color más claro con puntuaciones oscuras a partir del primer segmento abdominal que tienen la apariencia de una x</p>	

Figura 7 . Ficha de reconocimiento de *H. titicacae*, estado adulto y larva

“TICONA” DE LA QUINUA <i>Copitarsia incommoda</i> (Walker, 1865) (Lepidóptera: Noctuidae)	
ESTADO ADULTO	
	
Vista dorsal	Vista ventral
Expansión alar: $41,8 \pm 0,5$ mm; Long. cuerpo: $20,9 \pm 0,7$ mm; Diam. cuerpo: $7,3 \pm 0,7$ mm	
<u>Cuerpo</u> : color castaño gris claro o castaño gris oscuro <u>Ojos</u> : color oscuro casi negro <u>Ala anterior</u> : vista dorsal castaño oscuro con una marcha orbicular circular castaño claro con un pequeño punto central y otra mancha reniforme castaño oscura con bordes castaños claro; vista ventral pardo claro con una mancha semi circular castaño <u>Ala posterior</u> : vista dorsal pardo claro donde resaltan la venación; vista ventral pardo claro o marfil sin ninguna característica particular	
ESTADO LARVAL	
	
	Vista dorsal
	
	Vista lateral
Long. cuerpo: $37,1 \pm 0,4$ mm; Diam. cuerpo: $3,4 \pm 0,2$ mm; Peso cuerpo: $0,618 \pm 0,1$ g	
<u>Cuerpo</u> : color variable entre verde, café claro o marrón <u>Cabeza</u> : color marrón claro <u>Escudo cervical</u> : color marrón oscuro brillante <u>Banda dorsal</u> : color verde oscuro <u>Línea longitudinal</u> : difusa de un color verde claro	

Figura 8. Ficha de reconocimiento de *C. incommoda* estado adulto y larva

“TICONA” DE LA QUINUA <i>Agrotis sp. Ochsenheimer, 1816 (Lepidóptera: Noctuidae)</i>	
ESTADO ADULTO	
	
Vista dorsal	Vista ventral
Expansión alar: $37,4 \pm 0,2$ mm; Long. cuerpo: $17,7 \pm 0,1$ mm; Diam. cuerpo: $6,3 \pm 0,1$ mm	
<p><u>Cuerpo</u>: color pardo grisáceo oscuro.</p> <p><u>Ojos</u>: color negro.</p> <p><u>Ala anterior</u>: vista dorsal color café claro pajizo, con ligeros tintes claros y mancha negra en la parte anterior media y una banda gris que ocupa el borde del ala; vista ventral amarillenta sector proximal y con mancha circular en la parte media.</p> <p><u>Ala posterior</u>: vista dorsal blanquecina con mancha oscura en la parte media y franja oscura en su borde distal; vista ventral amarillenta con una mancha oscura en la parte media.</p>	
ESTADO LARVAL	
	
	Vista dorsal
	
	Vista lateral
Long. cuerpo: $40,5 \pm 3,9$ mm; Diam. cuerpo: $3,1 \pm 0,3$ mm; Peso cuerpo: $0,8 \pm 0,1$ g	
<p><u>Cuerpo</u>: color variable entre verde, café claro, marrón o mostaza.</p> <p><u>Cabeza</u>: color café claro</p> <p><u>Escudo cervical</u>: color café oscuro brillante</p> <p><u>Banda dorsal</u>: color verde claro</p> <p><u>Línea longitudinal</u>: difusa de un color claro algo amarillenta</p>	

Figura 9. Ficha de reconocimiento de *H. titicacae*, estado adulto y larva

Respecto a los adultos del complejo noctuidae, En general, los noctuidae o “ticona” de la quinua esta constituidos por cuatro especies, son mariposas nocturnas de tamaño mediano, en general miden entre 31 a 41 mm de expansión alar, presentan el cuerpo cubierto por abundante escama y colores poco vistosos. Poseen cabeza pequeña, mientras que los ocelos y la espiritrompa o probóscide están bien desarrollados. Las alas anteriores suelen ser grisáceas u oscuras, de forma triangular, contrastando con las posteriores que son más claras y uniformes (Saravia *et al.* 2014). En cambio, en estado larval muestra una variación de color, principalmente en campo, característica que es influenciada por el alimento que consume, sin embargo, se ha evidenciado que larvas de *C. incommoda* y *Agrotis sp.* son de mayor tamaño en comparación a larvas de *H. quinoa* y *H. titicacae*.

Ramos (2019) menciona que en *Helicoverpa titicacae* (Hardwick, 1965). En vista dorsal, el ala anterior de color castaño grisáceo oscuro a claro, orbicular y reniforme castaño oscuro; el ala posterior de color castaño grisáceo con una franja oscura. En vista ventral, el ala anterior de color castaño claro, se observa claramente el orbicular, el reniforme y una línea de color castaño; el ala posterior presenta, línea y una mancha circular castaño oscuro

La descripción del adulto de *Agrotis sp.* es similar a las investigaciones realizadas por Saravia *et al.* (2014) y Ramos (2019), aunque la última autora realiza una mayor descripción de esta especie, además de realizar su distribución geográfica en el Altiplano del país.

Características de larvas de *Agrotis sp.*, no se reportan para nuestro contexto, constituyendo los datos del presente trabajo pioneros para especie una de las plagas del cultivo de la quinua.

CAPITULO 8.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos del presente trabajo, se llegó a las siguientes conclusiones

El ciclo de vida del complejo noctuidae de la quinua fue estadísticamente distinto, siendo el más largo para *Helicoverpa titicacae* ($223,8 \pm 18,17$ días) seguido en orden descendiente por *Helicoverpa quinoa* ($189,11 \pm 7,42$ días), *Agrotis sp.* ($91,6 \pm 2,58$ días) y *C. incommoda* ($70,4 \pm 3,61$ días).

Los estados de desarrollo del complejo noctuidae de la quinua mostraron comportamiento distinto, en estado de huevo *Agrotis sp.* y *H.quinoa* maduraron en 6 días, en cambio *H. titicacae* y *C. incommoda* en 5 días, y para el estado de larva el *Agrotis sp.* se desarrollo en 47 días seguido de *C.incommoda*, *H.quinoa* y *H. titicacae* en 33 días, el estado de pupa fue de larga duracion para *H. titicacae* (179 días) y *H.quinoa* (139 días), en cambio para *Agrotis sp.* (23 días) y *C. incommoda* ((20 días) fue corto, y la duracion del estado adulto vario de 15 (*Agrotis sp.*) a 5 días (*C. incommoda*)

El numero de estadio del estado larval del complejo noctuidae de la quinua no fue igual, registrando 7 estadios en *Agrotis sp.* y solo 6 en *H. quinoa*, *titicacae* y *C.incommoda*.

La curva de oviposición de hembras del complejo noctuidae de la quinua fue diferente *H. quinoa* registra mayores posturas entre el segundo y sexto día, en cambio el *Agrotis sp.* entre el sexto y noveno día, y el *C. incommoda* entre el sexto y décimo día, y además el *H quinoa* registro mayor cantidad de huevo a diferencia de *Agrotis* y *C. incommoda* *H. titicacae* no registro posturas porque la emergencia de los adultos de esta especie no fue homogénea.

Las características para el reconocimiento del complejo noctuidae de la quinua, a nivel larval podrían ser el tamaño, que es mayor en *Agrotis sp.* y *C. incommoda* en comparación a los del genero *Helicoverpa*. En adulto el *H. quinoa* es de menor tamaño y de colores más claros en comparación de *Copitarsia* y *Agrotis* que son más oscuros y de mayor envergadura.