

Manejo agronómico del amaranto y quinua con *Metarhizium anisopliae* para el control de insectos

Mgs. Valdemar Andrade Cadena
Mgs. Andrés Simbaña Villarreal

Autor para correspondencia: jvandrade1@pucesi.edu.ec; esimbania@pucesi.edu.ec

Investigadores de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCE-SI)

Manuscrito recibido el 4 de septiembre del 2013. Aprobado tras revisión el 19 de diciembre del 2013

RESUMEN

El experimento se desarrolló en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ibarra (PUCE-SI), en las instalaciones de la granja experimental, evaluándose tres dosis del entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para el control de gusanos tierreros que afectan el desarrollo inicial de los cultivos de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) y amaranto (*Amaranthus spp*). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones para cada uno de los cultivos. Dentro del manejo específico del experimento, cada unidad experimental constó de una parcela de 5 metros de largo por 2 metros de ancho, en la que se trazaron cuatro surcos separados entre sí a 0,5 metros de los cuales se evaluaron los surcos centrales y los dos restantes se tomaron como efecto de borde.

Las variables evaluadas en esta investigación fueron la eficacia en el control de insectos del suelo, medida indirectamente con la fórmula de Abbot, por la cantidad de plántulas afectadas luego de la aplicación y a los 10, 20 y 30 días después de la nacencia. Se evaluaron como variables: a) eficacia de la aplicación a los 15, 25 y 35 días luego de la nacencia y b) rendimiento alcanzado a la cosecha. Se concluyó que no existe diferencia en el rendimiento del cultivo cuando se utiliza el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* para el control de insectos del suelo.

El mayor rendimiento se alcanza con la utilización de 340 g x ha⁻¹ del entomopatógeno con un volumen de grano de 1520 kg x ha⁻¹. En el caso del amaranto el mayor volumen de grano cosechado fue de 1506,25 kg x ha⁻¹, con la misma dosis del hongo.

Palabras claves: *Metarhizium anisopliae*, quinua, amaranto

ABSTRACT

The experiment was conducted at the Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Sede Ibarra (PUCE-SI), in the experimental farm, three doses of entomopathogenic *Metarhizium anisopliae* was evaluated for the control of worms that affect the initial development of crop quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) and amaranth (*Amaranthus spp.*) Design of randomized complete block design with three treatments and four replications for each crop was used. Within the specific management of the experiment, each experimental unit consisted of a plot of 5 m long, 2 meters wide, in which 4 spaced at 0 furrows were laid, 5 m, of which the central rows were evaluated and the remaining two were taken as the edge effect.

The variables in this research were evaluated. The efficacy in the control of soil insects, indirectly measured using Abbot's formula for the number of affected seedlings after application and at 10, 20 and 30 days after sowing. They were evaluated as variables: a) Effectiveness application to 15, 25 and 35 days after sowing and b) performance achieved at harvest. It was concluded that there is no difference in crop yield when the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* for the control of soil insects used.

The highest yield was achieved with the use of 340 g x ha⁻¹ entomopathogenic with a volume of grain 1520 kg x ha⁻¹. For amaranth grain harvested was 1506.25 kg x ha⁻¹, with the same dose of the fungus.

Keywords: *Metarhizium anisopliae*, quinoa, amaranth

ANTECEDENTES

La zona norandina constituye uno de los ocho centros de domesticación de plantas de cultivo en el mundo según Mujica (2001). Esta situación ha dado origen al establecimiento de sistemas agrícolas sostenibles por su agrobiodiversidad, estando presentes en ellos la quinua y el amaranto, junto con el maíz, constituyendo una fuente de proteína y energía muy importante para los consumidores desde tiempos muy legendarios.

Estos dos granos, por su calidad biológica en función de su composición química, aportan significativamente a la nutrición humana, razón por la cual su consumo ha tenido un notable incremento, especialmente por los consumidores motivados en conservar una buena salud y nutrición y procurar una alimentación saludable para los niños (Ayala, 1997).

Según Mujica (1997), el cultivo de la quinua y el amaranto en el área andina tiene amplias posibilidades y perspectivas de desarrollo por sus condiciones climáticas para

estos cultivos; también la demanda en los países europeos e industrializados hace que la producción tenga un enorme impulso y estímulo, lógicamente generando mejores precios y mayores posibilidades de incrementar el área cultivada.

Como todo cultivo intensivo, es vulnerable al ataque de algunos insectos en su fase inicial de crecimiento, que perjudican su rendimiento. En el caso de la quinua se presentan problemas por *Agrotis*, *Copitissaria*, *Scrobipalpula*, *Paratanus* y *Liriomyza*. En el amaranto se puede presentar el mismo *Agrotis* además de *Feltia*, *Dia-brotica*, *Epitrix*, *Myzus*, *Lygus*, según estudios de Mujica (1997) y Ortiz (2001).

Imagen 1: Ataque de gusano trozador



Fuente: Simbaña, A. & Andrade, V. (2013)

Para controlar estas plagas, por lo general, se utilizan insecticidas órgano-fosforados que actúan como inhibidor de la colinesterasa produciendo una alteración del sistema nervioso que finaliza con la muerte del insecto. Estos compuestos se caracterizan por su alta toxicidad, su baja estabilidad química y su nula acumulación en los tejidos, característica que los posiciona en ventaja con respecto a los organoclorados de baja degradabilidad y gran bioacumulación.

Si bien es cierto, el control químico resulta efectivo para minimizar el efecto dañino de las plagas, la mayoría de los consumidores prefiere alimentos libres de químicos; es decir que sean producidos amigablemente con el ambiente, lo que ha generado una alta demanda en el mercado internacional.

Motivados por esta preocupación, la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA) de la PUCE-SI ha iniciado un programa de investigación para generar un paquete tecnológico que permita controlar plagas en base a microorganismos entomopatógenos con el objeto de reducir el uso de agentes químicos. Las investigaciones realizadas son:

1. Evaluación del desempeño de microorganismos eficaces (EMAS, PGPRs) para mejorar la productividad y entomopatógenos (*Metarhizium anisoplae*, *Beauveria bassiana*, *Nomurea riely*) en el control de plagas del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la granja experimental ECAA. La conclusión de este estudio es que el mejor microorganismo para el control de insectos en el cultivo de la quinua es *Metarhizium anisoplae* ya que con la utilización de este los rendimientos que se pueden alcanzar están en el orden de los 1800 kg*ha⁻¹, realizada por Ayala (2010).
2. Evaluación del Desempeño de Microorganismos Entomopatógenos en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) en la granja experimental de la ECAA. La conclusión obtenida fue que el mayor rendimiento de grano se alcanza cuando se utiliza en el control de insectos *Metarhizium anisoplae* ya que obtuvo 1651,67 kg*ha⁻¹, desarrollada por Simbaña, A., & Andrade, V. (2011).

JUSTIFICACIÓN

En investigaciones previas se ha logrado demostrar que el uso de *Metarhizium anisoplae* es el más efectivo entomopatógeno de plagas que afectan al cultivo de quinua. Sin embargo no se conoce la dosis adecuada para su perfecto accionar. La recomendación del fabricante indica una dosis de 270 g x ha⁻¹, pero no se han hecho estudios relacionados a plagas específicas de estos cultivos.

Por tal motivo, la presente investigación pretende descubrir la dosis que mejor resultaría en el control de plagas tanto en quinua como en amaranto, ya que son las mismas plagas que los atacan y para ello se han planteado tres dosis: una baja a 200 g x ha⁻¹, una media a 270 g x ha⁻¹ y una alta a 340 g x ha⁻¹. Los resultados del ensayo permitirán emitir una recomendación precisa que garantice resultados seguros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El experimento se realizó en la granja experimental de la PUCE-SI, en la provincia de Imbabura, ubicada en la ciudadela La Victoria, a una altitud sobre el nivel del mar de 2221 metros, localizada en las coordenadas geográficas de 0°21'01"N y 78°02'01"W. La precipitación para el año 2011 fue de 769.1 mm, humedad relativa 79,23% y la temperatura media anual de 15.9 ° C, datos obtenidos de la estación agroclimática de la PUCE-SI.

Diseño experimental

Se evaluaron tres dosis de *Metarhizium anisoplae* 200 g x ha⁻¹, 270 g x ha⁻¹ y 340 g x ha⁻¹, en un

ensayo de bloques completos al azar con tres tratamientos y cuatro réplicas. Cada unidad experimental constó de una parcela de dos metros de ancho por cinco metros de largo, en la que se dispusieron cuatro surcos separados a 0,5 metros entre sí. En cada surco se sembró a chorro continuo, semilla de quinua y de amaranto a razón de 7 kg x ha⁻¹. Se evaluaron las variables de los dos surcos centrales y el resto de surcos se dejó como efecto de borde.

Conducción del experimento

Variables en estudio

- Eficacia de la aplicación a los 15, 25 y 35 días

La aplicación del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* se realizó a los 10 días de germinación y la evaluación del control a los 15, 25 y 35 días luego de la aplicación. Para ello se utilizó la fórmula de Abbot, citada por Lawrence (2012):

$$\% \text{ corregido} = \left(1 - \frac{\text{N}^\circ \text{ de insectos en parcelas experimentales luego del tratamiento}}{\text{Número de insectos en parcelas control luego del tratamiento}} \right) \times 100$$

- Rendimiento

Se midieron los rendimientos de grano en kilogramos cosechado en cada una de las parcelas para comparar con la de los diferentes tratamientos. Esta cantidad de grano va en relación con el número de plantas en la parcela, y el número de plantas es la cantidad de material que ha sobrevivido al ataque de insectos.

Análisis estadístico

De las variables estudiadas se realizó el respectivo análisis de varianza y posteriormente mediante una comparación de rangos múltiples por Tukey con una $p \leq 0,05$, utilizando el software Microsoft Excel® para la elaboración del análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 15 días en quinua.

De acuerdo con el análisis de varianza de la eficiencia de la aplicación a los 15 días (aplicación 10 días luego de la nacencia y evaluación a los 15 días luego de la nacencia), se puede observar diferencias significativas para los tratamientos en estudio (Tabla 1); por lo que luego de realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó que el tratamiento que contenía una dosis de 340 g x ha⁻¹, presenta los mejores resultados con una eficacia en el control de insectos del suelo del 78,62%, el tratamiento de la dosis recomendada por el fabricante de 270 g x ha⁻¹, sólo presenta una eficacia del 63,59%, en el control de larvas de insectos, presentes en el suelo (Gráfico 1).

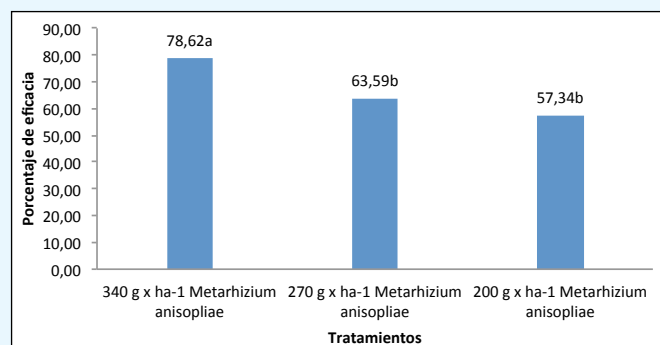
Tabla 1. Análisis de varianza de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 15 días

FV ¹	GL	CM	F. cal	
Total	11	134,44		
Tratamientos	2	478,52	8,98	*
Bloques	3	67,38	1,26	ns
Error experimental	6	53,28		
		CV	10,97	

1 FV= fuente de variación, GL= grados de libertad, CM= cuadrado medio, F.cal= prueba de Fisher calculada, * significancia al 5% entre medias de los tratamientos, ns= no significancia entre medias de los tratamientos. Kg/ha o (kg*ha⁻¹). Valores medios con la misma letra, no representan diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V. (2012)

Gráfico 1. Representación gráfica de la prueba de Tukey al 5% de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 15 días



Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 25 días en quinua.

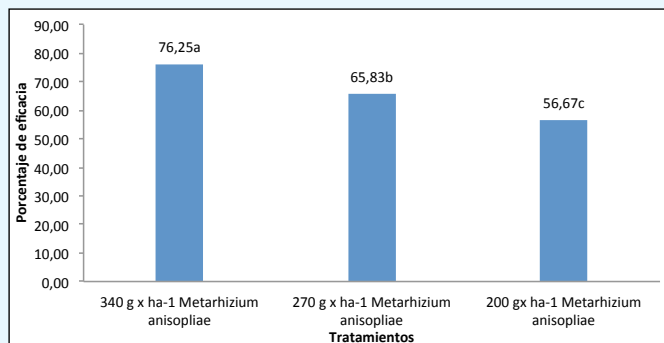
De acuerdo con el análisis de varianza de la eficiencia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 25 días (aplicación 20 días luego de la nacencia y evaluación a los 25 días luego de la nacencia), se pueden observar diferencias significativas para los tratamientos en estudio (Tabla 2); por lo que, luego de realizada la prueba de Tukey al 5%, se determinó que el tratamiento que contenía una dosis de 340 g x ha⁻¹ *Metarhizium anisopliae*, presenta los mejores resultados con una eficacia en el control de insectos del suelo del 76,25%, el tratamiento de la dosis recomendada por el fabricante de 270 g x ha⁻¹ sólo presenta una eficacia del 65,83% en el control de larvas de insectos presentes en el suelo (Gráfico 2). Mientras que en la dosis sub-óptima de 200 g x ha⁻¹ *Metarhizium anisopliae* su eficacia es del 56,67% que, si se compara con el análisis anterior, no registra una mejora en los niveles del control de larvas de insectos en un periodo de 25 días luego de la nacencia.

Tabla 2. Análisis de varianza de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 25 días.

FV	GL	CM	F. cal
Total	11	143,50	
Tratamientos	2	384,03	8,07 *
Bloques	3	174,92	3,67 ns
Error experimental	6	47,61	
CV		10,41%	

Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Gráfico 2. Representación gráfica de la prueba de Tukey al 5% de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 25 días



Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 35 días en quinua

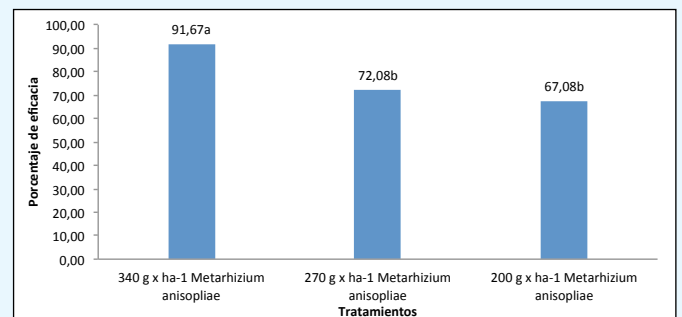
De acuerdo con el análisis de varianza de la eficiencia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 35 días (aplicación 30 días luego de la nacencia y evaluación a los 35 días luego de la nacencia), se pueden observar diferencias significativas para los tratamientos en estudio (Tabla 3); por lo que, luego de realizada la prueba de Tukey al 5%, se determinó que el tratamiento que contenía una dosis de 340 g x ha⁻¹ *Metarhizium anisopliae* presenta los mejores resultados con una eficacia en el control de insectos del suelo del 91,67%, el tratamiento de la dosis recomendada por el fabricante de 270 g x ha⁻¹ presenta una eficacia del 72,08%, en el control de larvas de insectos, presentes en el suelo (Gráfico 3). Mientras que en la dosis sub-óptima de 200 g x ha⁻¹ *Metarhizium anisopliae* su eficacia es del 67,08%, que si se compara con el análisis anterior no registra una mejora en los niveles del control de larvas de insectos en un periodo de 35 días luego de la nacencia.

Tabla 3. Análisis de varianza de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 35 días.

FV	GL	CM	F. cal
Total	11	220,62	
Tratamientos	2	675,23	6,68 *
Bloques	3	156,48	1,55 ns
Error experimental	6	101,16	
CV		13,07%	

Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Gráfico 3. Representación gráfica de la prueba de Tukey al 5% de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 35 días.



Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Rendimiento en quinua

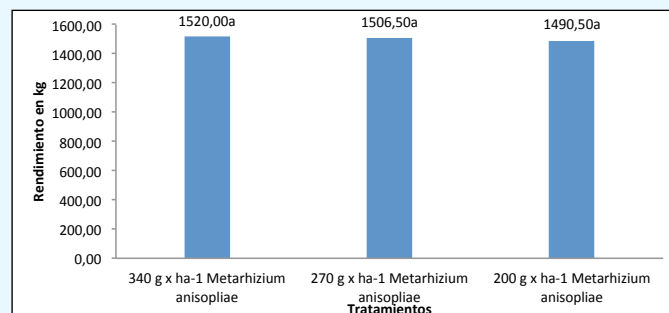
De acuerdo con el análisis de varianza del rendimiento, se pueden observar diferencias no significativas para los tratamientos en estudio (Tabla 4); por lo que luego de realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó que el tratamiento que contenía una dosis de 340 g x ha⁻¹, presenta los mejores resultados con el rendimiento de grano; alcanzando un valor de 1520 kg x ha⁻¹. La dosis recomendada por el fabricante de 270 g x ha⁻¹, el rendimiento alcanzado es de 1506 kg x ha⁻¹. Mientras que la dosis de 200 g x ha⁻¹, el rendimiento de grano fue de 1490 kg x ha⁻¹ (Gráfico 4).

Tabla 4. Análisis de varianza de la variable rendimiento

FV	GL	CM	F. cal
Total	11	4886,06	
Tratamientos	2	872,33	0,30 ns
Bloques	3	11464,00	3,91 ns
Error experimental	6	2935,00	
CV		3,60%	

Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Gráfico 4. Representación gráfica de la prueba de Tukey al 5% de la variable rendimiento



Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 15 días en amaranto

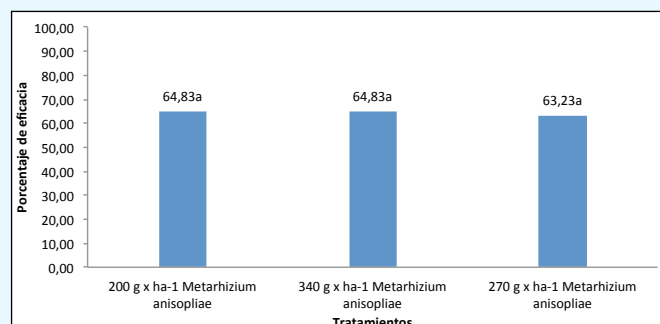
De acuerdo con el análisis de varianza de la eficiencia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 15 días (aplicación 10 días luego de la nacencia y evaluación a los 15 días luego de la nacencia), se puede observar que no existe una diferencia significativa para los tratamientos en estudio (Tabla 5); por lo que luego de realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó que el tratamiento que contenía una dosis de 200 g x ha⁻¹, presenta los mejores resultados con una eficacia en el control de insectos del suelo del 64,83%, el tratamiento de la dosis recomendada por el fabricante de 270 g x ha⁻¹, sólo presenta una eficacia del 63,23%, en el control de larvas de insectos, presentes en el suelo (Gráfico 5).

Tabla 5. Análisis de varianza de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 15 días

FV	GL	CM	F. cal	
Total	11	32,36		
Tratamientos	2	3,40	0,16	ns
Bloques	3	73,53	3,43	ns
Error experimental	6	21,44		
CV		7,20%		

Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Gráfico 5. Representación gráfica de la prueba de Tukey al 5% de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 15 días



Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 25 días en amaranto

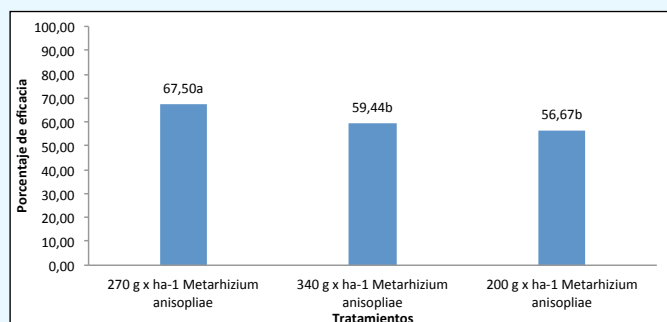
De acuerdo con el análisis de varianza de la eficiencia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 25 días (aplicación 20 días luego de la nacencia y evaluación a los 25 días luego de la nacencia), se pueden observar diferencias significativas para los tratamientos en estudio (Tabla 6); por lo que luego de realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó que el tratamiento que contenía una dosis de 270 g x ha⁻¹, presenta los mejores resultados con una eficacia en el control de insectos del suelo del 67,50%, el tratamiento de la dosis alta 340 g x ha⁻¹, sólo presenta una eficacia del 59,44%, en el control de larvas de insectos, presentes en el suelo (Gráfico 6). Mientras que la dosis sub-óptima de 200 g x ha⁻¹, su eficacia es del 56,67%. Si estos resultados se comparan con la aplicación temprana de los 10 días posteriores a la nacencia, la dosis baja pierde eficiencia en el control de larvas de insectos del suelo.

Tabla 6. Análisis de varianza de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 25 días.

FV	GL	CM	F. cal	
Total	11	55,10		
Tratamientos	2	126,65	5,33	*
Bloques	3	70,06	2,95	ns
Error experimental	6	23,77		
CV		7,97%		

Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Gráfico 6. Representación gráfica de la prueba de Tukey al 5% de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 25 días



Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 35 días en amaranto

De acuerdo con el análisis de varianza de la eficiencia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 35 días (aplicación 30 días luego de la nacencia y evaluación a los 35 días luego de la nacencia), no se observa diferencias significativas para los tratamientos en estudio (Tabla 7); por lo que luego de realizada la prueba de Tukey al 5% se determinó que el tratamiento que contenía una dosis de 340 g x ha⁻¹, presenta los mejores resultados con una eficacia en el control de insectos del suelo del 83, 54%, el tratamiento de la dosis recomendada por el fabricante de 270 g x ha⁻¹ *Metarhizium anisopliae* presenta una eficacia del 81,04%, en el control de larvas de insectos, presentes en el suelo (Gráfico 7). Mientras que la dosis de 200 g x ha⁻¹, su eficacia es del 80,42%, si se compara con el análisis anterior registra una mejora en los niveles del control de larvas de insectos en un periodo de 35 días luego de la nacencia.

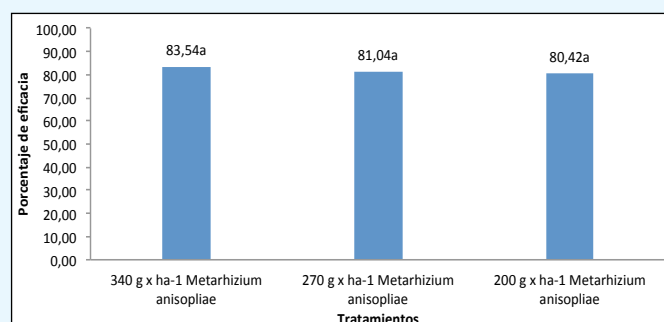
Tabla 7. Análisis de varianza de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 35 días

FV	GL	CM	F. cal
Total	11	41,46	
Tratamientos	2	10,94	0,44 ns
Bloques	3	95,06	3,83 ns
Error experimental	6	24,83	

CV 6,10%

Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012).

Gráfico 7. Representación gráfica de la prueba de Tukey al 5% de la variable eficacia de la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 35 días



Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Rendimiento en amaranto

De acuerdo con el análisis de varianza del rendimiento, se puede observar diferencias no significativas para los tratamientos en estudio (Tabla 8); el tratamiento que contenía una dosis de 340 g x ha⁻¹, presenta los mejores resultados con un rendimiento de grano; alcanzando un valor de 1506 kg x ha⁻¹, de la dosis recomendada por el fabricante de 270 g x ha⁻¹ *Metarhizium anisopliae* el rendimiento alcanzado es de 1477,50 kg x ha⁻¹. Mientras que en la dosis sub-óptima de 200 g x ha⁻¹, el rendimiento de grano fue de 1446,50 kg x ha⁻¹ (Gráfico 8).

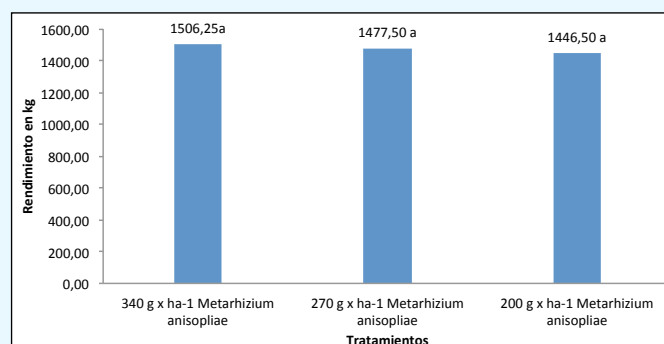
Tabla 8. Análisis de varianza de la variable rendimiento.

FV	GL	CM	F. cal
Total	11	3530,93	
Tratamientos	2	3571,75	0,96 ns
Bloques	3	3134,97	0,84 ns
Error experimental	6	3715,31	

CV 4,13%

Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

Gráfico 8. Representación gráfica de la prueba de Tukey al 5% de la variable rendimiento.



Fuente: Datos recopilados en el ensayo, procesados por Simbaña, A. & Andrade, V., (2012)

CONCLUSIONES

La aplicación de *Metarhizium anisopliae* a los 10 días después a la nacencia y evaluados cinco días posteriores a la aspersión, presentaron una diferencia en el control de larvas de insectos del suelo, llegando a una eficacia de 78,62% cuando se utiliza una dosis de 320 g x ha⁻¹. En la segunda aplicación, cuando se utiliza la misma dosificación de entomopatógeno, el control de insectos del suelo llega al 76,25%, disminuyendo su eficacia y, finalmente, a los 30 días posteriores a la nacencia, la eficacia de la aplicación a la dosis más alta de este insecticida llegó al 91,67%.

Para el amaranto, la aplicación de *Metarhizium anisopliae* a la dosis de 200 g x ha⁻¹ presenta en los primeros 15 días de desarrollo del cultivo una eficacia del 64,83%, en la segunda aplicación a los 20 días el control de insectos llega al 67,50% cuando se pulveriza sobre el cultivo una dosis de 270 g x ha⁻¹ y en la tercera aplicación una dosis de 340 g x ha⁻¹ de *Metarhizium anisopliae* ofrece la mayor eficacia en el control de larvas de insectos que afectan al cultivo.

En lo que respecta al rendimiento de la quinua no se encontró diferencia en la aplicación a concentraciones superiores e inferiores de *Metarhizium anisopliae*. La diferencia en el rendimiento entre la dosis más baja y alta de aplicación de este insecticida de entomopatógenos está en el orden de 30 kg x ha⁻¹, lo que en sí no representa un valor que pueda considerarse superior.

El rendimiento del amaranto no se ve influenciado por la dosis de utilización de *Metarhizium anisopliae* cualquier concentración va a mantener los valores de cosecha en el orden de 1500 kg x ha⁻¹, al ser controlados los insectos el rendimiento no se ve afectado.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la aplicación de *Metarhizium anisopliae* en horas de la mañana y con humedad del suelo, para que facilite la diseminación de las esporas y la infestación adecuada del cultivo para el control de insectos del suelo.
- Realizar aplicaciones de *Metarhizium anisopliae* al cultivo, en los primeros estadios de desarrollo en drench, para tener una dispersión de las esporas del hongo, tanto en el follaje del cultivo como en el suelo, para garantizar su dispersión y mayor eficacia en el control de larvas de insectos del suelo.
- Por costos se sugiere aplicar la dosis de producto recomendada por el fabricante, puesto que dosis superiores no justifican por rendimientos su utilización y dosis sub-óptimas pueden afectar el rendimiento en zonas donde la presión de los insectos es mayor.
- Se recomienda la preparación del hongo *Metarhizium anisopliae* 24 horas previas a la aplicación,

con la finalidad de adaptar el micelio y las esporas del entomopatógeno a un nuevo sustrato. El agua para la preparación debe estar libre de cloro o agentes desinfectantes; en la medida de lo posible utilizar agua destilada.

- Se recomienda utilizar equipos sólo para la aplicación de entomopatógenos y no mezclar los productos biológicos con otro tipo de productos fitosanitarios, puesto que pueden inactivar o eliminar su eficacia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, G. (1997). *Valor Nutritivo y Usos de la Quinua*. FAO. Santiago de Chile.
- Ayala, P. (2010). *Evaluación del desempeño de Microorganismos Eficaces (EMAS, PGPRs) para mejorar la productividad y Entomopatógenos (Metarhizium anisopliae, Beauveria bassiana, Nomurea rileyi) en el control de plagas del cultivo de Quinua (Chenopodium quinua) en la granja experimental ECAA*. Tesis de grado. PUCE-SI. Ibarra, Ecuador.
- Lawrence, L. (2012). *Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*. Segunda Edición. Academic Press. San Diego, California USA.
- Mujica, A. et al (2001). *Quinua. Ancestral cultivo andino. Alimento del Presente y Futuro*. FAO. Santiago de Chile.
- ----- (1997). *El Cultivo del Amaranto*. FAO. Santiago de Chile.
- Ortiz, R. et al (2001). *Plagas y enfermedades. Quinua. Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro*. FAO, Santiago de Chile.
- Simbaña, A. & Andrade, V. (2011) *Evaluación del desempeño de microorganismos entomopatógenos en el cultivo de quinua*. PUCE-SI. Ibarra, Ecuador.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores agradecen a:

La Asociación Agroartesanal de Caficultores "Rio Intag" por la donación de los microorganismos para la investigación.

La Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la PUCE- SI por haber facilitado la granja experimental y todos los implementos.

A los docentes: Diego Jaureguí y Luis Haro, en las fases de montaje del ensayo en campo; Moraima Mera en el análisis de suelos, preparación y mantenimiento de los entomopatógenos en condiciones de viabilidad.

Al personal operativo de granja: Pablo Quillupangui, Raúl Carlosama, Ricardo Carlosama y Elías Puma.