

Control de Insectos Plaga con Microorganismos Entomopatógenos en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

Edwin Andrés Simbaña Villarreal y José Valdemar Andrade Cadena.

Coordinador de Investigación de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales -PUCE-SI
 Autor para correspondencia: esimbania@pucesi.edu.ec,
 Ibarra - Ecuador

Artículo recibido el 10 de noviembre de 2011. Aceptado tras revisión el 30 de Noviembre de 2011

Resumen

La Quinoa (*Chenopodium quinoa*) es uno de los cultivos más prometedores de la sierra ecuatoriana por su adaptabilidad al medio y por su creciente demanda en el mercado nacional e internacional, a más de las ventajas nutricionales que posee en beneficio de los consumidores.

En la actualidad, los mercados internacionales, de manera especial, prefieren el producto libre de sustancias químicas que perjudiquen la calidad biológica del grano. Una alternativa para producir de manera amigable con el ambiente es el control biológico de plagas y enfermedades que afectan a la productividad del cultivo.

El ensayo se desarrolló en la Granja Experimental de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la PUCE-SI y tuvo como objetivo comprobar la acción depredadora sobre las plagas que se presenten en el cultivo de la variedad Tunkahuan.

Para ello se utilizaron: **Beauveria bassiana**, *lecanicillium lecanii*, *Metarrhizium anisoplae*, *Nomuraea rileyi*, proporcionados por el Laboratorio de Biotecnología de la Asociación Agro artesanal de Caficultores "Rio Intag", "AACRI".

Para el experimento se utilizó un Diseño de Bloques al Azar con cinco repeticiones. Las variables de estudio fueron: número de plantas por m² a los 30, 60 y 90 días y el rendimiento en tm/ha.

Las conclusiones a las que se llega es que efectivamente los agentes utilizados logran controlar el ataque de insectos plaga que se encuentran normalmente en este cultivo, los cuales están agrupados en cinco órdenes taxonómicos: **Coleóptera**, **Thysanoptera**, **Homóptera**, **Díptera**, **Lepidóptera**. El mayor rendimiento de grano se alcanza cuando se utiliza en el control de insectos *Metarrhizium anisoplae* ya que obtuvo 1651,67 kg*ha⁻¹.

Palabras-clave: Plagas Quinoa, entomopatógenos, gusano moledor, *Metarrhizium anisoplae*

Abstract

Quinoa (*Chenopodium quinoa*) is one of the most promising crops of the Ecuadorian sierra for its adaptability to the environment and for its growing demand in domestic and international markets, in addition to the nutritional advantages that it possesses to the benefit of its consumers. At present the international markets prefer the product free of chemical substances that harm the biological quality of the grain. An alternative to production that is friendly to the environment is the biological control of pests and sicknesses that affect the productivity of the crop.

The trial, developed on the Experimental Farm of the Agricultural and Environmental Sciences School of the PUCE-SI, had an objective of testing the predatory action over the pests that are present in the cultivation of the variety of Tunkahuan.

For the trial the following were used: **beauveria bassiana**, *lecanicillium lecanii*, *metarrhizium anisoplae*, *nomuraea rileyi*, provided by Biotechnology Laboratory of the Artisanal Agricultural Association of Farmers "Rio Intag", "AACRI".

For the statistical analysis of the experiment we used a randomized block design with five repetitions, the variables were: number of plants per meters squared (m²) at 30, 60, and 90 days and the yield in metric tons per hectare (tm/ha).

The conclusions are that the agents used effectively controlled the attack of insect pests that are normally found in this crop. The pests are grouped into five taxonomic orders: **coleoptera**, **thysanoptera**, **homoptera**, **diptera**, **lepidoptera**. The greatest yield of grain was achieved when using *metarrhizium anisoplae* that obtained a yield of 1651.67 kg/ha⁻¹.

Key words: quinoa pests, entomopathogens, moledor worm, *metarrhizium anisoplae*

Introducción

La quinua es uno de los cultivos potenciales que tiene el Ecuador, así como en otros países andinos como el caso de Perú y Bolivia. Lamentablemente, el paquete tecnológico usado mayormente es en base de agroquímicos lo que hace perder su calidad biológica a la hora de la comercialización local e internacional, ya que las nuevas tendencias de los consumidores son hacia productos amigables con el ambiente; es decir, libre de agentes químicos.

Para producir orgánicamente quinua es necesario tener bajo control el ataque de las plagas (insectos, nemátodos, pájaros y roedores) y enfermedades (hongos, bacterias y virus) que el cultivo es susceptible, así como una adecuada nutrición. Este control debe efectuarse en forma oportuna y cuando el nivel de daño no sea agresivo para el caso de los insectos y en forma preventiva para las enfermedades. Uno de los problemas sanitarios que tiene la quinua y repercute significativamente en su productividad, es una especie fitófaga calve conocida en el argot popular como polilla de la quinua.

En cuanto a las enfermedades, la quinua es infectada por algunos agentes patógenos, como el caso de virus, bacterias y hongos, los cuales provocan daños en hojas, tallo y raíz. Hay una de carácter cosmopolita provocada por un hongo *Peronospora farinosa* conocido como mildiú y está presente tanto en sierra, costa y valles interandinos cálidos. Esta enfermedad ataca de manera particular a las hojas, tallos e inflorescencias de plantas jóvenes provocando defoliación y afectado su normal fructificación.

Para poder controlar adecuadamente el ataque de plagas se debe tener presente su ciclo biológico y efectuar los controles de preferencia en las primeras poblaciones de larvas que son más pequeñas y débiles.

En el caso del mildiú se presenta en todas las condiciones climáticas desde secas hasta húmedas y desde temperaturas frías hasta zonas calientes; por ello, se recomienda utilizar semilla sana y procedente de semilleros oficializados, situación que es muy difícil encontrar en el Ecuador. El control químico de esta enfermedad resulta costosa y debe efectuarse en forma preventiva, cuando el ataque ocurre en los primeros estadios de la planta. Su repercusión es grande, pudiendo anular la producción por completo; asimismo es conveniente usar controles culturales para aliviar más daños tales como evitar el encharcamiento de agua, evitar la presencia de chupadores picadores (pulgones, trips) que transmiten esta enfermedad, evitar presencia de plantas hospederas y siempre efectuar rotación de cultivos.

Mantener un adecuado estado sanitario de un cultivo es fundamental para garantizar su productividad. Una alternativa al uso de agroquímicos es el utilizar agentes de control biológico como los microorganismos entomopatógenos, los cuales son una variedad de bacterias, hongos, virus, nemátodos y protozoos que impiden la proliferación agresiva de insectos plaga y de enfermedades. Estos in-



Ataque de gusano trozador

secticidas biológicos actúan de diferente forma, unos penetran en el insecto plaga por ingestión, y otros por contacto en el caso de los hongos.

El control biológico hay que diferenciarlo del control natural, que es el control que sucede en las poblaciones de organismos sin intervención del hombre y que incluye además de enemigos naturales, así como la acción de los factores abióticos del medio. Por ello hay que entender el control biológico como un método artificial de control que presenta limitaciones especialmente en cuanto al conocimiento de los organismos afectados, lo que trae consigo una serie de ventajas e inconvenientes en su aplicación, sobre todo si se compara con los tradicionales métodos químicos de control.

Las limitaciones o inconvenientes de este tipo de control pueden ser las siguientes:

- Es menos rápido y duro que el control químico. Su manejo requiere un mayor control y seguimiento en función del resultado que se vaya generando al controlar una plaga,
- Requiere de conocimientos de fisiología de la plaga para tener un control absoluto sobre el agente causal.
- Los enemigos naturales suelen ser muy específicos, es decir, altamente selectivos; esto puede ser una ventaja, pero también en ocasiones una desventaja porque se puede necesitar diferentes planes de control.

Sin embargo, las ventajas de optar por el control biológico son más amplias que las desventajas y por ello se ha convertido en una de las alternativas más importantes para la protección fitosanitaria; entre ellas se pueden destacar (Barrera, 2006):

- Poco o ningún efecto nocivo colateral de los enemigos naturales hacia otros organismos, incluso el hombre.
- La resistencia de las plagas al control biológico es muy rara.
- El control es relativamente a largo término, con frecuencia permanente.
- El tratamiento con insecticidas es eliminado por completo o de manera sustancial.
- La relación costo /beneficio es muy favorable.
- Evita plagas secundarias.
- No existen problemas de intoxicaciones.
- Se le puede usar dentro del manejo integrado de plagas (MIP).

El objetivo de esta investigación es probar el efecto de microorganismos entomopatógenos en el control de insectos plaga en el cultivo de quinua.



Aplicación de *Nomurea rileyi* a los 60 días.

Materiales y Métodos

Ubicación

El experimento se realizó en la Granja Experimental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, en la Provincia de Imbabura, ubicada en la Ciudadela La Victoria, a una altitud sobre el nivel del mar de 2.221 m, localizada en las coordenadas geográficas de 0°21' 01" N y 78°02' 24" W, la precipitación para el año 2008 fue de 625,6 mm. y temperatura media anual 15.8 °C¹,

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cinco repeticiones.

Conducción del experimento

- Se identificó un lote en la granja experimental de 480 m². Cada unidad experimental de 24m².
- Se realizó un análisis de suelo. Se adjunta resultados.
- Trazado del experimento en el sitio de siembra.
- Siembra de la variedad TUNKAHUAN, 8 Kg por ha.
- Pulverización de los agentes microbianos 270 g/ha repartidos en tres dosis de 90 g/ha.
- Labores culturales (deshierbas, aporques y riego)
- Cosecha.
- Evaluación del rendimiento.

VARIABLES DE ESTUDIO

Número de plantas por m² a los 30, 60 y 90 días.

Rendimiento

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. Utilizando para este análisis estadístico el software Microsoft Excel[®].

Resultados y discusiones

Plantas por m² a los 30 días

De acuerdo con el análisis de varianza de la variable número de plantas por m² a los 30 días posteriores a la siembra, se puede observar que no existe diferencia significativa para los tratamientos y los respectivos bloques cuando se realiza el control biológico de gusanos del suelo en el cultivo de la quinua. Tabla No. 1. De acuerdo con la prueba de Tukey al 5% se puede observar que el mejor control de insectos del suelo se logra cuando se utiliza como alternativa a los productos fitosanitarios *Beauveria bassiana* alcanzado un contaje de plantas de 95,75 por m²; el menor control de insectos se logra cuando se utiliza al agente biológico *Metarrhizium anisopliae*, ya que el número de plantas por unidad de superficie es de 90

FV	GL	CM	F.cal	
Total	19	45,08		
Tratamientos	4	27,57	0,47	Ns
Bloques	3	14,58	0,25	Ns
Error experimental	12	58,54		
	CV	8,20		

Tabla No. 1 Análisis de varianza de la variable número de plantas por m² a los 30 días



Aplicación fitosanitaria con productos de naturaleza biológica.

Plantas por m² a los 60 días

De acuerdo con el análisis de varianza de la variable número de plantas por m² a los 60 días. Tabla No. 2, se puede observar que no se presenta diferencia significativa para los diferentes tratamientos y bloques en el estudio del uso de agentes biológicos para el control de insectos del suelo. Para conocer cuál de los tratamientos presentó el menor número de plantas afectadas por unidad de superficie se realizó la prueba de Tukey al 5%. El mayor número de plantas a los 60 días, luego de la siembra, se tiene en los tratamientos en los que se aplicó *Beauveria bassiana* con 93,5 plantas por m², mientras que el menor control de los insectos del suelo se logra cuando se aplica *Metarrhizium anisopliae* con 85,25 plantas por m², lo que significa que este agente de control tiene menor efecto sobre los insectos del suelo que los tratamientos en los que no se realizó ningún tipo de aplicación.

FV	GL	CM	F.cal	
Total	19	30,05		
Tratamientos	4	54,75	1,90	Ns
Bloques	3	1,93	0,07	Ns
Error experimental	12	28,85		
	CV	6,00		

Tabla No. 2 Análisis de varianza de la variable número de plantas por m² a los 60 días.

Plantas por m² a los 90 días

En el análisis de varianza de la variable número de plantas por m² a los 90 días. Tabla No. 3, se observa que existe diferencia significativa entre los distintos tratamientos de alternativas de control biológico para el control de insectos del suelo en el cultivo de quinua; se presentó asimismo diferencia no significativa para los bloques. Para conocer cuál de los tratamientos presenta mejores resultados se procede a realizar la prueba de Tukey al 5%, para lo que se tiene a *Beauveria bassiana* como el mejor agente de

control de insectos del suelo, puesto que la cantidad de plantas presentes a los 90 días luego de la siembra es de 90,75 por unidad de superficie, el menor número de plantas por m² se presentó cuando no se utiliza ningún tipo de control en el cultivo, ya que la cantidad de plantas es de 80.

FV	GL	CM	F.cal	
Total	19	31,10		
Tratamientos	4	80,43	3,79	*
Bloques	3	4,85	0,23	Ns
Error experimental	12	21,22		
	CV	5,35		

Tabla No. 3 Análisis de varianza de la variable número de plantas por m² a los 90 días.

Rendimiento

Al realizar el análisis de varianza de la variable rendimiento. Tabla No. 4, se observa que se presenta diferencia significativa entre los tratamientos en estudio y no significancia para los bloques. Del análisis de la prueba de Tukey al 5% se encuentra que el mayor rendimiento de grano en el cultivo de la quinua se alcanza cuando se utiliza en el control de insectos del suelo al *Metarrhizium anisopliae* ya que alcanza un valor de 1651,67 kg*ha⁻¹, y como tratamiento con menor rendimiento de grano a la cosecha de aquellas parcelas en las que no se realizó ningún tipo de control de insectos, alcanzado un valor de 1519,03 kg*ha⁻¹. Cabe mencionar que los rendimientos fueron evaluados tomando en cuenta en valor estándar de 13% de humedad para el grano de los diferentes tratamientos.

FV	GL	CM	F.cal	
Total	19	3917,60		
Tratamientos	4	9158,33	5,18	*
Bloques	3	5532,28	3,13	Ns
Error experimental	12	1767,03		
	CV	2,65		

Tabla No. 4 Análisis de varianza de la variable rendimiento.

Conclusiones

- Durante los estadios fenológicos del cultivo de la quinua se producen ataques de insectos, y los agentes de control biológico ayudan a prevenir las pérdidas causadas al cultivo.
- El agente biológico que mayor control de insectos presentó en el cultivo, no es aquel que mayores rendimiento generó.

- Al disminuir el número de plantas por unidad de superficie, no disminuyen los rendimientos de acuerdo a lo observado hasta los 60 días posteriores a la siembra, sino que al encontrarse menor cantidad de plantas, las mismas incrementan el desarrollo de las panojas y mejoran los rendimientos.
- No se encontró diferencia marcada en cuanto al número de plantas en el cultivo de la quinua en los tratamientos que recibieron el control con agentes biológicos y aquellos que no recibieron ningún tipo de tratamiento.
- Los agentes biológicos para el control de insectos requieren de condiciones especiales de humedad del suelo para que su acción sea eficiente y efectiva.
- Factores climáticos como la humedad relativa del aire favorecen la acción de los agentes de control biológico de insectos del suelo.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar otras investigaciones en las que se trabaje con dosis de aplicación de los agentes de control biológico de insectos.
- Para la aplicación de productos de naturaleza biológica como los entomopatógenos se recomienda utilizar equipos nuevos o que no hayan sido utilizados para otro fin, ya que los residuos de productos fitosanitarios pueden reducir o incluso eliminar la eficacia de los microorganismos.
- Realizar aplicaciones de los productos en horas de la mañana o muy entrada la tarde, cuando la temperatura es baja, en suelo húmedo y con una buena calibración de las boquillas para dispersar de forma adecuada los microorganismos en el cultivo.



Asistente de investigación dispersando los microorganismos en el cultivo.

Referencias Bibliográficas

- Ortiz R. (et al) Plagas y enfermedades. Quinua. Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO, Santiago de Chile, 2001.
- Coila J. (Et al) Aspectos económicos de la producción de Quinua. Quinua. Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro. FAO, Santiago de Chile, 2001.
- Agrios G. Plant Pathology 5th Edition. Elsevier Academic Press, San Diego California, 2005.
- Nieto C. y Vimos, C. La Quinua, Cosecha y Pos cosecha, algunas experiencias en Ecuador. INIAP, 1992. 42 p.
- Wahli C. Quinua. Hacia su cultivo comercial. Quito, Imprenta Mariscal, 1990. 206 pps.
- Calderón J. y Ochoa, M. Estudio de pre factibilidad para la exportación de quinua del cantón Otavalo al mercado internacional. Tesis (Licenciatura en Comercio Internacional). Ibarra, PUCE-SI, 2003, 100 p.
- Rogg H. Manual de Entomología Agrícola del Ecuador. Quito, Ediciones Abya Yala, 2000, pp 71 – 95.
- Eguez T. y Castro F. Manual Básico de Entomología. Conocimiento de los principales órdenes y familias. Quito, Komunicarte, 1999. 82 p.

Agradecimientos

Los investigadores agradecen a:

- A la Asociación Agroartesanal de Caficultores “Río Intag” por la donación de los microorganismos para la investigación.
- A la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la PUCE-SI por haber facilitado la granja experimental y todos los implementos.
- A la Unión y Cooperación de los Pueblos. UCODEP. Por haber donado la semilla de Quinua.