



## Evaluación de Substratos y Producción de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch para Control de Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp) en Cultivo de Papa.

<sup>1</sup> Juan G. Zapana Pari, <sup>1</sup> Pedro Villata Rojas, <sup>1</sup> Juan Carlos Zapana Landaeta, <sup>2</sup> Fortunato Escobar Mamani

<sup>1</sup>Investigadores del Centro Regional de Estudios de Agricultura Alternativa. CREA «La chira». <sup>2</sup>Oficina Universitaria de Investigación de la Universidad Nacional del Altiplano. Av. Ejército 329. Puno. Perú.

Correspondencia: [gre\\_puno@hotmail.com](mailto:gre_puno@hotmail.com) [fempuno@gmail.com](mailto:fempuno@gmail.com)

### INFORMACIÓN DEL ARTICULO

Art. Recibido 30/agosto/2015  
Art. Aceptado 20/diciembre/2015  
online: 30/diciembre/2015

### PALABRAS CLAVE:

- \* Biocontrol
- \* abono orgánico
- \* plaga
- \* papa

### ARTICLE INFO

Article Received 30/august/2015  
Article Accepted 20/december/2015  
online:30/december/2015

### KEY WORDS:

- \* Biological control
- \* compost
- \* pest
- \* potato

### RESUMEN

Esta investigación se realizó para determinar el efecto de los substratos arroz (*Oryza sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la multiplicación masiva y concentración de conidios de *Beauveria brongniartii* (hongo blanco); determinar la forma de aplicación del hongo blanco para control del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes* spp) en el cultivo de papa. Y, establecer el efecto del hongo blanco y del estiércol de ovino en el rendimiento de tubérculo y en el valor de la producción. Las cepas nativas fueron procedentes de tres zonas agroecológicas diferentes de la región Puno, las que se compararon en concentración de conidios y tiempo mínimo requerido para su desarrollo, así en el primer caso, la cepa de Illpa en substrato cebada sobrepasó con una concentración de  $2,8 \times 10^8$  conidios/ml en 28,71 días, superior a quinua ( $2,6 \times 10^7$  conidios/ml en 28,64 días) y arroz ( $3,1 \times 10^7$  conidios/ml en 27,28 días). En consecuencia, la multiplicación masiva del hongo blanco fue en substrato cebada en que, esta vez, la concentración fue  $2,3 \times 10^8$  conidios/ml lo que se aplicó en las parcelas experimentales junto con el estiércol de ovino, en tres formas: en el momento de la siembra; a 12 cm alrededor del cuello de la planta y, al aporque. Para medir la eficiencia del control de la plaga, se infestó cada planta con seis larvas de gorgojo. Las parcelas en que se aplicó el hongo blanco junto al estiércol de ovino en el momento de la siembra, mostraron mayor número de tubérculos sanos (187500 tubérculos/ha) alcanzando un rendimiento de 13460 Kg/ha y una efectividad de control mayor a 370 % comparado con el testigo.

**SUBSTRATES EVALUATION AND *Beauveria brongniartii* (Sacc.) Petch PRODUCTION FOR ANDEAN WEEVIL *Premnotrypes* spp CONTROL IN POTATO CROP.**

### ABSTRACT

The research was conducted in the National University of Altiplano, Puno, at 3825 m altitude, to : a) Determine the effect of substrates rice (*Oryza sativa* L.), barley (*Hordeum vulgare* L.) and quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) substrates in the mass multiplication and concentration of *Beauveria brongniartii* conidia white fungus. b) Determine how to apply white fungus in the potato crop to control the Andean potato weevil (*Premnotrypes* spp). c) Establish the effect of white fungus and sheep manure on tuber yield. White fungus samples, were obtained from three zones ecologically different of Puno region and compared in terms of conidial concentration and minimum time that white fungus complete their development; criteria were selected the strain from «Illpa» and substrate of barley as the best alternative for mass multiplication of white fungus with  $2.8 \times 10^8$  conidios/ml in 28.71 days better than recorded for quinoa substrate ( $2.6 \times 10^7$  conidia/ml in 28.64 days) or rice ( $3.1 \times 10^7$  conidia/ml in 27.28 days). Accordingly the barley was selected as the best substrate for massive multiplication of white fungus, was applied under field conditions with  $2.3 \times 10^8$  conidios/ml at the time of planting of potato experimental fields. The technique used to measure the effectiveness of the control of andean potato weevil in growing potato under field conditions was infesting every potato plant with six weevil larvae and applying white fungus with sheep manure around seed tubers. At the completion of the experiment, the plots under treatment showed healthy tubers (187500 tubers / ha), reaching a yield of 13460 kg / ha, and an effective control greater than 370 % compared to the control without the application of white fungus.

## INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* sub-especie andigena.) es un cultivo de extraordinaria adaptación a diferentes condiciones de clima y suelo, cultivada en todas las regiones del mundo a excepción de la Selva y zonas polares (Horton, 1988; *Pelletier et al*, 2013). En el Perú se puede encontrar la mayor variedad y cantidad de especies en áreas cercanas al Lago Titicaca, es el principal cultivo por su importancia económica y social. El tubérculo constituye base de la alimentación de la población y en 100 gramos contiene: 78 g de humedad; 18,5 g de almidón; 560 mg de Potasio y 20 mg de vitamina C, además de proteínas. Actualmente, se tiene en el país la mayor superficie sembrada, representando el 25% del PBI agropecuario (Minag DGPA, 2002).

Sin embargo, la productividad de tubérculo cultivado (papa) está condicionado a las incidencias del gorgojo de los andes; toda vez, que su rendimiento (+/-) es clave en toda la región andina del Perú. Causa daño de consideración económica porque reduce el rendimiento y baja la calidad, especialmente en la fase de maduración del tubérculo y cuando la cosecha es tardía, pudiendo causar la pérdida total de la producción (Untiveros, 1986; Kroschel *et al*, 2009; Parsa, 2006).

Teniendo en consideración que los gorgojos adultos son insectos voladores que migran a campos de papa durante la temporada de cultivo de la papa, donde las larvas dañan una alta proporción de la cosecha del tubérculo. Para los que existen experiencias de otros estudios como la colocación de barreras de plástico establecidos en las fronteras de campo en el tiempo de la siembra las que han resultado ser herramientas de gestión eficaces para detener el ataque de gorgojos a la papa andina (Kroschel *et al*, 2009). Procedimientos a la que pretende contribuir la presente investigación.

Bajo el escenario señalado, la protección del cultivo de papa contra el gorgojo de los Andes constituye un factor esencial en el incremento de la productividad, factor que, adquiere mayor importancia y se hace más complejo conforme se intensifica la aplicación de otras tecnologías agrícolas orientadas a mejorar la producción, tales como el uso de nuevas variedades, campañas agrícolas más frecuentes y con mayor superficie de cultivo, fertilización más intensa, y densidad de siembra más alta (Cisneros, 1990) así como los beneficios del uso del estiércol (Cedeño y Añez, 2001).

Un método promisorio de control constituye el uso de hongos entomopatógenos, como una tecnología sana, sostenible en el tiempo con el uso de cepas nativas más

agresivas y eficaces (Alcazar, 1989). Bajo los considerandos vertidos, ésta investigación determinó el efecto de los substratos arroz, cebada y quinua en la multiplicación masiva y concentración de conidios del hongo blanco; determinar la forma de aplicación del hongo blanco para control del gorgojo de los Andes en el cultivo de papa y, establecer el efecto de la aplicación del hongo blanco y del estiércol de ovino, en el rendimiento de tubérculo y en el valor de la producción.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en campus experimental la ciudad universitaria de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno en la campaña agrícola del año 2012-2013, a una de altitud 3825 m s. n. m. Las cepas nativas del hongo blanco se obtuvieron de larvas y adultos infestados de gorgojo de los Andes colectado en campo de los agricultores en tres zonas agroecológicas diferentes de la región Puno: norte, centro y sur (Tunigrande, Illpa y Juli), los cuales se compararon en concentración de conidios y tiempo mínimo necesario para su desarrollo en arroz, cebada y quinua.

Se utilizó larvas infestadas y muertas de gorgojo de los Andes; tubérculo-semilla de la variedad Compis, clase tercera, sin signos de plagas ni enfermedades; estiércol de ovino preparado 90 días antes de su aplicación; Diseño de Bloque Completo al Azar y, se probó tres formas de aplicación del hongo blanco en campo de cultivo: en el momento de cultivar al rededor del tubérculo-semilla; a 12 cm de profundidad alrededor del cuello de la planta y; al aporque junto con el estiércol de ovino.

En general, el tiempo atmosférico fue favorable para el cultivo de papa, tanto la precipitación pluvial como la temperatura tuvieron un comportamiento adecuado, (SENAMHI Puno, 2010). El suelo se mantuvo con humedad promedio a capacidad de campo y en el análisis físico-químico (obtenida del laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agraria) se encontró mediana fertilidad, textura y pH adecuados para el cultivo de papa.

### Preparación del medio de cultivo: PDA

Para preparar un litro de medio papa-dextrosa-agar (PDA) útil para crecimiento del hongo, se hirvió en agua 250 g de papa durante treinta minutos. Se filtró el agua de papa mismo que se juntó con los 18 g de agar y 15 g de dextrosa disueltos en el 50 % de agua destilada, se homogenizó, agregando agua destilada hasta completar el litro. Se distribuyó en tres frascos Erlenmeyer, se puso tapón de algodón, se cubrió con papel aluminio y se esterilizó en

autoclave a 121°C, 15 libras de presión por 15 minutos. Inmediatamente, se distribuyó en placas Petri estériles antes de que solidifique (Canedo y Anies, 2004).

#### **Obtención de cepas de *Beauveria brongniartii*.**

Las muestras de larvas y adultos de gorgojo de los Andes infestados y muertos, se desinfectaron con clorox, enjuagando con agua destilada, se colocaron en placas Petri sobre papel filtro humedecido con agua destilada y se sellaron con parafilm para incubarlos a 22°C. Once días después se evidenciaron las características del desarrollo del hongo, se procedió entonces a sembrar en placas con medio PDA, se dejó a temperatura controlada verificándose el crecimiento de las colonias diariamente. Para obtener cultivo puro, se sumergió un portaobjeto hasta las  $\frac{3}{4}$  partes en medio PDA y se sembró conidios del hongo. Se colocó el portaobjeto en cámara húmeda, se selló con cinta parafilm, evaluándose el crecimiento del hongo en el microscopio compuesto cada 24 horas. Se determinó la especie utilizando las claves de De Hog (1972) para *Beauveria brongniartii*. Se preparó los substratos quinua, cebada y arroz, los que fueron esterilizados en autoclave para inocular el hongo y dejarlo en la incubadora a 22°C.

#### **Contaje de conidios**

Se preparó suspensiones con cultivo de hongo de los tres substratos en estudio en 10 ml de agua destilada, se tomó un ml para colocarlo en el hemocitómetro (Cámara de Neubauer). Para contar los conidios, se eligió cinco campos, dentro del primario central en sus cuatro campos esquinados y uno central, debido al tamaño de los conidios. Para calcular la concentración de conidios por ml se utilizó la fórmula citada por Alves (1998) y French y Hebert (1986): Suma de 5 campos secundarios por 50000 = N° de conidios por ml. El resultado fue que, en el substrato cebada se logró una concentración de  $2,8 \times 10^8$  conidios/ml, seguido de arroz con  $3,1 \times 10^7$  y quinua con  $2,6 \times 10^7$  conidios por ml.

#### **Prueba de patogenicidad**

Se utilizó larvas de gorgojo del tercer estadio juvenil y Diseño Completamente al Azar para 9 tratamientos con 3 repeticiones y cada repetición con 4 larvas. En total se utilizaron 108 larvas. Las diluciones para las pruebas de patogenicidad fueron:  $10^8$  (D1),  $10^7$  (D2),  $10^6$  (D3),  $10^5$  (4) y  $10^4$  (D5) conidios/ml. Para cada dilución las inoculaciones se realizaron por inmersión de las larvas vivas. En un vaso de vidrio de 50 ml se colocó, 10 ml de la dilución del hongo. Se sumergieron las larvas por un periodo de 45 segundos colocándolas en grupos de 4

individuos en placas Petri y papel filtro humedecido con agua destilada y con alimento. En el caso del testigo, se utilizó solamente agua destilada estéril en vez de la dilución con *B. brongniartii*. (Alves, 1998). Las evaluaciones se realizaron diariamente durante 15 días, considerando las recomendaciones de Rojas, (1983), Alves (1998) y Cañedo *et al.* (2004).

#### **Preparación de substratos e inoculación**

Los substratos utilizados fueron arroz, cebada y quinua. El procedimiento para la preparación fue: 1. La cebada previamente remojada se lavó, se dio un hervor suave y eliminando el agua se procedió asépticamente a introducir en bolsas de polipropileno alrededor de un Kg, cuyo extremo superior se selló para evitar contaminaciones. 2. La quinua se lavó para eliminar la saponina, se dejó orear y se colocó en bolsas de polipropileno, sellando el extremo superior. En caso de arroz, se dio un remojado antes de colocarlo en bolsas de polipropileno. Los substratos, así preparados, fueron esterilizados en autoclave. Una vez enfriados los substratos esterilizados, fueron inoculados con los conidios del hongo obtenido a partir de larvas y adultos infestados y se colocaron en ambientes a temperatura controlada hasta que completaron su desarrollo.

#### **Elección del substrato adecuado**

Visto los resultados obtenidos en la evaluación de substratos y las características que presentó la cebada, ésta se utilizó para la multiplicación masiva del hongo blanco, habiéndose encontrado esta vez, en el contaje de conidios, una concentración de  $2,3 \times 10^8$  conidios/ml antes de su aplicación en el campo experimental.

#### **Preparación del estiércol de ovino**

Para obtener estiércol de buena calidad se preparó por un periodo de 90 días siguiendo el procedimiento de Acharya (1955), como resultado se logró un material de una humedad adecuada y textura especial para usarlo en campo.

#### **Métodos de aplicación del hongo blanco.**

##### **1. Aplicación en el momento de la siembra.**

En el momento de la siembra, en el surco al rededor del tubérculo-semilla, se distribuyó manualmente en forma homogénea un puñado de substrato cebada con hongo blanco, con o sin estiércol de ovino, según el tratamiento; luego se procedió a tapar con tierra tal como acostumbra

los agricultores, dejando hasta el momento de la evaluación.

**2. Aplicación alrededor del cuello de la planta.**

Se abrió un pequeño surco de más o menos 12 cm de profundidad en la proyección del follaje, alrededor del cuello de la planta, (10 cm de radio desde el tallo), en el fondo de este surco circular se aplicó manualmente, en forma homogénea, un puñado de sustrato cebada con hongo blanco de acuerdo con el tratamiento correspondiente, cubriendo luego con una capa de tierra hasta el nivel normal.

**3. Aplicación en el momento del aporque.**

Previo a la labor de aporque se aplicó manualmente, de acuerdo con la distribución de tratamientos, un puñado de sustrato cebada con hongo blanco alrededor del

cuello de la planta, en un radio de 12 cm aproximadamente, a continuación se procedió con la labor de aporque en forma normal, siguiendo la costumbre del agricultor.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**1. Efecto de los sustratos en la multiplicación masiva y concentración de conidios**

En el análisis de varianza (Tabla 1) para tiempo de multiplicación masiva del hongo blanco se encontró que existe diferencia altamente significativa entre procedencia de cepas, entre sustratos utilizados y en la interacción cepa por sustrato ( $P \leq 0,01$ ). En el conteo de conidios también se encontró que la cepa de Illpa en sustrato cebada, produjo  $2,8 \times 10^8$  conidios/ml, resultando muy superior al resto de sustratos (quinua con  $2,6 \times 10^7$  y arroz con  $3,1 \times 10^7$  conidios/ml).

**Tabla 1.** Análisis de varianza para tiempo de multiplicación masiva del hongo blanco.

F de V	GL	SC	CM	0,05	0,01	Fc.
Cepas (A)	2	12,056	6,028	3,354	5,488	7,942**
Sustratos(B)	2	117,056	58,528	3,354	5,488	77,112**
A x B	4	22,944	5,736	2,728	4,106	7,570**
Error	27	20,500	0,759			
TOTAL	35	172,556				

**Nota:** F de V: Fuentes de variabilidad; GL=grados de libertad; SC: suma de cuadrados; CM: cuadrado medio; 0,05 y 0,01: valores de F tabular; Fc: F calculada. Luego se aplicó la prueba estadística de Tukey ( $P < 0,01$ ).

Los resultados obtenidos por Garza (1993), Harris (1992), Parsa *et al* (2006) y Carvajal (1993), en sus respectivos trabajos de investigación, sobre ecología de la población del suelo, en relación a hongos, corroboran el resultado obtenido. Por otra parte, la cebada en comparación con la quinua y el arroz, al tener granos más grandes, con el remojo a que fue sometido, su contenido interior se reactivó poniéndose disponibles para la nutrición y mejor desarrollo del hongo, manteniendo la humedad adecuada por más tiempo.

**Tabla 2.** Prueba múltiple de Tukey para producción de cepa de Illpa en 3 sustratos.

Substrato	Promedio (días)	Tukey ( $P < 0,01$ )
B1Cebada	28,710	a
B2Quinua	28,647	a b
B3Arroz	27,285	b

En trabajos similares realizados en Huancayo por Zavala (1995) se encontró una buena producción de conidios de *B. Brongniartii* desarrollado en sustrato cebada. Por su parte, Vera, Alcazar y Verastegui (1995) en Cuzco, encontraron también resultados similares, en sustratos como quinua y cebada ( $3,5 \times 10^7$  conidios/ml y  $1,75 \times 10^7$  conidios/gramo de sustrato, respectivamente). Estos resultados respaldan plenamente los, obtenidos en la presente investigación.

**Tabla 3.** Prueba múltiple de Tukey para la interacción cepa-substrato en días para completar su desarrollo

Interacción	Medias
Cepa Tunigrande-cebada	33,75 a
Cepa Juli-cebada	32,25 a
Cepa Illpa-cebada	29,75 b
Cepa Juli-quinua	29,00 b
Cepa Tunigrande-quinua	28,25 b
Cepa Illpa-quinua	28,00 b
Cepa Illpa-arroz	28,00 b
Cepa Tunigrande-arroz	27,75 b
Cepa Juli-arroz	27,75 b

Las cepas de Tunigrande y de Juli en sustrato cebada tienen solo diferencia matemática en número de días para completar su desarrollo (Tabla 3), pero estadísticamente no son diferentes, en cambio ambos difieren de los demás sustratos ( $P < 0,01$ ). El resto son iguales estadísticamente ocupando el último lugar la cepa de Juli en sustrato de arroz (27.75 días).

El análisis de varianza para rendimiento de tubérculos muestra que, entre el lote experimental versus el lote testigo, existe diferencia altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ) donde el lote experimental alcanza un promedio de 13460 Kg por hectárea y el lote testigo, solo 11400.

## 2. Formas de aplicación del hongo blanco en cultivo de la papa

En cuanto a formas de aplicación del hongo en el cultivo de papa se encontró diferencia altamente significativa en número de tubérculos sanos ( $P \leq 0,01$ ) cuyas medias fueron 102; 144; 158 tubérculos sanos por parcela para los métodos A1 (aplicación del hongo al aporque); A2 (aplicación del hongo a 12 cm de profundidad alrededor de la planta) y A3 (aplicación del hongo a la siembra), respectivamente.

En el análisis de datos obtenidos se ha podido apreciar el efecto que produjo la acción del hongo blanco en el rendimiento de tubérculos cuando se aplicó junto con el estiércol de ovino, lo que resulta altamente significativo frente al testigo (18,08 % más), es decir, la diferencia de 2060 Kg, considerando el precio de mercado a un nuevo sol por Kg, económicamente representa 2060 nuevos soles de ingreso adicional por hectárea que beneficia directamente al productor. Es importante considerar que para lograr este objetivo fue necesario mantener la humedad del suelo en forma adecuada para la actividad microbiana propiciando un ambiente favorable, puesto

que, también el gorgojo ha tenido facilidad para movilizarse en busca de la mejor disposición para alimentarse lo que ha motivado que se vaya contaminando paulatinamente con el hongo blanco, éste puede provocar desequilibrio fisiológico y finalmente puede causar la muerte.

Al respecto, Donahue (1961) manifiesta que, el mantenimiento del suelo es indispensable para obtener buenas cosechas, así en suelos sueltos el rendimiento será mínimo a pesar del esfuerzo del productor por alcanzar mejores resultados, por el contrario, en suelos pesados sin manejo adecuado, el rendimiento será igualmente mínimo. Por tanto, es importante el manejo adecuado del suelo agrícola durante todo el año, siendo básica la incorporación de abono orgánico.

**Tabla 4.** Contraste de medias entre el lote experimental y el lote testigo para rendimiento y para métodos de aplicación del hongo blanco.

T 0,01;25 = 2,787

Combinación	Diferencia	Diferencia
	Rendimiento	Métodos de aplicación
A1B1	3,787 **	6318**
A1B2	5,813 **	7,789**
A2B1	3,181 **	13,629**
A2B2	3,573 **	13,670**
A3B1	3,507 **	15,180**
A3B2	5,798 **	16,690**

A1. Hongo aplicado al aporque

A2. Hongo aplicado a 12 cm de profundidad alrededor del cuello de la planta.

A3. Hongo aplicado a la siembra.

B1. Hongo producido en sustrato cebada

B2. aplicado hongo producido en sustrato cebada más estiércol de ovino.

## 3. Efecto del hongo blanco y estiércol de ovino en el rendimiento y valor de la producción

El análisis estadístico indica que entre el lote experimental (factorial) y el lote testigo existe diferencia altamente significativa en producción de tubérculos sanos ( $P \leq 0,01$ ) donde la media del grupo experimental fue de 187500 tubérculos sanos, cuyo promedio en kilogramos considerando 72 gramos por tubérculo resulta 13,5 toneladas por hectárea y en el grupo testigo sólo 6444 Kg, siendo entonces la diferencia 7046 Kg/ha que valorizado a 1,00 nuevo sol por Kg dan 7046 nuevos soles más. Este ingreso adicional es significativo para el agricultor, se debe indudablemente al efecto control del hongo blanco evitando que los tubérculos sean dañados

por las larvas del gorgojo y por la influencia que ejerció el estiércol de ovino que se aplicó al suelo.

En cuanto a los efectos simples de métodos de aplicación del hongo blanco (factor A = cómo se aplican); formas de aplicación del hongo (factor B= sólo el hongo o mezclado con estiércol) y en la interacción de métodos y formas de aplicación del hongo no se encontró diferencia estadística al 95% de confiabilidad, lo que quiere decir que, cada factor actúa independientemente ( $P > 0,05$ ).

El estiércol tuvo influencia decisiva en el desarrollo y la acción del hongo blanco sobre las larvas del gorgojo que, en su movimiento en busca de alimento, son infestados cada vez más. De acuerdo con la prueba múltiple de Duncan resultan mejores los tratamientos A3 y A2 no habiendo diferencia estadística entre ambos ( $P > 0,05$ ), pero sí ambos tratamientos son superiores al tratamiento A1 (hongo aplicado al aporque), lo que quiere decir que el hongo desarrolla bien cuando se encuentran en alrededores de los tubérculos en el proceso de desarrollo de la planta, porque las larvas se dirigen a esa zona para alimentarse, puesto que, la humedad del suelo favorece a todos los actores biológicos presentes (Benzing, 2001).

El análisis estadístico para gorgojos muertos muestra que hay diferencia altamente significativa entre el lote experimental (factorial) y el lote testigo ( $P \leq 0,01$ ), donde la media del grupo experimental fue de 17,125 larvas muertas por parcela frente al lote testigo de 4,625. Este resultado fue de esperar, por cuanto, en el lote experimental se aprecia el efecto del hongo blanco que ejerció su acción infestando y causando la mortalidad de las larvas del gorgojo.

Esta cantidad traducido por unidad de área alcanza a 23785 larvas muertas por ha, que representa el 370% con relación al testigo de sólo 6424 larvas muertas, habiendo una diferencia de 17371 larvas muertas que indudablemente es significativo para llegar a controlar el daño que podría haber ocasionado en la papa, lo que significa alta eficiencia de la acción del hongo blanco para sobre las larvas del gorgojo, evitando daños en los tubérculos. El resultado fue mayor número de larvas muertas por unidad de superficie en el momento de la cosecha. Larva enferma no se alimenta ni puede movilizarse, por tanto se consideran también muertas.

## CONCLUSIONES

1. La cepa procedente de Illpa producido en sustrato cebada produjo  $2,8 \times 10^8$  conidios/ml, resultando muy superior al resto de sustratos (quinua con  $2,6 \times 10^7$  y

arroz con  $3,1 \times 10^7$  conidios/ml). En consecuencia, la cebada fue el sustrato adecuado para la multiplicación masiva del hongo blanco.

2. El estiércol de ovino aplicado en el momento de la siembra junto con el hongo blanco, ha tenido efecto altamente significativo en el rendimiento de tubérculos, (18,08 % más) frente al testigo. Para ello, fue importante mantener humedad adecuada del suelo.

3. En general entre el lote experimental y el lote testigo existe diferencia altamente significativa en producción de tubérculos sanos ( $P \leq 0,01$ ) donde la media del grupo experimental fue de 187500 tubérculos sanos, con promedio de 72 g, resultando 13,5 t/ha y el grupo testigo sólo produjo 6444 Kg. La diferencia de 7046 Kg/ha valorizado a 1,00 nuevo sol/ Kg dan 7046 nuevos soles más. Este ingreso adicional es significativo para el agricultor, se debe indudablemente al efecto control del hongo blanco evitando que los tubérculos sean dañados por las larvas del gorgojo y por la influencia que ejerció el estiércol de ovino.

## REFERENCIAS.

- Acharya, C.N. 1955. Organicmanures. CHIA. Serie de análisis N° 2. Nueva Delhi. India.
- Ames, T. Y Cañedo, V. 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatogenos. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima. Perú. 62 p.
- Alcazar, J. 1976. Biología y comportamiento del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes suturicallus*). Universidad Nacional del Centro del Perú. Tesis. Huancayo. Perú. 80 p.
- Alcazar, J. 1989. Los patógenos en el control de las principales plagas de la papa .Cusco. Perú. p 3-8.
- Altieri, M.A. 1984. Bases ecológicas para el desarrollo de sistemas agrícolas alternativos para agricultores en Latinoamérica. CIRPON. Revista de investigación. 4(1-4):83-108.
- Alves, S.B. (ed) 1998. Controle microbiano de insetos. 2 ed revisada e atualizada. FAPESP. Vol 4. Piracicaba. Brasil.

- Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica: Fundamentos para la región andina. Ed Neckar-Verlag. Alemania.
- Cañedo, V. Y Anies, T. 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Centro Internacional de la papa. Lima. Perú. 62 p.
- Carvajal, C. 1993. Biología, distribución geográfica, fluctuación poblacional y control de gorgojo de los Andes. (*Premnotrypes latitorax*) en la localidad de Aguirre. Tesis Ing° Agr°. Facultad de Agronomía. UMSS. 123 p.
- Carballo, M. Y F. Guharay. 2004. Control biológico de plagas agrícolas. CATIE. Turrialba. Costa Rica. 224 p.
- Cedeño, L.; Añez, B. 2001. Breve reseña sobre beneficios e inconvenientes derivados del uso del estiércol en la agricultura. Bol Divulg. IAP. Mérida. Venezuela.
- Cisneros, F. 1990. Principios de control de las plagas agrícolas. Ed Pacífico Press SA. Lima. Perú. 186 p.**
- De Hoog, G.S. 1972. The genera *Beauveria*, *Isaria*, *Tritirachium* study in micoLogy. N° 1. Ken England. 41 p.
- Davelouis, J. 1992. Edafología. Tomo II. Ed CEA. Lima. Perú.
- Garza, G. E. 1993. Producción de hongos entomopatógenos. Memorias del I taller Microbiológico de plagas agrícolas. Colima. México. pp 131-135.
- Harris, P.J. 1992. Ecología de la población del suelo. En: Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Comp. A. Wild. Ed Mundiprensa. Madrid. España.
- Horton, D. E. 1988. La papa en los países en desarrollo. Rev. Latinoamericana de la papa. Lima. Perú. Vol 1 .pp 917.
- Hernandez, M. 1994. Formulación y control de calidad. Centro Nacional de Referencia de control biológico. DGSV. SARH. Teoman. México.
- Lecuona, R.E 1995. Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Argentina. 338 p.
- Parsa Soroush, Jesus Alcázar, Jessica Salazar, Harry K. Kaya (2006). An indigenous Peruvian entomopathogenic nematode for suppression of the Andean potato weevil. *Biological Control* 39 (2006) 171–178; doi:10.1016/j.biocontrol.2006.04.003
- Pelletier Yvan, Finbarr G. Horgan, Julien Pompon (2013) Potato Resistance Against Insect Herbivores: Resources and Opportunities. doi:10.1016/B978-0-12-386895-4.00015-6
- Kroschel J. J. Alcazar, P. Poma (2009) Potential of plastic barriers to control Andean potato weevil *Premnotrypes suturicallus* Kuschel. *Crop Protection* 28 (2009) 466–476 journal homepage: [www.elsevier.com/locate/cropro](http://www.elsevier.com/locate/cropro) doi:10.1016/j.cropro.2009.01.008
- Rojas, J.J. 1983. Patogenicidad de diferentes concentraciones del hongo *Beauveria* spp sobre el gorgojo de los Andes. *P. suturicallus* Kuschel. INIDE. XXIV Convención Nacional de Entomología. Tacna. Perú. 24 p.
- Untiveros, D.O. 1986. Principales plagas y enfermedades de la papa en el Perú. Manual técnico. INIPA. Lima. Perú.
- Vera, A., R. Alcazar, J. Arestegui. 1995. Patogenicidad del hongo *Beauveria brongniartii* sobre gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax*) . Lima. Perú. pp 95-98. Jgzp0413.
- Zavala, J. 1995. Biocontrol de gorgojo de los Andes (*P. suturicallus*) mediante el hongo *Beauveria brongniartii*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Tesis 94 p.

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO</b>	
<b>CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS</b>	
<b>N°</b>	<b>CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN</b>
1	Chuquibambilla y San Juan de Chuquibambilla.
2	Camacani.
3	Tambopata.
4	Illpa.
5	La Raya.
6	Carolina.
7	Chucuito.
8	Ciudad universitaria.
9	Curtiembre.
10	Concentradora de minerales de Crucero.
11	Concentradora de minerales de Tiquillaca.
12	Majes.
13	Ituata.
14	Centro de comunicaciones CECUNA (radio y T.V.).
15	Hospital universitario.
16	Hospital veterinario.
17	Clínica odontológica
<b>N°</b>	<b>CENTROS DE PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS</b>
1	Servicentro.
2	Frigorífico.
3	Panificadora y confitería.
4	Agencia de viajes y turismo.
5	Centro de estudios de lenguas extranjeras y nativas.
6	Instituto de informática.
7	Centro pre universitario.
8	Centro de formación de docentes en servicios académicos.
9	Centro de formación continua y a distancia (Bellavista).
10	Piscina, sauna y jacusi.
11	Centro de convenciones (ciudad universitaria).
12	Estadio universitario.
13	Cafetín universitario.
14	Escuela de prácticos agropecuarios.
15	El centro experimental de aplicación en educación, en sus diferentes niveles, se rige por convenio con el Ministerio de Educación.