Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Xochimilco

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Licenciatura en Agronomía

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

Control orgánico de gusano cogollero mediante el uso Beauveria bassiana en cultivo de amaranto en la región de Tecomavaca, Oaxaca

Prestador de servicio social:

Luis Enrique Márquez González

Matrícula: 2193068934

Asesores:

Interno: Dr. Cristian Alejandro Reyna Ramírez

Núm. Económico: 44066

Lugar de realización: Alternativas y procesos de participación social A.C. en municipio o localidad de Tecomavaca.

Fecha de inicio y término:

Del 02 de agosto del 2024 al 02 de febrero del 2025.

I. Introducción

El amaranto (*Amaranthus spp*) es un cultivo que posee más de 4000 años de historia en México, con un alto valor nutritivo tanto en cantidad como en calidad de proteína, incluso más que otros cereales convencionales como el trigo, el arroz, la avena y el maíz (SEMARNAT, 2018). El amaranto contiene altos niveles de lisina, un aminoácido esencial, generalmente deficiente en otros cereales, lo que lo convierte en un cultivo de nicho importante en el mercado (Smith, 2021).

La protección de los cultivos de amaranto es crucial para garantizar un suministro constante de este alimento altamente nutritivo; contiene más proteínas que el maíz y el arroz, y un 80% más que el trigo; las vitaminas A, B, C, B1, B2 y B3; ácido fólico, calcio, hierro y fósforo, y es una rica fuente de aminoácidos como la lisina, es así uno de los alimentos más completos. (SEMARNAT, 2018).

En la región de Tecomavaca se encuentra una enorme diversidad agrícola y una fuerte presencia de cultivos importantes como el amaranto. Este cultivo, conocido por su valor nutricional y potencial económico (SEMARNAT,2018), enfrenta serios desafíos debido a la infestación del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), este insecto, considerado como plaga, tiene la capacidad de causar daños significativos en los cultivos, reduciendo la calidad y cantidad de la producción de amaranto (SENASICA, 2021).

El gusano cogollero es una plaga devastadora que afecta tanto a la etapa vegetativa como a la de floración de diversos cultivos (USDA, 2018). Los síntomas y señales del gusano cogollero varían según el cultivo; pueden provocar una defoliación extensa, una reducción del rendimiento de grano y un deterioro de la calidad del cultivo (Lezaun, 2016). Esto no solo afecta la viabilidad económica de los agricultores, sino que también impacta la seguridad alimentaria local y regional. (SENASICA, 2021). De acuerdo con la SENASICA (2021), el gusano cogollero puede causar pérdidas del 10% al 100% en los cultivos que ataca, lo que lo convierte en una plaga de importancia económica.

Aunque el control químico a base de pesticidas resulta efectivo a corto plazo, presenta una serie de desventajas, como el desarrollo de resistencia, el impacto ambiental y el riesgo para la salud. El desarrollo de resistencia se debe al abuso de pesticidas y ha llevado a la aparición de resistencia en las poblaciones de insectos considerados plaga, lo que disminuye la eficacia de estos productos, requiriendo dosis cada vez mayores y, como consecuencia, incrementando los costos y los riesgos ambientales. “La resistencia puede considerarse un proceso inevitable debido a la presión de selección continua que se ejerce con las aplicaciones de insecticidas” (Baddi y Garza-Almanza, 2015).

El impacto ambiental, que generan los pesticidas puede llegar a contaminar el suelo y los recursos hídricos, afectando a otros organismos además de los insectos plaga, incluyendo insectos benéficos, aves, otros animales e incluso la salud humana. (Baddi y Garza-Almanza, 2015).

El riesgo para la salud se debe a la exposición a pesticidas y está asociado con diversos problemas de salud en los trabajadores agrícolas y en las comunidades locales, incluidos enfermedades respiratorias y cáncer, entre otros efectos agudos o crónicos (RAPAM, 2014).

En este contexto, es crucial explorar y adoptar métodos alternativos de control de plagas sostenibles y ecológicamente responsables. *Beauveria bassiana*, un hongo entomopatógeno, se presenta como una solución viable y prometedora. Este hongo infecta y mata a una variedad de insectos plaga, incluyendo el gusano cogollero, mediante un proceso natural de infección que no afecta a los humanos ni al medio ambiente.

El uso de *Beauveria bassiana*, contribuye a prácticas agrícolas más sostenibles. Esto minimiza el riesgo de daños colaterales a otras especies y reduce la necesidad de productos químicos (SAGAR, 1999). Al controlar el gusano cogollero, se asegura una producción más estable y de mejor calidad, lo que beneficia a las comunidades que dependen de este cultivo para su alimentación diaria.

II. Objetivos

Objetivo General

Evaluar la aplicación de Beauveria bassiana en cultivos de amaranto para el control eficaz del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la región de Tecomavaca, con el fin de promover prácticas agrícolas sostenibles que impacten en mejorar la productividad y la calidad del cultivo.

Objetivos Particulares

- Monitorear la reducción del daño causado por la plaga y su impacto en el rendimiento del cultivo.
- Determinar la eficacia de *Beauveria bassiana* para reducir la población del gusano cogollero en cultivos de amaranto.
- Analizar el impacto del uso de *Beauveria bassiana* en la calidad de la cosecha de amaranto.

III. Metodología

Zona de estudio

Este servicio se realizó en el municipio o localidad de Tecomavaca, en el estado de Oaxaca, en una parcela de amaranto de 0.75 hectáreas (Figura 1).



Figura 1. Área de estudio, parcela de amaranto

I) Monitoreo: Muestreo de gusano cogollero

De acuerdo con SENASICA (2021), el monitoreo del gusano cogollero se realiza mediante muestreo desde la emergencia de las plantas, a fin de detectar las primeras masas de huevos o la presencia de larvas de los primeros ínstares; dichos muestreos deben realizarse dos veces por semana y continuar al menos hasta los 50 días después de la emergencia.

Para evaluar el nivel de infestación de gusano cogollero en una parcela de amaranto, se implementó un procedimiento de muestreo sistemático que permitiera cuantificar la incidencia y la severidad del daño ocasionado por la plaga. El objetivo del muestreo fue determinar el porcentaje de plantas afectadas y establecer si el nivel de infestación superaba el umbral económico de acción. El área de estudio se recorrió siguiendo un patrón en "zig-zag", lo que garantizó la representatividad del cultivo. Para asegurar un muestreo proporcional, la parcela se dividió en tres subparcelas de 0,25 hectáreas cada una. En cada subparcela se revisaron 25 plantas, lo que sumó un total de 75 evaluadas en toda la superficie.

Para sistematizar los datos, en cada planta observada se anotó la presencia o ausencia de gusano. Posteriormente, se calculó el porcentaje de infestación mediante la fórmula:

$$Infestación\ (\%) = \frac{\text{Número de plantas con presencia o daño de gusano}}{\text{Número total de plantas revisadas}} \times 100$$

En cada planta seleccionada se inspeccionaron principalmente el cogollo y las hojas jóvenes, observando la presencia de larvas vivas, excretas características del gusano (polvo o aserrín de color oscuro), así como el nivel de daño en el tejido foliar. Se registró, además, el estadio de desarrollo de las larvas (pequeñas, medianas o grandes).

II) Preparación y Aplicación de *Beauveria Bassiana*

Se preparó la mezcla para la parcela; se ajustará la dosis proporcionalmente, utilizando entre 450 y 900 g de producto Biohammer M disueltos en 60 a 150 litros de agua, respectivamente. Se aplicó directamente sobre la planta, de manera uniforme, en las áreas afectadas durante las mañanas, para evitar la rápida evaporación y maximizar el tiempo de contacto del hongo con el insecto (AgriBest, 2024).

III) Análisis del impacto

Se aplicó cada 7 días y se evaluó el progreso en cada intervalo para asegurar la eficacia del tratamiento. Después de cada aplicación, se monitorearán las parcelas para observar la disminución de la población del gusano cogollero, si se observa una disminución, se reducirá la frecuencia de la aplicación (AgriBest, 2024). Se revisarán las inflorescencias de la planta del amaranto para garantizar una buena calidad en la semilla, así como verificar la sanidad de esta frente a plagas y enfermedades.

IV. Actividades realizadas

Mes	Actividad	Descripción
1	Diagnóstico inicial y primera aplicación	Evaluación del nivel de infestación del gusano cogollero. Aplicación de Beauveria bassiana.
2	Monitoreo de impacto inicial y ajustes	Monitoreo del impacto de la primera aplicación. Aplicación de Beauveria bassiana en zonas críticas, si es necesario. Recolección de datos
3	Análisis preliminar y control integrado	Implementación de medidas culturales/mecánicas complementarias (eliminación manual de larvas, limpieza de residuos vegetales). Aplicación de Beauveria bassiana en caso de reinfestación.
4	Seguimiento y consolidación de resultados	Monitoreo continuo de las parcelas tratadas. Evaluación del estado general del cultivo (crecimiento, sanidad). Aplicaciones correctivas en caso de observar nuevas infestaciones.
5	Evaluación final y preparación de resultados	Análisis final de datos: comparación entre áreas tratadas y no tratadas. Aplicación de Beauveria bassiana Evaluación de indicadores clave: reducción de plagas, rendimiento del cultivo.
6	Divulgación de resultados y cierre del proyecto	Resultados generales del control biológico.

V. Objetivos y metas alcanzados

Objetivo especifico	Meta alcanzada
Monitorear la reducción en el daño causado por la plaga y su impacto en el rendimiento del cultivo.	Se redujo considerablemente la presencia de gusano cogollero el cultivo permitiendo un aumento en su rendimiento.
Determinar la efectividad del Beauveria bassiana en la reducción de la población del gusano cogollero en cultivos de amaranto.	Se estima que la Beaiveria bassiana redujo la infestación de gusano cogollero de 46.7% a casi 1%.
Analizar el impacto del uso de Beauveria bassiana en la calidad de la cosecha de amaranto.	Se observo un impacto mayormente positivo sobre la planta de amaranto mostrando mayor tamaño y porte, así como también mejorando su color (figura 8).

VI. Resultados y conclusiones

El análisis de la información indicó un total de 35 plantas infestadas de 75 evaluadas, lo que representó un 46.7 % de infestación inicial. Este resultado evidenció un nivel alto de presencia de la plaga, superando el umbral económico de acción y justificando la implementación inmediata de medidas de control biológico. (Cuadro 1) (Figura 2, 3 y 4).

Cuadro 1. Muestreo de gusano cogollero

Subparcela	Plantas revisadas	Plantas con gusano	% de infestación	Observaciones generales
1 (Zona alta)	25	10	40.0 %	Daño leve a moderado en cogollo; larvas pequeñas.
2 (Zona media)	25	13	52.0 %	Presencia de excretas; larvas medianas activas.
3 (Zona baja)	25	12	48.0 %	Daño en hojas jóvenes y cogollos tiernos.
Total	**75**	**35**	**46.7 %**	Nivel de infestación alto; se recomienda control biológico.

Las primeras evidencias de infección, la reducción de la movilidad de las larvas y el menor daño en los brotes se observaron entre el tercer y el quinto día tras la primera aplicación. A los 10 días, se registró una reducción estimada superior al 80 % de la población inicial, principalmente en larvas de estados tempranos y medianos. La segunda y la tercera aplicación reforzaron el control, afectando a las larvas rezagadas y a posibles reinfestaciones (Figura 5 y 6).

Bajo las condiciones ambientales típicas de la región de Tecomavaca (temperaturas de 22 a 30 °C y humedad relativa moderada), el hongo mantuvo una buena persistencia sobre el follaje, lo que permitió un efecto residual significativo (Figura 9). A partir de la tercera semana (día 21), la infestación se redujo a niveles no económicos de daño, y para el día 25 ya no se observaron larvas activas en campo (Figura 7).

En total, el periodo de erradicación práctica de la plaga fue de 20 a 25 días, con cuatro aplicaciones semanales de *Beauveria bassiana*. Este esquema de manejo biológico permitió controlar eficazmente la plaga sin recurrir a insecticidas químicos, preservando la fauna benéfica y reduciendo los riesgos ambientales (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resumen de la evolución de la infestación

Días después de la primera aplicación	Infestación estimada (%)	Observaciones principales
0 (inicio)	46.7	Alta presencia de larvas medianas y daños en cogollo
5	28.0	Larvas debilitadas, menor daño visible
10	18.5	Alta mortalidad larval, daños nuevos mínimos
20	5.0	Plaga bajo control
25	0.0–1.0	Erradicación práctica de la plaga

El control oportuno y sostenido de la plaga del gusano cogollero mediante la aplicación de *Beauveria bassiana* tuvo un impacto positivo directo en el desarrollo de las inflorescencias y en la calidad de las semillas de amaranto. Al reducir significativamente el daño en las hojas jóvenes y en el cogollo, las plantas mantuvieron un área foliar activa mayor y una estructura fisiológica más saludable durante las etapas críticas de floración y de llenado de grano. Esto se tradujo en inflorescencias completas, compactas y bien formadas, con una mayor densidad de flores funcionales y una mejor distribución de los granos. Asimismo, al minimizarse el estrés causado por la plaga, el llenado de grano resultó más eficiente, lo que se tradujo en semillas con mayor peso, mayor uniformidad y menor porcentaje de impurezas o de daños mecánicos (Figura 8).

VII. Recomendaciones

Para asegurar la eficacia del control biológico del gusano cogollero en cultivos de amaranto mediante *Beauveria bassiana*, es fundamental implementar un manejo integral que combine monitoreo oportuno, aplicaciones precisas y buenas prácticas agrícolas. Se recomienda realizar muestreos semanales desde las etapas tempranas del cultivo con el fin de detectar oportunamente la presencia de larvas jóvenes, ya que en esta fase son más susceptibles a la acción del hongo. La aplicación debe efectuarse en cuanto se identifique un nivel de infestación moderado, preferentemente inferior al 25 %, para evitar daños severos en el cogollo y mantener la eficacia del tratamiento. Es indispensable asegurar una cobertura uniforme de las plantas y concentrar la aplicación en las zonas con mayor densidad de larvas, especialmente en cogollos y hojas nuevas. Para maximizar la persistencia y la efectividad del hongo, las aplicaciones deben realizarse en las primeras horas de la mañana, cuando la radiación solar es baja y la humedad favorece la germinación de las esporas, evitando, además, las lluvias en las 24 horas posteriores. Mantener una frecuencia de aplicación semanal permite reforzar la presencia del hongo en el campo y prevenir reinfestaciones. Asimismo, se recomienda complementar este manejo con prácticas agroecológicas, como la conservación de enemigos naturales, el mantenimiento de bordes vegetales y la reducción del uso de insecticidas de amplio espectro, que pueden interferir

con la acción del biocontrolador. Finalmente, es aconsejable realizar evaluaciones posteriores a cada ciclo de aplicación para ajustar la dosis y la frecuencia según la densidad de la plaga y conservar las semillas obtenidas de plantas tratadas, ya que estas presentan mejores características físicas y fisiológicas, ideales para su uso como semilla certificada o para nuevas siembras.

VIII. Bibliografia

SEMARNAT (31 de octubre de 2018). *Amaranto, planta de profunda y profusa raíz en México.* https://www.gob.mx/semarnat/articulos/amaranto-planta-de-profunda-y-profusa-raiz-en-mexico

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (febrero, 2021). *Ficha Técnica: Gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).* https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635234/Gusano_cogollero_en_ma_z_y_arroz.pdf

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (junio, 2018). *Gusano cogollero (Helicoverpa armigera).* https://www.aphis.usda.gov/sites/default/files/alert-old-world-bollworm-sp.pdf

Lezaun Jorgelina (2016). Una plaga de alto impacto Oruga militar o Gusano cogollero un problema para los cultivos de maíz y sorgo. https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero

Badii, M. H., & Garza-Almanza, V. (2015). Resistencia en Insectos, Plantas y Microorganismos. *Cultura Científica Y Tecnológica*, (18). Recuperado a partir de https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/460

Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en México (2014). Los plaguicidas altamente peligrosos y la necesidad de su prohibición. https://conahcyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/compilados/pap/Doc_Recopi/16FOLLETO-HHP-mini-REV3-1.pdf

SAGAR (1999). Uso de Beauveria bassiana como insecticida microbial. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/172882/Ficha_CB_03_Beauveria_bassiana.pdf

AgriBest (2024). Biohammer M (FT-2024) https://agribestmx.com/biohammer-m-bioinsecticida-organico/

IX. Anexo



Figura 2: Daño de gusano cogollero



Figura 3: Daño de gusano cogollero



Figura 4: Presencia de gusano cogollero



Figura 5: Aplicación de Beauveria bassiana



Figura 6: Aplicación de Beauveria bassiana



Figura 7: Planta de amaranto



Figura 8: Parcela de amaranto



Figura 9: Gusano con Beauveria