

## Manejo integrado de plagas y su incidencia en el gorgojo de los andes (plaga) y enfermedades en el cultivo de la papa

### Integrated Pest Management and its Impact on Andean Weevil (Pest) and Diseases in Potato Crop

PUMA – Alejandra<sup>1\*</sup> & CALDERON – Jorge<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Facultad de Ciencias Agrarias, Calle Calvo #193, Telefono 591- 4 – 6455653, Sucre- Bolivia.*

Recibido Mayo 05, 2016; Aceptado Junio 01, 2016

#### Resumen

La investigación trata del control del Gorgojo de los Andes –*Premnotrypes* spp. Y *Rigopsidius piercei*- en los cultivos de papa mediante el uso de tres trampas y un testigo. Al cabo del experimento se probó que la trampa o estrategia 3 fue la más eficiente en el control del gorgojo y que el testigo, la manera tradicional de cultivo, probó ser el menos eficiente. Las estrategias uno –pasiva-, dos y tres – activas- probaron ser más efectivas que el testigo. Se concluye que el uso de estrategias, sobre todo la tercera, disminuyen considerablemente los daños y las pérdidas provocadas por el Gorgojo en los cultivos de papa. El trabajo contempla el manejo integrado de plagas que consistió en el uso de las estrategias, labores culturales, uso de insecticidas de etiqueta verde, se realizó en el municipio de Tarabuco del Departamento de Chuquisaca en Bolivia. Duró seis meses (noviembre de 2014 a mayo, 2015).

#### Palabras Clave

Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp. y *Rigopsidius piercei*). Trampas: pasiva, activas y testigo. Manejo integrado.

#### Abstract

The research deals with the control of the Andean-Weevil-Prickly Peperes spp. and *Rigopsidius piercei*- in potato crops by the use of three traps and one control. At the end of the experiment it was proved that the trap or strategy 3 was the most efficient in the control of the weevil and that the witness, the traditional way of cultivation, proved to be the least efficient. Strategy one-passive, strategies two and three-active proved to be more effective than the witness. In conclusion the use of strategies, especially the third one, reduces considerably the damages and losses caused by the weevil in potato crops. The work includes the integrated pest management that consisted in the use of strategies, cultural work, and the use of green tag insecticides, was carried out in the municipality of Tarabuco, Department of Chuquisaca, Bolivia. It lasted six months (November 2014 to May, 2015).

#### Keywords

Andean Weevil. Active, Passive and Traditional Traps. Integral Management.

**Citación:** Puma M. & Calderon J. Manejo integrado de plagas y su incidencia en el gorgojo de los andes (plaga) y enfermedades en el cultivo de la papa. Revista Ciencia, Tecnología e Innovación 2016, 12-13: 657-664

## Introducción

Tanto en Bolivia como en otros países el Gorgojo de los Andes, en las especies de *premnotypes spp* y *rigopsidius piercei*, es una de las plagas que mayor daño ocasiona a los cultivos de papa, de ahí la importancia de la investigación y el planteamiento del problema.

Las técnicas que se utilizaron fueron las trampas de barreras de plástico en base a botellas usadas. El experimento se aplica en Kiska Moko, en el municipio de Tarabuco, Chuquisaca. El experimento se realizó de noviembre de 2014 a mayo de 2015. El objetivo de utilizar ambas trampas fue la de comparar su efectividad, ya que anteriores usos no habían comparado su rendimiento en el combate de los gorgojos. La investigación también incluyó el uso de la trampa de piedras planas, no utilizada en ninguna investigación anterior.

Sustentándonos en información encontrada en Bolivia se puede afirmar que el control del gorgojo de los andes estaba basado exclusivamente en el empleo de insecticidas. Esta técnica refiere que las pérdidas seguirían siendo considerables. Esta aparente inefectividad, en vez de incentivar la búsqueda de otros sistemas o métodos de control como las labores culturales o la aplicación de trampas, sólo incrementó el uso de más insecticidas, con el consecuente daño a la tierra, al medio ambiente y la eventual disminución en la producción agrícola.

La investigación se desarrolló para incorporar y demostrar la importancia y efectividad de componentes amigables con la naturaleza como el uso de trampas para el control eficiente del gorgojo de los Andes.

En el trabajo se usó cuatro tipos técnicas de trampas. La primera consistía de una barrera de plástico; la segunda, de piedras planas; la tercera, de botellas de plástico y la cuarta, o testigo, siguió la práctica tradicional de los agricultores del lugar.

Se encaró este trabajo realizando un control periódico del cultivo en sus diferentes fases, para obtener mejores resultados. A continuación, se describen los dos tipos de trampas utilizados en las parcelas experimentales:

- Trampas pasivas: Llamadas también trampas de intercepción, no disponen de ningún atrayente. (Castroverde E. 2007).
- Trampas activas: Atraen a los insectos, entre ellos a los gorgojos, haciendo que se dirijan hacia la trampa. (Castroverde E.2007).

Para cumplir con lo propuesto, en la investigación se trabajó con los siguientes objetivos objetivos:

- Evaluar la eficiencia de métodos de control del gorgojo de los Andes en un sistema de manejo integrado de plagas.
- Instalar dos tipos de trampas, dos activas y una pasiva para controlar el gorgojo de los andes.
- Hacer seguimiento de la efectividad de las trampas.
- Confirmar el efecto y la presencia de controladores biológicos.
- Al momento de la cosecha, constatar la incidencia y severidad del gorgojo, según el tipo de trampa usada.
- Comparar los rendimientos del cultivo por parcelas, según los tipos de trampas instalados.

Las trampas de control de plagas, en el presente trabajo, se han instalado para controlar al gorgojo de los Andes que afecta a la producción de papa en el municipio de Tarabuco, departamento de Chuquisaca, Bolivia.

El gorgojo de los Andes recibe diferentes nombres. Español: Gusano blanco (Barea, O. Sánchez, J. Bejarano, C. 2010 p.1; Barea, O. Bejarano, C. p.107; Gonzales, M. Crespo, L. s.f. p.102). Gusano de la papa, cucarrón de la papa (Sánchez, J. 2013; Fundación PROINPA s.f.; Vigiani, A. Serrano, M. Rivera, A. Bonillo, M. Zelaya, A. 2002; Savarese, S. Serrano, M. Sardoy, P. 2006; Loiacono, M. Morrone, J. 1992; Herrera, F. 1997). Cascarudo, en edad adulta (Barea, O. Bejarano, C. op. cit. p.107).

Quechua: Yuraj khuru, en larva (Barea, O. Bejarano, C. op. cit. p.107; Gonzales, M. Crespo, L. s.f. p.102).

Aymara: Janq'u laq'u, (Barea, O. Bejarano, C. op. cit. p.107; Gonzales, M. Crespo, L. s.f. p.102).

El gorgojo de los Andes pertenece a la familia de los coleópteros, presenta una metamorfosis completa. En su ciclo de vida atraviesa consecutivamente por las estadías de huevo, larva, pupa y adulto. Cada uno de ellos posee características morfológicas y de comportamiento particulares que sirven para su diferenciación (Herrera, F. op. cit.).

Existen dos tipos de gorgojos de los Andes, el *Premnotrypes* spp que es el que vive y se desarrolla en el suelo y el *Rhigopsidius piercei*, que es el que completa su ciclo de vida dentro del tubérculo (Barea, O. Bejarano, C. op. cit. p. 108) (Garrett K. A. et. al. S.f., p.86).

En la investigación se trabajó con los dos anteriores, pero las trampas se utilizaron para controlar el ingreso del *Premnotrypes* spp a la parcela; para evitar el ataque del *Rhigopsidius piercei* se hizo la desinfección de la semilla.

El gorgojo macho y la hembra se cruzan durante la noche sobre la planta de papa, en el día lo hacen debajo de los terrones. Luego la hembra del gorgojo pone sus huevos durante la noche en grupos o hileras de aproximadamente 14 huevos por postura dentro de pajitas de trigo o cebada u otros restos vegetales al pie de la planta de papa. Los huevos son de forma capsular, de color blanco cremoso y miden alrededor de un milímetro. En toda su vida la hembra pone alrededor de 630 huevos, en algunos casos pone hasta 1000.

Cuando el gorgojo se convierte en larva ocasiona mayores daños a la papa. Las larvas son gusanos de cuerpo blando y grueso, de color blanco, tienen la cabeza marrón y no tienen patas, son ápodas, tienen forma de C o media luna (foto 1).



**Fotografía 1.** Características de la fase de larva

Las pérdidas económicas que se derivan del daño provocado por el gorgojo a los tubérculos, ocurren únicamente durante la fase de larva.

Primero las larvas migran hacia las raicillas de la planta y luego se dirigen hacia los tubérculos en formación, allí se alimentan de la pulpa, para lo cual excavan galerías, primero superficiales y luego más profundas.

**Pupa:** la pupa es de color blanco cremoso, su piel es blanda y delicada, y se pueden distinguir las patas y otras partes del cuerpo de la forma adulta. Forma bajo la superficie de la tierra una celda pupal, en su interior se lleva a cabo el cambio de larva a pupa, proceso que se denomina empupamiento. Generalmente la celda pupal se ubica a una profundidad de 10 a 15 centímetros, sobretodo en lugares donde se amontonaron las papas después de la cosecha. Este es el caso del género *rhigopsidius*.

**Adulto:** la transformación de pupa a adulto también ocurre dentro de la celda pupal, el estado adulto presenta dos fases: una fase invernante, inactiva dentro del suelo y una fase activa, libre, fuera del suelo. La fase de adulto invernante se inicia cuando la pupa se transforma y la piel se endurece y cambia de color, de blanco a marrón, que después se va oscureciendo a medida que pasa el tiempo. Esta fase dura aproximadamente 4 meses.

Los adultos comienzan a salir del suelo después de las primeras lluvias, rompen su celda y hacen pequeños agujeros en el suelo para salir a la superficie como adultos libres. Los gorgojos en su fase activa viven de 4 a 5 meses, mientras haya plantas de papa en el campo. Los adultos salen de noche, no vuelan y se dirigen caminando a los campos de papa para alimentarse de las hojas, ocasionando daños en los bordes de las hojas en forma de semiluna.

El gorgojo adulto permanece escondido durante el día porque le gusta la oscuridad y la humedad, por eso se lo encuentra debajo de terrones, piedras y lugares escondidos cerca de las plantas. Cuando se levantan los terrones los gorgojos se dejan caer y se hacen a los muertos y permanecen así por varios minutos, para después caminar rápidamente y esconderse. (Barea, O. Sánchez, J. Bejarano, C. op. cit. p.2-3; Wale, S. Platt, B. Cattlin, N. 2008; Savarese, S. Serrano, M. Sardoy, P. 2006; Alcázar, J. Cisneros, F. Herrera, F. 1997).

El ciclo de vida del gorgojo de los Andes, desde que la hembra pone los huevos, hasta que el adulto sale de la tierra dura de 10 a 12 meses: huevo, un mes; larva, de 3 a 4 meses; pupa, de 2 a 3 meses; adulto invernante, 4 meses y los adultos libres viven de 4 a 5 meses hasta que mueren. Solo se desarrollan en lugares fríos (Alcázar J.; Cisneros F. s.f.).

El gorgojo de los Andes, *Premnotrypes* spp, es una plaga muy perjudicial, causa galerías en los tubérculos y provoca pérdidas de más del 80 % en la cosecha. La plaga se encuentra en regiones por encima de los 2500 m.s.n.m., en los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba y Chuquisaca. Se estima que 60.000 hectáreas de papa están afectadas por el gorgojo en todo el país, lo que representaría una pérdida de 12 millones de dólares anuales.

Asimismo el gorgojo *Rhigopsidius piercei* ocasiona pérdidas que pueden ser significativas, en Potosí su perjuicio varía entre 31% y el 95 %; en Chuquisaca y Tarija, entre el 25% y el 85%; en Cochabamba y La Paz, las pérdidas son menores. Las pérdidas económicas causadas por este género de gorgojo se encuentran cercanas a los 18 millones de dólares. (PROINPA 2012).

Se han utilizado diferentes métodos de control para combatir al gorgojo de los Andes. Gonzales, M. Crespo, L. (PROINPA. s.f., p. 105-106) dan a conocer el uso de paja o yute, instalados alrededor de la parcela, que sirven de refugio para los adultos que llegan a la parcela durante día. Los autores también refieren el uso de trampas de caída que consisten de botellas de plástico cortadas, enterradas parcialmente. El trabajo usa este tipo de trampa bajo el nombre de trampa activa, estrategia 3.

Barea, O. Bejarano, C. s.f. p. 110: mencionan el uso de barreras de plástico alrededor de la parcela para evitar el ingreso de los gorgojos a la parcela. En el trabajo se usa también este tipo de trampa pasiva, estrategia 1.

La trampa activa, estrategia 2, la hecha de piedras, no ha sido utilizada en ningún experimento anterior. El uso de ella es nuevo en esta investigación.

Clasificación taxonómica del gorgojo de los andes	
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Familia	Curculionidae
Subfamilia	Otiorrhynchidae
Tribu	Premnotrypini
Géneros	Premnotrypes, rigopsidius
Especies	Spp. , piercei

**Tabla 1.** Clasificación taxonómica del gorgojo de los Andes

Fuente: Elaboracion propia en base a Carrasco. F, 1961; Heller 1936; Herrera, F., s.f.

Durante el proceso de investigación se encontraron controladores biológicos, previstos al momento de la instalación de las trampas. Los controladores biológicos son insectos que se alimentan de otros insectos, son una alternativa al uso de químicos, se usan para controlar a las plagas. Estos controladores son parte del manejo integrado de plagas.

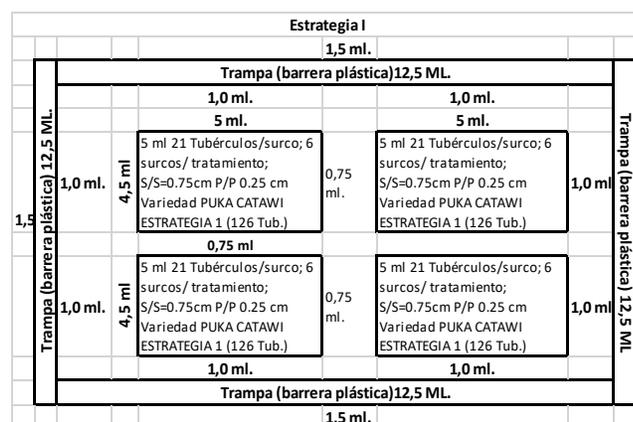
El presente trabajo es experimental y se realizó en el municipio de Tarabuco, ubicado a 64 km al norte de Sucre, en el departamento de Chuquisaca-Bolivia, a una altitud variable de 2500 a 4000 m.s.n.m. Tarabuco tiene una población aproximada de 19.554 habitantes, de los cuales, 17.112 están distribuidos en 72 comunidades y 2.442 conforman el pueblo de Tarabuco. La temperatura media es de 13° y la precipitación media, de 371mm. Anuales. Tarabuco es el centro poblado más importante del municipio, centro de la cultura Yampara.

La geografía de la región se caracteriza por ser de clima templado, apta para la producción de maíz, frutas y hortalizas. La zona andina, de clima seco y frio, produce cebada, trigo, papa, quinua y habas.

La parcela en la que se realizó el experimento está localizada en la comunidad de Pampas de Tarabuco, zona de Kiska Moko (Latitud 19°10'50". Longitud 64°54'48". Altitud, 3.284 m.s.n.m.).

## Metodología

El trabajo de investigación se realizó mediante la instalación de tres tipos de trampas para evitar el ataque del gorgojo de los Andes, también se instaló un testigo para comparar la eficiencia de cada una de las trampas.



**Figura 1.** Descripción Estrategica

La estrategia 1 consistió en colocar una cortina de plástico (trampa pasiva) a un metro de distancia, alrededor de la parcela. La cortina de plástico tenía una altura de 15 cm. (foto 2), evitando así el ingreso de los gorgojos a la parcela, ya que estos no pueden volar.



**Fotografía 2.** Trampa pasiva, cortina de plástico

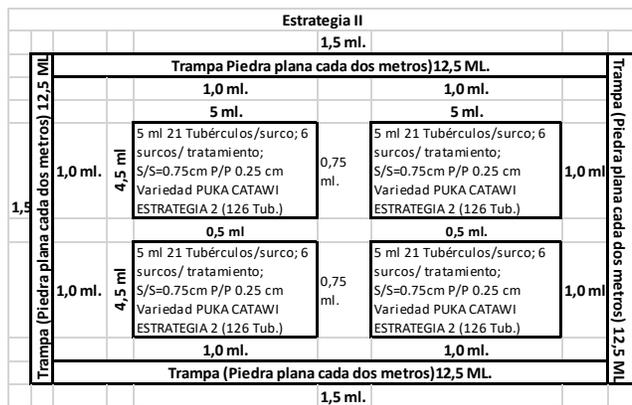


Figura 2. Descripción Estrategia 2

Este ensayo consiste de una trampa construida de piedras planas de aproximadamente 20 cm, la trampa fue colocada a un metro de distancia de la parcela. Se colocaron 26 piedras, cada una a una distancia de 2 m, rodeando la parcela (foto 3).

Este tipo de trampa es denominada trampa activa, ya que al colocar piedras planas en el suelo, cerca de la parcela, se está creando un ambiente favorable para que los gorgojos se puedan ocultar durante el día, ya que a estos les gusta la oscuridad y la humedad creada por las piedras. De esta manera se atrae a los gorgojos hacia las piedras, las cuales también sirven para acoger a los controladores biológicos.



Fotografía 3. Estrategia 2 (piedras planas) incorporada en la parcela

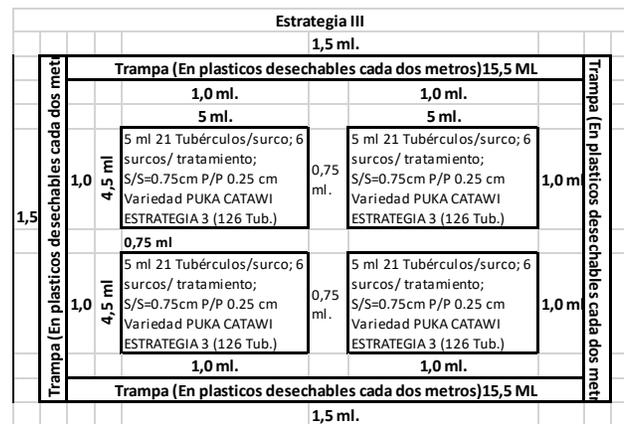


Figura 3. Descripción Estrategia 3



Fotografía 4. Preparación de las trampas de la estrategia 3

Esta última estrategia que consistió de botellas de plástico de 20 cm, cortadas, colocadas a un metro de distancia de la parcela. Se colocaron 26 botellas de plástico, cada una a 2 metros de distancia, rodeando la parcela (foto 5). Esta trampa activa también atrajo a los gorgojos, porque también crea un ambiente de humedad.

La diferencia entre esta trampa y la anterior es que esta atrapó a los gorgojos. Los gorgojos mueren ahogados por el agua de lluvia que ingresa por las ventanitas de la botella o son atacados por los controladores biológicos que también buscan la humedad.



**Fotografía 5.** Incorporación de las trampas (estrategia 3).

Estrategia IV					
		1,0 ml.		1,0 ml.	
		5 ml.		5 ml.	
	1,0 ml.	5 ml 21 Tubérculos/surco; 6 surcos/ tratamiento; S/S=0.75cm P/P 0.25 cm Variedad PUKA CATAWI ESTRATEGIA 4 (126 Tub.)	0,75 ml.	5 ml 21 Tubérculos/surco; 6 surcos/ tratamiento; S/S=0.75cm P/P 0.25 cm Variedad PUKA CATAWI ESTRATEGIA 4 (126 Tub.)	1,0 ml.
	4,5 ml				
		0,5 ml		0,5 ml.	
	1,0 ml.	5 ml 21 Tubérculos/surco; 6 surcos/ tratamiento; S/S=0.75cm P/P 0.25 cm Variedad PUKA CATAWI ESTRATEGIA 4 (126 Tub.)	0,75 ml.	5 ml 21 Tubérculos/surco; 6 surcos/ tratamiento; S/S=0.75cm P/P 0.25 cm Variedad PUKA CATAWI ESTRATEGIA 4 (126 Tub.)	1,0 ml.
	4,5 ml				
		1,0 ml.		1,0 ml.	

**Figura 4.** Descripción Estratégica 4

El último experimento consistió en una parcela sin trampa llamada testigo. El manejo de este experimento fue diferente:

En esta parcela se hizo un aporque normal hecho según la costumbre de los agricultores, en las otras tres trampas se hizo el aporque alto que evita el mayor ataque del gorgojo.

Se realizó un solo fumigado al inicio de la floración y se lo hizo de la manera tradicional; en las otras trampas se aplicaron 2 fumigados, uno al 80% de emergencia y otro al aporque, estos fumigados se realizaron en el cuello de la planta ya que es la manera más eficiente de hacerlo porque ese es el lugar por donde empiezan a subir los gorgojos para llegar a las hojas.



**Fotografía 6.** Tuberculo Afectado por el gorgojo, en la estrategia 4.

Para desarrollar el experimento se realizaron las actividades agrícolas descritas a continuación:

- Preparación del terreno: arado con maquinaria.
- Desinfección de semillas: después de la preparación del terreno se procedió a desinfectar la semilla. Para la desinfección se utilizó maxin (10ml/2 lt) y actara (20gr/2lt).
- Siembra: se hicieron 6 surcos en cada repetición; cada surco se hizo a una distancia de 75 cm. el uno del otro; además cada repetición tenía pasillos internos, horizontales y verticales.
- Fertilización de fondo con urea (46-00-00) y fosfato (18-46-00), luego se procedió a colocar 21 semillas en cada surco (foto 7), a una distancia de 25 cm. cada una. Acabada la actividad se procedió a tapar los surcos.
- Carpida y aporque: se hizo simultáneamente, después se hizo la fertilización foliar, con abono foliar de arranque (100gr/20lt).

- Control de plagas y enfermedades: se realizaron 2 aplicaciones para controlar plagas y enfermedades; la primera se realizó al 80% de emergencia con karate (5cc/20lt) y ridomil (10cc/20lt); la segunda, después de la fertilización foliar, con karate (5cc/20lt) y dithane (80gr/20lt).



**Fotografía 7.** Realizando la siembra, a 25 cm de semilla a semilla

### Fungicidas empleados

**Kárate:** insecticida de contacto, para control de polilla, pulgón y trips.

**Ridomil:** sistémico y de contacto, preventivo y curativo, contra el tizón tardío, el tizón temprano y botritis.

**Dithane:** fungicida de contacto, contra tizón tardío y tizón temprano los medios impresos que las injurian directa o indirectamente, sean o no falsos las imputaciones injuriosas”.

Estrategia 1	Estrategia 2	Estrategia 3	Estrategia Agricultor (testigo)
Semilla básica 2	Semilla básica 2	Semilla básica 2	Semilla básica 2
Desinfección de semillas con (Maxin + Actara)	Desinfección de semillas con (Maxin + Actara)	Sin Desinfección de semillas	Sin desinfección de semillas
Siembra normal	Siembra normal	Siembra normal	Siembra normal
Instalación de plástico alrededor de la parcela	Instalación de 26 piedras planas cada 2 metros, alrededor de la parcela	Instalación de trampas de 26 botellas desechables cada 2 mts.	Sin trampas
Aporque alto	Aporque alto	Aporque alto	Aporque normal
Fumigado con insecticida al cuello de la planta (80% de emergencia y al aporque)	Fumigado con insecticida al cuello de la planta (80% de emergencia y al aporque)	Fumigado con insecticida al cuello de la planta (80% de emergencia y al aporque)	Fumigado con insecticida al inicio de la floración)
Cosecha oportuna	Cosecha oportuna	Cosecha oportuna	Cosecha normal

**Tabla 2.** Descripción de Estrategias

### Resultados

Las 2 trampas activas y una pasiva arrojaron los siguientes resultados:

Después de instalar las trampas, se procedió a evaluarlas cada diez días (fotos 8 y 9).



**Fotografía 8.** haciendo seguimiento de las trampas de piedras planas



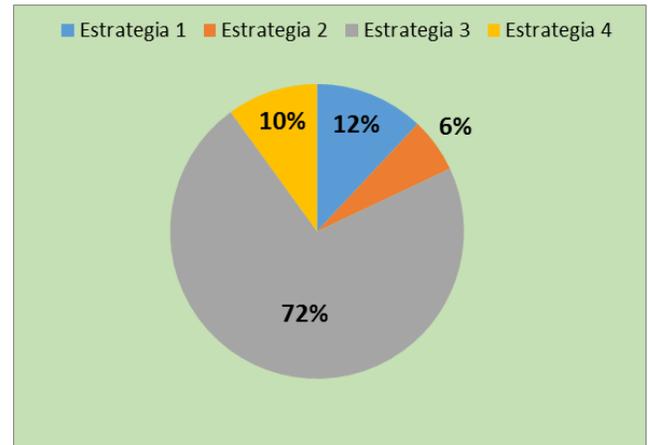
**Fotografía 9.** Haciendo seguimiento de las trampas de botellas plásticas

Las actividades de evaluación arrojaron los siguientes resultados: controladores biológicos, gorgojos vivos, gorgojos muertos.

La evaluación periódica se hizo a partir de la floración.

A partir de esos resultados se sacaron promedios para saber cuál de las trampas fue más eficiente en el control de los gorgojos.

El gráfico 1 muestra los resultados de los controladores biológicos del gorgojo. Los resultados de cada tipo de trampa se muestran en porcentajes.



**Gráfico 1.** Controladores biológicos por tipo de trampa

El gráfico 1 no explica el porcentaje de efectividad, sino el de atracción. Los factores de efectividad de las estrategias o trampas se explican en el gráfico 2.

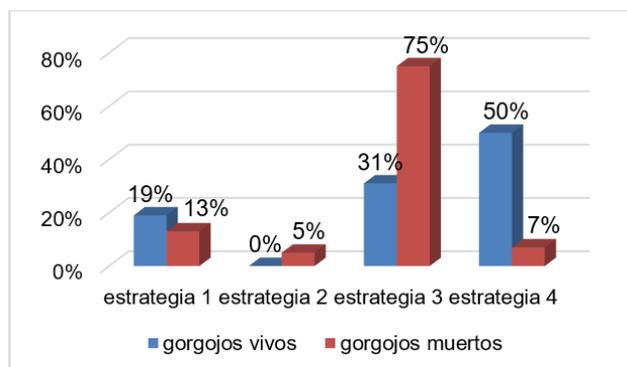
La estrategia 1 (trampa de barrera plástica) atrajo al 12% del total de controladores biológicos. La barrera de plástico creó microambientes húmedos dentro y fuera; debido a que los controladores no pudieron ingresar se alojaron en las plantas que el microambiente externo permitió.

La estrategia 2 (trampa de piedras planas) atrajo al 6 % del total de controladores biológicos. Esta trampa debió atraer un porcentaje más alto de controladores biológicos. La lluvia, después de la instalación de la trampa, enterró las piedras, esto impidió que los controladores se acogieran a la humedad creada por ellas.

La estrategia 3 (trampa de botellas plásticas) atrajo el 72 % del total de controladores biológicos. Porque esta trampa creó y conservó humedad que permitió que pudieran encontrar un nicho cómodo para vivir y reproducirse.

La estrategia 4 (TESTIGO) atrajo al 10 % del total de controladores biológicos. Las hierbas encontradas en los contornos de los surcos sirvieron de escondite para los controladores.

La estrategia 3 (trampa de botellas plásticas) atrajo mayor cantidad de controladores biológicos, porque concentra mayor humedad, la que es un atrayente importante para los controladores biológicos y también para los gorgojos, quienes, por su hábito nocturno, requieren refugiarse durante el día en un lugar agradable.



**Grafica 2.** Efectividad de las trampas: gorgojos vivos y muertos por tipo de trampa

En el gráfico 2 se muestra la presencia de los controladores biológicos y su efecto sobre los gorgojos encontrados vivos y muertos, según el tipo de estrategias o trampas.

Los hallazgos de la estrategia 1 muestran la existencia de más gorgojos vivos que muertos, esto prueba la menor eficacia de la estrategia 1 atrayendo controladores biológicos que pudieron combatir contra los gorgojos.

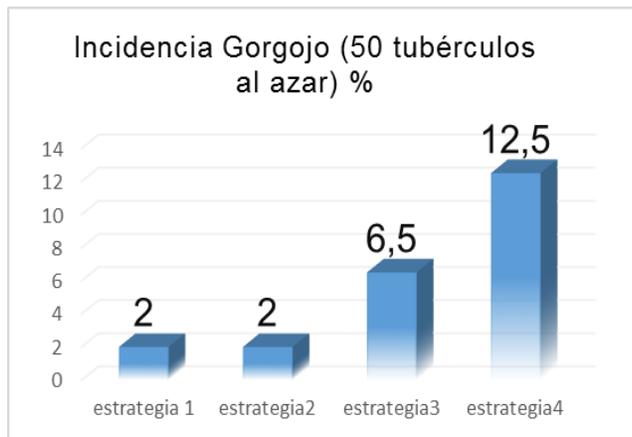
La observación en la estrategia 2 constata la inexistencia de gorgojos vivos y la existencia frente a la totalidad de gorgojos muertos. Los controladores actuaron de manera más eficiente en esta parcela, además el número de gorgojos atraídos hacia esta estrategia fue muy bajo por lo que los controladores no tuvieron mucho problema al atacar a los gorgojos.

Los hallazgos de la estrategia 3 corroboran que hubo menos gorgojos vivos y muchos más muertos o eliminados. Este hecho demuestra que esta trampa es la más eficaz y la más recomendable, no solo porque fue la que más atrajo a los gorgojos, sino también porque fue la más eficiente al momento de atraer a los controladores que atacaron a los gorgojos.

Mientras en la estrategia 4 o testigo demuestran que se encontraron más gorgojos vivos que muertos. Esto se debe a que el testigo no utiliza trampas y respetó la estrategia del agricultor.

El trabajo, por tanto, demuestra, que la utilización de trampas, junto a los controladores biológicos, combate con más eficacia a los gorgojos en las plantaciones de papa. Entre las 4 estrategias utilizadas, la tercera probó ser la más eficaz; además de la eficacia de los controladores, la trampa conservo más la humedad y oscuridad, lo que hizo que controladores y gorgojos fueran más atraídos e hicieran el trabajo de los controladores, más eficaz.

El gráfico 3 muestra el porcentaje de incidencia de gorgojos encontrados en cada estrategia al momento de la cosecha. Primero se seleccionaron los tubérculos por calibres (tamaños catalogados) del uno al cinco, además se seleccionó los de descarte que consistió en tubérculos pequeños, daño ocasionado por la cosecha, la presencia de plagas en ellos y enfermedades. De entre estas últimas se seleccionaron, al azar, 50 tubérculos de cada estrategia.



**Gráfica 3.** Incidencia del gorgojo en la cosecha

En la estrategia 1 se observó un 2% de tubérculos afectados por el gorgojo.

En la Estrategia 2 también se dio un 2% del total de tubérculos de las muestras tomadas. El bajo porcentaje de tubérculos afectados en las estrategias 1 y 2 se debe a que las semillas fueron desinfectadas, además la estrategia 1 bloquea el ingreso a la parcela.

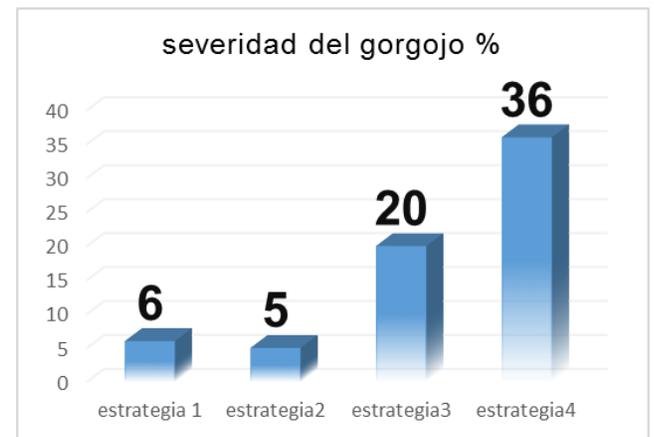
En la Estrategia 3 se observó un 6,5% de tubérculos afectados por el gorgojo. El porcentaje tubérculos afectados se debe a que las semillas no fueron tratadas y porque estaba al lado del testigo, con el más alto porcentaje de tubérculos afectados.

En las estrategias 1, 2 y 3, además, se aplicó insecticida en el cuello de las plantas.

En la estrategia 4 se observó el 12,5% de tubérculos afectados.

El alto porcentaje de tubérculos afectados se debe a que las semillas no fueron tratadas y no se fumigó en el cuello de las plantas, sino de la manera tradicional.

La estrategia 4, la más afectada, muestra la forma de práctica tradicional. El resto, el 87,5% de descarte, fue afectado por Polillas, Rizoctonia, Tizón, Tubérculos dañados (con cortes), tubérculos deformes (que no cumplen con la forma habitual de la variedad puca katawi) y tubérculos sanos, pero pequeños que como semillas, no tendrían el mismo rendimiento en la siguiente siembra.



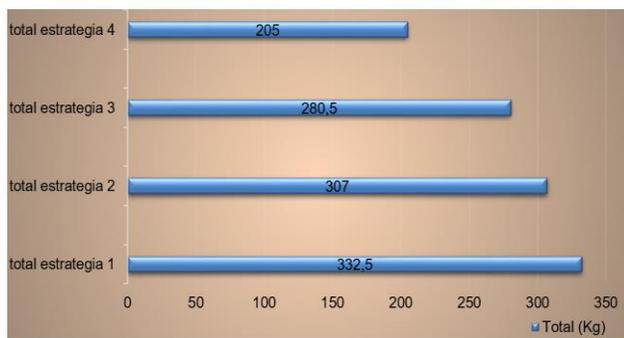
**Gráfica 4.** Severidad del Gorgojo de los Andes en Tuberculos Afectados.

En el gráfico 4 se ha de entender con respecto al tercero, el de la incidencia del gorgojo; ya que de la selección hecha se tomaron 3 tubérculos y se vio el porcentaje de daño causado por el gorgojo en cada tubérculo. En la estrategia 1 se observó que el gorgojo produjo un 6% de daño a los tubérculos. Mientras en la estrategia 2 el gorgojo produjo un 5% de daño a los tubérculos. En la estrategia 3 el gorgojo produjo un 20% de daño. En la estrategia 4 el gorgojo produjo un 36% de daño en el tubérculo.

El gráfico 4 en general muestra que la estrategia 4 o testigo, con mayor daño de gorgojos, provocará más perjuicios al agricultor incluso después de la cosecha ya que el gorgojo sigue reproduciéndose y creciendo al interior del tubérculo almacenado.



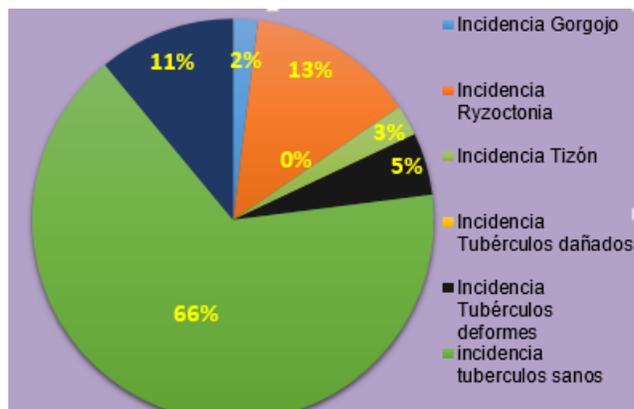
**Fotografía 10.** Rendimiento en Kg. Parcela, por estrategia y tipo de trampa.



**Grafica 5.** Rendimiento en Kg/parcela, por estrategia y tipo de trampa

Rendimientos Kg/parcela según el tipo de trampa o estrategia aplicada. El mayor rendimiento se obtuvo en la estrategia 1 porque la trampa no permitió el ingreso del gorgojo hacia las parcelas experimentales. En cambio, el testigo, estrategia 4, sólo produjo 205 kg. De papa, lo cual implica un 38% menos de producción que el de la mejor estrategia. La estrategia 3 obtuvo 280.5kg. De papa, esto quiere decir el 15.5 % menos que el de la estrategia 1.

La estrategia 2 obtuvo 307 kg., lo que implica el 7.6% menos de producción respecto a la estrategia 1.

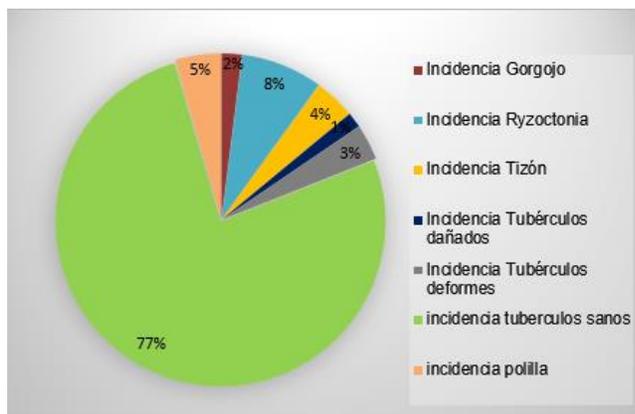


**Grafica 6.** Evaluación de plagas, daños y enfermedades en la cosecha de la estrategia 1

El porcentaje de plagas y enfermedades se tomó de la muestra obtenida de 50 tubérculos seleccionados al azar.

En la estrategia 1 se observó un 2% de ataque del gorgojo, 13% de ataque de Rizoctonia, 3% de ataque de tizón, 0% de tubérculos dañados, 5% de tubérculos deformes, 66% de tubérculos sanos (pequeños) y 11% de ataque de polilla.

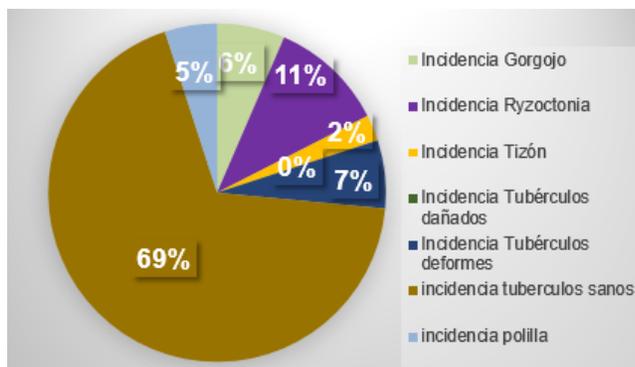
Las causas del ataque del gorgojo de los andes se deben a que su hábitat son las zonas frías. La presencia de la Rizoctonia se debe a restos vegetales contaminados con este hongo, El tizón ataca cuando después de una precipitación pluvial el sol sale inmediatamente. Los tubérculos dañados se deben a las técnicas de la cosecha. Los tubérculos se deforman debido a la presencia de virus. Los tubérculos sanos, pequeños, no acabaron de desarrollar debido al poco espacio entre planta y planta. La presencia de la polilla se debe a que el tubérculo de la papa es buen alimento para ella.



**Gráfica 7.** Evaluación de plagas, daños y enfermedades en la cosecha de la estrategia 2

El porcentaje de plagas y enfermedades se tomó de la muestra obtenida de 50 tubérculos escogidos al azar.

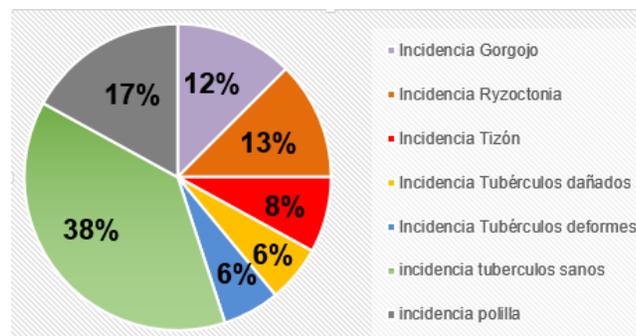
En la estrategia 2 se observó un 2% de ataque del gorgojo, 8% de ataque de Rizoctonia, 4% de ataque de tizón, 1% de tubérculos dañados, 3% de tubérculos deformes, 77% de tubérculos sanos (pequeños) y 5% de ataque de polilla.



**Gráfica 8.** Evaluación de plagas, daños y enfermedades en la cosecha de la estrategia 3.

El porcentaje de plagas y enfermedades se tomó de la muestra obtenida de 50 tubérculos escogidos al azar.

En la estrategia 3 se observó un 6% de ataque del gorgojo, 11% de ataque de rizoctonia, 2% de ataque de tizón, 0% de tubérculos dañados, 7% de tubérculos deformes, 69% de tubérculos sanos (pequeños) y 5% de ataque de polilla.



**Gráfica 9.** Evaluación de plagas, daños y enfermedades en la cosecha de la estrategia 4.

El porcentaje de plagas y enfermedades se tomó de la muestra obtenida de 50 tubérculos escogidos al azar.

En la estrategia 4 se observó un 12% de ataque del gorgojo, 13% de ataque de Rizoctonia, 8% de ataque de tizón, 6% de tubérculos dañados, 6% de tubérculos deformes, 38% de tubérculos sanos (pequeños) y 17% de ataque de polilla.

## Conclusiones y recomendaciones

La trampa más eficiente para atraer gorgojos y controladores biológicos fue la trampa activa hecha de botellas de plástico, estrategia 3. El resultado fue que la estrategia repelió más efectivamente el ataque del gorgojo de los Andes. Las botellas crearon humedad y oscuridad donde el gorgojo se escondía y quedaba atrapado.

Los tipos de controladores biológicos incrementan su población en zonas húmedas, como la botella, estrategia 3. Estos controladores consumen gorgojos adultos descabezándolos, contribuyendo a la reducción de su población.

La estrategia testigo, 4 práctica tradicional, se observó que el ataque de gorgojos era mayor. El trabajo muestra que se puede adquirir mejor producción y rendimientos por la aplicación de trampas alternas que no afectan mayormente al medio ambiente, ni suben los costos de producción, ni requieren de mayor tecnología.

El trabajo muestra que el manejo integrado de plagas es la manera más efectiva de combatir las plagas y enfermedades con el beneficio de la obtención de mejores resultados.

Como resultado del trabajo convendría atender lo siguiente:

- El manejo integral de plagas puede resultar más efectivo que el solo uso de insecticidas.
- El uso de las trampas puede resultar beneficioso para el agricultor, con el fin de evitar mayores pérdidas económicas por el daño que causan las plagas a los cultivos.
- El manejo integrado de plagas incrementa la producción de tubérculos, disminuyendo el porcentaje de tubérculos deformes, pequeños y defectuosos, atacados por plagas.
- Se recomienda utilizar las trampas activas, estrategia 3, ya que probaron ser las más eficientes en el trabajo de investigación.
- Se recomienda también que la siembra se realice de manera profunda, de por lo menos tres veces el tamaño de la semilla frente a la siembra tradicional.

- El aporque debe ser alto para evitar el daño de las larvas de gorgojos que provocan daños en los tubérculos.
- Los insecticidas deben aplicarse en el cuello de la planta, ya que esto evita un mayor ataque de las plagas.
- La combinación de la estrategia 1 y la estrategia 3 podría incrementar la eficiencia de manejo de la plaga en parcelas de papa de la zona. Se recomienda utilizar un diseño más adecuado, buscando la equidad entre parcelas para evitar el mayor ataque del gorgojo en alguna estrategia.

### Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) con su Programa Nacional de Papa.

### Referencias

- Gandarillas, A. y Ortuño, N. 2009. "Compendio de enfermedades, insectos, nematodos y factores abióticos que afectan el cultivo de papa". Fundación PROINPA. Cochabamba- Bolivia. Pp.102-111.
- Barea, O. y Bejarano, C. 2005. ¿Cómo vive el Gorgojo de los Andes o Gusano Blanco? Ficha para agricultores FTE-73. Programa MIP-PAPA. SENASAG. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 4p.
- Barea, O. y Bejarano, C. 2005. ¿Cómo combatir al Gorgojo de los Andes o Gusano Blanco? Ficha para agricultores FTE-74. Programa MIP- PAPA. SENASAG. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 4 p.

- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. 1996. "Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa". CIP. Lima, Perú. 86p.
- Viggiani, A. Serrano, M. Rivera, A. Bonillo, M. Zelaya, A. (2002). "To Agricultura andina". Boletín PROINPA n° 10. Puno- Perú.
- Wale, S. Platt; Nigel, Cattlin, N. (Eds). (2008). Diseases, Pests and Disorders of Potatoes. A Colour Handbook. Plant Pathology. Volume 57, Issue 5. London: Manson Publishing.
- DFID, Natural Resources Institute, CIP (CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA), fundación PROINPA (s.f.). Manejo integrado de las principales plagas de la papa en sistemas de laderas en la región de Cochabamba Bolivia. Como combatir al gorgojo de los Andes.
- Savarese, S. Serrano, M. Sardoy P. (2009). Cartilla Manejo integrado de plagas en papa andina. Asistencia técnica local Proyecto UE- Senasa
- Garrett, K. et. al. (s.f.). Cambio climático, enfermedades de las plantas e insectos plaga.
- Morrone, J. Loiacono, M. (1992). Entomologische. Abhandlungen. Revision of the genus *Rhigopsidius* HELLER. La Plata, Argetina.
- Alcazar, J. Cisneros, F (s.f.). "Así vive el gorgojo de los andes". Hoja divulgativa n°4.
- Guzmán, N. (2010). Filogeografía comparada de dos especies de gorgojos plaga con distintos modos de reproducción. Tesis doctoral. Facultad de ciencias exactas y naturales, universidad de buenos aires. Buenos aires- Argentina.
- Coca, M. Coronado, Z. (2014). "plantación tardía de variedades de papas (*solanum tuberosum* l.) Y su relación con la variación climática para reducir pérdidas causadas por el gorgojo de los andes (*premnotype* ssp) y la sarna polvorienta (*spongospora* subterránea) en el altiplano de Bolivia". En revista latinoamericana de la papa. Vol.18
- Revista Latinoamericana de la papa, 120-131 Yabar, E. (1988). "Integración de prácticas culturales para el control del gorgojo de los andes". Vol.1.1.
- Alcazar, J. Kroschel, J (s.f.). Manejo integrado de plagas/ agroecología. Hoja divulgativa.
- Herrera, F. (1997). "el gusano blanco de la papa. Biología, comportamiento y prácticas de manejo integrado". Editorial CORPOICA. Bogotá, Colombia.
- CIP (Centro Internacional de la papa) 2012. Manejo de plagas en la región andina del Perú. Lima.
- Carrasco, F.1961. "Sistemática y biología del gorgojo de los Andes *Premnotrypes latithorax*". Vol 4 N°1.

- Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria, 2006. Manejo Integrado de plagas. V congreso Nacional de la Asociación Boliviana de Protección Vegetal, 2009 Memoria Sanidad Vegetal con mirada sostenible.