



Artículo

Efecto Eficiencia de dosis y formas de aplicación del Eco-insecticida BioMax en el control de adultos del Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes spp*) en condiciones controladas (laboratorio) en la Estación Experimental Patacamaya

Efficiency of doses and forms of application of the BioMax Eco-insecticide in the control of adults of the Andes Weevil (*Premnotrypes spp*) under controlled conditions (laboratory) at the Patacamaya Experimental Station

M. Huayllas, M. Cari, M. Barrantes, R. Quispe, M. Mollericona, M. Tarqui

RESUMEN:

El Gorgojo de los Andes es la principal plaga que ocasiona y causa daño en el cultivo de papa generando bajos rendimientos en su producción agrícola. En Bolivia, la papa es la principal fuente de ingresos económicos para los agricultores de los valles y del altiplano. La investigación se desarrolló para incorporar y demostrar la importancia y efectividad de los componentes amigables con la naturaleza como el uso del Eco-insecticida BioMax para el control eficiente del Gorgojo de los Andes. La metodología se basa en las siguientes etapas: siembra de cultivo de papa, recolección de gorgos adultos en campo, separando los gorgos por grupos, aplicación de tres dosis del Eco-insecticida Biomax, formas de aplicación (directa y indirecta). Las evaluaciones se realizaron en laboratorio, se implementó ensayo en envases con 15 Gorgojos de la especie *Premnotrypes spp.* por tratamiento (5 U.E. por tratamiento) y 4 repeticiones por tratamiento, las cuales se asperjó con Biomax a dosis de 1,0; 1,5; 2,0 lt/ha del Eco-insecticida Biomax, el efecto del Biomax se evaluó el 14,17,21 y 28 días., después de su aplicación, registrando el número de insectos muertos. La eficiencia se determinó mediante la fórmula de Henderson y Tillton (% Mortalidad = $100 \times [1 - (Ta \times Cb) / (Tb \times Ca)]$), en base al número de insectos vivos en las dosis de Biomax y en el Testigo. Según los resultados en laboratorio, la eficiencia del control de Biomax en los gorgojos Adultos *Premnotrypes spp.*, en cuanto a los resultados obtenidos: Aplicación del Eco-insecticida BioMax de diferentes dosis, donde el T3 (2lt/ha con aplicación directa) llegó a tener una eficiencia del 73,3% en los tres días después de la aplicación, lo cual en los T2 (1,5lt/ha con aplicación directa) y T1 (1lt/ha con aplicación directa) tuvieron menor eficiencia 53,3% y 43,3%. Mientras con la aplicación indirecta; los T4 (1lt/ha), T5 (1,5lt/ha) lograron tener una eficiencia baja 33,3%, 43,3% a los tres días de aplicación, lo cual el T6 (2lt/ha) logro tener una eficiencia 63,3% a los cuatro días de la aplicación del BioMax.

PALABRAS CLAVE:

Gorgojo de los Andes, Eco-insecticida, daño, BioMax, *Premnotrypes spp.*

ABSTRACT:

The Weevil of the Andes is the main pest that causes and causes damage to the potato crop, generating low yields in its agricultural production. In Bolivia, potatoes are the main source of income for farmers in the valleys and highlands. The research was developed to incorporate and demonstrate the importance and effectiveness of nature-friendly components such as the use of BioMax Eco-insecticide for the efficient control of the Andean Weevil. The methodology is based on the following stages: potato planting, harvesting of adult gorgos in the field, separating the gorgos by groups, application of three doses of Biomax Eco-insecticide, forms of application (direct and indirect). The evaluations were carried out in the laboratory, a test was implemented in containers with 15 Weevils of the species *Premnotrypes spp.* per treatment (5 E.U. per treatment) and 4 repetitions per treatment, which were sprayed with Biomax at a dose of 1.0; 1.5; 2.0 lt/ha of Biomax Eco-insecticide, the effect of Biomax was evaluated on 14, 17, 21 and 28 days, after its application, recording the number of dead insects. Efficiency was determined using the Henderson and Tillton formula (% Mortality = $100 \times [1 - (Ta \times Cb) / (Tb \times Ca)]$), based on the number of live insects in the Biomax doses and in the Control. According to the results in the laboratory, the efficiency of the control of Biomes in the Adult *Premnotrypes spp.* Gorgos, in terms of the results obtained: Application of BioMax Eco-insecticide at different doses, where T3 (2lt/ha with direct application) reached have an efficiency of 73.3% in the three days after application, which in T2 (1.5lt/ha with direct application) and T1 (1lt/ha with direct application) had a lower efficiency of 53.3% and 43.3%. While with indirect application; T4 (1lt/ha), T5 (1.5lt/ha) managed to have a low efficiency of 33.3%, 43.3% after three days of application, which T6 (2lt/ha) managed to have an efficiency 63.3% four days after the application of BioMax.

KEYWORDS:

Andes weevil, damage, BioMax, potato.

AUTORES:

M. Huayllas: Mirian Huayllas Marza marazahm25@gmail.com

M. Cari: María Eugenia Cari Mamani – Docente, Facultad de Agronomía – Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1171-4853>. maugeljt01@gmail.com.

M. Barrantes: Miguel Ángel Barrantes Costas m.barrantes@proinpa.org

R. Quispe: Reynaldo Quispe Tarqui r.quispe@proinpa.org

M. Mollericona: Marcela Daniela Mollericona Alfaro Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia marcela.mollericonaalfaro@yahoo.com

M. Tarqui: Marcelo Tarqui Delgado: Docente, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2560-1289>. mtarqui5@umsa.bo

DOI: <https://doi.org/10.53287/oeqn3145xo39v>

Recibido: 18/10/2023. Aprobado: 10/12/2023.



INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa, ocupa el cuarto lugar en importancia por el valor en la producción mundial, y se constituye en el alimento básico para cientos de miles de familias campesinas y también para millones de personas en el mundo entero (Tapia, 2007). En Bolivia, la papa es la principal fuente de ingresos económicos para los agricultores de los valles y del altiplano e involucra alrededor del 60% (300 mil familias), así mismo tiene un significado cultural urbano y rural, al ser un componente principal en la alimentación diaria de la población (Rioja y Barea, 2004).

La papa (*Solanum tuberosum*) constituye un alimento indispensable en la dieta popular, en especial en la zona andina donde se requiere incrementar su producción y calidad. Este cultivo es el más afectado por plagas, las cuales disminuyen los rendimientos y/o desmejoran la calidad de los tubérculos. "Gorgojo de los Andes" constituye el principal problema entomológico de este cultivo en la zona andina (Alcázar y Cisneros, 1993).

En Bolivia aproximadamente 35.000 ha están afectadas por esta plaga, cuantificando las pérdidas en función al daño de la plaga al tubérculo se estima una pérdida de \$us 200 por hectárea, apreciando una pérdida total de \$us 7.000.000 por año a nivel nacional (Crespo, 2006).

Según la información encontrada en Bolivia se puede afirmar que el control del Gorgojo de los Andes estaba basado exclusivamente en el empleo de insecticidas. Lo que indica, en vez de incentivar la búsqueda de otros métodos de control como la aplicación de bioinsumos ecológico o trampas, solo incremento el uso de más insecticida, con el consecuente daño a la tierra, al medio ambiente y la eventual disminución en la producción agrícola.

El cultivo de papa es atacado por muchas plagas, entre estas las más importantes está el gusano blanco o gorgojo de los Andes. Esta plaga ocasiona grandes pérdidas en el cultivo de la papa. Se la encuentra en las zonas altas y bajas del país (Cabrera, 2005).

El ciclo de vida de los gorgojos 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 (Alcazar y Cisneros, s.f.).

Los gorgojos preadultos permanecen cierto tiempo en espera de condiciones ambientales favorables antes de emerger de la cámara pupal, cuando emergen se protegen de la luz debajo de terrones, durante la noche los adultos suben al follaje de las plantas y se alimentan de hojas realizando cortes en forma de semi luna de brotes y de tallos en algunos casos (Esprella et al., 2002).

El Eco-insecticida es un extracto de la planta medicinal silvestre *Sophora flavescens*, que corresponde al grupo de insecticidas botánicos (Eco-insecticida), recomendado para la producción convencional y orgánica (Biotop, S.f.). El insecticida BioMax tiene múltiples mecanismos de acción, cuando entra en contacto con el insecto (acción por contacto) paraliza el sistema nervioso de la plaga ingiere el producto, luego bloquea las conexiones nerviosas y el insecto muere por asfixia (Biotop, s.f.).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), por medio de la organización para la agricultura y la alimentación (FAO), ha propuesto nuevas estrategias para control de plagas y evitar o reducir problemas causados por el uso de insecticidas. En ese sentido el Gorgojo de los Andes, "plaga clave" del cultivo de papa es la principal plaga que ocasiona y causa daño en el cultivo de papa generando bajos rendimientos en su producción agrícola, razón por la cual se realizara la presente investigación, que cuyo propósito es generar una alternativa de control de la plaga principal con el producto Eco-insecticida BioMax en ambiente controlado con la alimentación de hojas de papa.

La investigación se desarrolló para incorporar y demostrar la importancia y efectividad del uso del Eco insecticida Biomax para el control eficiente del Gorgojo de los Andes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el Municipio Patacamaya, Quinta Sección de la Provincia Aroma del Departamento de la Paz, se sitúa a 101 kilómetros de la Sede de Gobierno, por la carretera interdepartamental La Paz – Oruro al sudoeste de la Capital del departamento de La Paz, a una altitud promedio de 3789 msnm (PDM, 2006 - 2010).

Metodología

La presente investigación se trabajó en un ambiente controlado (laboratorio), donde se realizó el control de adultos del Gorgojo de los Andes con las diferentes dosis y las formas de aplicación con el Eco-insecticida BioMax que es amigable con el medio ambiente (suelo, agua y aire).

Etapa 1: Siembra del cultivo de papa

Se sembró cultivo de papa, con la finalidad de obtener alimentos (hojas de papa) de los gorgojos adultos en la investigación realizada.

Etapa 2: Recolección de Gorgojos adultos

Realizando la recolección de Gorgojos adultos de la especie *Premnotrypes*, en envases desechables pequeños en las parcelas de papa en el momento de brotación. También es importante mencionar que se efectuó la colecta de aquellas parcelas que no se aplicaron algún insecticida químico.

Etapa 3: Separar los Gorgojos por grupo

Una vez obtenido los Gorgojos adultos *Premnotrypes*, se separaron por grupos de 15 Gorgojos adultos de *Premnotrypes ssp.* por tratamiento (5 U.E. por tratamiento), con 4 repeticiones por tratamiento y testigo.

Etapa 4: Aplicación de tres dosis del Eco – insecticida Biomax

En la investigación utilizo tres dosis (1,0; 1,5; 2,0 lt/ha) del Eco-insecticida BioMax en el control de

Gorgojos adultos de la especie *Premnotrypes* en condiciones controladas (laboratorio).

Etapa 5: Formas de aplicación

La aplicación se realizó de dos formas:

Paso 1: Aplicación directa

El segundo método fue asperjando al alimento (hojas de papa) más su Gorgojo adulto conjuntamente (Directa).

Paso 2: Aplicación indirecta

La primera (indirecta) se tomó una rama de hoja de papa y se asperjo con la ayuda de un pulverizador de acuerdo a la dosis correspondiente, la aplicación fue al alimento (hojas de papa) del gorgojo.

En la presente investigación se evaluó en el momento de la aplicación del Eco-insecticida BioMax al Gorgojo adulto, se evaluó los días 17,21,24 y 28 días para evaluar la efectividad y formas de aplicación del producto (de gorgojos muertos).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Del análisis estadístico de la información generada se genera los siguientes resultados obtenidos del presente trabajo de investigación:

Eficiencia del Eco-insecticida BioMax

En la figura 1, se puede observar la eficiencia del producto Eco-insecticida BioMax aplicados en el Gorgojo de los Andes, donde nos muestra los tratamientos 1, 2, 3 con aplicación directa (hoja y gorgojo), el tratamiento 3 con una dosis 2lt/ha de BioMax tuvo una mayor eficiencia de 73,3% en la tercera y cuarta evaluación mientras que en la primera evaluación alcanzo a tener 46,7% de eficiencia.

El tratamiento 2 con una dosis de 1,5 lt/ha indica que en la primera evaluación tuvo una eficiencia de 26,7% y la cuarta evaluación llevo a tener 55% de eficiencia; tratamiento 1 con una dosis de 1 lt/ha tuvo una eficiencia inicial de 8,3% mientras la tercera y cuarta evaluación llevo a tener una

eficiencia de 43,3%; mientras en los tratamientos 4, 5, 6 con la aplicación indirecta (hojas) del Eco-insecticida BioMax, el tratamiento 6 llegó a tener una eficiencia inicial de 11,7% lo cual en la cuarta evaluación tuvo una eficiencia de 63,3%, el tratamiento 5 a tener una eficiencia inicial 3,3% mientras en la cuarta evaluación tuvo una eficiencia

51,7%, el tratamiento 4 llegó a tener una eficiencia inicial 20% y la cuarta evaluación de 38,3% de eficiencia. Estos datos nos indican que la forma de aplicación directa del T3 con una dosis de 2lt/ha muestra mayor eficiencia para la muerte de los gorgojos adultos.

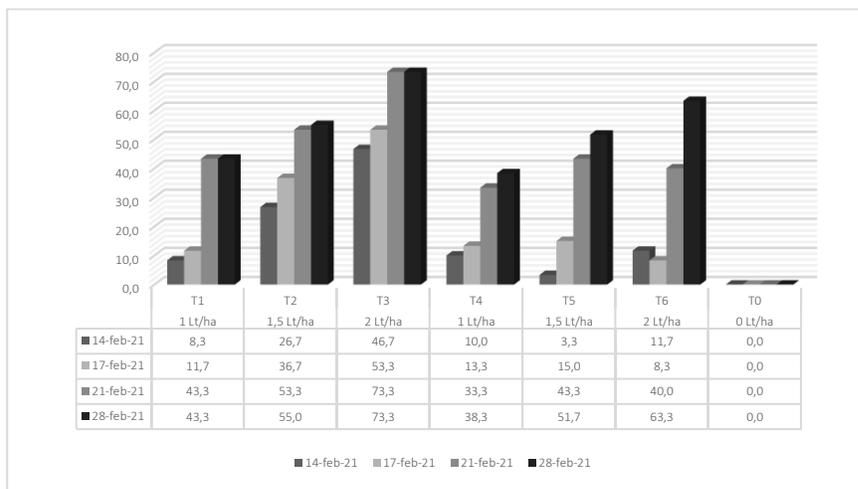


Figura 1. Eficiencia de Eco-insecticida BioMax de las cuatro evaluaciones

Cantidad de Gorgojos Adultos vivos y muertos por fecha

Primera evaluación

En la figura 2, se observa la primera evaluación después de tres días de la aplicación del Eco-insecticida BioMax, donde en el tratamiento 3 con la aplicación directa (hoja y gorgojo) con una dosis de 2 lt/ha llegó a afectar a los gorgojos lo cual

se tiene 7 muertos y 8 vivos mientras que en el tratamiento tuvo 11 vivos y 4 muertos, el tratamiento 1 llegó a tener 14 vivos y 1 muerto; lo cual los tratamientos 4, 5, 6 con la aplicación de forma indirecta, el tratamiento 4 llegó a tener 14 vivos y 2 muertos, tratamiento 5 tuvo 15 vivos y 1 muerto, tratamiento 6 llegó a tener 13 vivos y 2 muertos a comparación del testigo se tiene 15 gorgojos vivos. Nos indica estos datos que en la primera evaluación la eficiencia es en bajo porcentaje.

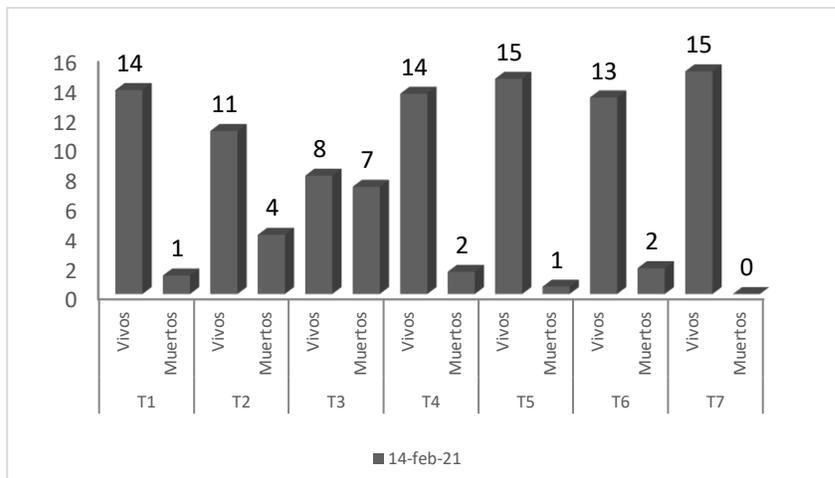


Figura 2. Primera evaluación de Gorgojos vivos y adultos

Segunda evaluación

La figura 3, se observa la segunda evaluación después de 5 días de los gorgojos adultos, nos muestra donde el tratamiento 6 tuvo mayor cantidad de vivos de 14 gorgojos, el T1, T4, T5 llegaron a tener 13 vivos a comparación del testigo que llego a tener

15 vivos, lo cual nos indica que la efectividad no tuvo la eficiencia del 100%, mientras que el tratamiento 3 tuvo mayor cantidad de muertos de 8 muertos, lo cual nos indica que tuvo mayor eficiencia en este tratamiento a comparación de los demás tratamientos.

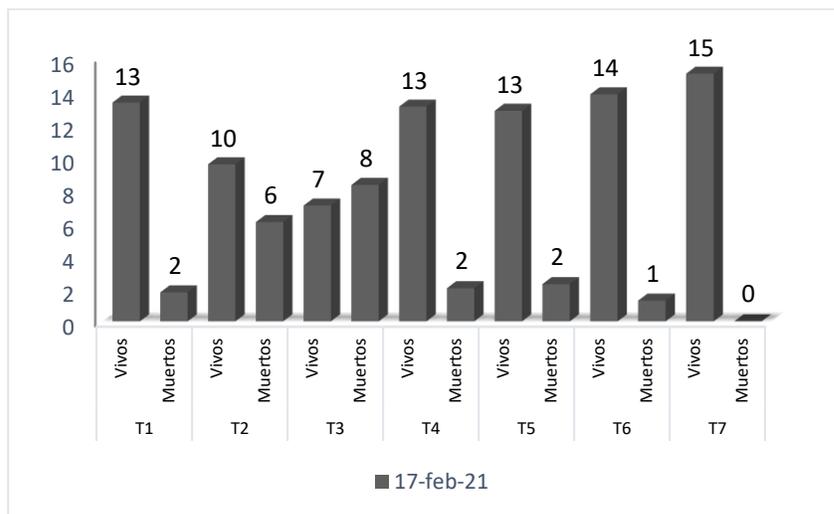


Figura 3. Segunda Evaluación

Tercera Evaluación

En la figura 4, se puede observar la cuarta evaluación de Gorgojos Adultos, donde el T3 llego a tener menor cantidad de 4 vivos y 11 muertos lo cual se tuvo mayor eficiencia del producto ya que llego a tener mayor mortalidad de gorgojos, mientras que el

T1 y T5 llegaron a una mayor cantidad de 9 vivos y 7 muertos, mientras que los tratamientos T4 (10 vivos y 5 muertos), T6 (9 vivos y 6 muertos) y el T2 (7 vivos y 8 muertos). Lo cual nos indica que presento mayor eficiencia el T3 (2Lt/ha con aplicación directa), mientras que el T2 presento menor eficiencia.

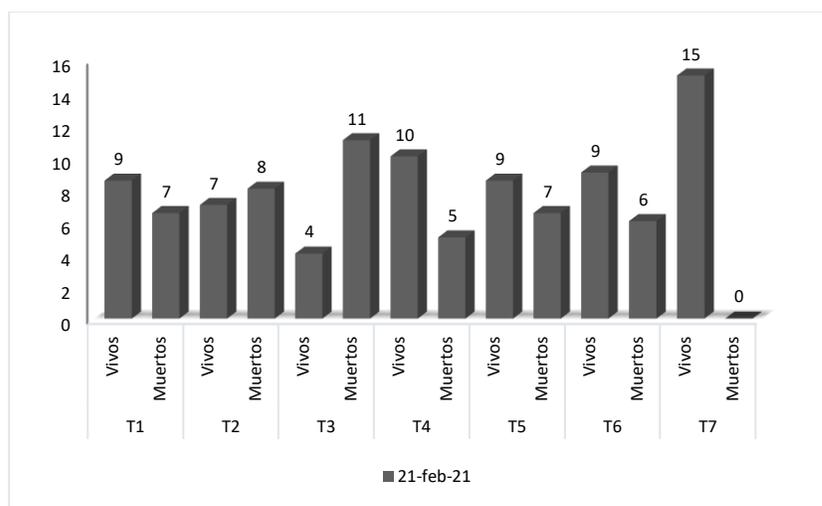


Figura 4. Tercera evaluación.

En la figura 5, se puede observar la cuarta evaluación del Gorgojo de los Andes, nos muestra que T3 llego a tener mayor cantidad de gorgojos 11

muertos y 4 vivos lo cual muestra que tuvo mayor eficiencia, mientras que los demás tratamientos del T6 (6 vivos y 10 muertos), T2 y T5 (8 muertos y 7

vivos), T1 (9 vivos y 7 muertos) y T4 (9 vivos y 6 muertos). Estos datos nos indican que el T3 (2Lt/ha

con aplicación directa) llego a tener mayor eficiencia mientras que el T1 y T4 tuvieron menor eficiencia.

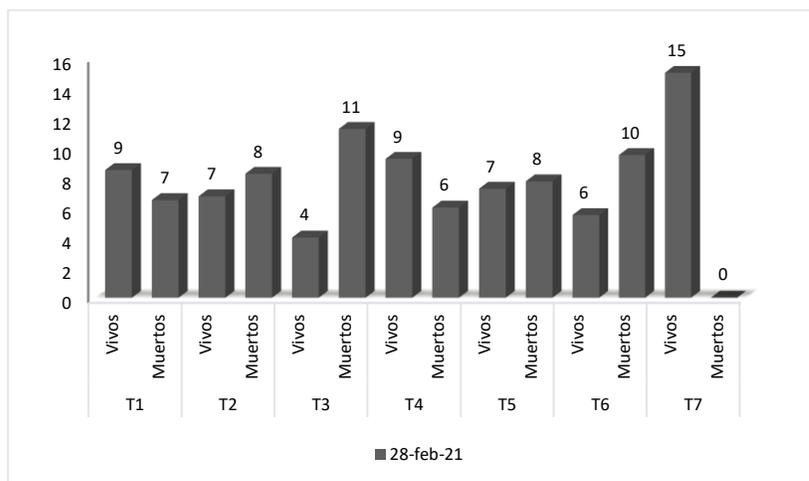


Figura 5. Cuarta Evaluación

Comparaciones de media de la eficiencia del producto Eco-insecticida BioMax

En la tabla 1, se puede observar las comparaciones de medias mediante “t” student en

de la eficiencia de producto Eco-insecticida BioMax, donde presento diferencias significativas de acuerdo a los resultados obtenidos.

Tabla 1. Comparaciones de media “Eficiencia de la aplicación del Eco-insecticida BioMax”.

VARIABLE	n	Media	DE	T	P (Bilateral)	Nivel de Significancia
Eficiencia de aplicación	24	35,68	21,41	8,17	<0,0001	**

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a la siguiente conclusión:

La aplicación directa (gorgojo y rama) del Eco-insecticida BioMax, la dosis de 2lt/ha llego a tener una eficiencia del 73,3% a los tres días después de la aplicación, con los datos obtenidos, combatirá contra el Gorgojo adulto, esta tecnología permitirá a los productores de papa a mejorar sus producción y rendimiento, es un producto no contaminante, amigable con el medio ambiente, la salud humana y la sostenibilidad que mejora sus ingresos económicos.

La aplicación indirecta (gorgojo) tuvo una eficiencia de porcentaje baja a comparación de la aplicación directa.

Puede ser aplicada en otras zonas del altiplano, teniendo en consideración similitudes de la especie de gorgojo y las condiciones ambientales. Además, contribuye a la conservación y preservación del recurso biodiverso de papa.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue posible gracias al apoyo del Ing. M.Sc. Marco A. Patiño Fernández (Director de la Estación Experimental Patacamaya), Ing. María

Eugenia Cari Mamani (Docente Investigador de la Estación Experimental Patacamaya), Ing. M.Sc. Miguel Ángel Barrantes Costas (Investigador PROINPA), Ing. M.Sc. Reynaldo Quispe Tarqui (Investigador PROINPA).

BIBLIOGRAFÍA

- Alcazar, J., & Cisneros, F. (1993). Control de plagas agrícolas. Lima - Perú.
- Alcazar, J., & Cisneros, F. (S.f.). "Así vive el Gorgojo de los Andes". Hoja divulgativa N° 4.
- Biotop. (S.f.). Eco-insecticida BioMax. Ficha Técnica. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- Cabrera, H. (2005). Manejo Integrado del gorgojo. 1,2,3. Santa Catalina, Perú.
- Crespo, L. (2006). Presentación de diapositivas: Identificación y diagnóstico del gorgojo de los Andes. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.
- Esprella, R., Mendizable, M., Gandarillas, E., & Almanza, J. (2002). Informe técnico Agricultores del Altiplano Central de La Paz implementan el Manejo Integrado del Gorgojo de los Andes. Fundación PROINPA. La Paz.
- PDM. (2006 - 2010). (Plan de Desarrollo Municipal - Patacamaya). Programa Presupuestario de gestión social. La Paz, Bolivia: Alcaldía de Patacamaya.
- Rioja, R., & Barea, O. (2004). Manual para la producción de semilla de papa. Fundación PROINPA, 5. Cochabamba, Bolivia.
- Tapia, M. (2007). Guía de cultivos andinos. FAO.ANPE. 25 28. Lima, Perú.