



Journal of the Selva Andina Research Society

ISSN: 2072-9294

ISSN: 2072-9308

editor.research-society@sars.org.bo

Selva Andina Research Society

Estado Plurinacional de Bolivia

Ramos-Ticona, Verónica; Rebaudo, François; Quispe
Tarqui, Reinaldo; Loza-Murguia, Manuel Gregorio

Identificación y distribución geográfica del complejo noctuideo (Lepidóptera:
Noctuidae) plaga del cultivo de la quinua en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia
Journal of the Selva Andina Research Society, vol. 15, núm. 2, 2024, pp. 75-89

Selva Andina Research Society
La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia

DOI: <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2024.150200075>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361378842003>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

Artículo Original

Identificación y distribución geográfica del complejo noctuideo (Lepidóptera: Noctuidae) plaga del cultivo de la quinua en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia

Identification and geographical distribution of the noctuid complex (Lepidoptera: Noctuidae) pest of quinoa in the Northern and Central Altiplano of Bolivia

Ramos-Ticona Verónica^{1*} , Rebaudo François² , Quispe Tarqui Reinaldo^{1,3} , Loza-Murguia Manuel Gregorio⁴ 



Datos del Artículo

¹ Universidad Pública de El Alto.
Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales.
Ingeniería Agronómica.
Av. Sucre A s/n zona villa esperanza.
Ciudad de El Alto.
La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

² Université Paris-Saclay.
Development Research Institute.
CNRS, UMR Évolution, Génomes, Comportement et Écologie.
91198 Gif-sur-Yvette.
France.

³ Fundación PROINPA.
Laboratorio de Entomología.
La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

⁴ Universidad Católica Boliviana San Pablo-UCB.
Dirección General de Unidades Académicas Campesinas.
Unidad Académica Campesina Tiahuanacu UAC-T.
Ingeniería Agronómica-Zootecnia.
Km. 74 Carretera Internacional La Paz - Desaguadero.
La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.
Tel: 591-67110665.
E-mail: boliviامloza@yahoo.com

*Dirección de contacto:

Universidad Pública de El Alto.
Área de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Recursos Naturales.
Ingeniería Agronómica.
Av. Sucre A s/n zona villa esperanza.
Ciudad de El Alto.
La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.
Tel.: +591-76221890.
El Alto, La Paz. Estado Plurinacional de Bolivia

Verónica Ramos-Ticona
E-mail address: veronicaramosticona2@gmail.com

Palabras clave:

Quinua,
complejo noctuideo,
insectos plaga,
distribución geográfica,
abundancia de plagas.

J. Selva Andina Res. Soc.
2024; 15(2):75-89.

ID del artículo: 179/JSARS/2020

Historial del artículo

Recibido febrero 2020.
Devuelto julio 2020.
Aceptado mayo 2024.
Disponible en línea, agosto 2024.

Resumen

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es atacada por varios insectos plaga, siendo el complejo Noctuideo (*Copitarsia* sp., *Helicoverpa* spp., y *Agrotis* sp.) uno de los más importantes que disminuye su rendimiento. Sin embargo, su taxonomía, como su distribución geográfica aún no ha sido completamente estudiada. Con el objetivo de identificar las especies del complejo Noctuideo (Lepidóptera: Noctuidae) plaga del cultivo de la quinua y su distribución geográfica en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia, se colectó larvas de Noctuideos en 32 comunidades productoras de quinua del Altiplano Norte (La Paz) y Centro (La Paz y Oruro), fueron trasladadas al laboratorio de Entomología del Centro K'iphak'iphani-PROINPA (Viacha, La Paz) para su cría hasta la obtención de los especímenes adultos. La identificación fue realizada en estado adulto por el método de comparación con ilustraciones morfológicas y la colección de referencia de insectos plaga de la quinua de la Fundación PROINPA. La distribución geográfica se realizó con el software ARC GIS 10.2 en base a los datos de latitud, longitud y altitud de las parcelas muestreadas y la determinación de la abundancia en función a la cantidad de larvas y adultos obtenidos por punto de muestreo, apoyados con regresión lineal múltiple y correlación con el software R 3.3.1. Según resultados, el complejo Noctuideo de la quinua en el Altiplano Norte y Centro está conformado por *Agrotis araucaria* (Hampson, 1903), *Copitarsia incommoda* (Walker, 1865) *Copitarsia* sp. (Hampson, 1906), *Helicoverpa quinoa* (Pogue & Harp, 2014), *Helicoverpa titicacae* (Hardwick, 1965) y *Perizoma sordescens* (Dognin, 1908). La distribución geográfica del complejo Noctuideo fue distinta, *A. araucaria* se distribuye solo en el Altiplano Norte, *C. incommoda*, *H. quinoa*, *H. titicacae* y *P. sordescens* están distribuidos en el Altiplano Norte y Centro, y *Copitarsia* sp. en el Altiplano Centro. En el Altiplano Norte y Centro *H. quinoa* fue el más abundante, seguido de *C. incommoda* y *P. sordescens*, en cambio *H. titicacae*, *A. araucaria* y *Copitarsia* sp. fueron las menos abundantes. En el Altiplano Norte *C. incommoda* fue la más abundante y en el Altiplano Centro *H. quinoa*. Según los análisis de regresión y correlación la superficie de parcela y altura de planta presentan un efecto significativo, es decir influiría en la abundancia de larvas del complejo Noctuideo, sin embargo, la humedad relativa repercutiría en la abundancia de *C. incommoda* y *Copitarsia* sp., así mismo, los factores superficie de parcela y temperatura máxima afectarían en la abundancia de *H. quinoa* en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia ya que presentaron valores significativos.

2024. Journal of the Selva Andina Research Society®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is attacked by several insect pests, being the Noctuid complex (*Copitarsia* sp., *Helicoverpa* spp., and *Agrotis* sp.) one of the most important ones that decreases its yield. However, their taxonomy, as well as their geographic distribution, has not yet been fully studied. In order to identify the species of the Noctuideo complex (Lepidoptera: Noctuidae) pest of the quinoa crop and its geographical distribution in the Northern and Central Altiplano of Bolivia, larvae of Noctuidae were collected in 32 quinoa-producing communi-

Keywords:

Quinoa,
noctuid complex,
insect pests,
geographic distribution,
pest abundance.

ties of the Northern (La Paz) and Central (La Paz and Oruro) Altiplano, were transferred to the Entomology laboratory of the K'iphak'iphani-PROINPA Center (Viacha, La Paz) for rearing until adult specimens were obtained. Identification was carried out in the adult stage by the method of comparison with morphological illustrations and the reference collection of quinoa pest insects of Foundation PROINPA. Geographical distribution was carried out with ARC GIS 10.2 software based on latitude, longitude, and altitude data of the sampled plots and the determination of abundance based on the number of larvae and adults obtained per sampling point, supported by multiple linear regression and correlation with R 3.3.1 software. According to the results, the Noctuideo complex of quinoa in the Northern and Central Altiplano is composed of *Agrotis araucaria* (Hampson, 1903), *Copitarsia incommoda* (Walker, 1865) *Copitarsia* sp. (Hampson, 1906), *Helicoverpa quinoa* (Pogue & Harp, 2014), *Helicoverpa titicacae* (Hardwick, 1965) and *Perizoma sordescens* (Dognin, 1908). The geographic distribution of the Noctuideo complex was distinct, *A. araucaria* is distributed only in the Northern Altiplano, *C. incommoda*, *H. quinoa*, *H. titicacae* and *P. sordescens* are distributed in the Northern and Central Altiplano, and *Copitarsia* sp. in the Central Altiplano. In the Northern and Central Altiplano *H. quinoa* was the most abundant, followed by *C. incommoda* and *P. sordescens*, while *H. titicacae*, *A. araucaria*, and *Copitarsia* sp. were the least abundant. In the Northern Altiplano *C. incommoda* was the most abundant and in the Central Altiplano *H. quinoa*. According to the regression and correlation analyses, plot surface and plant height have a significant effect, that is, they would influence the abundance of larvae of the Noctuideo complex, however, the relative humidity would affect the abundance of *C. incommoda* and *Copitarsia* sp., likewise, the factors plot surface and maximum temperature would affect the abundance of *H. quinoa* in the Northern and Central Altiplano of Bolivia since they presented significant values.

2024. Journal of the Selva Andina Research Society®. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) se cultiva en la región andina desde hace más de 7000 años, siendo uno de los principales cultivos de granos altamente nutritivos¹⁻³ presenta alto contenido proteico, rico en vitaminas (A, B₂, E) y minerales (Ca, Fe, Cu, Mg, Zn)⁴. Una halófita facultativa, perteneciente a las Amaranthaceae, planta herbácea dicotiledónea que comprende parientes silvestres y poblaciones domesticadas, el fruto es un aquenio diminuto, el color de la semilla varía de blanco y amarillo a morado y negro⁵.

La quinua se consume ampliamente por su alto contenido de proteínas y minerales y sus propiedades antioxidantes⁶, sus altas cualidades nutricionales llevaron a una mayor demanda del mercado y expandieron el cultivo de quinua desde su rango histórico en América del Sur hasta Europa y América del Norte⁷.

La región andina presenta, 5 ecotipos principales (altiplano, valle interandino, salares, yungas y tierras bajas costeras) asociados a núcleos de dispersión ubi-

cados alrededor del lago Titicaca en Bolivia y Perú. Su distribución espacial natural va desde Colombia hasta Chile e incluye Bolivia, Perú, Ecuador y Argentina⁸.

Durante el período vegetativo, la quinua es afectada por una variedad de insectos, incluidos *Eurysacca melanocampta*, *E. quinoae*⁹, como plaga principal de la quinua, y el complejo *Copitarsia turbata*, *Feltia* sp., *Heliothis titicaquensis* y *Spodoptera* spp. Las pérdidas de productividad en la quinua causadas por estas plagas son enormes, llegando en algunos casos hasta al (70 %)¹⁰.

Como en otros cultivos el insecto plaga, del complejo Noctuideo (*Copitarsia* sp., *Helicoverpa* spp. y *Agrotis* spp.), y la polilla de la quinua (*E. melanocampta*)¹¹, llegan a ocasionar perdidas que oscilan entre 20-30 % de su producción^{12,13}. En países andinos el complejo de orugas lepidópteros llega a ser una de las más perjudiciales^{9,11,14-16}.

Estos insectos son destructivos en todas las etapas fe-

nológicas de este cultivo en especial en la fase de grano¹⁴, la frecuencia e intensidad de estas plagas varía de la ubicación geográfica, la presencia de enemigos naturales y las condiciones ambientales¹⁷.

La identificación de los insectos es una herramienta básica para el manejo integrado de plagas, es importante porque a partir de ello se puede estudiar el comportamiento de la plaga, ciclo biológico y el nivel de daño que ocasiona¹⁸.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue identificar las especies del complejo Noctuideo (Lepidóptera: Noctuidae) plaga del cultivo de la quinua y su distribución geográfica en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia.

Materiales y métodos

Las larvas se recolectaron manualmente de las panojas, de 32 comunidades productoras de quinua en el Altiplano Norte (La Paz) y Centro (Oruro), se realizó a inicio del mes de abril del año 2016, durante 4 días, se determinó un tiempo de recorrido entre cada punto de colecta y/o comunidad 30 min aproximadamente (dependiendo de las zonas productoras de quinua).

El material biológico obtenidos fue 157 larvas de diferente estadio, luego fueron llevadas al laboratorio del Centro de Facilidades K'iphak'iphani, dependiente de la Fundación PROINPA, (-16°40'30" de latitud y -68°17'58" de longitud), a 3880 msnm ubicado a 4 km de Viacha, Provincia Ingavi, del departamento de La Paz. Las larvas se acondicionaron en jaulas de cría con alimento a base de hojuelas de quinua¹⁹ hasta la emergencia de los adultos, bajo condiciones controladas, se ajustaron a 20±3°C de temperatura, 50±5 % de humedad relativa y 12 h luz.

Los datos de temperaturas medias de Bolivia se consideraron de la base de datos WorldClim²⁰, correspondiente a las temperaturas medias mensuales durante 30 años, representativas de 1960-1990.

Para la identificación de los caracteres genitales de los machos y hembras, coloración y patrón de diseño alar²¹, la disección de la genitalia se llevó a cabo según lo descripto en Lafontaine²². A medida que los adultos fueron emergiendo, se sacrificaron, colocados en envases, y llevados al refrigerador por 3 días aproximadamente, para el mantenimiento de sus características morfológicas y flexibilidad para el montaje. El montaje (extensión de alas) se realizó con la ayuda de recomendaciones técnicas sugeridas por Borror et al.²³.

La identificación de los ejemplares a través del método por comparación en base a las ilustraciones morfológicas, además de la bibliografía utilizada para la identificación los individuos fueron comparados con la colección de referencia de insectos plaga de la quinua de la Fundación PROINPA, con la ayuda de un Estereoscopio Leica, verificando las características morfológicas del ala (vista dorsal y vista ventral) de cada individuo. Para la identificación de adultos del complejo Noctuideo se trabajó con el total de adultos emergidos del Altiplano Norte y Altiplano Centro de Bolivia, una vez identificados fueron separados y ordenados por morfotipo en cajas entomológicas. El material empleado para este estudio se encuentra depositado en la colección de la Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia.

La identificación del complejo Noctuideo fue realizada en estado adulto por el método de comparación con ilustraciones morfológicas²⁴, para *Copitarsia incommoda*, Pogue²¹, San Blas²⁵, para *Helicoverpa quinoa* y *Helicoverpa titicaca*, Hardwick²⁶, Yabar-Landa²⁷, para *Agrotis araucaria*, *Perizoma sordescens* Carrasco²⁸.

Para la distribución geográfica de las especies del complejo Noctuideo identificadas en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia, se procedió a la construcción de mapas de distribución geográfica, utilizando

el programa ArcGIS 10.2 en base a los datos georreferenciados y las especies obtenidas por punto y/o comunidad de colecta.

Resultados

Tabla 1 Relación de larvas de Noctuidos colectados y criados en laboratorio

Colecta	Cría en laboratorio					
Zonas de colecta	Nº de larvas	Larvas enfermas*	Pupas obtenidas	Adultos emergidos	Parasitoides emergidos	Mortandad**
Altiplano Centro	110	15	78	63	7	25
Altiplano Norte	47	0	38	36	0	11
Total	157	15	116	99	7	36

* Larvas enfermas con síntomas de virus; VPN. ** Larvas muertas y/o pupas secas.

Tabla 2 Identificación taxonómica del complejo Noctuideo obtenidos en la cría

Orden	Familia	Genero	Especie	Nombre local	
				En estado larval	En estado adulto
Lepidóptera	Noctuidae	Agrotis	<i>A. araucaria</i> (Hampson, 1903)	Ticona, rosquilla, silvi	Almakepi, Rafaelito.
		Copitarsia	<i>C. incommoda</i> (Walker, 1865)	Ticona, rosquilla, silvi	Almakepi, Rafaelito.
		Copitarsia	<i>Copitarsia</i> sp. (Hampson, 1906)	Gusano negro	
		Helicoverpa	<i>H. quinoa</i> (Pogue & Harp, 2014)	Ticona, rosquilla, silvi	Almakepi, Rafaelito.
		Helicoverpa	<i>H. titicacae</i> (Hardwick, 1965)	Ticona	Almakepi, Rafaelito.
	Geometridae	Perizoma	<i>P. sordescens</i> (Dognin, 1908)	Medidor, cuarteador, cuarta cuarta	

En base a identificación por comparación con muestras de PROINPA.

Figura 1 Agrotis araucaria (Hampson 1903)



En base a la colección de referencia de insectos plaga del cultivo de la quinua de la Fundación PROINPA

A. araucaria, color pardo grisáceo oscuro, vista dorsal, el ala anterior presenta banda subcostal indiferenciada, línea basal oscura doble, línea antimedial negra doble, claviforme pardo oscuro delimitado por línea negra, orbicular circular semi ovalada grisáceo delimitada por una banda interna y en su exterior una línea negra, reniforme del mismo color del orbicular, línea posmedial de negro, línea subterminal oscura y

una franja levemente más clara del color general, el ala posterior iridiscente (refleja distintos colores dependiendo del ángulo desde el que se observe) con venas de color pardo claro, con franja pardo claro, con línea media algo más oscura. En vista ventral, el ala anterior es de color pardo grisáceo con una venación visible de color más claro, con una banda subterminal más oscura, una franja de color más claro, el

ala posterior es de color marfil claro con una banda subcostal, una venación, una línea terminal más os-

cura y dos pequeñas manchas semicirculares casi en el centro del ala (Figura 1).

Figura 2 *Copitarsia incommoda* (Walker 1865)



En base a la colección de referencia de insectos plaga del cultivo de la quinua de la Fundación PROINPA

C. incommoda, vista dorsal ala anterior de color castaño gris claro o castaño gris oscuro, presenta mancha orbicular circular castaño claro con un pequeño punto central, mancha reniforme castaño oscura con bordes castaños claros. El ala posterior, ventralmente

hialinas, vista ventral, el ala anterior de color pardo claro, con una mancha semi circular castaño, el ala posterior de color marfil y una mancha circular castaño se observa en la Figura 2.

Figura 3 *Copitarsia* sp. (Hampson 1906)



En base a la colección de referencia de insectos plaga del cultivo de la quinua de la Fundación PROINPA

Copitarsia sp. de cuerpo corto color gris claro, vista dorsal, las alas anteriores de color gris claro, con línea basal doble acerrada o en forma de diente de color negro, línea antimedial doble en forma de diente negro, con claviforme circular castaño claro con un

punto negro en el centro, una macula reniforme castaño delimitado con un borde negro, línea subterminal doble castaño claro, línea terminal doble entre negro y castaño, franja de color castaño claro a oscuro, las alas posteriores son más claras, ventralmente son

hialinas, la venación, zona posdiscal, sub margen de color gris oscuro, línea terminal levemente clara y franja notoriamente más clara. En vista ventral, el ala anterior, área apical de color gris oscuro y una celda discal matizada entre gris oscuro a gris claro, el ala

posterior de color blanquecino a gris con sub-margen gris oscuro, con una línea color gris (Figura 3). No se encontró material con el que se pudo discutir ya que por el momento no se realizaron trabajos de identificación de esta especie.

Figura 4 *Helicoverpa quinoa* (Pogue & Harp 2014)



En base a la colección de referencia de insectos plaga del cultivo de la quinua de la Fundación PROINPA

H. quinoa, vista dorsal, el ala anterior de las hembras es de color pardo con franjas oscuras y 2 pequeñas manchas oscuras ligeramente circulares sobre las mismas, el macho es de color verdoso claro con manchas en las alas generalmente menos aparentes en las hembras, el ala posterior en ambos sexos son blanquecinas con franjas oscuras en sus bordes posteriores), vista ventral, el ala anterior con área apical amarillenta con reniforme castaño oscuro y un pequeño círculo no uniforme de color castaño oscuro, el ala posterior de color marrón con una línea al centro color castaño, el adulto de *H. quinoa*, haciendo notar las alas anteriores de color marrón con una mancha circular cercana al centro y áreas obscurecidas en el extremo distal, alas posteriores marrón claro, con el extremo distal oscuro, reportes similares a los obtenidos en el presente estudio Figura 4.

H. titicacae presenta cuerpo corto y robusto, tapizado de escamas de color gris, 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, 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 como se observa en la Figura 5.

P. sordescens de la familia Geometridae, de cuerpo mediano de color gris oscuro a claro, vista dorsal, el ala anterior presenta líneas dobles acerradas oscuras, cafés y castaño, el ala posterior de color marrón con una mancha circular en el centro, vista ventral, el ala anterior es de color castaño claro, con una línea doble oscura, el ala posterior de color marrón con una mancha circular castaño y sin ninguna otra figura o forma (Figura 6). Esta especie (Lepidóptera: Geometridae) ha sido tomada en cuenta, ya que no existían diferencias bien definidas en larvas al momento de la colecta en comunidades del Altiplano Norte y Centro, de igual forma en pupas en la etapa de cría en laboratorio. Pero se pudo obtener un porcentaje alto de la presencia de esta especie en el cultivo de quinua como

una nueva plaga de la quinua, por los daños ocasionados por larvas en las inflorescencias y frutos. Asimismo, indica similares características del adulto

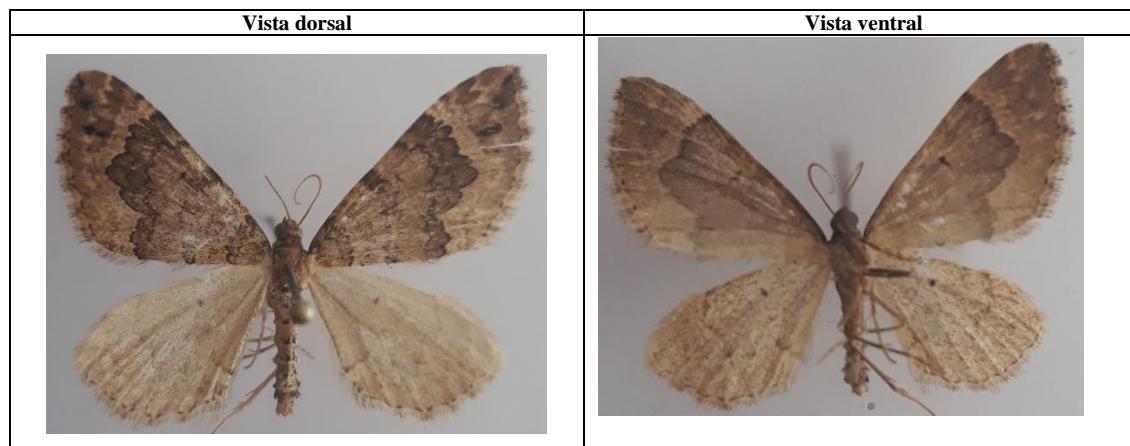
descritas en el presente estudio, donde describe que el adulto es de un color gris y mide 20 mm de longitud del cuerpo con una expansión alar de 30 mm.

Figura 5 *Helicoverpa titicacae* (Hardwick 1965)



En base a la colección de referencia de insectos plaga del cultivo de la quinua de la Fundación PROINPA

Figura 6 *Perizoma sordescens* (Dognin 1908)



En base a la colección de referencia de insectos plaga del cultivo de la quinua de la Fundación PROINPA

Figura 7 Peso, longitud y diámetro de pupa del complejo Noctuideo de la quinua

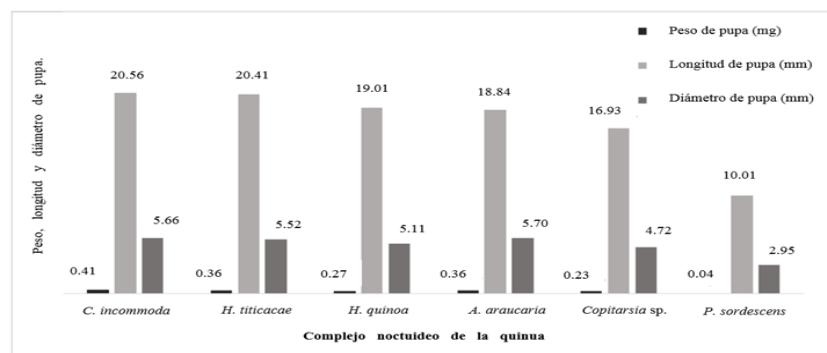


Figura 8 Proporción sexual del total pupas del complejo Noctuideo de la quinua

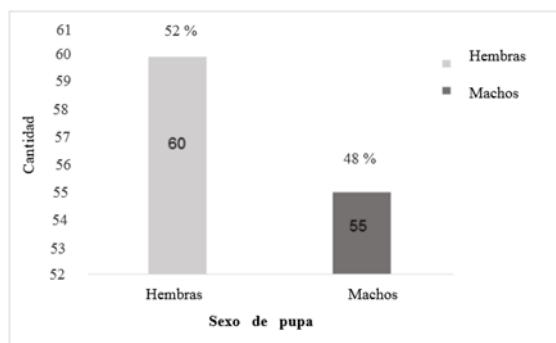


Figura 9 Proporción sexual de pupas del complejo Noctuideo (*A. araucaria*, *C. incommoda*, *Copitarsia* sp., *H. quinoa*, *H. titicacae* y *P. sordescens*) de la quinua

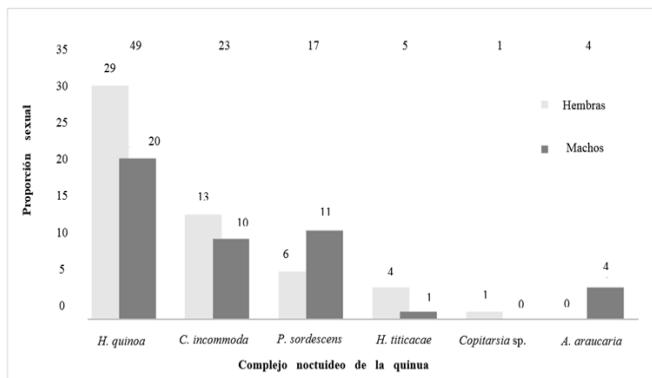
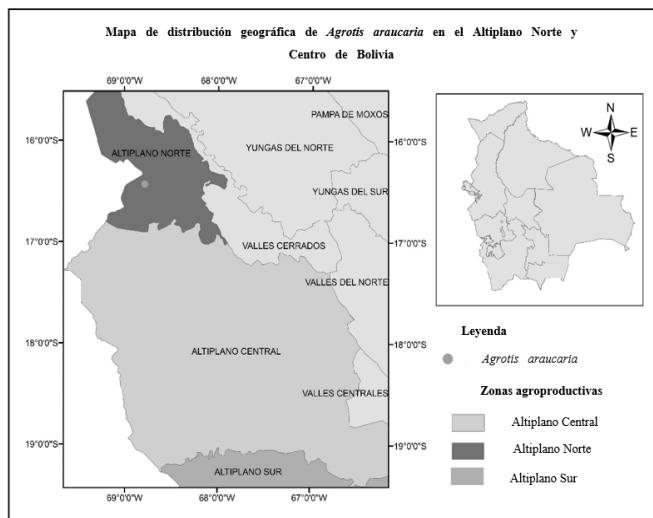


Figura 10 Distribución geográfica de *Agrotis araucaria* (Hampson, 1903) en el Altiplano Norte y Altiplano Centro de Bolivia



En base al mapa del Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario. MDRyT (2017)

Figura 11 Distribución geográfica de *Copitarsia incommoda* (Walker, 1865) en el Altiplano Norte y Altiplano Centro de Bolivia

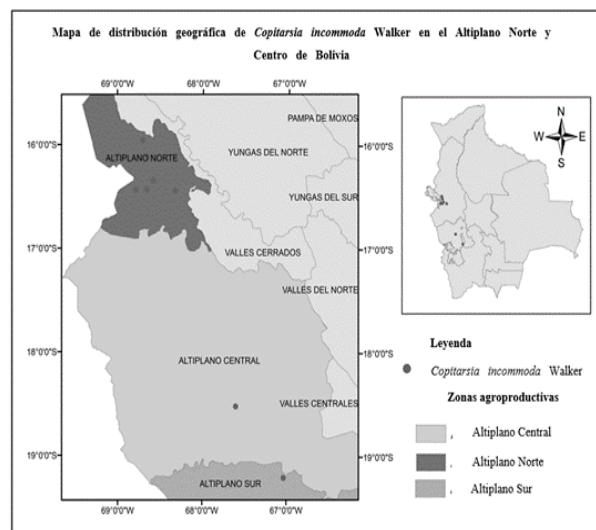
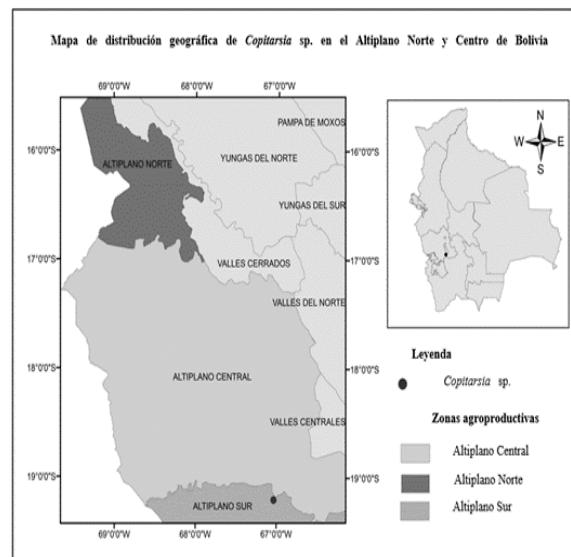


Figura 12 Distribución geográfica de *Copitarsia* sp. (Hampson, 1906) en el Altiplano Norte y Altiplano Centro de Bolivia



Discusión

Producto de la colecta en 32 comunidades (Altiplano Norte y Centro de Bolivia) se obtuvo 157 larvas, de estas 116 pupas, 99 adultos, 15 larvas enfermas con síntomas de virus entomopatógeno (VPN), 7 larvas

parasitadas, se registró una mortalidad de 36 individuos (larvas muertas y/o pupas secas) Tabla 1.

Figura 13 Distribución geográfica de *Helicoverpa quinoa* (Pogue & Harp, 2014) en el Altiplano Norte y Altiplano Centro de Bolivia

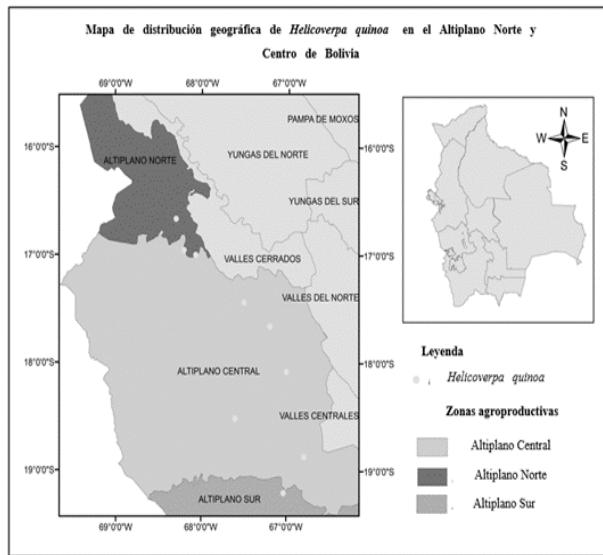
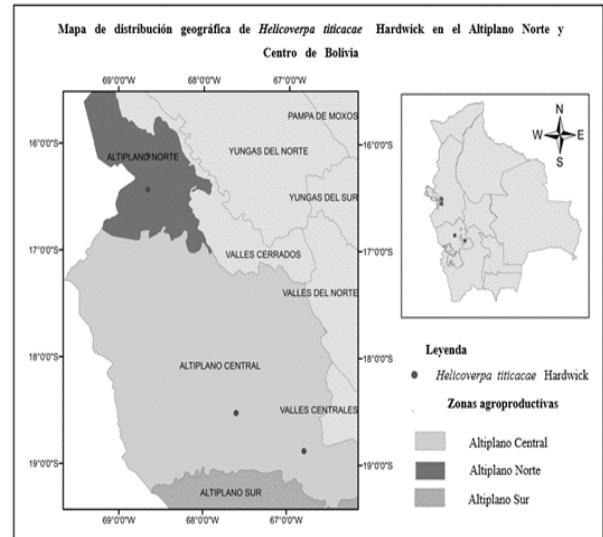


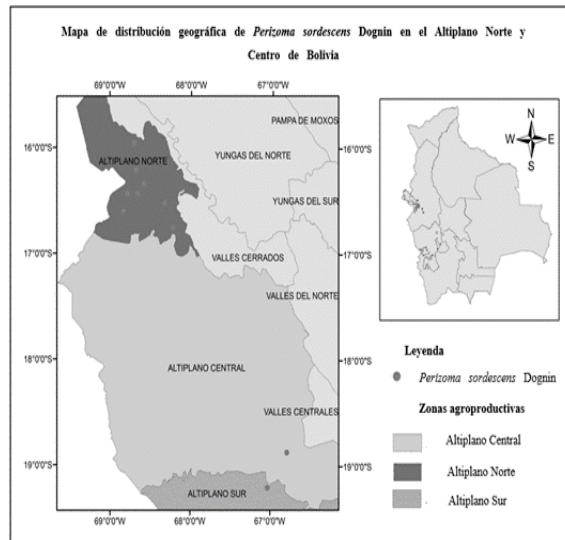
Figura 14 Distribución geográfica de *Helicoverpa titicacae* (Hardwick, 1965) en el Altiplano Norte y Altiplano Centro de Bolivia



Se identificaron seis especies, de 2 familias del orden Lepidóptera: *A. araucaria*, *C. incommoda*, *Copitarsia* sp., *H. quinoa* y *H. titicacae* pertenecientes a la

familia Noctuidae, y *P. sordescens* a la familia Geometridae, Tabla 2, el complejo Noctuideo está constituido por *H. quinoa*, *C. incommoda* y *H. titicacae*, que corrobora con Saravia et al.¹¹. La temperatura del medio ambiente fluctúa en un amplio rango y este es un factor que afecta el desarrollo y la supervivencia de estos insectos^{29,30}, sin embargo, al realizarse el estudio en condiciones controladas de laboratorio, la cría nos proporcionó una visión más clara sobre su desarrollo, aunque se han estudiado principalmente por su amplia gama de plantas hospedantes de importancia económica^{31,32}, pero hay pocos estudios en cultivos de quinua en el país de los andes²⁴.

Figura 15 Distribución geográfica de *Perizoma sordescens* (Dognin, 1908) en el Altiplano Norte y Altiplano Centro de Bolivia



C. incommoda (Walker, 1865) similar información reportó Choquehuana³³, que describió las características morfológicas del adulto, señaló que presenta una mancha circular y otra en forma de riñón (reniforme).

Pogue²¹, San Blas²⁵, indican que *H. titicaquensis* (clasificación manejada en el periodo 2008-2013) ha sufrido cambios en la taxonomía y actualmente corresponde a *H. titicacae* (especie identificada el año

2014), de acuerdo con un análisis morfológico y filogenético^{10,34}.

C. incommoda y *H. quinoa* presentaron mayor peso, longitud y diámetro de pupa y *P. sordescens*, pupa con menor peso, longitud y diámetro (Figura 7), similares a los reportados por Choquehuanca³³, con su estudio de ciclo biológico de *C. incommoda*, señalando que la longitud de pupa fue de 17.45 mm y el diámetro de 5.6. de la misma forma Castillo Lizarazu³⁵ reportó que para *H. gelotopoeon*, las pupas variaron entre 18 y 20 mm de longitud y entre 4 y 5 mm de diámetro, resultado similar al determinado por Moreno Fajardo & Serna Cardona³⁶, quienes señalaron que la longitud promedio de pupas de lepidópteros Noctuideos fue de 15.99 y diámetro de 5.05 mm. Del total de 115 pupas (100 %) obtenidas durante la cría en laboratorio, se pudo obtener 60 (52 %), que corresponde a pupas hembras y 55 (48%) pupas machos (Figura 8). *A. araucaria* se obtuvo 4 individuos (100 %) machos, *C. incommoda* con 13 individuos (56.5 %) hembras y 10 individuos (43.5 %) machos, *Copitarsia* sp. se obtuvo 1 individuo (100 %), la especie *H. quinoa* se observó 29 individuos (59.2 %) hembras y 20 (40.8 %) de machos, la especie *H. titicacae* se llegó a obtener 4 individuos (80 %) hembras y 1 (20 %) machos, por último, la especie *P. sordescens* presenta 6 individuos (35.3 %) hembras y 11 individuos (64.7 %) machos (Figura 9).

En cuanto a la distribución geográfica, *A. araucaria* registro únicamente en el Altiplano Norte, esta especie solo fue colectada en la comunidad de Kellar Kellar del Municipio de Tiahuanacu, provincia Ingavi del departamento de La Paz (Figura 10). Los resultados del presente estudio constituyen el primer reporte de *A. araucaria* para el Altiplano del país, particularmente para el Altiplano Norte. Sin embargo, San Blas & Gentili³⁷, señalaron que la especie *A. araucaria* está presente en Argentina, distribuyéndose desde el Norte de Mendoza, Neuquén, Rio Negro, y en Chile

se encuentra hasta Chubut desde la región V a la XII, sin mencionar a Bolivia³⁸.

C. incommoda Walker está distribuida en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia, (8 comunidades de las 32 comunidades objeto de estudio) con mayor distribución geográfica en el Altiplano Norte (Figura 11). *C. incommoda* está distribuida geográficamente en 6 comunidades del Altiplano Norte, 3 corresponden a la provincia Los Andes, Vilaque, Chojasivi (Municipio de Pucarani) y Kesanani (Municipio de Puerto Pérez), 2 comunidades a la provincia Omasuyos, Pajcha y Cocani (Municipio de Achacachi) y 1 de la Provincia Ingavi Kella Kella (Municipio de Tiahuanacu). En cambio, en el Altiplano Centro *C. incommoda* está presente en la provincia Ladislao Cabrera, comunidad Pampa Aullagas (Municipio de Pampa Aullagas) y en la provincia Carangas comunidad de Ancocahua (Municipio de Corque). Además, esta especie también fue colectada en 1 comunidad (Pampa Aullagas, el municipio del mismo nombre) en el límite con el Altiplano Sur.

La distribución geográfica de *C. incommoda* ya fue descrita por Saravia et al.¹¹, señalando que esta especie abunda en el Altiplano Norte y con una mínima abundancia en el Altiplano Centro. También los mismos autores afirmaron a esta especie está presente en Bolivia y Perú como uno de los insectos plaga más importantes del cultivo de la quinua, particularmente en la zona de influencia del lago Titicaca. Reportes similares a los obtenidos en el presente estudio refieren que *C. incommoda* está presente en más comunidades ubicadas en el Altiplano Norte (próximos al lago Titicaca) donde se colectó y evidenció la mayor presencia de esta especie.

Copitarsia sp. solamente está presente en el Altiplano Centro, en 1 comunidad Pampa Aullagas (Municipio de Pampa Aullagas) ubicada en el límite con el Altiplano Sur (Figura 12).

La especie *H. quinoa*, plaga clave del cultivo de qui-

nua, se encuentra distribuida en el Altiplano Centro y Norte de Bolivia, registrándose mayor presencia en el Altiplano Centro en 8 comunidades de colecta en comparación a una comunidad del Altiplano Norte (Figura 13).

En el Altiplano Norte la especie *H. quinoa* está presente en 1 comunidad (K’iphak’iphani, Viacha) de las 32 muestreadas. En cambio en el Altiplano Centro de Bolivia *H. quinoa* está en la provincia Aroma, en las comunidades de Micaya (Municipio de Colquenchaca), El Tholar (Municipio de Calamarca) y Konani (Municipio de Sica Sica), en la provincia Cercado, en la comunidad de Caracollo (Municipio de Caracollo), en la provincia Pantaleón Dalence, en la comunidad Sora (Municipio de Machacamarca), en la provincia Abaroa, en la comunidad Challapata (Municipio de Challapata); en la provincia Ladislao Cabrera, en la comunidad Pampa Aullagas (Municipio de Pampa Aullagas) y por último en la provincia Carangas, en la comunidad de Ancocahua (Municipio de Corque). Los resultados del presente estudio son similares al reporte^{21,25}, quienes afirmaron que la especie *H. quinoa* está distribuida en el Altiplano Centro y Sur de Bolivia. Sin embargo, estos autores no indicaron la presencia de esta especie en el Altiplano Norte.

La especie *H. titicacae* se encuentra distribuida en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia. Distribuida el Altiplano Norte en la provincia Omasuyos, comunidad de Pajcha (Municipio de Achacachi), en la provincia Ingavi, la comunidad Kellar Kellar (Municipio de Tiahuanacu). En el Altiplano Centro *H. titicacae*, está distribuida en la provincia Abaroa, comunidad Challapata (Municipio de Challapata), en la provincia Carangas, comunidad de Ancocahua (Municipio de Corque) (Figura 14).

Actualmente no existe reporte de la distribución de *H. titicacae*, siendo el presente trabajo el primer reporte para el Altiplano Norte y Centro del país.

La especie *P. sordescens* está presente en el Alti-

plano Norte y Centro de Bolivia, con mayor presencia en el Altiplano Norte en 8 comunidades en comparación de 2 comunidades del Altiplano Centro (Figura 15).

P. sordescens, está distribuida el Altiplano Norte, en la provincia Omasuyos, comunidad de Cocani (Municipio de Achacachi) y Huatajata (Municipio de Achacachi), en la provincia Los Andes, comunidades de Kesanani (Municipio de Puerto Pérez), Chojasivi (Municipio de Pucarani) y Kallutaca (Municipio de Laja), en la provincia Ingavi, comunidades de Kellar Kella (Municipio de Tiahuanacu), Guaqui (Municipio de Guaqui) y Jalsuri (Municipio de Viacha). En el Altiplano Centro *P. sordescens*, está distribuida en la provincia Abaroa, comunidad de Challapata (Municipio de Challapata), en la provincia Ladislao Cabrera, comunidad de Pampa Aullagas (Municipio de Pampa Aullagas) (Figura 15).

Resultados similares reportaron Saravia et al.¹¹, indicando que la especie de insecto plaga más común e importante del cultivo de la quinua en el Altiplano boliviano fue la especie *H. quinoa*, responsable de importantes pérdidas del orden del 20 % de la producción, además Saravia et al.¹¹ señalaron que *H. titicacae* abunda en el Altiplano Norte y se extiende hasta el Altiplano Central. En contraste, *H. quinoa*, una plaga endémica del Altiplano Boliviano, abunda en el Altiplano Sur y se extiende hacia el Altiplano Central sin llegar al Altiplano Norte¹¹, sin embargo, esta información contrasta a información obtenida en el presente estudio.

Se concluye, las especies del complejo Noctuideo de la quinua presentes en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia corresponden *A. araucaria*, *C. incommoda*, *Copitarsia* sp, *H. quinoa*, *H. titicacae* y *P. sordescens* (Lepidoptera: Geometridae).

La distribución geográfica del complejo Noctuideo de la quinua señala que *A. araucaria* está presente solo en el Altiplano Norte, *C. incommoda*, *H. titica-*

cae, *H. quinoa* y *P. sordescens* se distribuyen tanto en el Altiplano Norte y Centro, en cambio *Copitarsia* sp. solo se registra en el Altiplano Centro de Bolivia.

Fuente de financiamiento

Los autores han autofinanciado la presente investigación.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación PROINPA y al personal técnico del Centro K'iphak'iphani en especial al coordinador de la Regional Altiplano Ing. M.Sc. Wilfredo Rojas y al responsable del Centro de Facilidades K'iphak'iphani Dr. Alejandro Bonifacio. Al Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD), representación en Bolivia.

Consideraciones éticas

Los autores declaran que a lo largo de la investigación se ha respetado y cuidado el medio ambiente.

Limitaciones en la investigación

Los autores señalan que no hubo limitaciones en la investigación.

Aporte de los autores

Ramos-Ticona Verónica, realizó la captura, estudio y evaluación del material biológico en el laboratorio.

François Rebaudo, realizó la evaluación y análisis del material biológico, redacción, revisión y evaluación final del documento. *Quispe Tarqui Reinaldo*, realizó la evaluación y análisis del material biológico, redacción, revisión y evaluación final del documento. *Loza-Murguia Manuel Gregorio*, realizó la redacción, revisión y evaluación final del documento.

Literatura citada

1. Pearsall DM. The origins of plant cultivation in South America. In: Watson PJ, Cowan CW, editors. *The Origins of Agriculture. An International Perspective*. Washington DC: Smithsonian Institution Press; 1992. p. 173-205. Retrieved from: <https://es.scribd.com/document/401726647/Pearsall-1992-The-Origins-of-Plant-Cultivation-in-South-America>
2. Bruno MC, Whitehead WT. *Chenopodium* cultivation and formative period agriculture at Chiripa, Bolivia. *Lat Am Antiq* 2003;14(3):339-55. DOI: <https://doi.org/10.2307/3557565>
3. Dillehay TD, Rossen J, Andres TC, Williams DE. Preceramic adoption of peanut, squash, and cotton in northern Peru. *Science* 2007;316(5833):1890-3. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1141395>
4. Repo-Carrasco R, Espinoza C, Jacobsen SE. Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev Int* 2003;19(1-2):179-89. DOI: <https://doi.org/10.1081/FRI-120018884>
5. Adolf VI, Shabala S, Andersen MN, Razzaghi F, Jacobsen SE. Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. *Plant Soil* 2012;357(1-2):117-29. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1133-7>

6. Vega-Gálvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martínez EA. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *J Sci Food Agric* 2010;90(15):2541-7. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.4158>
7. Jacobsen SE, Mujica A, Ortiz R. The global potential for quinoa and other Andean crops. *Food Rev Int* 2003;19(1-2):139-48. DOI: <https://doi.org/10.1081/FRI-120018880>
8. Fuentes FF, Bazile D, Bhargava A, Martínez EA. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. *J Agr Sci* 2012;150(6):702-16. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859612000056>
9. Rasmussen C, Jacobsen SE, Lagunaoui A. Las polillas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Perú: Eurysacca (Lepidoptera: Gelechiidae). *Rev Per Ent* 2001;42(1):57-9.
10. Saravia R, Quispe R. Manejo integrado de las plagas insectiles del cultivo de la quinua. En: PROINPA & FAUTAPO, editores. Serie de módulos publicados en sistemas de producción sostenible en el cultivo de la quinua: Manejo agronómico de la quinua orgánica. La Paz: Fundación PROINPA, Fundación AUTAPO, Embajada Real de los Países Bajos; 2005. p 53-86.
11. Saravia R, Quispe R, Villca M, Lino V. El complejo Noctuideo. En: Saravia R, Plata G, Gandarillas A, editores. Plagas y Enfermedades del Cultivo de Quinua [Internet]. Cochabamba: Fundación PROINPA; 2014. p. 26-45. Recuperado a partir de: https://www.proinpa.org/publico/libro_plagas_quinua/files/res/downloads/
12. Angulo AO, Weigert GT. Noctuidae (Lepidoptera) de interés económico del Valle del Ica, Perú: clave para estados inmaduros. *Rev Peru Entomol* 1975;18 (1):98-103.
13. Yabar E, Baca B. Algunos lepidópteros que atacan al tarwi (*Lupinus mutabilis*) en el Cusco. *Rev Peru Entomol* 1981;24(1):81-5.
14. Rasmussen C, Lagunaoui A, Esbjerg P. Advances in the knowledge of quinoa pests. *Food Rev Int* 2003;19(1-2):61-75. DOI: <https://doi.org/10.1081/FRI-120018868>
15. Dughetti AC. Plagas de la quinua y sus enemigos naturales en el valle inferior del Río Colorado, Buenos Aires, Argentina [Internet]. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria; 2015 [citado 22 de abril de 2019]. 63 p. recuperado a partir de: <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/15504?show=full>
16. Cruces LM, Callohuari Y. Guía de identificación y control de las principales plagas que afectan a la quinua en la zona andina [Internet]. Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2016 [citado 22 de abril de 2019]. 92 p. recuperado a partir de: <http://www.fao.org/3/a-i5519s.pdf>
17. Gandarillas A, Saravia R, Plata G, Quispe R, Ortiz-Romero R. Principales plagas y enfermedades de la quinua. En: Bazile D, Bertero D, Nieto C, editores. State of the Art Report of Quinoa in the World in 2013 [Internet]. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; 2014. p. 227-56. Recuperado a partir de: https://www.fao.org/quinoa-2013/publications/detail/es/item/279313/icode/?no_mobile=1
18. Apaza Quispe O. Identificación de plagas insectiles en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*) en la localidad de Sorata [tesis licenciatura]. [La Paz]: Universidad Mayor de San Andrés; 2011 [citado 26 de octubre de 2018]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7431>

19. Murúa MG, Virla EG, Defagó VH. Evaluación de cuatro dietas artificiales para la cría de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) destinada a mantener poblaciones experimentales de himenópteros parasitoides. Bol San Veg Plagas 2003;29:43-51.
20. Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Int J Climatol 2005;25(15):1965-78. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.1276>
21. Pogue MG. A Review of the *Copitarsia decolora* (Guenée) (Lepidoptera: Noctuidae) Species complex with the description of a new species from Chile and Argentina. Neotrop Entomol 2014;43(2):143-53. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13744-013-0190-9>
22. Lafontaine JD. The Moths of America North of Mexico, including Greenland. Fascicle 27.1. Noctuoidea: Noctuidae (Part): Noctuinae (Part-Agrotini). Washington DC: Wedge Entomological Research Foundation; 2004. 385 p.
23. Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NF. An introduction to the study of insects. 6th ed. Philadelphia (PA): Saunders College Pub; 1989.
24. Pogue MG. Larval description of *Copitarsia incommoda* (Lepidoptera: Noctuidae). Ann Entomol Soc Am 2011;104(6):1292-6. DOI: <https://doi.org/10.1603/AN10099>
25. San Blas G. *Agrotis Ochsenheimer* (Lepidoptera, Noctuidae): a systematic analysis of South American species. Zootaxa 2014;3771(1):1-64. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3771.1.1>
26. Hardwick DF. The corn earworm complex. Memoirs of the Entomological Society of Canada 1965;97(S40):5-247. DOI: <https://doi.org/10.4039/entm9740fv>
27. Yabar-Landa E. Cuatro noctuidos dañinos a la “kiwicha” (*Amaranthus caudatus*) en Cusco. Rev Per Ent 1987;30:65-8.
28. Carrasco F. *Perizoma sordescens* Dognin (Lepidoptera: Geometridae) nueva plaga en quinua. Rev Per Entom 1971;14(1):138-40.
29. Ma G, Hoffmann AA, Ma CS. Daily temperature extremes play an important role in predicting thermal effects. J Exp Biol 2015;218(Pt 14):2289-96. DOI: <https://doi.org/10.1242/jeb.122127>
30. Rojas JM, Castillo SB, Folguera G, Abades S, Bozinovic F. Coping with daily thermal variability: behavioural performance of an ectotherm model in a warming world. PLoS One 2014;9(9):e106897. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106897>
31. Gould J, Simmons R, Venette R. *Copitarsia* spp.: biology and risk posed by potentially invasive lepidoptera from South and Central America. In: Peña JE, editor. Potential Invasive Pests Agricultural Crops. Wallingford UK: CAB International; 2013. p. 160-82. DOI: <https://doi.org/10.1079/9781845938291.0160>
32. Quimbayo N, Serna F, Olivares TS, Angulo AO. Noctuids (Lepidoptera) in Colombian flower crops. Rev Colomb Entomol 2010;36(1):38-46. DOI: <https://doi.org/10.25100/socolen.v36i1.9117>
33. Choquehuanca Tapia M. Ciclo biológico de *Copitarsia incommoda* Walker plaga del cultivo de la quinua en condiciones de laboratorio [tesis licenciatura]. [La Paz]: Universidad Mayor de San Andrés; 2011 [citado 26 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/8101>
34. Pogue MG. Revised status of *Chloridea* Duncan and (Westwood), 1841, for the *Heliothis virescens* species group (Lepidoptera: Noctuidae: Heliothinae) based on morphology and three genes. Syst Entomol 2013;38(3):523-42. DOI: <https://doi.org/10.1111/syen.12010>

- 35.Castillo Lizarazu CL. Determinación de la concentración letal media (CL_{50}) de *Bacillus thuringiensis* (cepa nativa) para el control del complejo Ticona [tesis licenciatura]. [La Paz]: Universidad Mayor de San Andrés; 2010 [citado 26 de octubre de 2019]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/9813>
- 36.Moreno Fajardo OL, Serna Cardona FJ. Biología de *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae: Cuculliinae), en flores cultivadas del híbrido comercial de *Alstroemeria* spp. Rev Fac Nac Agron Medellín 2006;59(1):3257-70.
- 37.San Blas G, Gentili MO. Descripción de una nueva especie del género *Agrotis* (Lepidoptera: Noctuidae). Rev Soc Entomol Argent 2011;70(1-2):93-7.
- 38.Velásquez Medina PM. *Agrotis edmondsi* (Butler) y *Agrotis hispidula* (Guenée) dos especies de lepidópteros nocturnos similares en Chile. (Lepidoptera: Noctuidae) [tesis licenciatura]. Concepción: Universidad de Concepción; 1990.

Nota del Editor:

Journal of the Selva Andina Research Society (JSARS) se mantiene neutral con respecto a los reclamos jurisdiccionales publicados en mapas y afiliaciones institucionales, y todas las afirmaciones expresadas en este artículo pertenecen únicamente a los autores, y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo o reclamo que pueda hacer su fabricante no está garantizado ni respaldado por el editor.