1. TÍTULO

DETERMINACIÓN DEL DAÑO PRODUCIDO POR EL GORGOJO DE LOS ANDES (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE) EN MUNICIPIOS DEL ALTIPLANO CENTRAL - LA PAZ

2. AUTORES

Ruth Casa Mamani, E-mail: ruth.casa.mamani@gmail.com Cel.: 76283937

Asesores de tesis:

Ing. M. Sc. Reinaldo Quispe Tarqui, E-mail: r.quispe@proinpa.org Cel.: 72582112

Ing. Miguel Angel Barrantes Costas, E-mail: m.barrantes@proinpa.org Cel.: 73273157

Año de defensa: Mayo, 2021. Universidad Pública de El Alto - UPEA

3. RESUMEN

El gorgojo de los Andes es el principal problema sanitario del cultivo de papa en el Altiplano del país, sin embargo, información de su daño y especies que predominan no estaba actualizada. Para evaluar el daño, identificar las especies, determinar su distribución, abundancia y estudiar el ciclo biológico bajo condiciones controladas, se colectó muestras de tubérculos en comunidades productores de papa de siete municipios del Altiplano Central de La Paz, que fueron trasladadas al laboratorio de Entomología del Centro K'iphak'iphani - PROINPA. El daño se determinó mediante el porcentaje de incidencia y severidad. Los tubérculos con larvas fueron acondicionados para la cría hasta la obtención de adultos, que fueron identificados en base a claves taxonómicas, además corroboradas. La distribución geográfica fue determinada en base a coordenadas de las parcelas muestreadas. La abundancia se determinó en función a la cantidad de los adultos obtenidos de la cría, y el estudio del ciclo biológico se realizó a través del seguimiento de la cría adultos. Según los resultados, el daño del gorgojo de los Andes se registró en todos los municipios evaluados, donde el daño mayor fue en Corocoro y menor en Umala. Se evidenció la presencia de *P. latithorax* Pierce (1914) con mayor predominancia en Corocoro (Ciclo biológico:228 días) y *R. piercei* Heller (1936) presentó mayor abundancia en Patacamaya (Ciclo biológico: 221 días).

4. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) actualmente se cultiva en regiones con clima templado, subtropical y tropical; pero se la domesticó hace unos 8000 años en los Andes de Sud América donde se la produce desde la época de los Incas (FAO 2006), en Bolivia se la cultiva en las regiones del Altiplano y Valles interandinos, principalmente, donde es un cultivo esencial para la seguridad alimentaria de sus pobladores, porque es una importante fuente de carbohidratos, almidón, proteínas de alta calidad, vitamina C y minerales (Gandarillas y Ortuño 2009). Sin embargo, la papa al igual que otros cultivos es atacado por insectos plaga y enfermedades, organismos que pueden provocar pérdidas significativas en su rendimiento. Entre los insectos, el gorgojo de los Andes, es considerado plaga clave del cultivo en el Altiplano. Debido al daño que produce al tubérculo, tiene serias repercusiones económicas para los agricultores, ya que con una fuerte infestación las pérdidas son enormes, llegando hasta el 80 % (Egúsquiza 2012). Esta plaga ataca a todas las variedades de papas (Carrasco 1961), además las pérdidas no solo son económicas, sino también sociales ya que da lugar a la migración, lo que representa una disminución en área y oferta del cultivo de la papa (Esprella *et al.* 2002).

La insuficiente información sobre el daño que causa y especies que predominan del gorgojo de los Andes, constituye una limitante en el desarrollo e implementación de estrategias de manejo para disminuir el daño e incrementar los rendimientos, ya que el gorgojo afecta directamente a la alimentación e ingresos económicos en los agricultores de esta región.

Por eso la necesidad de saber con precisión el porcentaje de daño que existe en la región y que especies se encuentran, para desarrollar estrategias de manejo de este cultivo. Por lo indicado se plantea el presente estudio, que generará información actual y local respecto al daño en los tubérculos, identificación y distribución de las especies del gorgojo de los Andes, en municipios productores de papa de la ecorregión Altiplano Central en el departamento de La Paz (Umala, Corocoro, Viacha, Ayo Ayo, Sica Sica, Patacamaya y Calamarca) que corresponden a la ecorregión Altiplano Central del país.

Los resultados permitirán determinar el daño ocasionado por el gorgojo de los Andes, reconocer las especies de gorgojo predominantes y su distribución geográfica en los municipios mencionados, aspectos que contribuirán a la mejor toma de decisiones para el control de esta plaga, con un enfoque de manejo integrado de esta plaga.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

- Determinar el daño producido por el gorgojo de los Andes (Coleóptera: Curculionidae) en municipios del Altiplano Central de La Paz.

5.2. Objetivos específicos

- Evaluar el daño en tubérculos que ocasiona el gorgojo de los Andes de parcelas de papa en los municipios de Umala, Corocoro, Viacha, Ayo Ayo, Sica Sica, Patacamaya y Calamarca del Altiplano Central de La Paz.

- Identificar las especies del gorgojo de los Andes provenientes de parcelas de papa de los municipios de Umala, Corocoro, Viacha, Ayo Ayo, Sica Sica, Patacamaya y Calamarca del Altiplano Central de La Paz.

- Determinar la distribución y abundancia de especies del gorgojo de los Andes en los municipios de Umala, Corocoro, Viacha, Ayo Ayo, Sica Sica, Patacamaya y Calamarca del Altiplano Central de La Paz.

6. MÉTODOS

6.1. Localización

El estudio se realizó en un periodo de 10 meses, que empezó con el muestreo de tubérculos de papa cosechada, realizado por un equipo de colecta de 5 integrantes, la última semana de mayo 2019, en 20 comunidades de siete municipios del departamento de La Paz, ubicados en el Altiplano Central, como se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comunidades donde se realizó la colecta de muestras de tubérculos de papa con daño

N°	Comunidad	Municipio	Provincia	Altitud (msnm)	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)
1	Pathipi	Umala	Aroma	3664	17°31'32.7''	67°30'57.8''
2	Thola Huancarama	Umala	Aroma	3757	17°28'14.4''	67°51'6.7''
3	Incamaya	Umala	Aroma	3757	17°24'22''	67°55'18.4''
4	Thola thía	Umala	Aroma	3724	17°23'40.5''	67°55'41.7''
5	Saparoma	Ayo Ayo	Aroma	3917	17° 06' 30''	68° 00' 51''
6	Pomani	Ayo Ayo	Aroma	3896	17° 06' 25''	68° 03' 41''
7	Esteban Arce	Sica Sica	Aroma	3793	17° 21' 58''	67° 37' 22''
8	Huchusuma	Sica Sica	Aroma	3817	17° 21' 47''	67° 41' 30''
9	Chiarumani	Patacamaya	Aroma	3952	17° 11' 21''	67° 53' 25''
10	Jocopamapa	Patacamaya	Aroma	3977	17° 11' 05''	67° 53' 09''
11	Alto Senkata	Calamarca	Aroma	3957	16°49'3.2''	68°9'8.9''
12	Vilaque	Calamarca	Aroma	3971	16°50'58.9''	68°10'2.6''
13	Chojñoco	Corocoro	Pacajes	3990	17°13'31''	68°8'55''
14	Isquillani	Corocoro	Pacajes	4048	17°12'54''	68°10'49''
15	Topohoco	Corocoro	Pacajes	4141	17°10'19''	68°14'19''
16	Anco Aque	Corocoro	Pacajes	4197	17°10'21.8''	68°12'8.1''
17	Chuquiñuma	Viacha	Ingavi	3893	16°44'47''	68°18'24''
18	Villa Ponguini	Viacha	Ingavi	3956	16°50'50''	68°24'31''
19	Achica Arriba	Viacha	Ingavi	3936	16°42'24''	68°11'9.5''
20	Pocohota	Viacha	Ingavi	3920	16°45'44''	68°11'2''

Luego el material colectado fue trasladado al Laboratorio de Entomología del Centro K'iphak'iphani (Viacha, Ingavi, La Paz) dependiente de la Fundación PROINPA, geográficamente ubicado a 16°40' 30.5'' LS y 68°17'58.7'' LO y a una altitud de 3867 msnm

(Maps 2020), donde se realizó la evaluación de daño, crianza del gorgojo de los Andes hasta la obtención de adultos, la identificación taxonómica y el estudio del ciclo biológico que se desarrolló desde el mes junio de 2019 hasta marzo del 2020.

6.2. Etapa de campo

6.2.1. Determinación de puntos de muestreo

Para determinar los puntos de muestreo de tubérculos de papa se consideró principalmente los siguientes criterios: que sean comunidades productoras de papa avalada por información secundaria proporcionada por el Servicio Nacional de Sanidad Agrícola e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), y la accesibilidad de caminos a los municipios considerados en el estudio.

6.2.2. Muestreo de tubérculos de las parcelas

Para determinar el daño de los tubérculos, el muestreo se efectuó en parcelas de papa en cosecha y algunas ya cosechadas durante la última semana de mayo de 2019, en cada parcela se siguió los siguientes pasos:

a) Se georreferenció la parcela (latitud, longitud y altura) con la ayuda de un GPS.
b) Se registró la superficie de la parcela y nombre del agricultor dueño de la parcela.
c) Se registró la variedad de papa.
d) Una vez identificado el lugar donde está apilada la papa cosechada (generalmente al centro de la parcela cosechada), con ayuda del dueño de la parcela se tomó 3 muestras representativas al azar de la papa cosechada. Cada muestra de 4 libras, alcanzando así una muestra de 12 libras de tubérculos.
e) Posteriormente, se reunió los tubérculos de papa muestreadas en una bolsa, la misma se identificó con fecha, nombre del dueño de la parcela, comunidad y un número secuencial desde la primera hasta la última parcela de papa muestreada.
f) Al final del día se registró la cantidad de muestras realizadas para su traslado al laboratorio de Entomología del Centro K’iphak’iphani (Viacha).

6.3. Etapa de laboratorio

6.3.1. Selección de tubérculos con daño de gorgojo de los Andes

Se procedió a seleccionar los tubérculos afectados por larvas de gorgojo de los Andes, realizando un reconocimiento mediante la identificación de las galerías realizadas por sus larvas, y separando los tubérculos que no presentan algún indicio de haber sido afectados por insectos plaga, seguidamente se procedió a pesar los tubérculos sanos y dañados por separado, registrando los datos en una planilla de registros (Anexo 1).

6.3.2. Determinación del daño en tubérculos de papa

El daño de los tubérculos de papa fue determinado a través de las variables incidencia y severidad del daño:

a) Incidencia:

La incidencia se determinó mediante la relación cantidad de tubérculos afectados por larvas de gorgojo respecto al total de tubérculos muestreado expresado en %, con ayuda de la fórmula de incidencia de plagas y enfermedades establecida por Stefano y Chumakow citado por Jiménez *et al.* (2010).

$$\boldsymbol{Incidencia} = \frac{\textbf{Número de plantas u órganos vegetales afectados por insectos o patógenos}}{\boldsymbol{Total\ de\ plantas\ u\ órganos\ vegetales\ muestreados}} * \mathbf{100}$$

b) Severidad:

Para establecer la severidad, los tubérculos con daño por gorgojo fueron separados en dos partes, una se destinó para determinar la severidad y la otra para la cría e identificación de los gorgojos. Con esta cantidad de tubérculos se procedió a partir por la mitad con la ayuda de un cuchillo cada tubérculo en dos partes iguales, posteriormente a través de una estimación visual y criterios de Chulde (2005) se estableció los grados o escala de afectación, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal afectado del tubérculo (Cuadro 2):

Cuadro 2. Escala de severidad para evaluar el daño de los tubérculos de papa

Grado	Descripción	Daño
1	Menor a 20%	Daño ligero
2	De 21 a 40%	Daño regular
3	De 41 a 60%	Daño mediano
4	De 61 a 80%	Daño severo
5	Mayor a 80% de área	Daño total

Fuente: Chulde (2005)

Una vez obtenido los datos basados en la escala de severidad, se determinó la intensidad de daño utilizando la fórmula recomendada por Carvajal (1992) mencionado por (Gutiérrez (2011)):

$$\mathbf{I} = \frac{(\mathbf{\Sigma\ n} * \mathbf{e}) * \mathbf{100}}{\mathbf{N} * \mathbf{Z}}$$

Donde:

I: Intensidad de daño

n: número de tubérculo dañado.

e: valor de la escala

N: número total de tubérculos.

Σ: suma de los productos (n*e)

Z: valor de categoría máxima.

6.3.3. Cría del gorgojo de los Andes

a) Condiciones de laboratorio

El laboratorio donde se realizó la cría fue acondicionada a una temperatura de 21±3°C, 60±5% humedad relativa y 12 horas luz de fotoperiodo, según las recomendaciones de Pérez *et al.* (2009). Además, se empleó estantes metálicos de 2 x 0.90 x 0.52 m, para colocar los envases de cría de gorgojo.

b) Manejo de larvas provenientes de campo

Para la cría de larvas de gorgojo colectadas en campo se utilizó recipientes de cría plásticos (15 x 15 x 12 cm), en su base tenía una capa de sustrato de 4 cm de espesor formado por tierra cernida (tamiz de 0.5 mm de apertura) y turba en proporción 3:1 para facilitar la formación de pupas. Para la ventilación de los recipientes, se cubrió la parte superior del recipiente con tela tull ajustado con la tapa cortado la parte central y para mantener la humedad el sustrato se asperjó con 25 ml de agua fría, previamente hervida, día por medio.

En estos recipientes de cría se colocó los tubérculos de papa con larvas de gorgojo de los Andes, recipientes que fueron codificados y dispuestos en un estante, donde se dio seguimiento al desarrollo del insecto, teniendo cuidado de mantener la humedad hasta la obtención de los adultos (Anexo 2).

c) Manejo de adultos

La cría de gorgojos adultos se realizó en cámaras de oviposición formado por envases plásticos transparente de 3800 cc (0.15 x 0.15 x 0.2 m), los cuales se dispusieron en forma horizontal con la tapa a un costado, en su base se tenían 4 a 5 piedrecillas (2 a 3 cm de diámetro) que sirvieron de refugio a los gorgojos, para la oviposición de *P. latithorax* se colocó tallos de gramíneas o quinua (5 cm largo), en cambio para *R. piercei* se colocó una placa Petri (diámetro = 5 cm) con arena, sobre el cual se colocó un tubérculo de papa para estimular la oviposición, y para ambas especies de gorgojo se colocaron hojas de papa mantenidas turgentes en frascos pequeños (50 ml) para el alimento de los gorgojos adultos, alimento que se cambió cada dos días o según sea necesario, también se empleó un pedazo de tallo seco de quinua como escalera para que los gorgojos puedan acceder a su alimento con facilidad.

d) Manejo de huevos

Una vez obtenidos huevos de gorgojo en la paja, producto de la revisión día por medio, se los contabilizó e individualizó en cajas Petri de 9 cm de diámetro, cuya base fue cubierto con papel toalla, para mantener la hidratación de las posturas el papel fue humedecido con dos gotas de agua desinfectada día por medio y simultáneamente fueron revisadas para determinar la duración del período de incubación.

e) Manejo de larvas y pupas

Las larvas neonatas eclosionadas se colocaron en frascos pequeños transparentes de 50 ml cuya base tenía papel toalla y humedecido con agua, seguidamente se puso un pequeño tubérculo de papa para su alimentación. Una vez verificado que la larva ingresó al interior del tubérculo, estos fueron dispuestos en otros recipientes plásticos de cría de mayor tamaño (como se detalla en subtitulo **b)**).

6.3.4. Comportamiento del gorgojo de los Andes

El estudio del comportamiento del gorgojo de los Andes fue realizado de forma paralela al estudio del ciclo de vida, a través de observaciones continuas a las actividades de cada especie en los diferentes estados del ciclo biológico.

Para la descripción del comportamiento del gorgojo de los Andes en estado adulto, se realizó a través de una observación detallada cronológica a la cría de adultos de cada especie, se tenía cámaras de cría (como se detalla en subtitulo **c)**) donde se puso 3 parejas por envase y 3 envases por especie, es decir que en total se estudió a 9 parejas de gorgojo por especie.

Una observación abarca de 24 horas (anotando cada hora la actividad que realizan los gorgojos), se realizó 10 observaciones por especie, para comprender su ritmo circadiano, registrando los horarios donde se tuvo mayor actividad e inactividad, también se observó el comportamiento de alimentación y cópula.

6.3.5. Identificación de las especies del gorgojo de los Andes

Una vez emergido los adultos del gorgojo de los Andes, estos fueron montados tomando en cuenta las recomendaciones técnicas para ello. Luego los especímenes fueron agrupados en morfotipos en base a características morfológicas comunes, y registrado los datos de su procedencia.

De cada grupo de los morfotipos de gorgojo, se tomó los especímenes más representativos para su identificación con ayuda de un estereoscopio binocular y claves taxonómicas de Kuschel (1956), para géneros de la tribu Premnotrypini con sus respectivas especies de *Premnotrypes* (Anexo 4) y la clave de Heller (1935) para especies del género *Rhigopsidius* (Anexo 5). Las especies identificadas fueron corroboradas mediante comparación con la colección de los insectos plagas del cultivo de la papa de la Fundación PROINPA.

Además, estos especímenes también fueron identificados en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Fundación PROINPA, Cochabamba, laboratorio que está acreditado por el SENASAG para trabajos de identificación de plagas agrícolas del país (Anexo 8).

6.3.6. Distribución geográfica y abundancia del gorgojo de los Andes

La distribución geográfica del gorgojo de los Andes, se determinó en base a los datos georreferenciados de latitud y longitud registrados en cada una de las parcelas donde se colectó los tubérculos de papa con gorgojo, con esta información se generó un mapa de su distribución geográfica por especie de gorgojo utilizando el programa ARC MAP 10.3.

La abundancia o cantidad de larvas del gorgojo de los Andes fue determinado registrando su cantidad por parcela, comunidad, municipio y provincia. Además, la abundancia también fue determinada por especie a partir de los adultos obtenidos e identificados por comunidad.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Daño del gorgojo de los Andes en parcelas de papa

7.1.1. Porcentaje de incidencia

Según la Figura 1, las veinte comunidades de los siete municipios del Altiplano Central considerados en el presente estudio registraron incidencia del gorgojo de los Andes en distintos porcentajes.

Entre los municipios, Corocoro (Pacajes) y Sica Sica (Aroma) presentan las más altas incidencias en promedio con 35.22 y 33.34 %, respectivamente, a diferencia de Calamarca (Aroma) y Umala (Aroma) donde se tiene las más bajas incidencias en promedio (21.33 y 20.8%, respectivamente).

Al interior de los municipios, las comunidades registraron porcentajes de incidencia variable, sin embargo, destacan las comunidades Chojñoco (Corocoro), Huchusuma (Sica Sica) y Achica arriba (Viacha) por registrar las mayores incidencias (49.2, 46.6 y 43.7% respectivamente) en comparación al resto de comunidades. En contraste, las comunidades Vilaque (Calamarca), Thola Thia (Umala) y Pocohota (Viacha), fueron las que menos daño de gorgojo mostraron (12.5, 9.7 y 8.7%, respectivamente).

Los niveles de incidencia del gorgojo de los Andes registrados en el presente estudio para el Municipio de Umala son mayores a los reportados por Toledo (2005) para Calacachi Cutimpu y Jarandilla (2010) para Vinto Coopani, quienes informan que el gorgojo de los Andes incide en 4.1 y 10%, respectivamente. En cambio, para el municipio de Patacamaya Jarandilla (2010) reporta que el gorgojo de los Andes tiene un 81% de incidencia, porcentaje que es mucho mayor al determinado en el presente estudio (26.9%) para el mismo municipio. Así mismo, para el municipio de Ayo Ayo (Comunidad Vitu Calachi) Toledo (2005) reporta 10.8% de incidencia, el cual es menor en relación a los resultados obtenidos en el presente estudio para el mismo municipio (24.45%).

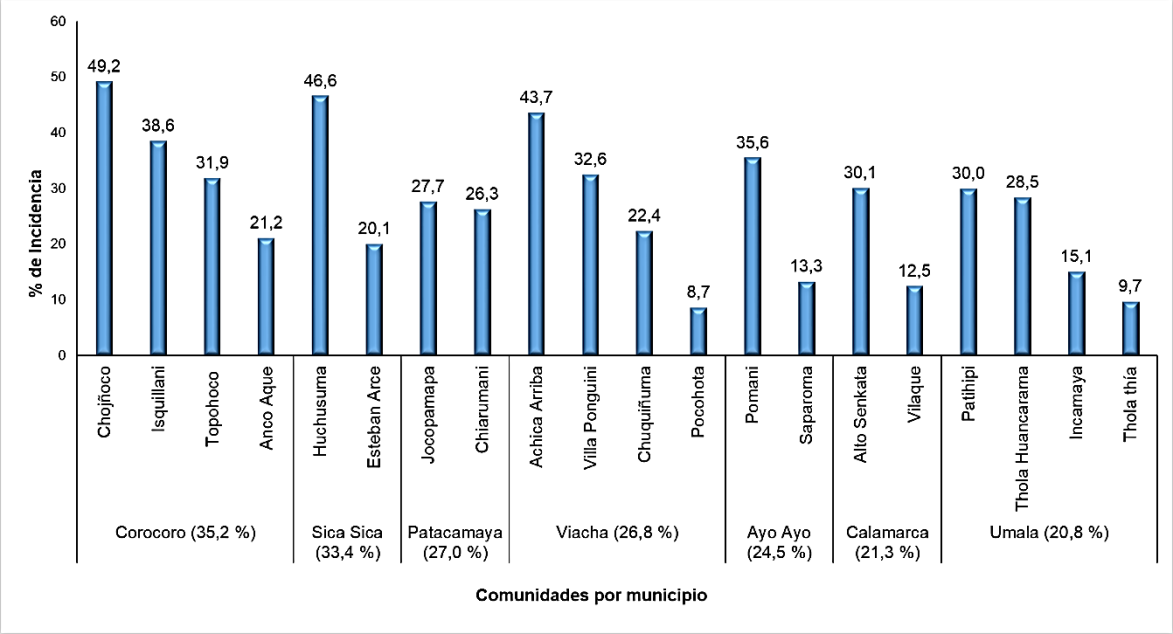


Figura 1. Porcentaje promedio de incidencia del gorgojo de los Andes en parcelas de papa por comunidades y municipios del Altiplano Central de La Paz

7.1.2. Porcentaje de daño

La Figura 2 muestra el porcentaje de daño del gorgojo de los Andes, en base a la severidad, entre los municipios en promedio la intensidad del daño fluctuó entre 6.3 y 3.9%, donde destacan Sica Sica (4.4%) y Umala (3.9%) por tener menor intensidad, en cambio Corocoro (5.3%) y Ayo Ayo (6.1%) registraron mayor intensidad de daño del gorgojo de los Andes.

Entre las comunidades, la intensidad de daño es más diferenciada siendo Pocohota (Viacha) y Thola Thia (Umala) las comunidades con menor índice (1.8% ambos), en contraste a Pomani (Ayo Ayo) y Achica Arriba (Viacha) donde se registraron mayores índices (10% ambos).

En el municipio de Ayo Ayo (comunidad Vitu Calacachi) Toledo (2005) encontró entre 5.2 y 5.4 % de tubérculos de papa con daño por gorgojo de los Andes, valores que se aproximan a los registrados en el presente estudio (6.1%). Para el municipio de Patacamaya (comunidad Jatuquira) Jarandilla (2010) reportó 24% de daño en papa por causa del gorgojo, el cual es cuatro veces más alto que el reportado en el presente trabajo (5.1%). Así mismo, para el municipio de Umala (comunidad Calacachi Cutimpu) Toledo (2005) reportó que la intensidad de daño del gorgojo de los Andes fluctuó entre 5.38 y 3.93%, los cuales son similares con los resultados obtenidos en el presente estudio (3.9%).

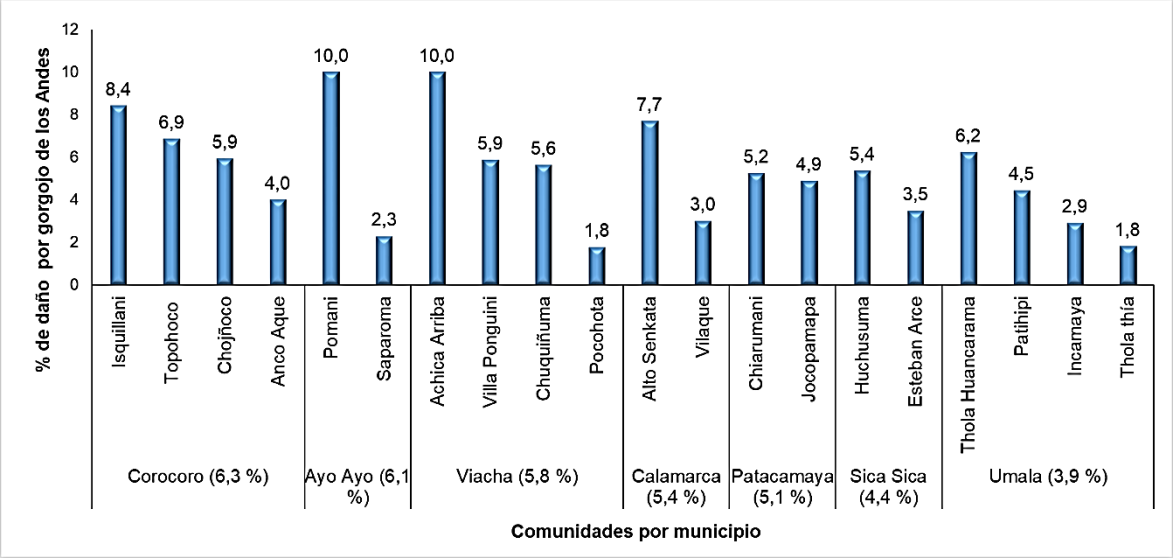


Figura 2. Porcentaje promedio de intensidad de daño del gorgojo de los Andes de municipios del Altiplano Central de La Paz

El daño del gorgojo de los Andes en términos de incidencia y severidad (% de daño) entre comunidades consideradas en el presente estudio es muy variable incluso al interior de un mismo municipio, en algunos casos muy marcada por ejemplo en Ayo Ayo que varía entre 10 y 2%, resultados que no muestran tendencias claras de daño entre municipios, sin embargo estos resultados están estrechamente relacionados al tipo de manejo de insumos que realizan (plaguicidas y/o fertilizantes) y a su acceso por parte de los agricultores, además estas diferencias también pueden estar influenciadas por aspectos sociales como ser la migración temporal de los agricultores, principalmente varones, a las ciudades, aspecto que incide en la realización oportuna (a tiempo) de prácticas de manejo del cultivo, como es el caso del control de plagas, aporque, y otros, prácticas que inciden directamente en la abundancia de la población del gorgojo de los Andes.

7.1.3. Daño combinado de gorgojo de los Andes y polilla de la papa

Durante la evaluación de la severidad del daño en los tubérculos de papa por el gorgojo de los Andes, también se registró el daño causado por polilla de la papa, los cuales expresados en porcentaje de daño y diferenciados por insecto plaga se muestra en la Figura 3, donde se observa que en las veinte comunidades consideradas para el estudio el daño por insectos plaga en los tubérculos de papa fue provocado tanto por gorgojo de los Andes y la polilla de la papa en distintas proporciones. Es decir, además del gorgojo en estas comunidades también la polilla está provocando daño. En general, el daño por gorgojo es mayor en comparación al

daño por polilla en todas las comunidades, además en la mayoría de las comunidades (13) la polilla registra porcentajes de daño menores a 2%. Sin embargo, las comunidades de Pomani (Ayo Ayo) y Achica Arriba (Viacha) registraron los mayores daños de polilla con 6.2 y 4.6 %, respectivamente.

Por otro lado, durante el seguimiento que se hizo a la cría de gorgojo de los Andes, también se registró larvas y adultos de polilla de la papa, en todas las comunidades, las cuales corresponden a la especie *Phthorimaea operculella* (Zeller). Además, en el municipio de Umala (Comunidades: Pathipi, Thola Huancarama, Inacamaya), Corocoro (Comunidad Chojñoco), y Sica Sica (Comunidad de Huchusuma) también se registró la presencia de *Paraschema detectendum* (Anexo 7).

Así mismo, con el presente trabajo se confirma la presencia de la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) en los siete municipios que abarcó la presente investigación, los cuales deben ser ampliados mediante estudios que detallen el daño tanto en planta como en tubérculo para desarrollar y/o recomendar prácticas para su control bajo un enfoque de manejo integrado.

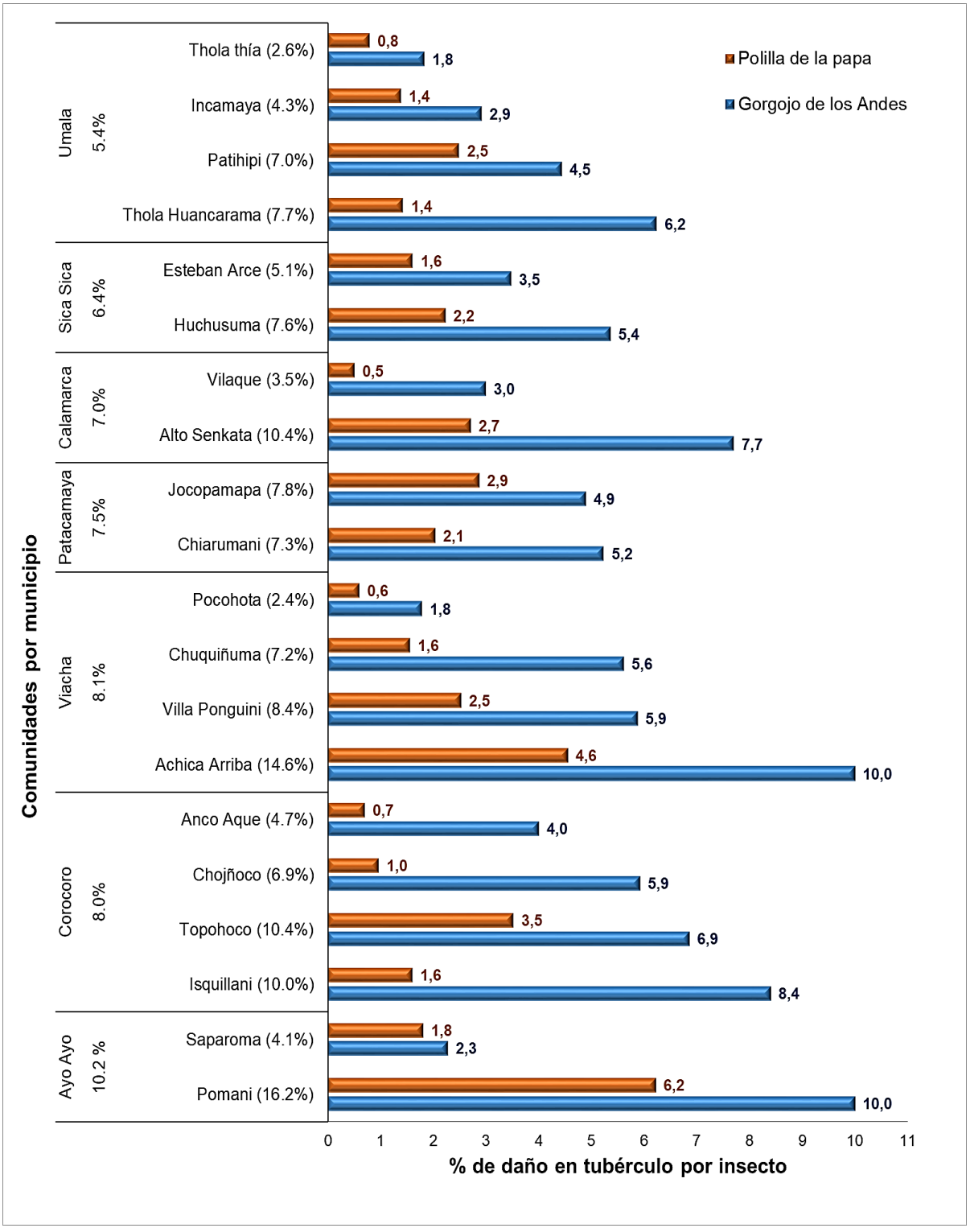


Figura 3. Porcentaje de daño en tubérculos de papa por gorgojo de los Andes y polilla de la papa

7.2. Identificación de especies del gorgojo de los Andes

Según el Cuadro 3, en las parcelas de papa de los siete municipios y sus comunidades se registró la presencia de dos especies del gorgojo de los Andes, *Premnotrypes latithorax* Pierce (1914) y *Rhigopsidius piercei* Heller (1936) (Coleóptera: Curculionidae). Estos especímenes se identificaron según claves taxonómicas de Kuschel, 1956 (Anexo 7), y Heller, 1935 (Anexo 8), además esta identificación fue corroborada por el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Fundación PROINPA de Cochabamba, el cual está acreditado por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG) para la identificación de plagas agrícolas del país (Anexo 8).

Cuadro 3. Identificación taxonómica de dos especies de gorgojo de los Andes

Taxa	**Especie 1**	**Especie 2**
Orden	Coleóptera	Coleóptera
Sub orden	Polyphaga	Polyphaga
Familia	Curculionidae	Curculionidae
Sub Familia	Leptopiinae	Leptopiinae
Género	*Premnotrypes*	*Rhigopsidius*
Especie	*P. latithorax* Pierce (1914)	*R. piercei* Heller (1936)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se muestra la imagen en vista dorsal y lateral del adulto de *P. latithorax*, presenta una frente con abultamiento junto al ojo, rostro con curvatura dorsal suave o mucho menos pronunciada. Élitros convexos trasversalmente hasta la 7ª interestría, cuyos tubérculos son semejantes a los de la 5ª, cayendo verticalmente a los lados sólo a partir de dicha 7ª interestría; la 5ª termina generalmente en un tubérculo mayor, pero sin formar verdadero callo. Protórax con el abultamiento lateral de la base romo y tan saliente como el abultamiento lateral anterior. El diente inferior de las mandíbulas agudo.

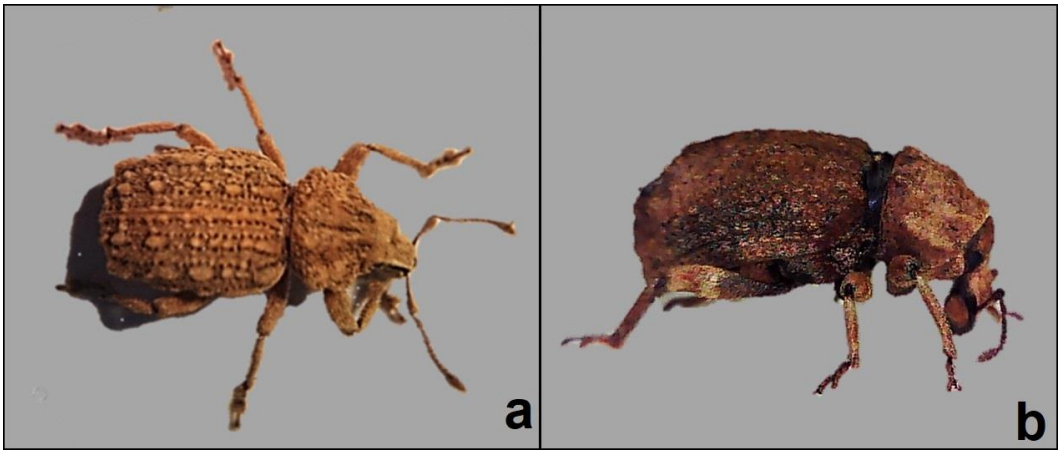


Figura 4. Vista dorsal: a; vista lateral: b, de *Premnotrypes latithorax*

En la figuras 5 se muestra la imagen en vista dorsal y lateral del adulto de *R. piercei* presenta los márgenes de prothorax grotesco, tubérculos fuertemente sobresalientes; quillas laterales del disco alcanza la base, margen con quilla; tubérculo del élitro sólo antes del declive apical en el intervalo, 2° margen alargado-aovado, margen posterior aplanado y afilado hacia el ápice; ápice del aedeagus redondeado, saco interior con un par de escleritos como agujas; 8° esternón de hembra con brazos esclerotizados ligeramente bifurcados cerca al ápice; styli del hemisternites ligeramente cóncavo.

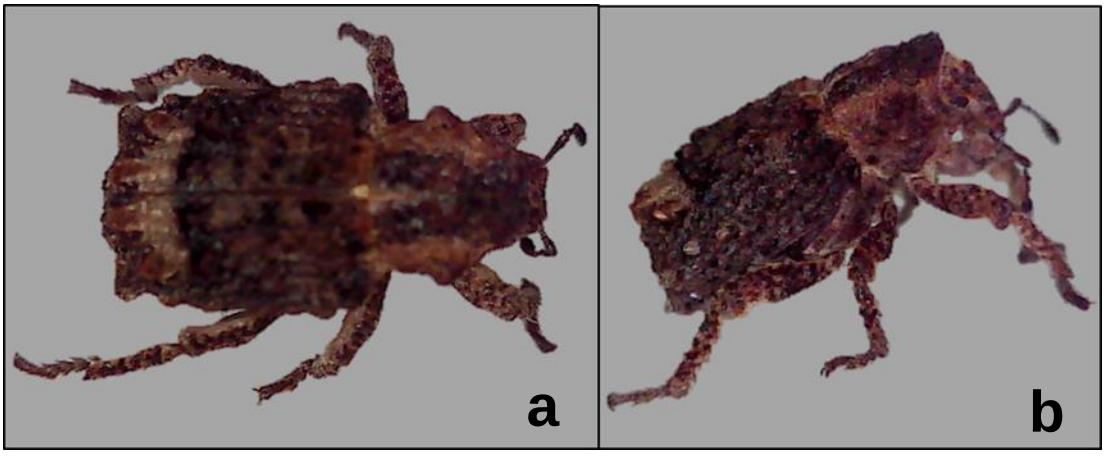


Figura 5. Vista dorsal: a; vista lateral: b de *Rhigopsidius piercei*

Los resultados del presente trabajo son corroborados por los trabajos previos de Toledo (2005), quien reportó la presencia de ambas especies de gorgojo en los municipios de Ayo Ayo (comunidad de Vitu Calacachi) y Umala (comunidad de Calacachi Cutimpo). Así mismo, Jarandilla (2010) registró para Patacamaya (comunidad Jatuquira).

7.3. Abundancia de especies del gorgojo de los Andes

La Figura 6 muestra la abundancia de ambas especies de gorgojo de los Andes por municipio, en Corocoro solo se registra la especie *P. latithorax* (141), en cambio en el resto de los municipios ambas especies de gorgojo fueron registradas sobresaliendo *P. latithorax* con mayor abundancia, sin embargo, destaca Patacamaya donde se registró mayor abundancia de *R. piercei* (5) en relación a *P. latithorax* (3).

Producto de la cría de larvas de gorgojo, se obtuvo 270 gorgojos, 241 de la especie de *P. latithorax* (89%) y 29 de la especie de *R. piercei* (11%). En la comunidad de Topohoco (Corocoro) se registró mayor cantidad de especímenes de *P. latithorax* (61), en cambio en Huchusuma (Sica Sica) se encontró mayor cantidad de *R. piercei* (10).

Sobre la abundancia de las especies de gorgojo Jarandilla (2010), reporta en Vinto Coopani y San Jose Llanga (Umala, Aroma) mayor presencia de *R. piercei* con 97% promedio y en Jatuquira (Patacamaya, Aroma) con 85% y el restante corresponde a *Premnotrypes spp.*, datos que corroboran los resultados del presente estudio para los municipios de Umala y Patacamaya.

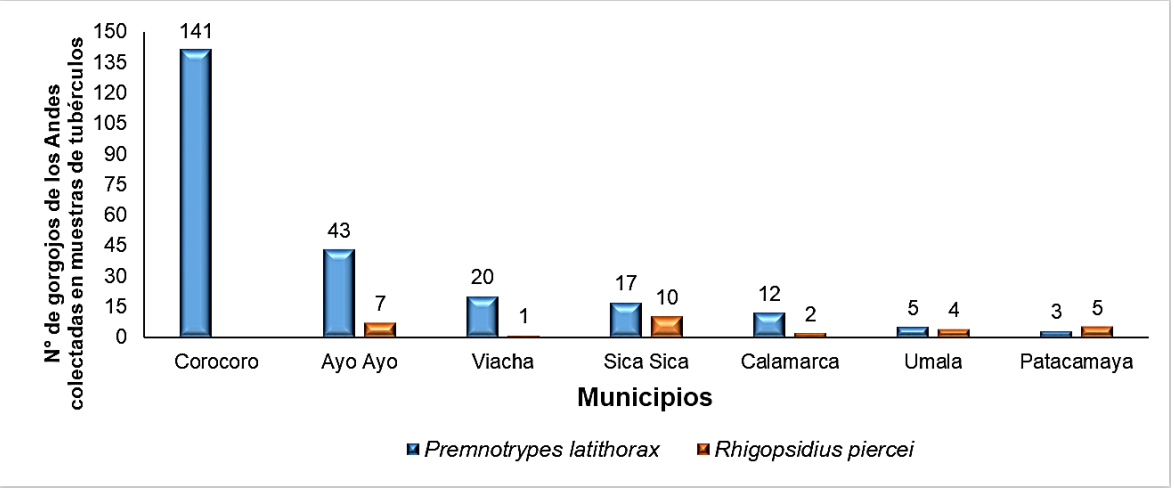


Figura 6. Abundancia de gorgojo de los Andes en el Altiplano Central de La Paz

7.4. Distribución geográfica de especies del gorgojo de los Andes

En la Figura 7 se muestra la distribución geográfica de *P. latithorax* se distribuye en los siete municipios abarcados en el estudio, al norte desde el municipio de Viacha de la provincia Ingavi (Achica arriba, Chuquiñuma y Villa Ponguini) hasta al sur Municipios de Umala (Incamaya y Thola Huancarama) y Sica Sica (Esteban Arce, Huchusuma), pasando por la parte central municipios de Calamarca (Alto Senkata y Vilaque), Ayo Ayo (Pomani), Patacamaya de la provincia Aroma (Jocopampa) y Corocoro de la provincia Pacajes (Anco Aque, Topohoco, Isquillani y Chojñoco).

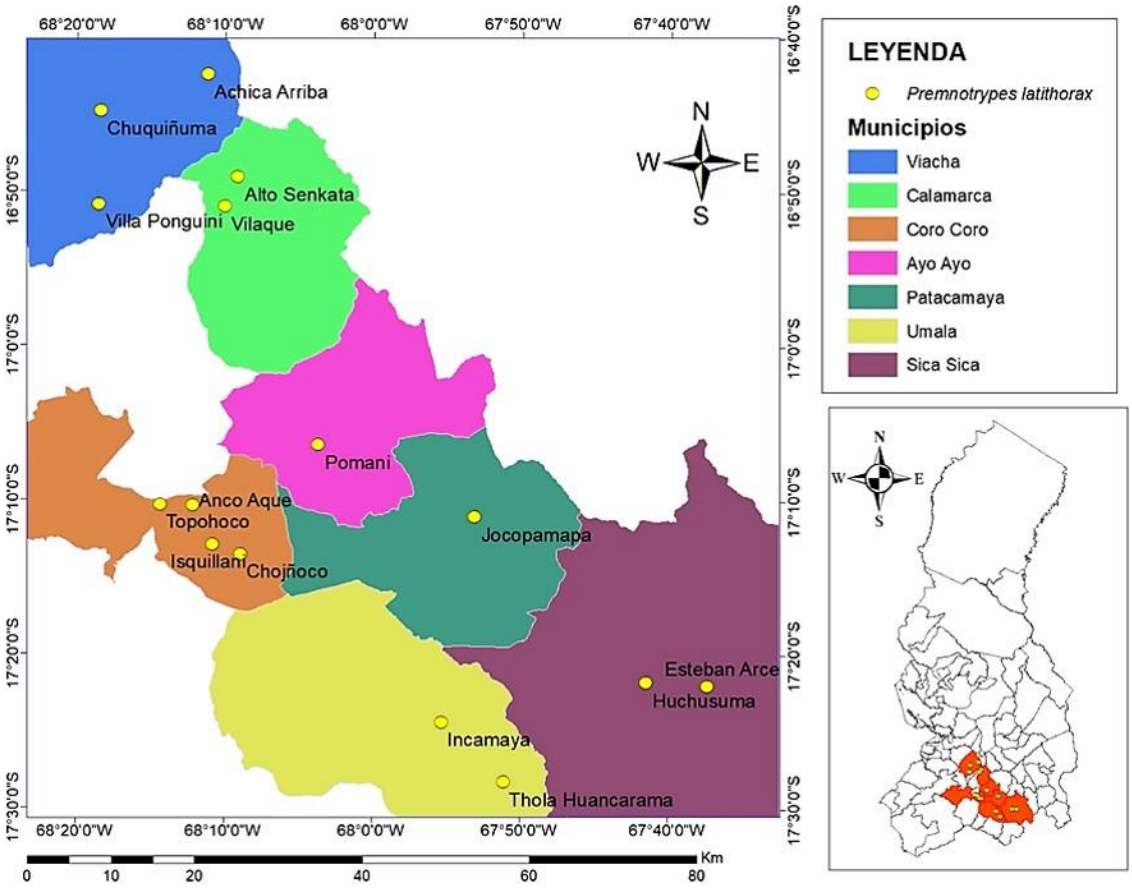


Figura 7. Distribución geográfica de *Premnotrypes latithorax* en el Altiplano Central de La Paz en los puntos de colecta

En la Figura 8 se muestran la distribución geográfica de *R. piercei* está en seis de los siete municipios abarcados en el estudio, al norte desde el Municipio de Viacha (Achica arriba) hasta al sur municipios de Umala (Incamaya y Thola Huancarama) y Sica Sica (Huchusuma) y en la

parte central municipios de Calamarca (Alto Senkata), Ayo Ayo (Pomani) y Patacamaya (Jocopampa y Chiarumani).

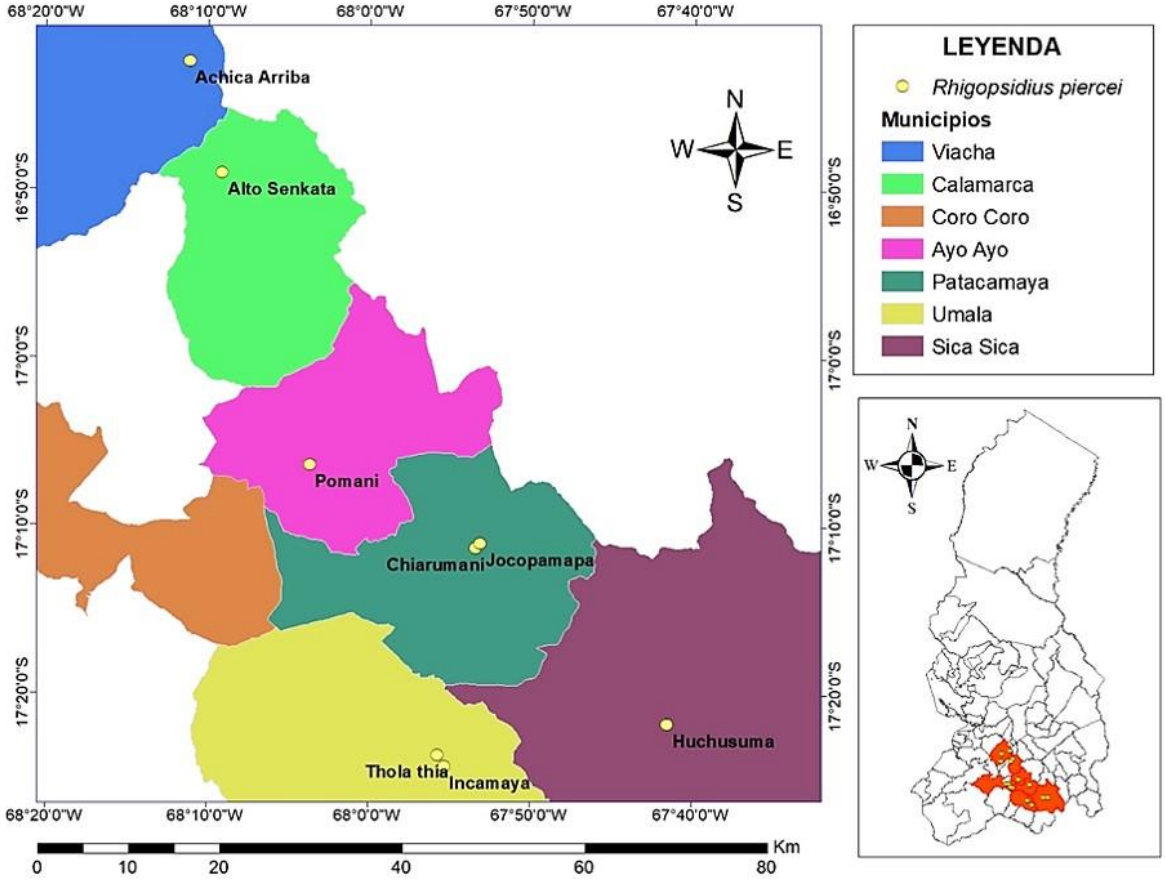


Figura 8. Distribución geográfica de especies *Rhigopsidius piercei* en el Altiplano Central de La Paz en los puntos de colecta

Información sobre la distribución geográfica del gorgojo de los Andes en el Altiplano del país es escasa, un diagnostico general realizado por Calderón *et al.* (2004), da a conocer que *P. latithorax* abunda en la provincia Pacajes, Ingavi y Aroma, sin mencionar a *R. piercei*, información que corrobora los resultados del presente estudio. Sobre la distribución geográfica de *R. piercei*, Gandarillas y Ortuño (2009), Jarandilla (2010) y Toledo (2005) reportan su presencia en la provincia Aroma, datos que también coinciden los resultados del presente trabajo. Además, con los resultados de la distribución geográfica de ambas especies de gorgojo se actualiza y amplía la información para siete municipios de tres provincias de La Paz.

7.5. Ciclo biológico y comportamiento del gorgojo de los Andes en condiciones de controladas

7.5.1. Ciclo biológico del gorgojo de los Andes

En Figuras 9-10 se observa la duración del ciclo de vida de *P. latithorax* es de 228 días (huevo: 42, larva: 56, pupa: 30, adulto: 99), y de *R. piercei* 221 días (huevo: 34, larva: 67, pupa: 36, adulto: 89), bajo condiciones controladas (21±3°C y 60±5% HR y 12 horas luz de fotoperiodo), si bien la duración del ciclo de vida de ambas especies de gorgojos no es igual, pero estas diferencias a nivel estadístico no son significativas. Calderón *et al.* (2004), reportan el ciclo biológico para *P. latithorax*, con 65, 31, 35, 24,130 215 y 123 días para huevo, larva, pre pupa, pupa, pre adulto, adulto macho, adulto hembra, respectivamente, totalizando 480 días. Por otro lado Barea *et al.* (2010) y Esprella *et al.* (2012), reportan que el ciclo de vida de *R. piercei* fluctúa entre 328 y 374 días.

Los resultados reportados en el presente estudio son menores a los indicados por los autores mencionados, esto puede deberse porque fueron estudios realizados en campo.

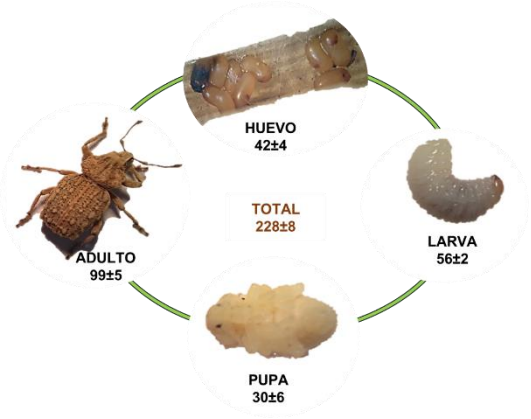


Figura 9. Ciclo biológico del *Premnotrypes latithorax* en condiciones de laboratorio

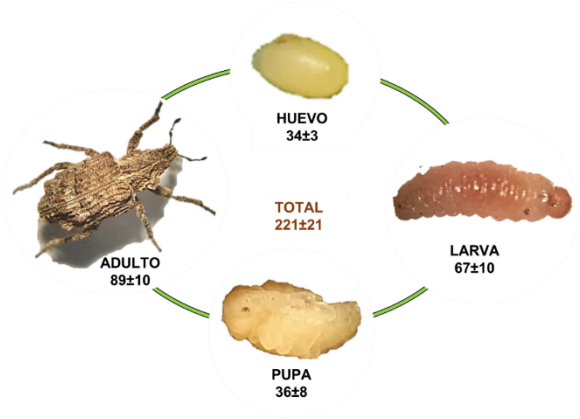


Figura 10. Ciclo biológico de *Rhigopsidius piercei* en condiciones de laboratorio

En el Cuadro 4, se muestra las características morfológicas de ambas especies de gorgojo, en la etapa de huevo son diferentes en cuanto a la forma y color, siendo oblonga blanco amarillento en la postura y marrón transparente antes de la eclosión de la larva en *P. latithorax*, en cambio es ovoide blanco amarillento después de la postura y marrón grisáceo antes de la eclosión en *R. piercei.* Los estados de larvas y pupas son similares en cuanto a sus características morfológicas, no es posible distinguirlas, sin embargo, se pude mencionar la

diferencia en cuanto al comportamiento de pupación, *R. piercei* lo realiza en el mismo tubérculo, en cambio *P. latithorax* se introduce al suelo y es allí donde pasa la fase de pupa. En el estado de adulto morfológicamente son distintos, las diferencias más sobresalientes son el color y características de su élitro, el adulto de *P. latithorax* es de color castaño claro a oscuro, en los élitros presenta estrías dorsales poco marcadas, las laterales muy bien visibles y paralelas; las interestrías dorsales impares elevadas en forma de tubérculos redondos, en cambio el adulto de *R. piercei* generalmente de color gris oscuro a claro, el tubérculo elitral es más pronunciado y no son paralelas.

Cuadro 4. Características morfológicas del gorgojo de los Andes

Estado	Características morfológicas	*P. latithorax*	*R. piercei*
Huevo	Tamaño	1.4 x 0.3 mm	1.3 x 0.5 mm
	Forma	Oblongo	Oval
	Color, post oviposición	Blanco amarillento	Blanco amarillento
	Color, pre eclosión	Marrón transparente	Marrón grisáceo
Larva	Tamaño	11.4 x 3.8 mm	11.8 x 4.2 mm
	Tipo	Curculioniforme	Curculioniforme
	Color	Blanco	Blanco
	Hábitat	Tubérculo	Tubérculo
Pupa	Tamaño	9.5 x 4.8 mm	10.5 x 5.0 mm
	Tipo	Exarata	Exarata
	Color	Blanco crema	Blanco crema
	Hábitat	Suelo	Tubérculo
Adulto	Tamaño	7.2 x 5.3 mm	8.1 x 5.6 mm
	Color	Castaño	Gris oscuro

Fuente: Elaboracion propia

7.5.2. Comportamiento del gorgojo de los Andes en condiciones controladas

a) Larva

Al momento de la eclosión la larva es translucida e inmediatamente busca su alimento con movimientos leves, una vez que encuentra el tubérculo de papa ingresa al interior, posteriormente causa daño al tubérculo formando galerías al introducirse y dejando excreciones en forma de pequeños gránulos blancos con lo que va cerrando su camino, en el tubérculo pasa mayor tiempo del estado larval, en ambas especies el comportamiento es igual.

b) Adulto

El comportamiento del estado adulto del gorgojo de los Andes fue descrito en cuanto a su alimentación, cópula y oviposición, las cuales se resumen el Cuadro 5, adultos de *P. latithorax* se alimentan consumiendo la hoja de papa empezando desde su base, en cambio *R. piercei* prefieren consumir la hoja de papa desde su borde. El tiempo que destinan para su alimentación varía entre ambas especies de gorgojo, *P. latithorax* cuando se dispone a consumir su alimento tarda 17±6 minutos en promedio, en cambio *R. piercei* en 12±5 minutos, promedio. Además, se aprecia que adultos de *R. piercei* son muy móviles incluso se los puede observar caminando de día a diferencia de *P. latithorax* que registraron menor movimiento de día, a no ser cuando se les moleste.

En la cópula el macho del gorgojo queda prendido en el tercio posterior de los élitros de la hembra con el primer y segundo par de patas produciéndose a continuación la evaginación de la armadura genital del macho que penetra en la hembra. En este estado permanecen un determinado tiempo, sin separarse aun cuando son observados y perciben la luz, incluso la hembra puede alimentarse sin dificultad durante la cópula. En ambas especies el comportamiento es similar, sin embargo, existe una variación en cuanto al tiempo de duración, *P. latithorax* cópula en promedio por 2±0.9 horas, a diferencia de *R. piercei* que solo cópula por 1.6±0.9 horas.

Carrasco (1961) reporta que los adultos de *P. latithorax* ágilmente suben sobre el dorso posterior de la hembra sin mayores rodeos, en este estado permanecen largo tiempo, sin separarse aun cuando son observados y perciben la luz, así mismo, Calderón *et al.* (2004), reporta que esta actividad dura hasta dos horas, datos que son similares a los reportados en el presente estudio.

El comportamiento de oviposición de ambas especies de gorgojo es diferenciado, la hembra de *P. latithorax* oviposita en pajas, busca aquellas de menor diámetro donde los huevos son depositados en forma grupal, en masas de 13 huevos en promedio, también se observó unas pocas posturas en el interior del peciolo de la hoja compuesta de papa. En cambio, la hembra de *R. piercei* oviposita sobre arena o tierra, al momento de la postura la hembra secreta un líquido el cual permite que a sus huevos puedan adherirse partículas de arena o tierra, logrando formar una envoltura de protección, esta estructura permite conservar la humedad evitando que los huevos se sequen y mueran, además las posturas son individuales.

Carrasco (1961), reporta para *P. latithorax* en relación a la oviposición que se produce una sola generación por año para lo cual la hembra pone los huevos en tandas o masas aglutinadas, por otra parte Barea *et al.* (2010) menciona que la hembra de *R. piercei* luego de juntarse con el macho pone pequeños huevos en la tierra y en las pajas, cerca de las plantas de papa, estos se parecen a los de la gallina, reportes que son similares a los observados en el presente estudio.

Cuadro 5. Características de comportamiento del gorgojo de los Andes

Actividad		*P. latithorax*	*R. piercei*
Alimentación	Parte de la hoja	Base	Borde
	Duración (min.)	17 ±6	12 ±3
Cópula	Duración (horas)	2 ±0.9	1.6 ±0.9
Oviposición	Lugar	Pajilla, la base de comida	Arena o tierra
	Tipo	Grupal (masas)	Individual

Fuente: Elaboracion propia

7.5.2.1. Ritmo de actividad diaria respecto a la alimentación y cópula de adultos del gorgojo de los Andes en condiciones controladas

En las figuras 11 y 12 se muestra la cuantificación del ritmo de actividad diaria comparado entre los periodos día (7:00 a 18:59 h) y noche (19:00 a 6:59 h) respecto a la alimentación y cópula de adultos de ambas especies de gorgojo de los Andes.

En la figura 11 se observa la cuantificación en porcentaje de la actividad de alimentación de los adultos del gorgojo de los Andes. Adultos de *P. latithorax* y *R. piercei* se alimentan más durante el día con 52.2 y 58 %, respectivamente, en comparación a las horas de la noche.

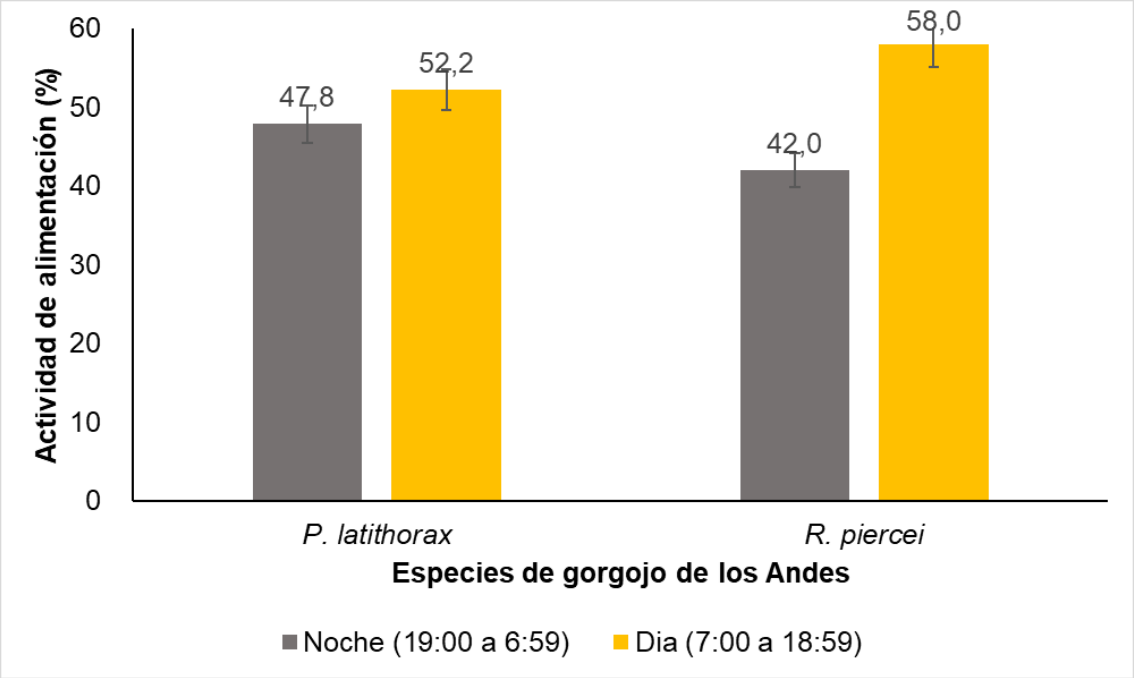


Figura 11. Porcentaje del ritmo de actividad diaria respecto a la alimentación y cópula de ambas especies de gorgojo de los Andes en condiciones controladas

Sin embargo, Bejarano *et al.* (2010) y Calderón *et al.* (2004), reportan que adultos del gorgojos de los Andes de ambas especies salen de sus refugios por la noche para alimentarse, aspecto que difiere a lo reportado en la presente investigación, diferencia que podría deberse que este estudio el comportamiento de alimentación fue evaluado en condiciones de laboratorio, aspecto que pudo influir en el comportamiento. Por otra parte, en colectas de adultos gorgojo realizados de día en parcelas de papa en Cañaviri (Umala, Aroma), se pudo observar a gorgojos adultos en plena actividad de alimentación escondidas en el envés de las hojas de papa, como también se observó gorgojos adultos escondidos en terrones como indica la bibliografía, por lo tanto, el resultado de esta variable reportado en el presente estudio no escapa de la realidad.

En la figura 12 se muestra la cuantificación en porcentaje de la actividad de cópula de los adultos de gorgojo de los Andes. La especie *P. latithorax* registran mayor porcentaje de adultos en actividad de cópula durante el día (60.5%), en cambio *R. piercei* tiene mayor porcentaje de adultos en actividad de cópula durante la noche (61.8%).

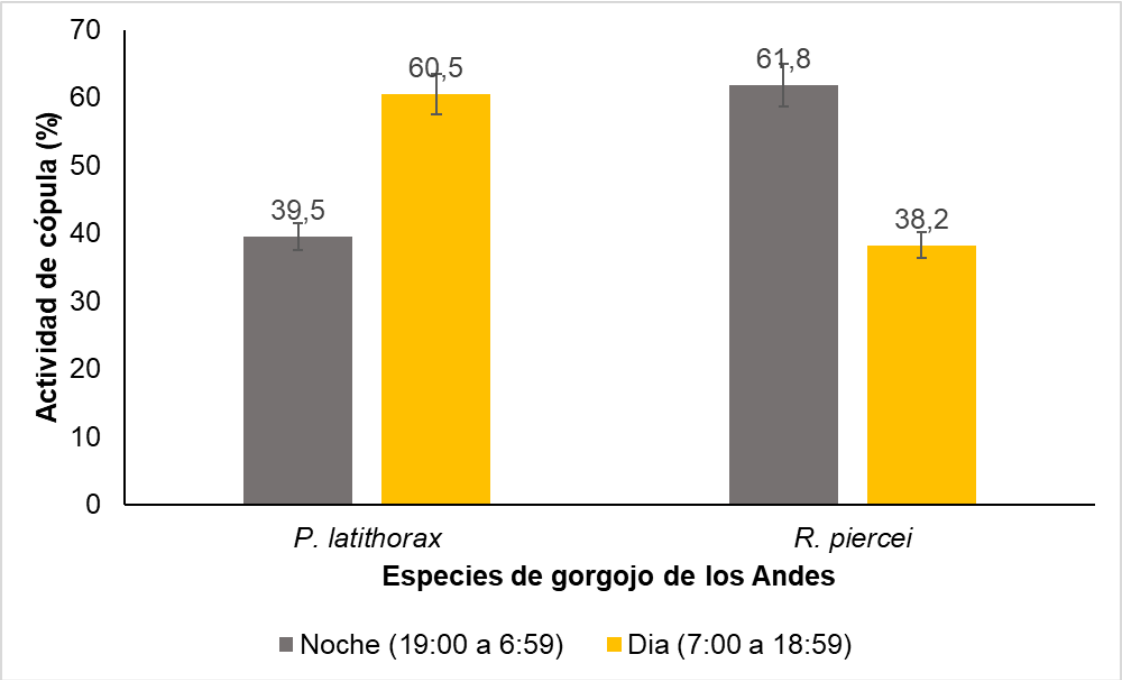


Figura 12. Porcentaje del ritmo de actividad diaria respecto a la cópula de ambas especies de gorgojo de los Andes en condiciones de laboratorio

Calderón et al. (2004a), reporta que la cópula en *P. latithorax* se efectúa durante la mañana hasta medio día y por la noche, coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio, pero para *R. piercei* no se ha encontrado algún reporte sobre esta actividad, sin embargo, en las condiciones del presente estudio, mayor porcentaje de adultos durante el día se encontraban en actividad de alimentación, y de noche se dedican más a la actividad de cópula.

8. CONCLUSIONES

Según los objetivos trazados y los resultados alcanzados en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de daño del gorgojo de los Andes en los municipios en estudio del Altiplano Central de La Paz, es de 27% de incidencia y 7.4% de daño.

- Se evidencia la presencia de daño en tubérculos provocado por larvas del gorgojo de los Andes en todos los municipios evaluados, siendo Corocoro el municipio con mayor daño y Umala con menor daño.

- El gorgojo de los Andes presente en los municipios de Umala, Corocoro, Viacha, Ayo Ayo, Sica Sica, Patacamaya y Calamarca corresponde a las especies, *P. latithorax* y *R. piercei* las cuales atacan al cultivo de papa de forma conjunta.

- La distribución geográfica de *P. latithorax* y *R. piercei* muestra que ambas especies están presentes en los siete municipios evaluados, sin embargo, su abundancia es distinta, *P. latithorax* tiene mayor abundancia en los municipios Corocoro, Viacha, Ayo Ayo y Calamarca, geográficamente ubicados más al norte, en cambio *R. piercei* en los municipios de Patacamaya, Umala, y Sica Sica geográficamente ubicados más al sur.

- El ciclo biológico de *P. latithorax* y *R. piercei* bajo condiciones controladas (21°C, 60% HR y 12 horas luz de fotoperiodo) es de 228 días y 221 días, respectivamente. Donde el estado de huevo es morfológicamente distinto en ambas especies, las larvas son similares en cuanto a forma y comportamiento. *P. latithorax* empupa en una cámara pupal en el suelo, en cambio *R. piercei* en el tubérculo; y los adultos se reconocen por rasgos morfológicos de sus élitros, además *R. piercei* es más activa de día que *P. latithorax.*

- Respecto al ritmo de actividad diaria en condiciones de laboratorio, para ambas especies se registra mayor actividad de alimentación en horas del día y en cuanto a la cópula *R. piercei* muestran mayor actividad nocturna en comparación a *P. latithorax* que tiene mayor actividad diurna

9. BIBLIOGRAFÍA

Barea, O;Sánchez, J;Bejarano, C. 2010. Cómo Vive el Gorgojo de los Andes o Gusano Blanco (*Rhigopsidius piercei*). Cochabamba, Bolivia. PROINPA. 4 p.

Bejarano, C;Sánchez, J;Barea, O. 2010. Cómo Combatir al Gorgojo de los Andes o Gusano Blanco (*Rhigopsidius piercei*). Cochabamba, Bolivia. Fundación PROINPA.

Calderón, R;Franco, J;Barea, O;Crespo, L;Esprella, R;Bejarano, C;Ramos, J;Iporre, G;Casso, R. 2004. Desarrollo de componentes del manejo integrado del Gorgojo de los Andes en el cultivo de la papa en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. Fundación PROINPA, Proyecto PAPA ANDINA. 133 p.

Carrasco, F. 1961. Sistemática y Biología del Gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax* Pierce 1914 (Coleóptera: Curculionidae). Revista Peruana de Entomología Agrícola. 4 (1): 30-42.

Chulde, N. 2005. Alternativas de manejo de gusano blanco *Premnotrypes vorax* H. en el cultivo de la papa *Solanum tuberosum L.* bajo el sistema de labranza de huacho rosado, Carchi. Tesis Ing. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 64 p.

Egúsquiza, R. 2012. Manual técnico "Manejo integrado de plagas en papa". Lima, Perú. OAEPS-UNALM. 33 p.

Esprella, R;Mendizabal, M;Gandarillas, E;Almanza, J. 2002. Informe técnico: Agricultores del Altiplano Central de La Paz implementan el Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes. La Paz, Bolivia. Fundación PROINPA.

Esprella, R;Flores, P;García, J. 2012. Guía Práctica para producir nuestra semilla de papa de calidad - Guía para agricultores / agricultoras y técnicos. La Paz, Bolivia. Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos -PROINPA, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF, Centro Internacional de la Papa – CIP, Fundación McKnight. 24 p.

FAO. 2006. Tesoro enterrado: la papa. Roma, Italia. Departamento de Agricultura, Bioseguridad, Nutrición y Protección del Consumidor; FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Disponible en http://www.fao.org/ag/esp

Gandarillas, A;Ortuño, N. 2009. Compendio de enfermedades, insectos, nemátodos y factores abióticos que afectan el cultivo de papa en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. Fundación PROINPA. 182 p.

Gutiérrez, L. 2011. Efecto económico de cuatro especies de polilla de la papa sobre el beneficio de agricultores en tres comunidades del municipio de Sica Sica. Tesis Ing. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 83 p.

Jarandilla, C. 2010. Estudio de la dinámica poblacional de especímenes del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes sp* y *Rhigopsidius piercei*) en el altiplano central - provincia Aroma. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. UPEA (Universidad Pública de El Alto). 101 p.

Jiménez, M;González, G;Falcón, A;Quintana, O;Bernardo, G;Robaina, C. 2010. Evaluación de tres bioestimulantes sobre la incidencia de plagas en el maíz (*Zea mays* L.) en la provincia de Santiago de Cuba. Centro agrícola. 37(2): 45-48. Disponible en http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-37-2010/numero-2-2010/376-evaluacion-de-tres-bioestimulantes-sobre-la-incidencia-de-plagas-en-el-maiz-zea-mays-l-en-la-provincia-de-santiago-de-cuba

Maps, G. 2020. PROINPA. Esc. 1:500. Consultado 08 de marzo de 2020. Disponible en goole.com/maps/@-16.6755167,-68.2987792,726m/data=!3m1!1e3

Pérez, R;Garza, J;Cárdenas, J. 2009. Método de cría en laboratorio del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Coleóptera: Curculionidae). Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 10(1): 16-23.

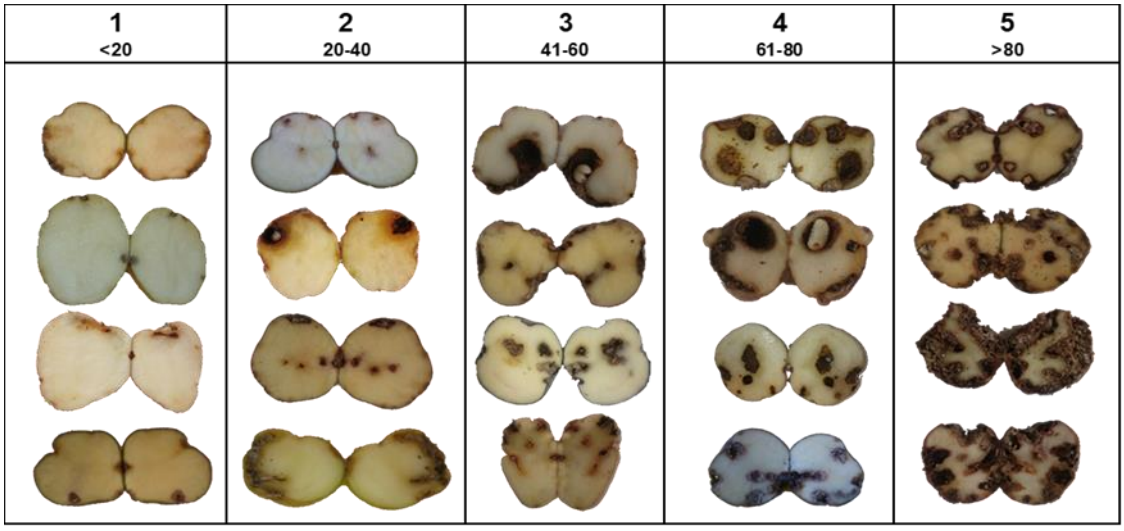
Toledo, A. 2005. Efecto de la labranza sobre la producción, población de insectos y malezas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum spp*. *andigena*), Altiplano Central. Tesis Ing. La paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 104 p.

10. ANEXOS

Anexo 1. Evaluación de daño en tubérculos de papa de muestras obtenidas de los municipios del Altiplano Central en el departamento de La Paz

Selección de tubérculos con daño por insecto plaga

Peso de tubérculos con daño



Tubérculos con daño seleccionados según escala de severidad

Anexo 2. Acondicionamiento de laboratorio para cría de larvas obtenidas durante el muestreo contenidas en los tubérculos de papa y seguimiento

Anexo 3. Acondicionamiento de ambientes para la cría de adultos, huevo, larva y pupa de gorgojo de los Andes

Anexo 4. Claves taxonómicas de Kuschel, 1956 para géneros de la tribu Premnotrypini con sus respectivas especies de Premnotrypes

Clave de géneros de Premnotrypini (Kuschel, 1956)

1 (4) Ojos pequeños, con 25 a 50 facetas. Mandíbulas con cicatriz de la pieza caduca ausente o pequeñísima. Postibias sin placa cestillal falsa. Especies negras y brillantes, sin escamas (raras veces con unas pocas) y sin tubérculos.

2 (3) Rostro largo, cilíndrico, unas 5 veces más largo que su menor diámetro. Escapo distante del margen anterior de los ojos.

Rhinotrypes n. g.

3 (2) Rostro corto, sólo el doble más largo que su menor diámetro. El escapo pasa sobre el ojo y alcanza por lo menos hasta la mitad.

Microtrypes n.g.

4 (1). Ojos grandes, con más de 80 facetas. Mandíbulas con cicatriz de la pieza caduca grande. Postibias con placa cestilla! falsa. Especies con escamas y tubérculos.

Premnotrypes Pierce

Clave de especies de *Premnotrypes* (Kuschel, 1956)

1 (14) Escapo con abundantes escamas. Las escamas y cerdas de la parte dorsal del rostro se dirigen hacia adelante (hay, sin embargo, especies en que no queda muy claramente definida la dirección).

2 (5) 8va estría irregular, como con puntos supernumenarios.

3 (4) Base del protórax con 6 nódulos bien separados y dispuestos en arco. Prenoto con punteado denso. Rostro más grueso. Lóbulos oculares más salientes. Perú.

1. ***solani*** Pierce

4 (3) Base del protorax aparentemente con sólo 4 nódulos, pues los laterales están fusionados en un abultamiento mayor. Pronoto con el punteado notablemente espaciado. Rostro más delgado, provisto de un surco suprascrobal profundo y desnudo. Lóbulos oculares menos salientes. Perú.

2. ***solanivorax*** (Heller)

5 (2) 8ª estría normal, con los puntos en perfecta hilera simple.

6 (13) Epístoma elevado.

7 (8) Escapo corto y muy grueso, no alcanza bien al margen anterior de los ojos. Tibias escamosas también en el borde inferior. Margen anterior del prenoto con refuerzo elevado que se bifurca caudalmente en el medio y que a los lados se dirige hacia el 2° nódulo de la corrida trasversal mediana, afectando el conjunto la forma de dos S, invertida la derecha. Perú.

3. ***fractirostris*** Marshall

8 (7) Escapo menos grueso, pasa un poco el margen anterior de los ojos. Tibias sin escamas en el borde inferior. Estructura del prenoto diferente.

9 (10) Frente sin abultamiento junto al ojo. Rostro con curvatura dorsal mucho más pronunciada. Elitros planos hasta la 5ª interestria y de ahí caídos casi verticalmente a los lados; los tubérculos de la 7ª interestría mucho menores que los de la 5ª; ésta termina en un grueso callo en la parte alta del declive. Colombia, Ecuador.

4. ***vorax*** (Hustache)

10 (9) Frente con abultamiento junto al ojo. Rostro con curvatura dorsal suave o mucho menos pronunciada. Élitros convexos trasversalmente hasta la. 7ª interestria, cuyos tubérculos son semejantes a los de la 5ª, cayendo verticalmente a los lados sólo a partir de dicha 7ª interestría; la 5ª termina generalmente en un tubérculo mayor, pero sin formar verdadero callo.

11 (12.) Protórax con el abultamiento lateral de la base romo y tan saliente como el abultamiento lateral anterior. El diente inferior de las mandíbulas agudo. Perú, Bolivia, Chile.

5. latithorax (Pierce)

12 (11) Protórax con el abultamiento lateral de la base agudo y saliente. El diente inferior de las mandíbulas romo. Perú.

6. ***sanfordi*** (Pierce)

13 (6) El epístoma muy poco convexo, casi plano. En la parte alta del declive elitral hay 6tubérculos mayores, 2 sobre la 3ª interestría y uno sobre la 5ª, éste situado entre los otros dos. Perú, Bolivia.

7. ***solaniperda*** n. sp.

14 (1) Escapo sin escamas. Las escamas y cerdas de la parte dorsal del rostro se dirigen hacia atrás.

15 (16) El escapo delgado pasa el margen anterior de los ojos. La 3ª interestría termina en la parte alta del declive en un tubérculo muy elevado. Bolivia.

8. ***clivosus*** n. sp.

16 (15) El escapo alcanza cuando más al margen anterior de los ojos. La 3ª interestría no tiene un tubérculo considerablemente mayor al comienzo del declive.

17 (18) Sutura en el declive con un callo. Perú.

9***. suturicallus*** n. sp.

18 (17) Sutura sin callo en el declive.

19 (20) Protórax escamoso y más o menos áspero. La 7ª interestría forma un borde del disco bastante pronunciado. La 3ª y 5ª interestría poseen cada una un tubérculo mayor, cuya caída posterior es vertical. Bolivia.

10. ***zischkai*** n. sp

20 (19) Protórax un tanto irregular pero liso y con escamas escasa en el disco. La 7ª interestria no forma un borde pronunciado que limita el disco. Los tubérculos de las interestrías impares bajos y romos. Perú.

11. ***pusillus*** n. sp

Anexo 5. Clave para de especies de *Rhigopsidius* Heller

1 Márgenes del protorax con notable filo, tubérculo débilmente sobresalido; quillas laterales de disco reemplazado en la mitad basal por pequeños tubérculos, margen con tubérculos; tubérculo elitral sólo antes del declive apical, en el intervalo 2 aovado, margen posterior uniformemente redondeado; ápice del aedeagus agudo, saco interior con un par de escleritos como dedos; 8vo esterno de hembra con brazos esclerotizados bifurcados cerca de la base; styli del hemiesternitos en forma de trompeta.

R. tucumanus Heller

1 * Márgenes de prothorax grotesco, tubérculos fuertemente sobresalientes; quillas laterales del disco alcanza la base, margen con quilla; tubérculo del élitro sólo antes del declive apical en el intervalo, 2° margen alargado-aovado, margen posterior aplanado y afilado hacia el ápice; ápice del aedeagus redondeado, saco interior con un par de escleritos como agujas; 8° esternón de hembra con brazos esclerotizados ligeramente bifurcados cerca al ápice; styli del hemisternites ligeramente cóncavo.

R. piercei Heller

Anexo 6. Método de diferenciación de daño por gorgojo de los Andes y polilla de la papa

Daño por polilla de la papa: Superficialmente se toma en cuenta a galerías delgadas que muestran un recorrido superficial y huecos de menor diámetro como indicio de daño por larva de polilla de la papa a la que se estima y asigna un porcentaje del daño total que se observa en el tubérculo (Figura 1). Internamente también se considera galerías delgadas y poco profundas y a puntos pequeños de igual forma de estima y asigna un porcentaje de del daño total (Figura 2). Se saca un promedio de ambas observaciones y se anota en una planilla de registros como daño provocado por polilla de la papa.

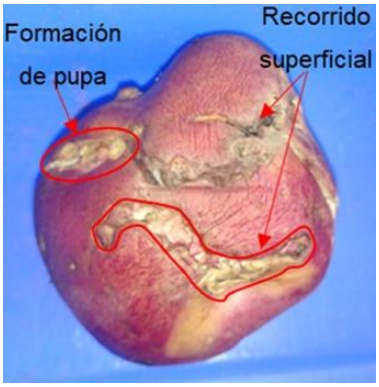


Figura 1. Tubérculo de papa afectado por larva de polilla de la papa

Figura 2. Tubérculo de papa afectado por larva de polilla de la papa, vista internamente

Daño por gorgojo de los Andes: se considera de manera superficial a galerías anchas con poco o nulo recorrido superficial, huecos anchos, pequeñas pronunciaciones del tubérculo que evidencia que la larva se ha introducido y el tubérculo fue cerrado por las excreciones de la larva (Figura 3). De manera interna se toma en cuenta a huecos anchos, galerías anchas y profundas como daño por gorgojo de los Andes (Figura 4).

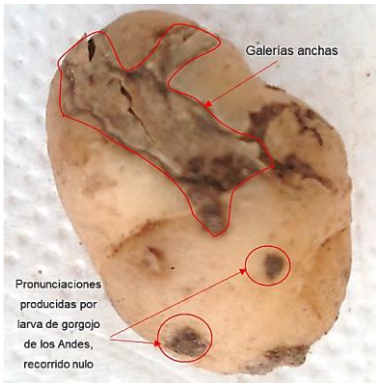


Figura 3. Tubérculo de papa afectado por larva de gorgojo de los Andes

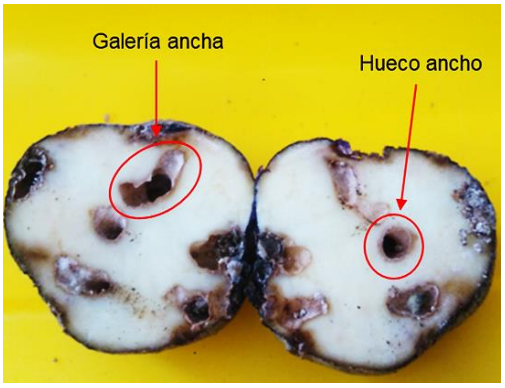


Figura 4. Tubérculo de papa afectado por gorgojo de los Andes, vista internamente

Anexo 7. Especies de polilla de la papa encontradas durante la cría de gorgojo de los Andes

Phthorimaea operculella (Zeller 1873)

Paraschema detectendum (Povolny 1990)

Anexo 8. Identificación del gorgojo de los Andes

Fundación PROINPA

RESULTADOS DEL ANALISIS DE LABORATORIO

N° de registro: P – 20 - 0001
Costo de diagnóstico: _____

Recepción: 5/03/2020..... **Entrega:** 8/03/2020

1. Solicitante: Ruth Casa Mamani

2. Muestra: Insectos en alcohol

3. Origen de la muestra: Municipios Sica Sica, Coro Coro y Ayo Ayo, La Paz, Bolivia.

4. Tipo de muestras:

Flores ( ) Hojas ( ) Ramas ( ) Frutos ( )
Plantín ( ) Granos ( ) **Insectos (X)**

5. Análisis solicitados:

Análisis Entomológico

6. Resultados.

Revisando las muestras conformada por Insectos en alcohol, se identificaron según el siguiente detalle:

Muestra	Provincia	Municipio	Comunidad	Identificación
1	Aroma	Sica Sica	Huchusuma	*Rhigopsidius piercei*
2	Pacajes	Coro Coro	Topohoco	*Premnotrypes latithorax*
3	Aroma	Sica Sica	Huchusuma	*Premnotrypes latithorax*
4	Pacajes	Coro Coro	Isquillani	*Premnotrypes latithorax*
5	Aroma	Ayo Ayo	Pomani	*Premnotrypes latithorax*

TECNICO ANALISTA
Ing. J. Luis Crespo V.

RESPONSABLE LABORATORIO
Ing. M.Sc. Giovanna Plata R.

Fundación para la Promoción y la Investigación de Productos Andinos
FUNDACION PROINPA Casilla 4285 Cbba. - Bolivia

cc. arch.