

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

“EFECTO DE *Beauveria bassiana* Y EXTRACTO BIOLÓGICO DE AJÍ Y AJO, EN EL CONTROL DE LA MOSCA DE LA MAZORCA *Euxesta* spp. EN MAÍZ MORADO INIA 601, EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, REGIÓN CAJAMARCA”

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por la Bachiller:

LESLIE JENNIFER TANTALEÁN CUEVA

Asesores:

Ing. Alonso Vela Ahumada

Ing. M. Sc. Alicia Elizabeth Medina Hoyos

Ing. M. Sc. Ronald Leonardo Llique Morales

CAJAMARCA – PERÚ

-2026-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

Investigador: Leslie Jennifer Tantaleán Cueva

1. DNI: 70671117

Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía

2. Asesor: Ing. Alonso Vela Ahumada.

3. Facultad/Unidad UNC: Ciencias Agrarias

4. Grado académico o título profesional:

☐ Bachiller

☒ Título profesional

☐ Segunda especialidad

☐ Maestro

☐ Doctor

5. Tipo de Investigación:

☒ Tesis

☐ Trabajo de investigación

☐ Trabajo de suficiencia

profesional

☐ Trabajo académico

6. Título de Trabajo de Investigación: "EFECTO DE *Beauveria bassiana* Y EXTRACTO BIOLÓGICO DE AJÍ Y AJO, EN EL CONTROL DE LA MOSCA DE LA MAZORCA *Euxesta* spp. EN MAÍZ MORADO INIA 601, EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, REGIÓN CAJAMARCA"

7. Fecha de evaluación: 10/02/2026

8. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

9. Porcentaje de Informe de Similitud: 7%

10. Código Documento: oid: 3117:555518214

11. Resultado de la Evaluación de Similitud: 7%

☒ APROBADO

☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O
DESAPROBADO

Fecha Emisión: 17/02/2026

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>	
  Ing. Alonso Vela Ahumada 26604965	

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintisiete días del mes de enero del año dos mil veintiséis, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 040-2026-FCA-UNC, de fecha 12 de enero del 2026**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"EFECTO DE *Beauveria bassiana* Y EXTRACTO BIOLÓGICO DE AJÍ Y AJO, EN EL CONTROL DE LA MOSCA DE LA MAZORCA *Euxesta* spp. EN MAÍZ MORADO INIA 601, EN EL DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, REGIÓN CAJAMARCA"**, realizada por la Bachiller **LESLIE JENNIFER TANTALEÁN CUEVA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diecisiete horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las dieciocho horas y cero minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
PRESIDENTE

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Ing. Alonso Vela Ahumada
ASESOR

Ing. M. Sc. Alicia Elizabeth Medina Hoyos
ASESORA

Ing. M. Sc. Ronald Leonardo Llique Morales
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Amparo Cueva y Segundo Tantaleán, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Brayan y Mauricio Tantaleán Cueva, por ser parte esencial de este camino.

A Brayan, por su fortaleza, por enseñarme con su ejemplo a mantenerme firme y superar los miedos; siempre me inspira a seguir adelante.

A Mauricio, por su compañía, apoyo y palabras de aliento, recordándome en cada momento que ya faltaba poco para cumplir una de mi metas.

A mis abuelitos, Aurora Vigo y Segundo Cueva, que siempre me tienen presente en sus oraciones y me llenan de fortaleza con sus buenos deseos.

A mis padrinos Fabricina Vigo y Eusebio Sánchez, por su cariño, confianza y por acompañarme siempre con sus oraciones.

Y a todas las personas que creyeron en mí y me motivaron a continuar en este camino.

No fue fácil pero lo logré.

El autor.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme fortaleza, valentía y perseverancia para culminar esta meta tan importante en vida.

A mis docentes y compañeros de la Escuela Profesional de Agronomía, por brindarme la formación académica y por el apoyo en el proceso de aprendizaje para desarrollar este trabajo. De manera especial, agradezco a mis asesores, al Ing. Alonso Vela Ahumada por su disposición y respaldo brindado en el trabajo de investigación.

Asimismo a la Ing. M. Sc. Alicia Elizabeth Medina Hoyos, por su orientación, paciencia y apoyo, así como por brindarme la oportunidad de conocer y participar en actividades relacionadas con el manejo agronómico del maíz morado INIA 601. De igual manera, al Ing. M. Sc. Ronald Leonardo Llique Morales, por su disposición y apoyo durante la realización de esta investigación.

A mis padres, por ser mi pilar fundamental, por su amor y por enseñarme a no rendirme cuando algo sale mal, a tener carácter para afrontar las dificultades con fe y perseverancia.

A mi hermano Mauricio, por su apoyo y compañía en mis momentos de crisis y cansancio.

A mi colega y hermano Brayan, por su valiosa ayuda, guía, paciencia y compañía durante el desarrollo de este trabajo, tanto en campo como en gabinete.

Y con especial gratitud, a J.A., una persona que, aún en la distancia me animó a no rendirme, a continuar con mi tesis y recordar que los sueños se logran con esfuerzo y perseverancia.

El autor.

RESUMEN

¿Cuál es la efectividad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y de un extracto biológico a base de ají (*Capsicum* spp.) y ajo (*Allium sativum*) en el control de *Euxesta* spp. y en el rendimiento del cultivo de maíz morado INIA 601 en condiciones de campo en la región de Cajamarca? El objetivo fue evaluar la eficacia de ambos tratamientos biológicos sobre la población de la plaga y su influencia en el rendimiento del cultivo. La metodología se desarrolló durante la campaña agrícola 2024–2025, bajo un diseño completamente al azar, con tres tratamientos, cinco repeticiones y diez aplicaciones, evaluándose adultos vivos y muertos, mortalidad, daño en mazorcas y rendimiento. Los resultados indicaron que *Beauveria bassiana* generó mortalidad constante de adultos, mientras que el extracto biológico mostró un efecto repelente, reduciendo la presencia de la plaga y el daño severo en las mazorcas; el rendimiento del cultivo se mantuvo dentro de rangos comparables entre tratamientos. Se concluye que ambos productos biológicos pueden incorporarse como alternativas viables dentro del manejo integrado de plagas del maíz morado INIA 601, contribuyendo a la reducción del uso de insecticidas químicos sin afectar la productividad del cultivo.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, extracto biológico, *Euxesta* spp., maíz morado INIA 601, pudrición de mazorcas.

ABSTRACT

What is the effectiveness of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* and a biological extract based on chili pepper (*Capsicum* spp.) and garlic (*Allium sativum*) in controlling *Euxesta* spp. and improving the yield of INIA 601 purple corn under field conditions in the Cajamarca region? The objective was to evaluate the efficacy of both biological treatments on the pest population and their influence on crop yield. The methodology was developed during the 2024–2025 growing season, using a completely randomized design with three treatments, five replicates, and ten applications. Live and dead adults, mortality, ear damage, and yield were evaluated. The results indicated that *Beauveria bassiana* caused consistent adult mortality, while the biological extract showed a repellent effect, reducing the pest population and severe ear damage. Crop yield remained within comparable ranges between treatments. It is concluded that both biological products can be incorporated as viable alternatives within the integrated pest management of INIA 601 purple corn, contributing to the reduction of the use of chemical insecticides without affecting the productivity of the crop.

Keywords: *Beauveria bassiana*, biological extract, *Euxesta* spp., purple corn INIA 601, ear rot.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Antecedentes de la investigación.....	5
2.2 Bases teóricas.....	7
2.2.1 Cultivo de maíz.....	7
2.2.1.1 Taxonomía	7
2.2.1.2 Descripción botánica.....	7

2.2.1.2.1 Raíces.....	7
2.2.1.2.2 Tallo	7
2.2.1.2.3 Hojas.....	8
2.2.1.2.4 Inflorescencia.....	8
2.2.1.2.5 Grano.....	9
2.2.2 Maíz morado variedad INIA 601	9
2.2.3 Mosca de la mazorca (<i>Euxesta</i> spp.).....	10
2.2.3.1 Taxonomía.....	10
2.2.3.2 Morfología.....	10
2.2.3.2.1 Huevos.....	10
2.2.3.2.2 Larvas.....	11
2.2.3.2.3 Pupa.....	11
2.2.3.2.4 Adulto.....	11
2.2.3.3 Daño en maíz morado INIA 601	11
2.2.4 Teoría del control biológico de plagas.....	12
2.2.5 Teoría de los hongos entomopatógenos	123
2.2.5.1 <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.....	14
2.2.5.1.1 Taxonomía.....	14
2.2.5.1.2 Características.....	14
2.2.6 Extracto biológico de ají (<i>Capsicum</i> spp.) y de ajo (<i>Allium sativum</i>).....	15
2.2.7 Teoría de los metabolitos secundarios de las plantas.....	15
2.2.8 Teoría del manejo integrado de plagas.....	16
2.2.9 Teoría de la interacción insecto - planta.....	17
2.2.10 Teoría de la seguridad alimentaria.....	18
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	19

3.1 Ubicación.....	19
3.2 Materiales.....	21
3.2.1 Material biológico.....	21
3.2.2 Material de campo.....	21
3.2.3 Insumos.....	21
3.2.4 Equipos y material de laboratorio.....	22
3.3 Metodología.....	22
3.3.1 Diseño de investigación.....	22
3.3.2 Trabajo de campo.....	24
3.3.2.1 Aplicación y preparación de tratamientos.....	25
3.3.2.1.1 Preparación de <i>Beauveria bassiana</i>	25
3.3.2.1.2 Preparación de extracto biológico de ají y ajo.....	26
3.3.3 Trabajo de gabinete	26
3.3.4 Variables evaluadas.....	26
3.3.4.2 Cálculo de variables.....	26
Mortalidad.....	26
Pudrición.....	27
Rendimiento.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	29
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1 Conclusiones.....	49
5.2 Recomendaciones	49
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos aplicados en la investigación.....	22
Tabla 2. Análisis de varianza (ANOVA) para adultos vivos de <i>Euxesta</i> spp., en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025.....	27
Tabla 3. Prueba de significancia mediante Tukey para adultos vivos de <i>Euxesta</i> spp., en maíz morado INIA 601, campaña 2024-2025.....	28
Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA) para adultos muertos de <i>Euxesta</i> spp. en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025.....	30
Tabla 5. Prueba de significancia mediante Tukey para adultos muertos de <i>Euxesta</i> spp., en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025.....	31
Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA) para mortalidad de <i>Euxesta</i> spp. en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025.....	33
Tabla 7. Prueba de significancia mediante Tukey para mortalidad de <i>Euxesta</i> spp. en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025	34
Tabla 8. Análisis de varianza (ANOVA) para pudrición de mazorcas de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025	37
Tabla 9. Prueba de significancia mediante Tukey en mazorcas de maíz morado INIA 601, con pudrición según tratamientos, campaña agrícola 2024-2025.....	38
Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) del número de mazorcas sanas en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025.....	40
Tabla 11. Prueba de significancia mediante Tukey , para mazorcas sanas en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025	41

Tabla 12. Análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento (t/ha) de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025	43
--	----

Tabla 13. Prueba de significancia mediante Tukey para el rendimiento (t/ha) de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025.....	44
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área experimental en el distrito de Baños del Inca	20
Figura 2. Distribución de tratamientos con el diseño completamente al azar	23
Figura 3. Promedio de adultos vivos de <i>Euxesta</i> spp. en maíz morado INIA 601 según tratamientos.....	31
Figura 4. Promedio de adultos muertos de <i>Euxesta</i> spp. en maíz morado INIA 601 según tratamientos.....	34
Figura 5. Porcentaje de mortalidad de <i>Euxesta</i> spp. después de 10 aplicaciones.....	37
Figura 6. Promedios de pudrición (%) en mazorcas de maíz morado INIA 601.....	41
Figura 7. Promedio de mazorcas sanas en maíz morado INIA 601.....	44
Figura 8. Rendimiento (t/ha) de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025.....	47

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.1 Preparación del hongo entomopatógeno <i>Beauveria bassiana</i>	60
Anexo A.2 Preparación del extracto biológico de ají y ajo	61
Anexo A.3 Aplicación de tratamientos de <i>Beauveria bassiana</i> y extracto biológico a plantas de maíz morado INIA 601.....	61
Anexo A.4 Evaluaciones de la presencia de <i>Euxesta</i> spp. en mazorcas de maíz morado INIA 601	62
Anexo A.5 Evaluaciones de daños ocasionados por larvas de <i>Euxesta</i> spp. en mazorcas de maíz morado INIA 601.....	63
Anexo B.1 Peso de mazorcas cosechadas de maíz morado INIA 601.....	64
Anexo B.2 Clasificación de mazorcas de maíz morado INIA 601 según el grado de pudrición, en el testigo y tratamientos.....	65
Anexo C.1 Estados de desarrollo de <i>Euxesta</i> spp. vista en microscopio.....	66
Anexo D.1 Tabla 14. Conteo de adultos vivos de <i>Euxesta</i> spp. en maíz morado INIA 601, campaña 2024-2025.....	67
Anexo D.2 Tabla 15. Conteo de adultos muertos de <i>Euxesta</i> spp. en maíz morado INIA 601, campaña 2024-2025.....	68
Anexo D.3 Tabla 16. Medias de adultos muertos de <i>Euxesta</i> spp. mediante la prueba de Tukey.....	69
Anexo D.4 Tabla 17. Medias de mortalidad de <i>Euxesta</i> spp. mediante la prueba de Tukey.....	69
Anexo D.5 Tabla 18. Número de mazorcas según el grado de pudrición en cada tratamiento y por repetición, en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025.....	70
Anexo D.6 Tabla 19. Datos obtenidos en campo después de la cosecha de maíz morado INIA 601, campaña 2024-2025.....	71

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.), originario de zonas Alto Andinas y Centro América, es el cultivo que presenta mayor diversidad de texturas, especialmente en su forma nativa. Constituye parte de los productos más importantes en la dieta alimentaria nacional y de mayor arraigo en la cultura productiva de la población rural de los andes peruanos (Huamanchumo 2013).

Durante la campaña agrícola 2020 - 2021, en el Perú se registró 3 832 hectáreas cultivadas de maíz morado, de las cuales 720 hectáreas correspondieron a la región Cajamarca, ubicándose entre las regiones con mayor área sembrada, después de Lima con 1 033 hectáreas y Ayacucho con 874 hectáreas (MIDAGRI, 2022).

La variedad INIA 601, es un maíz morado mejorado, caracterizado por su alto contenido de antocianinas, pigmentos responsables del color morado característico, presentes no solo en el grano, sino también en la tusa o coronta (6.38%) y en la panca o bráctea (2.93%) (Piña, 2018). Esta variedad está teniendo un importante crecimiento en algunas zonas del Perú, especialmente en la ciudad de Cajamarca, donde algunos emprendedores aprovechan el pigmento extraído de la coronta y la bráctea, para incorporarla en preparaciones de platos típicos, bebidas refrescantes, licores, productos lácteos, harinas, así como en postres dulces y salados (Medina,2024).

Según el MIDAGRI (2022), en la región Cajamarca, el cultivo de maíz morado es atacado por diversos insectos plaga, entre los cuales se encuentran especies pertenecientes a la Familia *Scarabaeidae*, el perforador de plantas tiernas (*Elasmopalpus lignosellus*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), gusano mazorquero (*Helicoverpa zea*), y la mosca de la mazorca (*Euxesta* spp.).

Esta última constituye una de las plagas de mayor relevancia, ya que sus larvas ocasionan daños directos en la mazorca, afectando la calidad comercial del grano y la coronta,

reduciendo el rendimiento y generando pérdidas económicas significativas a los productores. Tradicionalmente el control de plagas se realiza con el uso de productos químicos; sin embargo, para el caso específico de *Euxesta* spp., no existen insecticidas registrados ante SENASA (SIGIA, 2025).

En este contexto, la presente investigación adquiere relevancia científica, técnica y productiva, debido a que genera información local sobre alternativas de manejo biológico frente a *Euxesta* spp., una plaga de importancia creciente en el cultivo de maíz morado INIA 601 en la región Cajamarca. Asimismo, el estudio contribuye a generar más información sobre el uso de agentes biológicos en condiciones de campo, considerando la ausencia de insecticidas registrados para el control de esta plaga. Los resultados obtenidos permitirán orientar técnicas para el manejo integrado de plagas, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles, seguras para la salud humana y compatibles con la conservación del ambiente.

En ese sentido, en la presente investigación se evaluó un control con agentes biológicos; específicamente un hongo entomopatógeno (*Beauveria bassiana*) y un producto biológico comercial elaborado a base de extracto de ají (*Capsicum* spp.) y de ajo (*Allium sativum* L.). con la finalidad de ofrecer alternativas de manejo ecológico, que contribuyan a la reducción del daño causado por *Euxesta* spp. y a la implementación de prácticas de manejo más sostenible en el cultivo de maíz morado INIA 601.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El maíz morado variedad INIA 601 es un cultivo de importancia económica y productiva en la región de Cajamarca; sin embargo, su rendimiento y calidad comercial se ven afectados por la presencia de *Euxesta* spp., plaga que ataca principalmente la mazorca durante el periodo de floración y llenado de grano. Las larvas de este insecto ocasionan daños directos en los estigmas, el grano y la coronta, generando pudrición de la mazorca, disminución del rendimiento y rechazo del producto en el mercado. A pesar de la relevancia del problema, el control de *Euxesta* spp. presenta limitaciones técnicas, ya que no existen insecticidas registrados por SENASA para su manejo, y el uso de productos químicos de amplio espectro pueden generar riesgos para la salud humana, el ambiente y la biodiversidad del agroecosistema. Asimismo, existe escasa información local sobre la eficacia de agentes biológicos en el control de esta plaga en condiciones de campo, específicamente en el cultivo de maíz morado INIA 601. Esta situación evidencia la necesidad de generar información científica que permite evaluar alternativas de control biológico que contribuyan a reducir el impacto de *Euxesta* spp. sobre el cultivo, sin comprometer el rendimiento ni la sostenibilidad del sistema productivo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la efectividad del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* y de un extracto biológico a base de ají (*Capsicum* spp.) y ajo (*Allium sativum*) en el control de *Euxesta* spp. y en el rendimiento del cultivo de maíz morado INIA 601 en condiciones de campo en la región de Cajamarca?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de *Beauveria bassiana* y un producto biológico a base de extracto de ají y ajo, para el control de *Euxesta* spp., en el rendimiento de maíz morado INIA 601, en el distrito de Baños del Inca.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de *Beauveria bassiana* en la reducción poblacional de *Euxesta* spp. en el cultivo de maíz morado INIA 601.

Determinar la eficacia de extracto biológico en la reducción poblacional de *Euxesta* spp. en el cultivo de maíz morado INIA 601.

Comparar el daño causado por *Euxesta* spp., en mazorcas de maíz morado INIA 601, entre los tratamientos con *Beauveria bassiana* y con el extracto biológico.

Comparar el rendimiento del cultivo de maíz morado INIA 601, entre los tratamientos con *Beauveria bassiana*, con el extracto biológico y el testigo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de la investigación

Sánchez (2023), utilizó un método natural de aplicación con aceite vegetal para el control de gusanos de la mazorca *Helicoverpa zea* y *Euxesta eluta*, con un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial ($2 \times 3 + 1$) con tres repeticiones. Se realizaron dos formas y tres tiempos de aplicación en los 6 tratamientos. En la primera forma de aplicación con la ayuda de un gotero se puso de 4 a 6 gotas de aceite vegetal en la punta de la mazorca, en el lugar de salida de los pelos del choclo (estigmas), al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina. En la segunda forma de aplicación se empapó una torunda de algodón con aceite vegetal y se esparcirá por los estigmas del choclo al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina y en el testigo se aplicó un insecticida químico Bacan (Acetamiprid), con una dosis de 100g/200 litros al inicio de la floración. Las variables analizadas fueron: número y peso total de mazorcas, número y peso de mazorcas sanas, número y peso de mazorcas dañadas, porcentaje de daño de la mazorca y rendimiento. En el número y peso total de mazorcas no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. En cuanto al número de mazorcas sanas se observó un efecto significativo en las fuentes de variación tratamientos, tiempos y la interacción formas/tiempos, dando mejores resultados con el tratamiento F1A3 (Aplicación de aceite vegetal con gotero al inicio, a los 8 y 16 días de la floración femenina). Para el peso de mazorcas sanas se evidencio diferencias significativas en los tiempos de aplicación, siendo la aplicación al inicio, 8 y 16 días después de la floración femenina (A3) la más adecuada. En el número de mazorcas dañadas se notó diferencias significativas con el tratamiento F1A3. En cuanto al peso de mazorcas dañadas hubo diferencias significativas en los tiempos de aplicación (A3). En el porcentaje de daño de la mazorca se observó un 15 % de daño con el tratamiento F1A3, reportando este el menor % de daño de todos los tratamientos incluido el

testigo. En cuanto al rendimiento no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, pero si numéricas, dando como resultado 5433 kg/ha con el tratamiento F1A3.

La finalidad de la investigación de Caiza (2022), fue determinar la mejor cepa de *Beauveria bassiana* y la mejor concentración para el control de la mosca de los estigmas en estado larval, bajo condiciones controladas. Planteando una alternativa de control para reducir pérdidas de producción en la etapa reproductiva (R3) lechoso (tierno). Las variables determinadas fueron porcentaje de mortalidad empleando *Beauveria bassiana* y porcentaje de granos dañados. El resultado para el porcentaje de mortalidad se calcula que el tratamiento tres (T3) que corresponde a la aplicación de *Beauveria bassiana* nativa sierra a una concentración de 109 esporas/ml alcanzó el 100% de mortalidad en comparación con el adicional que no registró larvas muertas. Con respecto a la variable porcentaje de granos dañados, se obtuvo que el tratamiento tres (T3) que corresponde a la aplicación de *Beauveria bassiana* nativa sierra a una concentración de 109 esporas/ml obtuvo un 2,28% de granos dañados en comparación con el adicional (T7) que obtuvo un 10,11% de granos dañados. Por lo tanto, se concluye que la mejor cepa fue *Beauveria bassiana* nativa sierra para el control de larvas de *Euxesta estigmatias*, además, se desarrolló que la mejor concentración fue 109 esporas/ml. Valera (2020) realizó estudios experimentales sobre el manejo de plagas mediante extractos biológicos, se ha demostrado que preparados vegetales pueden reducir significativamente las poblaciones de insectos plaga. En la investigación se utilizó extractos biocidas de albahaca y ají esto permitió disminuir la incidencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), un insecto fitógafo de importancia agrícola en sandía (*Citrullus lanatus*), sugiriendo que compuestos naturales presentes en estas plantas pueden interferir con la biología de las plagas y reducir su impacto en cultivos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cultivo de maíz

2.2.1.1 Taxonomía

Según Zúñiga, (1989) el maíz pertenece a:

Reino : Vegetal
 División : Angiospermae
 Clase : Monocotyledoneas
 Sub clase : Apelata
 Orden : Poales
 Familia : Poaceae
 Género : *Zea*
 Especie : *Zea mays* L.

2.2.1.2 Descripción botánica

2.2.1.2.1 Raíces

Las raíces son fasciculadas cuya función es fijar firmemente la planta al suelo. En ciertas ocasiones, algunas raíces secundarias o adventicias sobresalen de unos nudos cercanos al nivel del suelo (Guacho, 2017).

2.2.1.2.2 Tallo

El tallo es erecto formado por nudos, convirtiéndose en el eje central para sostener a la planta, donde las hojas están dispuestas alternamente. Su interior tiene una consistencia carnosa, filamentosa y con mucho contenido de agua (Méndez, 2016). En cada nudo del tallo, dispuesto de forma alterna, se encuentra una yema que solo llega a desarrollarse entre el sexto y octavo nudo para originar la espiga, considerada la única ramificación lateral de la planta. La presencia de esta yema está asociada a un surco longitudinal en el entrenudo, el cual es más notorio en los que corresponden a espigas formadas (Simón y Golik, 2018).

2.2.1.2.3 Hojas

Las hojas están dispuestas en posición alterna en el tallo en número de 20– 30 hojas, conformadas por una vaina, el cuello y el plano foliar, de estructura flexible, fuerte nervadura central con nervaduras paralelas. La superficie es áspera y pubescente, la vaina es una estructura de forma cilíndrica abierta hasta el terminal que recubre el tallo, el largo de la hoja a nivel intermedio que son de mayor longitud puede alcanzar 0,8 – 1,10 metros (Méndez, 2016).

2.2.1.2.4 Inflorescencia

El maíz es una planta monoica, con inflorescencia masculina y femenina. La inflorescencia masculina, es una espiga o panícula ubicada como terminaciones del tallo (ápice), conformada por 35 – 30 espiguillas que tienen 2 flores envueltas en dos hojas llamadas glumas, a su vez protegidas por las lemas. La flor está conformada por 2 folículos 3 estambres fértiles y 1 pistilo (Méndez, 2016). Los cuales liberarán una gran cantidad de granos de polen para asegurar la fecundación de los óvulos en el cultivo, llegando a producir de 10 hasta 25 millones de granos de polen (Avilla y et al., 2014).

La inflorescencia femenina o mazorca, es el término de una o más ramas laterales, las que usualmente nacen después de la mitad superior del tallo principal. Debido a la condensación de los nudos de estas ramas, las vainas que se originan en cada nudo están muy bien superpuestas y firmemente envueltas en torno a la mazorca, evitando la dispersión de los granos. Las vainas de varias capas de hojas, son las brácteas, de las cuales emergen en su parte terminal, los alargados estilos o pelos del elote (Fernández, 2010). Cuando la inflorescencia femenina se encuentra en floración, los estilos son de color claro o amarillo y sobresalen de las brácteas, iniciándose así el desarrollo del grano (Avilla y et al., 2014).

2.2.1.2.5 Grano

La cubierta de la semilla (fruto) se llama pericarpio, es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y en su interior se halla el endospermo con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula (Guacho, 2014). Generalmente una mazorca de maíz puede tener desde 300 hasta 1 000 semillas (Fernández, 2010).

Maíz morado variedad INIA 601

El maíz morado (*Zea mays* L.) es un cultivo de importancia económica, cultural y alimentaria en el Perú, especialmente en la región andina. Donde forma parte de la dieta tradicional y de sistemas productivos familiares. En los últimos años, este cultivo ha cobrado mayor relevancia debido al creciente interés por productos naturales con propiedades funcionales y alto valor agregado (Huamanchumo, 2013).

La variedad INIA 601 es un maíz morado mejorado que se caracteriza por su elevado contenido de antocianinas, pigmentos naturales responsables del color morado intenso, presentes no solo en el grano sino también en la coronta y bráctea, donde se han reportado valores aproximados de 6,38 % y 2,93 %, respectivamente (Piña, 2018). En el ámbito productivo, el maíz INIA 601 puede alcanzar rendimientos superiores a 5 t/ha bajo condiciones adecuadas de manejo agronómico (MIDAGRI, 2022).

El cultivo de maíz morado es afectado por diversas plagas insectiles que pueden comprometer el rendimiento y la calidad comercial de la mazorca, especialmente durante las etapas de floración y llenado de grano. Entre las principales plagas se encuentran *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea* y *Euxesta* spp., las cuales generan daños directos en los órganos reproductivos del cultivo (MIDAGRI, 2022). El daño en la mazorca adquiere mayor relevancia, ya que tanto el grano como la coronta son aprovechados por su contenido de antocianinas, por

lo que *Euxesta* spp. afecta no solo el rendimiento, sino también el valor agroindustrial del cultivo (Piña, 2018).

2.2.3 Mosca de la mazorca (*Euxesta* spp.)

Sarmiento (como se citó en Nemotto, 1987) indica que las "moscas de la mazorca" *Euxesta* spp., son un grupo de insectos plaga asociados al cultivo de maíz, que en los últimos años ha incrementado su presencia tanto en la costa como en la sierra, generando daños principalmente en la mazorca. Curis et al. (2015), mencionan que diversos autores la consideran plaga secundaria, ya que su incidencia suele estar relacionada con el ataque previo de *Helicoverpa zea*, que facilita el acceso de *Euxesta* spp. a los tejidos del cultivo.

2.2.3.1 Taxonomía (Agrosavia, 2023)

Reino : Animalia

Filo : Arthropoda

Clase : Insecta

Orden : Diptera

Familia : Ulidiidae

Subfamilia : Ulidiinae

Género : *Euxesta*

Especie : *Euxesta* spp.

2.2.3.2 Morfología

2.2.3.2.1 Huevos

Los huevos son de color blanco, forma cilíndrica y tamaño aproximado de 0,85 mm de largo. Son depositados en grupos de 10 y 40 huevos, principalmente en las mazorcas, pudiendo encontrarse grandes cantidades cuando varias hembras ovipositan en un mismo sitio. El periodo de incubación es corto, con una de 28 a 42 horas bajo condiciones de temperatura cercanas a 26,5 °C (Nuessly & Capinera, 2013).

2.2.3.2.2 Larvas

Las larvas presentan un cuerpo alargado, de color blanco amarillento, sin patas, alcanzando 7 mm de longitud. Este estadio tiene una duración cercana a 15 días y es el principal responsable del daño económico, ya que se alimenta de los estigmas y pericarpio de los granos, favoreciendo la entrada de *Fusarium* spp., lo que ocasiona la pudrición de la mazorca. (Trujillo, 2020). Además, las larvas pueden penetrar en los granos en estado lechoso, donde excavan galerías para completar su desarrollo (Curis et al., 2015).

2.2.3.2.3 Pupa

La pupación ocurre generalmente dentro del canal de los estigmas, donde las larvas forman un capullo de color rojizo o marrón oscuro. Las pupas miden aproximadamente 5,0 x 1,3 mm y este estado tiene una duración promedio de siete días antes de la emergencia del adulto (Ortega, 1987).

2.2.3.2.4 Adulto

Los adultos de *Euxesta* spp. se encuentran presentes durante las distintas fases del cultivo, incrementándose su población durante la floración y formación de la mazorca. Las hembras ovipositan preferentemente sobre los pistilos verdes, especialmente en la intersección de las brácteas (Nemotto, 1987). Se diferencian de los machos por su mayor tamaño y la presencia del estilete ovipositor, y presentan una alta capacidad reproductiva, con un promedio de más de 140 huevos por hembra. La longevidad es de 30 días para machos y 34 para hembras (Valdivieso y Núñez, 1984).

2.2.3.1 Daño en maíz morado INIA 601

Nuessly & Capinera (2013), señalan que el daño ocasionado por *Euxesta* spp. en el maíz morado INIA 601 es causado principalmente por el estado larval. Las larvas se alimentan a lo largo de la mazorca, iniciando generalmente desde la punta, lo que genera puntas vacías, granos perforados y una formación deficiente del grano. Asimismo, Curis et al. (2015)

mencionan que este tipo de daño ocurre cuando las larvas consumen directamente los tejidos reproductivos, afectando de manera directa el desarrollo normal de la mazorca.

Por otra parte, este daño no solo afecta directamente al grano, sino que también favorece la aparición de pudriciones causadas por patógenos, así como del género *Fusarium*, que pueden extenderse en grandes áreas de la mazorca, provocando pudriciones parciales o la descomposición total de la mazorca. Este tipo de deterioro reduce la calidad del producto y puede generar su rechazo al momento de la comercialización (Martínez et al., 2009).

2.2.4 Teoría del control biológico de plagas

La teoría del control biológico de plagas se fundamenta en principios ecológicos que explican la regulación natural de las poblaciones de insectos mediante la acción de organismos vivos o sus productos, sin buscar la erradicación total de la plaga. Este enfoque considera que los agroecosistemas mantienen un equilibrio dinámico, en el cual las interacciones biológicas permiten mantener las poblaciones de insectos por debajo del umbral de daño económico (Nafiu et al., 2014).

Desde esta perspectiva, el control biológico promueve un manejo sostenible de las plagas a largo plazo, aprovechando procesos naturales como la depredación, el parasitismo y la patogenicidad, lo que contribuye a disminuir la dependencia de insecticidas sintéticos y a reducir los impactos negativos sobre el ambiente y la biodiversidad funcional (Ferrer & Salas, 2024).

Dentro de esta teoría, los hongos entomopatógenos ocupan un rol relevante debido a su capacidad de infectar directamente a los insectos plaga y provocar su muerte mediante mecanismos patogénicos específicos, sin afectar organismos no objetivo, lo que respalda su uso como agentes de control biológico en sistemas agrícolas sostenibles (García et al., 2024).

Finalmente, la teoría del control biológico reconoce tres estrategias principales: el control biológico de conservación, que busca proteger los enemigos naturales existentes; el

control biológico clásico, que introduce enemigos naturales desde el área de origen de la plaga; y el control biológico por aumento, que consiste en la liberación masiva de organismos benéficos para reducir poblaciones de insectos perjudiciales (Rivas, 2020).

2.2.5 Teoría de los hongos entomopatógenos

La teoría de los hongos entomopatógenos se sustenta en su función ecológica como reguladores naturales de poblaciones de insectos plaga, actuando dentro del agroecosistema sin provocar desequilibrios ambientales. Desde el enfoque científico del control biológico, estos microorganismos son considerados agentes eficientes debido a su origen natural, su especificidad hacia los insectos hospederos y su compatibilidad con sistemas agrícolas sostenibles, lo que justifica su estudio y aplicación en el manejo de plagas agrícolas (Scorza & Rodríguez, 2006).

El modo de acción de los hongos entomopatógenos inicia cuando las esporas entran en contacto con la cutícula del insecto, donde se adhieren, germinan y penetran al interior del hospedero a través de la cutícula o estructuras naturales del cuerpo. Una vez dentro, el hongo se desarrolla causando alteraciones fisiológicas que generan debilitamiento, pérdida de movilidad y finalmente la muerte del insecto; posteriormente, el micelio emerge sobre el cadáver, permitiendo la producción y dispersión de nuevas esporas que favorecen la propagación del agente en el ambiente (Hernández-Velázquez et al., 2009).

La efectividad de los hongos entomopatógenos depende significativamente de factores ambientales, especialmente la temperatura y la humedad relativa, las cuales influyen directamente en la germinación de las esporas, la velocidad de infección y el desarrollo del hongo. Condiciones de alta humedad y temperaturas adecuadas favorecen su acción patogénica, mientras que ambientes desfavorables pueden limitar su eficacia en campo, lo que explica la variabilidad de resultados y resalta la importancia de considerar estos factores en su aplicación dentro del manejo integrado de plagas (Phytoma, 2019).

2.2.5.1 *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.

2.2.5.1.1 Taxonomía

Según Sung et al. (2006), la posición sistemática de *Beauveria bassiana* es la siguiente:

Reino: Hongos

Filo: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Clavicipitaceae / Cordicipitaceae u ophiocordicipitaceae

Género: *Beauveria*

Especie: *B. bassiana* (Balsamo.-Criv.) (Vuillemin, 1912).

2.2.5.1.2 Características

Cepero et al. (2012), señalan que es *Beauveria bassiana* es un hongo entomopatógeno ampliamente utilizado en el control biológico de insectos plaga, que forma colonias de crecimiento lento, con textura inicialmente flocosa a aterciopelada, tornándose polvorientas con el tiempo; su color es blanco pudiendo adquirir tonalidades amarillentas o rosadas, con el micelio hialino, delgado y septado, y conidios pequeños, unicelulares, hialinos y de forma globosa a elipsoidal. La infección inicia cuando los conidios se adhieren a la cutícula del insecto hospedero mediante fuerzas electrostáticas, compuestos químicos y secreción de mucílago; posteriormente germinan y forman estructuras especializadas como tubos germinativos y apresorios que liberan enzimas hidrolíticas y ejercen presión mecánica, permitiendo la penetración a través de la cutícula e ingresando a la hemolinfa (Dannon et al. 2020).

La eficacia de *Beauveria bassiana* depende en gran medida de condiciones ambientales adecuadas, especialmente de la humedad relativa y la temperatura, las cuales influyen en la germinación, viabilidad y persistencia de los conidios en campo (Hernández et al., 2019). Como síntoma característico, los insectos infectados suelen desplazarse hacia zonas elevadas

de la planta o a la superficie del suelo antes de morir, quedando momificados y cubiertos por una densa capa de micelio blanco algodonoso, etapa en la que el hongo esporula y reinicia su ciclo de infección (Carballo et al. 2004).

2.2.6 Extracto biológico de ají (*Capsicum spp.*) y de ajo (*Allium sativum*)

Los extractos vegetales constituyen una alternativa en el manejo de plagas debido a la presencia de compuestos naturales con propiedades insecticidas, repelentes y antialimentarias. El producto biológico evaluado es de origen comercial y se encuentra registrado ante el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), está formulado a partir de extractos de ajo (*Allium sativum*) y ají (*Capsicum spp.*), y se emplea en el control de diversos insectos plaga, principalmente picadores-chupadores y otros artrópodos. En *Capsicum spp.*, el principal compuesto activo es la capsaicina, la cual actúa como repelente y antialimentario, provocando trastornos digestivos cuando es ingerida por el insecto, reduciendo su actividad alimenticia. (Cabrera et al., 2016).

Por otra parte, Prada et al. (2021) refieren que *Allium sativum* contiene alicina, compuesto con efecto repelente y larvicida, alterando el sistema digestivo del insecto impidiendo que siga alimentándose. La combinación de ambos extractos genera un efecto sinérgico al modificar el olor natural de las plantas, produciendo señales olfativas desagradables o confusas para los insectos, sin afectar el sabor ni la calidad del producto cosechado.

2.2.7 Teoría de los metabolitos secundarios de las plantas

La teoría de los metabolitos secundarios explica que las plantas han desarrollado compuestos químicos especializados como resultado de procesos evolutivos de adaptación frente a presiones ambientales. Estos metabolitos no participan directamente en el crecimiento o reproducción, sino que cumplen funciones ecológicas esenciales relacionadas con la defensa, comunicación y supervivencia del vegetal dentro del ecosistema (Almaraz, 2010).

Desde el punto de vista bioquímico, los metabolitos secundarios se agrupan principalmente en alcaloides, terpenoides y compuestos fenólicos, los cuales se originan a partir de intermediarios del metabolismo primario. Su síntesis se activa o incrementa ante estímulos como el ataque de insectos, patógenos o condiciones de estrés, lo que explica su producción variable según el ambiente y el estado fisiológico de la planta (González et al., 2015).

La teoría sostiene que estos compuestos cumplen una función defensiva al afectar el comportamiento y la fisiología de los insectos herbívoros, generando efectos como repulsión, inhibición de la alimentación, toxicidad o alteraciones en el desarrollo. De esta manera, los metabolitos secundarios modifican la interacción planta–insecto y contribuyen a la reducción del daño causado por las plagas (Rodríguez & Paredes, 2018).

Desde una perspectiva aplicada, esta base teórica respalda el uso de extractos vegetales en el control de plagas agrícolas, ya que concentran metabolitos secundarios con actividad biológica. Su eficacia depende de factores como la concentración del extracto, la forma de aplicación y las condiciones ambientales, lo que justifica la necesidad de evaluaciones experimentales en campo dentro de estrategias de manejo integrado de plagas (Sánchez et al., 2020).

2.2.8 Teoría del manejo integrado de plagas

La teoría del Manejo Integrado de Plagas (MIP) se basa en un enfoque científico y ecológico que busca regular las poblaciones de organismos que causan daño económico en los cultivos mediante la integración de múltiples métodos de control; en su aplicación práctica, el MIP combina estrategias culturales, biológicas, físicas y químicas de manera racional y adaptada al contexto del cultivo, promoviendo la prevención del problema, el monitoreo constante de las poblaciones plaga, la toma de decisiones basadas en umbrales económicos y la selección de métodos de control menos dañinos (Revista de Ciencias Agrarias, 2025).

Zhang (2024) menciona que este proceso enfatiza la vigilancia, la identificación precisa de la plaga y el uso de acciones integradas que mantengan las poblaciones por debajo del nivel de daño económico sin depender exclusivamente de químicos, además refiere que los principios ecológicos de esta teoría plantean que el manejo eficaz de plagas no solo implica su reducción directa, sino también favorecer las funciones naturales del agroecosistema, como la presencia de enemigos naturales (depredadores, parasitoides y patógenos), la rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes y prácticas agronómicas que reduzcan la vulnerabilidad del cultivo.

2.2.9 Teoría de la interacción insecto – planta

La teoría de la interacción insecto-planta se fundamenta en los principios ecológicos que explican cómo las plantas y los insectos se relacionan mediante señales físicas y químicas que influyen en su supervivencia y adaptación. Desde este enfoque, las plantas no actúan como organismos pasivos frente al ataque de insectos herbívoros, sino que han desarrollado mecanismos defensivos que incluyen respuestas morfológicas y bioquímicas capaces de afectar el comportamiento, la alimentación y la oviposición de los insectos (Acevedo, 2014).

Uno de los componentes centrales de esta teoría es la comunicación química entre plantas e insectos, mediada principalmente por compuestos orgánicos volátiles. Estos compuestos permiten a los insectos reconocer a la planta hospedera, mientras que las plantas pueden utilizarlos como señales de defensa directa o indirecta. En muchos casos, la emisión de volátiles se incrementa tras el daño por herbívoros, funcionando como un mecanismo de alerta que interfiere en la localización del hospedero por parte de la plaga o atrae enemigos naturales, modificando así la dinámica poblacional de los insectos fitófagos (Telles et al., 2018).

Desde una perspectiva trófica, la interacción insecto-planta se extiende a sistemas más complejos donde participan depredadores y parasitoides. En estos sistemas, las respuestas químicas inducidas en la planta favorecen la regulación natural de las poblaciones de insectos

plaga, contribuyendo al equilibrio ecológico del agroecosistema. Esta base teórica resulta fundamental para el desarrollo de estrategias de manejo integrado y control biológico, ya que explica cómo las defensas vegetales y las interacciones multitroficas pueden ser aprovechadas para reducir el daño causado por plagas agrícolas (Altieri & Nicholls, 2003).

2.2.9 Teoría de la seguridad alimentaria

La teoría de la seguridad alimentaria aplicada a los alimentos cosechados sostiene que la producción agrícola debe garantizar no solo el rendimiento, sino también la inocuidad del producto final destinado al consumo humano. Desde una base científica, se reconoce que los alimentos pueden contaminarse durante el cultivo y la cosecha por residuos de plaguicidas químicos, los cuales permanecen en el grano, frutos o tejidos vegetales, afectando su calidad sanitaria y representando un riesgo para la salud pública (FAO, 2006).

Diversas investigaciones evidencian que la presencia de residuos químicos en alimentos agrícolas puede generar efectos adversos en la salud humana, como alteraciones neurológicas, endocrinas y toxicidad crónica, especialmente cuando el consumo es frecuente. Por ello, la sanidad alimentaria se fundamenta en la necesidad de reducir o evitar el uso de insumos sintéticos peligrosos, promoviendo prácticas agrícolas que minimicen la contaminación del producto cosechado y aseguren su inocuidad (Navarro et al., 2003).

En este contexto, el uso de alternativas de manejo sostenible, como el control biológico y los insumos de origen natural, contribuye a proteger la sanidad de los alimentos cosechados al disminuir la carga química residual. Estas estrategias permiten obtener productos más seguros para el consumo, fortalecen la confianza del consumidor y responden a la creciente demanda de alimentos producidos bajo criterios de sostenibilidad y protección de la salud humana (IICA, 2018).

CAPÍTULO III

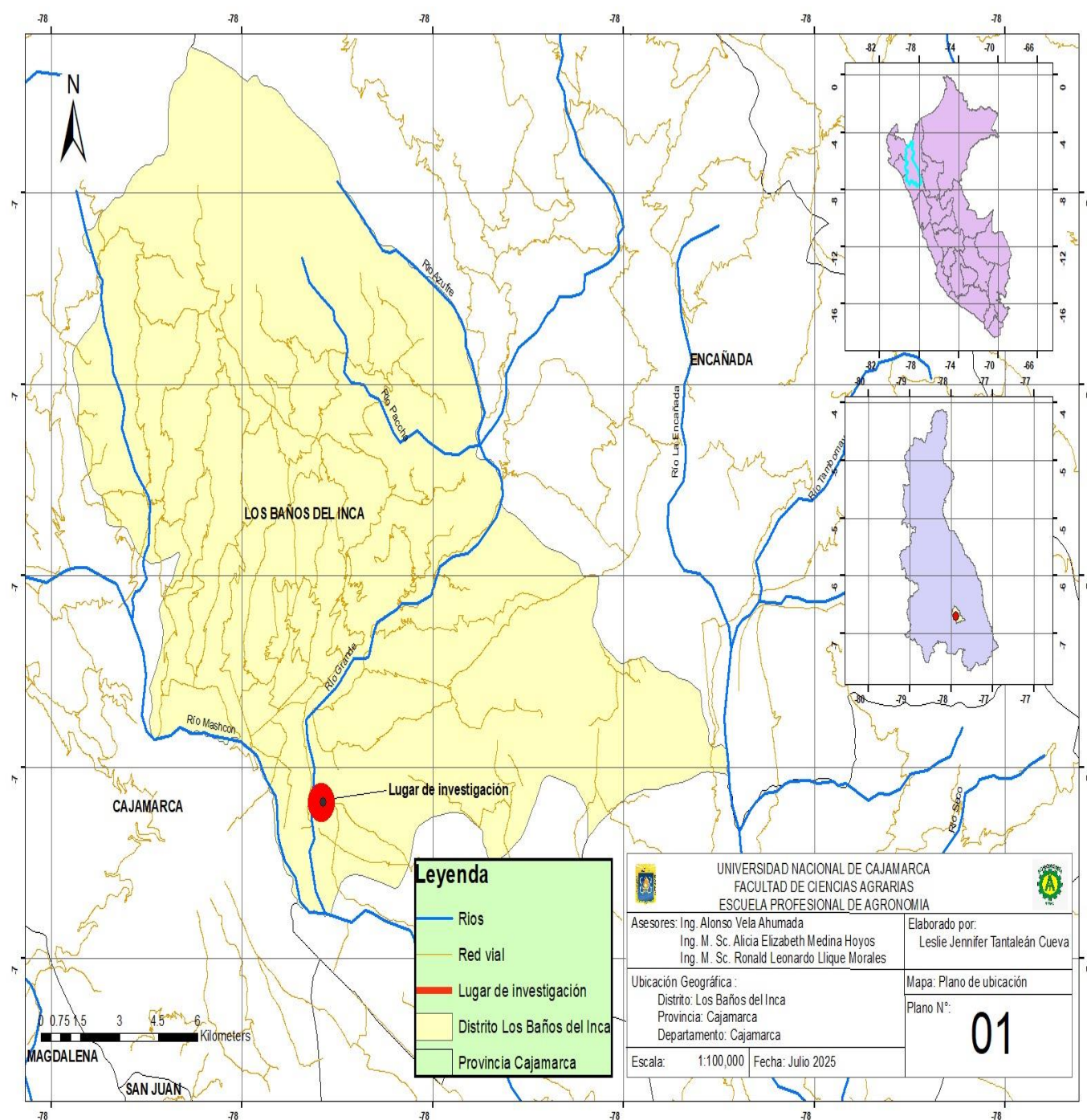
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

La investigación fue llevada a cabo en la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), en parcelas experimentales de maíz morado INIA 601, el lugar está ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca, región Cajamarca, aproximadamente a una altitud de 2 650 msnm, con coordenadas geográficas 7° 10´ S y 78° 30´ W (MDBI, 2025).

Figura 1

Mapa de ubicación de la investigación en el distrito de Baños del Inca



Fuente: Elaboración propia

3.2 Materiales

3.2.1 Material biológico

Plantas de maíz morado INIA 601.

Adultos de *Euxesta* spp.

Hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, con una concentración de 1×10^{12} conidias/g.

Extracto biológico comercial de ají y ajo.

3.2.2 Material de campo

Etiquetas de identificación

Cuaderno de campo

Lapiceros

Baldes grandes y pequeños

Tamizador

Copa graduada

Jeringas

Mantas

Balanza gramera

pH-metro

Frascos de plástico

Equipo de protección personal

3.2.3 Insumos

Aceite agrícola

Regulador de pH

3.2.4 Equipos y material de laboratorio

Pulverizadores manuales de 11 litros

Balanza digital

Laptop

Estereoscopio

Estufa

3.3 Metodología

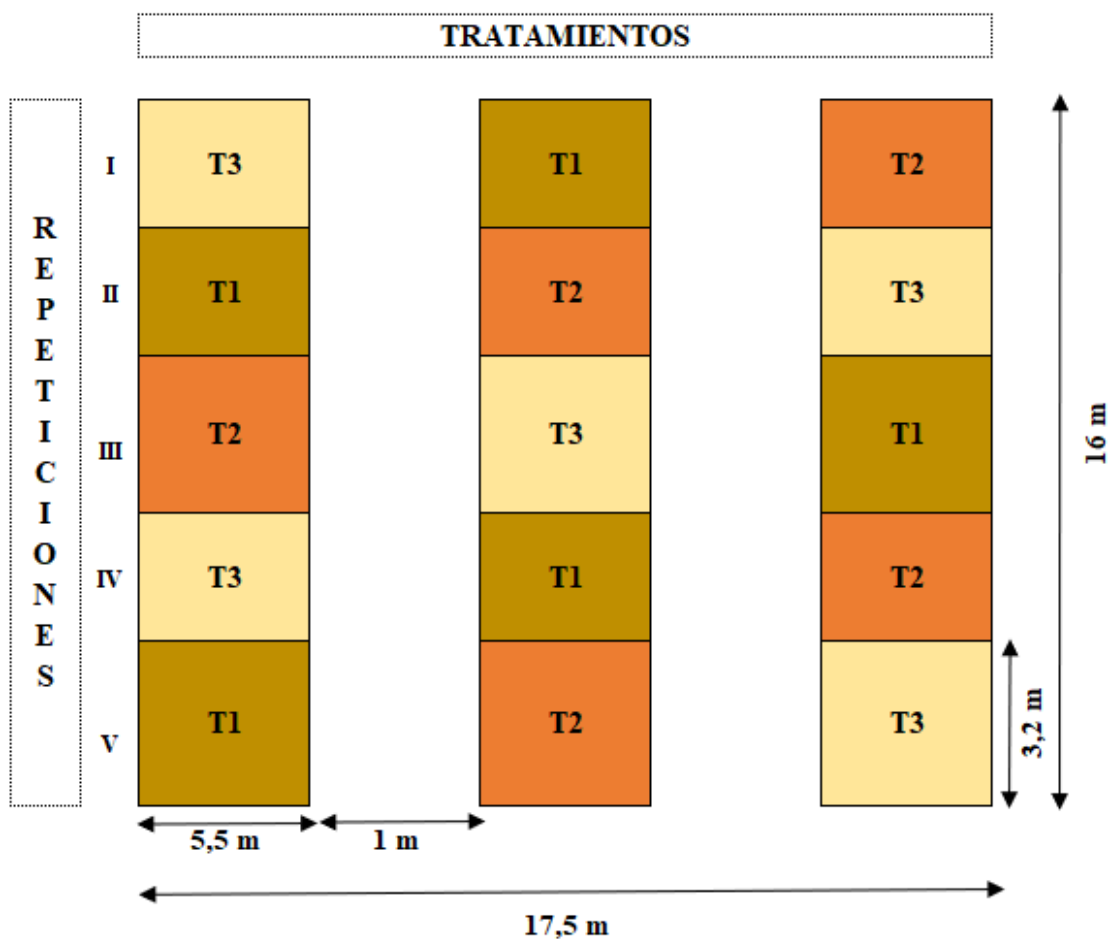
3.3.1 Diseño de investigación

Se utilizó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos: aplicación de *Beauveria bassiana*, aplicación de un extracto biológico de ají y ajo, y el testigo, sin aplicación. Cada tratamiento se repitió cinco veces de manera aleatoria, teniendo un total de quince unidades experimentales, cada unidad tuvo un área de 17,6 m², conformada por 88 plantas distribuidas en cuatro surcos de maíz morado.

Figura 2

Diseño experimental y distribución de tratamientos en el cultivo de maíz morado

INIA 601



Nota. T1 = Testigo; T2 = *Beauveria bassiana*; T3 = Extracto biológico de ají y ajo. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar (DCA), con cinco repeticiones por tratamientos y asignación aleatoria en un área total de 264 m².

Fuente: Elaboración propia (2025).

Tabla 1

Tratamientos aplicados en la investigación.

Tratamiento	Descripción	Dosis aplicada
T1	Testigo	Sin aplicación
T2	<i>Beauveria bassiana</i>	88 g/11 L de agua
T3	Extracto biológico de ají y ajo	2 ml/11 L de agua

Nota. La dosis aplicada corresponde a la cantidad utilizada para 88m² de área de cada tratamiento. Los cálculos se encuentran detallados en la aplicación y preparación de tratamientos en función a la formulación de los productos utilizados; formulación en sólido para *Beauveria basiana* y formulación en líquido para el extracto biológico. Los cálculos se basaron en la dosis de etiqueta.

3.3.2 Trabajo de campo

La primera aplicación de los tratamientos se inició cuando las plantas de maíz presentaron más del 50% de floración femenina.

Las evaluaciones y la cosecha se realizaron en los dos surcos centrales, para evitar el efecto borde. Antes de cada aplicación se evaluaron 10 plantas de maíz elegidas al azar dentro de cada unidad experimental. De cada planta se registraron los diferentes estados de desarrollo encontrados, incluyendo adultos vivos y adultos muertos. Este procedimiento se repitió cada siete días, cumpliendo con 10 aplicaciones, hasta antes de la cosecha. La frecuencia de aplicación fue un aspecto importante dentro del manejo biológico del cultivo, ya que tanto como los hongos entomopatógenos como los extractos vegetales suelen tener un efecto de corta duración en campo. Por esa razón, Baidoo y Mochiah (2015) recomiendan realizar aplicaciones semanales, o incluso más frecuentes cuando hay más presencia de plagas, con el fin de mantener el efecto repelente y antialimentario en el cultivo, así como García (2000), que aplicó

el extracto de ajo una vez por semana durante ocho semanas seguidas, logrando mantener buenos resultados en el control de insectos en repollo.

Del mismo modo, Stafford y Allan (2010) indican que los conidios del hongo pueden perder viabilidad rápidamente cuando están expuestos a radiación solar intensa o temperaturas extremas, además de que la cobertura del producto disminuye con la lluvia o el rocío, lo que hace necesario reaplicar para restablecer la carga infecciosa sobre los insectos.

Para evaluar daño en cada tratamiento, las mazorcas recolectadas en la cosecha fueron seleccionadas y clasificadas según el grado de pudrición. Además, utilizando una balanza gramera, se registró peso de campo para luego calcular el rendimiento.

3.3.2.1 Aplicación y preparación de tratamientos.

Previamente, utilizando el pulverizador manual solo con agua, se realizó una prueba en blanco para determinar el volumen exacto que se aplicará. Teniendo como resultado, un volumen promedio de 11 litros de agua, para luego calcular la cantidad de producto que se utilizará en cada tratamiento.

Los tratamientos se aplicaron directamente en las plantas de maíz, a horas de la tarde cuando la radiación solar era baja, para evitar la degradación de los principios activos del extracto y protegiendo la viabilidad de las conidias de *Beauveria bassiana*. Cada uno fue aplicado en pulverizadores manuales con 11 litros de capacidad, respetando las condiciones de pH del agua, y la incorporación de aceite agrícola como coadyuvante.

3.3.2.1.1 Preparación de *Beauveria bassiana*.

La preparación de *Beauveria bassiana*, fue aproximadamente 8 horas antes de cada aplicación, teniendo en cuenta la dosis recomendada:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Concentración} & = & 1 \times 10^{12} \text{ conidias/g} \\
 1\ 600\ \text{g} & \text{-----} & 200\ \text{litros} \\
 x & \text{-----} & 11\ \text{litros} \\
 & & x = 88\ \text{g}
 \end{array}$$

Se utilizó una dosis de 88 gramos de producto comercial con *Beauveria bassiana* disueltos en 11 litros de agua. El volumen de agua fue estimado mediante una prueba en blanco realizada antes de las aplicaciones en campo.

3.3.2.1.2 Preparación de extracto biológico de ají y ajo.

Teniendo en cuenta que el producto comercial está compuesto por 40% de extracto de ajo, 40% extracto de ají y 20% de aditivos, revisando la ficha técnica y considerando que en las recomendaciones no menciona el uso para el control de *Euxesta* spp. en maíz, se utilizó una dosis baja de 2 mililitros de extracto para 11 litros de agua, con fines de evaluación, preparando el extracto media hora antes de cada aplicación.

3.3.3 Trabajo de gabinete

Los datos obtenidos en campo, se registraron en el libro de campo, luego fueron trasladados a una hoja de Excel para ordenarlos y posteriormente sean analizados estadísticamente con ANOVA y Tukey.

3.3.4 Variables evaluadas

En cada repetición se evaluó y se registró, número de adultos muertos, adultos vivos, daño en mazorcas, peso de campo y humedad, luego mediante cálculos realizados con fórmulas, se compararon resultados entre tratamientos.

3.3.4.1 Cálculo de variables

Mortalidad

Con los datos registrados de adultos vivos y adultos muertos de cada tratamiento, se calculó la mortalidad con la siguiente fórmula (Abbott, 1925):

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{Número de individuos muertos}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

Pudrición

Para la evaluación de la pudrición en maíz, primero se seleccionaron las mazorcas según el grado de infección (CIMMYT, 1996).

Grado 1 = Mazorcas sanas

Grado 2 = 1 – 10%

Grado 3 = 11 – 25 %

Grado 4 = 26 – 50 %

Grado 5 = 51 – 75 %

Grado 6 = 75 – 100%

Luego con el número de mazorcas clasificadas, se aplicó la siguiente fórmula:

$$PPP = \frac{(5.5 \times G2) + (18 \times G3) + (38 \times G4) + (63 \times G5) + (88 \times G6)}{\text{Número total de mazorcas}}$$

Donde:

PPP = Promedio ponderado de pudrición

G_(Nº) = Grado de pudrición

Para el cálculo también se consideraron los promedios de los grados de pudrición.

Grado 2 = 5.5

Grado 3 = 18

Grado 4 = 38

Grado 5 = 63

Grado 6 = 88

Rendimiento

Medina, et al. (2020), para calcular el rendimiento en t/ha y humedad utilizaron las fórmulas:

$$RGC = PC \times \left(\frac{100 - H^\circ}{86} \right) \left(\frac{10}{AEP} \right) \times D$$

Donde:

RGC = rendimiento de grano corregido al 14% de humedad en t/ha.

PC = peso de campo

H° = porcentaje de humedad de grano (%).

100 - H° = coeficiente de porcentaje de materia seca.

86 = coeficiente corrección de humedad.

AEP = área efectiva de parcela (8,8 m²)

D = porcentaje de desgrane al 0,80.

Los datos de peso de campo fueron los registrados después de la cosecha y para el porcentaje de humedad de grano, de cada tratamiento se recolectó 10 mazorcas elegidas al azar, se desgranó dos hileras de cada una y en una bolsa pequeña de papel se pesó 100 gramos de grano de cada uno, luego fueron llevadas a la estufa a una temperatura de 105°C por 24 horas. Transcurrido ese tiempo, utilizando una fórmula se calculó el porcentaje:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

Donde:

P_i = peso inicial (antes del secado en estufa)

P_f = peso final (después del secado en estufa)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Adultos vivos

Tabla 2

Análisis de varianza (ANOVA) para adultos vivos de Euxesta spp. en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	P-Valor ($p \leq 0.05$)
Tratamiento (t)	2	4,61	2,31	1,07	0,3650
Repetición (r)	9	483,37	53,71	24,85	0,0001 **
Error	18	38,91	2,16		
Total	29	526,89			

CV = 11 %

Promedio $\bar{x}$ = 13.36

Nota. Los valores con (*) indican diferencia estadística significativa y (**) indican diferencia estadística altamente significativa. La diferencia significativa entre repeticiones y los datos utilizados para análisis, se encuentran en la tabla 14 (Anexo D.1).

La tabla 2 muestra el ANOVA considerando el promedio de las 10 aplicaciones en 5 repeticiones por cada tratamiento.

En general no se observaron diferencias estadísticas entre tratamientos en el número de adultos vivos de *Euxesta* spp. ($p = 0.3650$). Por el contrario, en las repeticiones si fue altamente significativo ($p = 0.0001$), evidenciando variación entre las evaluaciones realizadas en cada repetición. Resultados que pueden estar relacionados al área experimental, microclima, humedad, distribución de plagas u otro factor, así como Barraza et al. (2019) que utilizaron

trampas adhesivas para evaluar abundancia de *Euxesta* spp. relacionado con las etapas fenológicas del maíz, mostrando mayor cantidad de moscas cuando la emisión de estigmas aumenta y eso atrae a los adultos para la oviposición. En el caso de esta investigación, se podría explicar que en las repeticiones con mayor significancia, hubo condiciones favorables para el desarrollo de la plaga.

Tabla 3

Prueba de significancia mediante Tukey para adultos vivos de Euxesta spp., en maíz morado INIA 601, campaña 2024-2025

Tratamiento	Medias	Significancia
T1 (Testigo)	13.92	A
T3 (Extracto biológico de ají y ajo)	13.12	A
T2 (<i>Beauveria bassiana</i>)	13.06	A

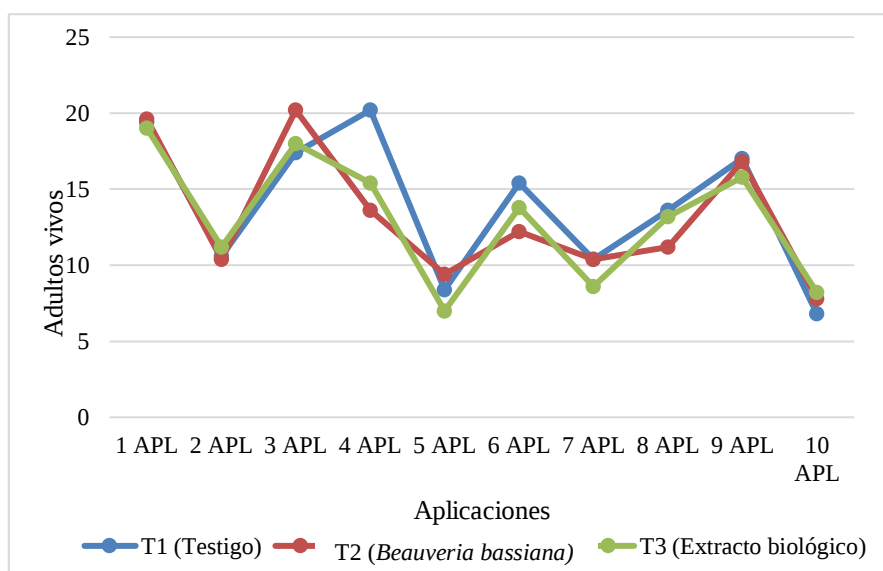
Nota. Según la prueba Tukey ($p \leq 0.05$), medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí. Los datos utilizados para el análisis estadístico se encuentran en la tabla 14 (Anexo D.1).

En la tabla 3 los resultados indican que, después de realizar las 10 aplicaciones en cada tratamiento, la cantidad de adultos vivos, no varió significativamente entre las repeticiones, evidenciando aparición de la plaga en el campo. Con medias de 13, 92 en el testigo, 13,12 del extracto biológico y *Beauveria bassiana* con 13,06. La diferencia presentada entre repeticiones puede ser consecuencia de factores ambientales que favorecen la presencia de *Euxesta* spp., así como lo descrito por Camacho et al. (2012), quienes señalan que las poblaciones de la mosca pueden tener variaciones dentro de un mismo lote de maíz, dependiendo de las condiciones de campo y del momento de evaluación, así también, Murillo et al. (2019) refieren que la eficacia de los bioinsecticidas, basados en extractos vegetales y hongos entomopatógenos, pueden

disminuir las poblaciones de insectos adultos, dependiendo de las condiciones ambientales y del momento de aplicación de estos.

Figura 3

Promedio de adultos vivos de Euxesta spp. en maíz morado INIA 601, según tratamientos, campaña agrícola 2024-2025



En la figura 3, se muestra variación en la cantidad de adultos vivos, en las aplicaciones realizadas de los tratamientos. En el tratamiento de *Beauveria bassiana*, inicialmente sus valores fueron similares al extracto biológico y al testigo, pero a partir de la cuarta aplicación se evidenció menor cantidad de adultos en comparación de los otros dos tratamientos. Sin embargo, en el testigo hubo presencia de adultos vivos en la mayoría de las aplicaciones. Mientras que el extracto biológico se mantuvo en un nivel intermedio y en la aplicación 5 tuvo menor cantidad de adultos. Se puede reflejar que el número de aplicaciones no garantiza una reducción uniforme de la plaga, sino que su eficacia también depende de las características de cada producto y de las condiciones ambientales en el momento de cada aplicación. Según Godoy et al. (2007), con niveles menores de humedad o temperaturas extremas el hongo reduce su capacidad de esporulación y en condiciones de campo en épocas de sequía, es probable que

la humedad ambiental no alcance valores óptimos para favorecer su multiplicación. Además, la radiación solar puede afectar negativamente la viabilidad de las esporas de *Beauveria bassiana*. En cambio, el extracto biológico, probablemente impidió la llegada de los adultos en algunas parcelas, así como Bordones et al. (2022), que al evaluar insecticidas orgánicos elaborados a base de ajo y nim en el cultivo de tomate, destacó su capacidad para repeler insectos y reducir la infestación.

4.2 Adultos muertos

Tabla 4

Análisis de varianza (ANOVA) para adultos muertos de Euxesta spp. en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	P-Valor ($p \leq 0.05$)	
Tratamiento (t)	2	0,50	0,25	14,06	0,0002	**
Repetición (r)	9	0,18	0,02	1,12	0,3957	
Error	18	0,32	0,02			
Total	29	1,01				

CV = 111,57 %

Promedio $\bar{x}$ = 0,12

Nota. Los valores con (*) indican diferencia estadística significativa y (**) indican diferencia estadística altamente significativa. La información utilizada para realizar el análisis estadístico se encuentra en la tabla 15 (Anexo D.2).

En la tabla 4, se muestra la diferencia altamente significativa entre tratamientos ($p = 0,0002$), mientras que entre repeticiones ($p = 0,3957$) no se registraron diferencias. Esto

evidencia que los dos tratamientos o al menos uno, tuvo efecto real sobre la mortalidad de los adultos, sin considerar variación de las repeticiones, ya que no difirió sus valores.

Tabla 5

Prueba de significancia mediante Tukey para adultos muertos de Euxesta spp., en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Tratamiento	Medias	Significancia
T2 (<i>Beauveria bassiana</i>)	0,30	A
T3 (Extracto biológico)	0,06	B
T1 (Testigo)	0,0	B

Nota. Según la prueba Tukey ($p \leq 0.05$), medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí. Los resultados de cada aplicación se presentan en la tabla 16 (Anexo D.3).

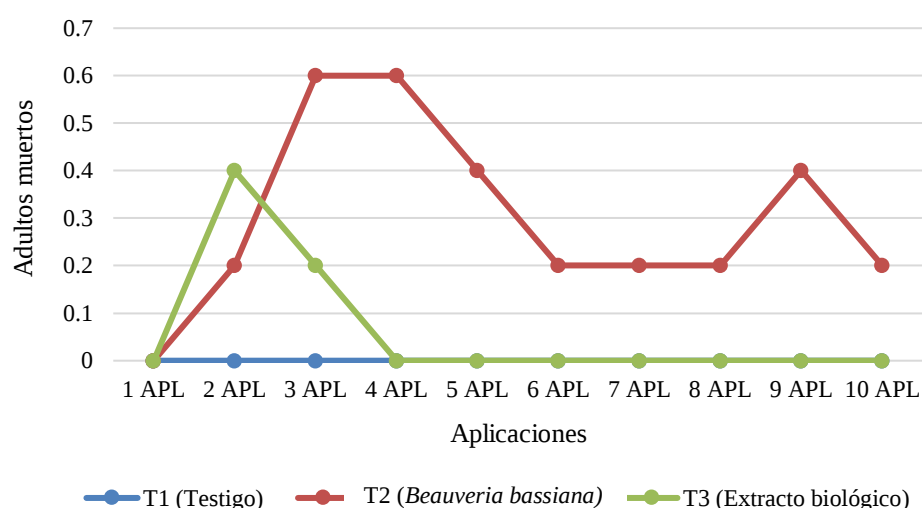
En la tabla 5, los promedios de adultos muertos de *Euxesta* spp., en los tratamientos, mostraron diferencias estadísticas. En el caso de *Beauveria bassiana*, tuvo mayor promedio de adultos muertos (0,3 A), el testigo (0,0 B) y el extracto biológico (0,06 B) no mostraron diferencias estadísticas entre sí, indicando a *Beauveria* con efecto letal, causando la mortalidad en los adultos. De manera similar, Corrales et al. (2018) observaron mayor cantidad de adultos de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en hortalizas (83,5 – 94,5%). En Chile con 58,0 y calabacita con 18,0 adultos, por planta; y luego de la aplicación de *Beauveria bassiana*, en parcelas a cielo abierto y en invernadero, ambos se redujeron a 1,2 adultos por planta.

Esto ocurre cuando las condiciones de humedad y temperatura son adecuadas, lo que permite que el hongo infecte a los insectos a través de la cutícula y provoque su muerte, tal como lo mencionaron Muñoz et al. (2009). Por otro lado, el extracto biológico, al estar elaborado a base de ají, no actuó de manera letal sino como un repelente natural. Según

Agroterra (2011), este tipo de productos, al ser altamente olorosos, generan efecto de ahuyentamiento sobre las plagas, reduciendo su permanencia en el cultivo sin causar mortalidad directa. Esto explica la diferencia observada entre la comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

Figura 4

Promedio de adultos muertos de Euxesta spp. en maíz morado INIA 601 según tratamientos, campaña agrícola 2024-2025



En la figura 4 se observa que en el testigo no hubo afectación, por eso la mortalidad se mantiene en cero en todas las aplicaciones. Con *Beauveria bassiana*, se observó la mayor cantidad de adultos muertos en las aplicaciones 3 y 4 (0,6), mientras que en las otras los valores fueron bajos (entre 0,2 y 0,4); mostrando que *Beauveria bassiana* tuvo un efecto leve de control, pero no fue constante en todas las aplicaciones. En el caso del extracto biológico, la mortalidad fue menor que con *Beauveria bassiana*, registrando variación en la aplicación 2 y valores muy bajos en el resto de las aplicaciones.

Los datos presentados, indican que el efecto acumulativo de *Beauveria bassiana* y del extracto biológico no fue uniforme en todas las aplicaciones, ya que el hongo necesita de humedad y de contacto directo para infectar a las moscas, mientras que en el caso del extracto, su acción estuvo más relacionada con el olor pero con un efecto de corta duración.

4.3 Mortalidad

Tabla 6

Análisis de varianza (ANOVA) para mortalidad de Euxesta spp. en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculado	P-Valor ($p \leq 0.05$)	
Tratamiento (t)	2	15,89	7,95	3,55	0,05	*
Repetición (r)	9	11,13	1,24	0,55	0,8171	
Error	18	40,25	2,24			
Total	29	67,27				

CV = 166,49 %

Promedio $\bar{x}$ = 0,90

Nota. Los valores con (*) indican diferencia estadística significativa y (**) indican diferencia estadística altamente significativa. Los datos evaluados para el análisis se encuentran en la tabla 17 (Anexo D.4).

En la tabla 6, se observa que la variable de mortalidad de *Euxesta* spp. presentó diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, mientras que en las repeticiones no fue significativo. Este resultado da a entender que los tratamientos si tuvieron efecto sobre la mortalidad de adultos.

Tabla 7

Prueba de significancia mediante Tukey para mortalidad de Euxesta spp., en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Tratamiento	Medias	Significancia
T2 (<i>Beauveria bassiana</i>)	1,73	A
T3 (Extracto biológico)	1,23	A B
T1 (Testigo)	0,0	B

Nota. Según la prueba Tukey ($p \leq 0.05$), medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí. El resumen de los datos obtenidos por cada aplicación se presenta en la tabla 17 (Anexo D.4).

En la tabla 7, se muestra alta mortalidad (1,73%) en el tratamiento con *Beauveria bassiana* (T2), ubicándose en el grupo A, mientras que el extracto biológico (T3) registró un dato menor (1,23%) compartiendo los grupos A y B. En cambio, el testigo (T1) con el más bajo valor (0%) perteneciendo al grupo B. En comparación a los resultados obtenidos por Muñoz et al. (2009), quienes evaluaron la acción de 16 cepas de *Beauveria bassiana* en hembras de *Ceratitis capitata* en laboratorio, reportando niveles entre 9,1 a 91,9%, de mortalidad, destacando que la eficacia del hongo depende de la cepa utilizada y del control de las condiciones ambientales para favorecer su acción.

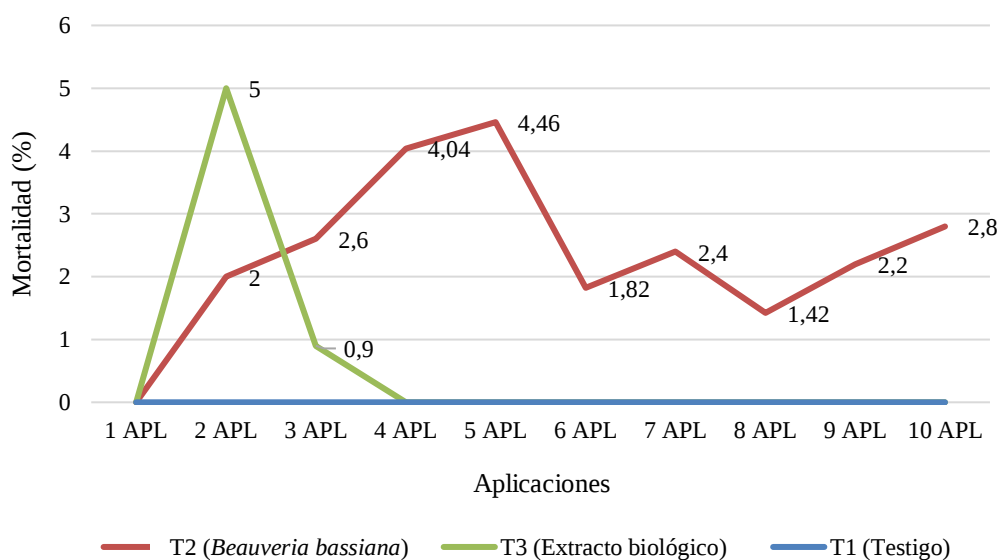
También, Caiza (2022), observó datos diferentes en una evaluación relacionado con el uso de diferentes concentraciones de dos cepas de *Beauveria bassiana*, para el control de larvas de *Euxesta stigmatias*, con una cepa nativa de sierra y la otra nativa de costa, en donde obtuvo mortalidad al 100% con la cepa de sierra a 10^9 esporas/ml, mientras que con la cepa de costa

con 10^5 esporas/ml, alcanzó 78,33% de mortalidad. Estos resultados confirman que la efectividad de *Beauveria bassiana* también puede estar relacionada con la cepa y la concentración utilizada.

Además, Ayala et al. (2017), refieren que los extractos derivados de la pulpa del fruto de *Capsicum* presentan un efecto inicial de alta mortalidad debido a la presencia de ácido acético en el exocarpo, pero este es altamente volátil y su acción disminuye rápidamente, lo que explica la presencia de adultos en repeticiones con alta significancia en la investigación. Así mismo, Kumar et al. (como se citó en Villanueva 2021) mencionan que el ajo reduce la oviposición, y que sus aceites esenciales causan parálisis y mortalidad en *Sitophilus zeamais* (gorgojo del maíz), pero en la investigación esa acción no fue evidente, lo que sugiere que la diferencia podría considerarse por la concentración aplicada o las condiciones ambientales en campo. Estos resultados indican que, aunque los extractos de ajo o chile ayudan al manejo de plagas, su efecto tiende a ser limitado o de corta duración, por actuar como repelente, por eso se mostró baja mortalidad en dicho tratamiento contra *Euxesta* spp.

Figura 5

Porcentaje de mortalidad de *Euxesta* spp. después de 10 aplicaciones



En la figura 5, se observa que en el testigo no registró mortalidad en ninguna de las aplicaciones, porque no se aplicó producto biológico. A diferencia de los tratamientos con *Beauveria bassiana* y con extracto biológico; que mostraron cierto grado de mortalidad en adultos. El tratamiento con *Beauveria bassiana*, presentó mortalidad en la mayoría de aplicaciones, registrando valores entre 1,42% y 4,46 %, siendo las más altas en la cuarta (4,04%) y quinta (4,46%) aplicación. En relación con lo anterior, Lee et al. (2023) utilizaron una formulación de *Beauveria bassiana* en emulsión invertida, con aceite de soya como coadyuvante, logrando obtener valores de mortalidad cercanas al 100% en aplicaciones directas y del 89-93% en condiciones de contacto indirecto en mosquitos adultos de *Aedes albopictus* y de *Culex pipiens*. Estos resultados demuestran que el uso de aceites como coadyuvantes aumentan la efectividad del hongo, y en el caso de *Euxesta* spp. la mortalidad puede variar, debido a la cantidad de aceite utilizado, las condiciones ambientales del campo o la dosis utilizada, que en muchos casos limitan la eficacia de *Beauveria bassiana*. En cambio, el extracto biológico solo presentó mortalidad en dos aplicaciones, con valor máximo en la segunda aplicación (5%) y mínimo en la tercera aplicación (0,90%). A diferencia de Corrales et al. (2018), que aplicaron un extracto de chile/ajo para el control de *Bemisia tabaci* en melón y después de cinco semanas de evaluación se registró 21% de efectividad a comparación con los otros tratamientos.

4.4 Porcentaje de pudrición

Tabla 8

Análisis de varianza (ANOVA) para pudrición de mazorcas de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor ($p \leq 0.05$)
Tratamientos (t)	2	381,298	190,649	0,42	0,6714
Repeticiones (r)	4	970,666	242,667	0,53	0,7157
Error	8	3,641,331			
Total	14	499,329			

CV = 28,69 %

Promedio $\bar{x}$ = 23,52

Nota. Los valores con (*) indican diferencia estadística significativa y (**) indican diferencia estadística altamente significativa. Los datos utilizados para el desarrollo del análisis se encuentran en la tabla 18 (Anexo D.5).

En la tabla 8, los resultados muestran que no hubo diferencias estadísticamente significativas, entre tratamientos, indicando que las aplicaciones de *Beauveria bassiana* y del extracto biológico no influyó de manera significativa en la incidencia de mazorcas dañadas.

Tabla 9

Prueba de significancia mediante Tukey en mazorcas de maíz morado INIA 601, con pudrición según tratamientos, campaña agrícola 2024-2025

Tratamiento	Media	Significancia
T2 (<i>Beauveria bassiana</i>)	24.69	A
T1 (Testigo)	24.59	A
T3 (Extracto bilógico de ají y ajo)	21.26	A

Nota. Según la prueba Tukey ($p \leq 0.05$), medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí. El resumen de los datos obtenidos por cada aplicación se presenta en la tabla 18 (Anexo D.5).

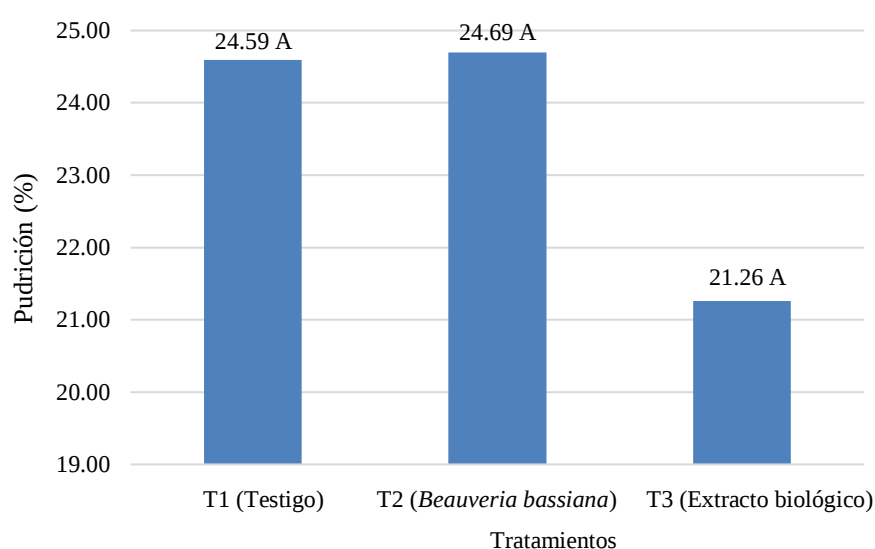
En la tabla 9 se presenta el comportamiento de los tres tratamientos, respecto del porcentaje de pudrición de mazorca, el cual es estadísticamente diferente, sin embargo, numéricamente el T2 = *Beauveria bassiana* (24,69 %) es igual que el T1 = Testigo (24,59%) y el T3 = Extracto biológico (21,26%), tiene una diferencia de 3,43%, estos valores son superiores a los presentados por Medina et al. (2020), en cultivares de maíz morado, donde la pudrición fue baja con un promedio de 10% de mazorcas afectadas por cada 100 cosechadas. En dicho estudio, la variedad INIA 601 presentó 9,1% de pudrición, mientras que PVM 581 alcanzó 11,2% de daño y en las otras variedades no hubo diferencia significativa. Una de las causas para la diferencia de esos datos, es el daño ocasionado por *Euxesta* spp. en los pistilos, parte apical de la mazorca y en los granos en desarrollo, generando un ambiente húmedo para el desarrollo del hongo *Fusarium* sp.

En cambio, el extracto biológico, al tener un olor fuerte, causó alejamiento en los adultos de *Euxesta* spp., como efecto repelente y no generó mortalidad. Este comportamiento

podría explicarse porque al cortar o machacar dientes de ajo, la enzima alinasa entra en contacto con el precursor de la alicina, generando ese olor característico (Tamo, 1993), el cual es desagradable, lo cual explicaría la reducción de la atracción hacia las mazorcas con ese tratamiento, sin que necesariamente se observe un efecto letal.

Figura 6

Promedios de pudrición (%) en mazorcas de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025



Nota. Barras con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En la figura 6 se presentan el gráfico de barras con las medias de mazorcas con pudrición por tratamiento. Para *Beauveria bassiana*, fue 24.69, para el testigo 24.59 y 21,26 para el extracto biológico, mostrando que entre ellos no hay diferencia estadísticamente significativa. Por lo que, ninguno de los tratamientos redujo significativamente el número promedio de mazorcas con pudrición. Esto puede explicarse porque la eficacia de los hongos entomopatógenos y extracto biológico, depende mucho de las condiciones ambientales. La pudrición de mazorcas no solo depende de la presencia de mosca, sino también de patógenos y condiciones del cultivo (Zimmermann, 2007).

4.4.1 Mazorcas sanas

Tabla 10

Análisis de varianza (ANOVA) del número de mazorcas sanas en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor ($p \leq 0.05$)
Tratamientos (t)	2	62,8	31,4	4,5	0,0491 *
Repeticiones (r)	4	25,33	6,33	0,91	0,5037
Error	8	55,07	6,98		
Total	14	144			

CV = 22,02 %

Promedio $\bar{x}$ = 10,29

Nota. Los valores con asterisco (*) indican diferencia estadística significativa y (**) indican diferencia estadística altamente significativa. En la tabla 17 (Anexo D.5) se muestran los datos utilizados para el presente análisis estadístico.

En la tabla 10, se observan los resultados con diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, lo que indica que la aplicación de los productos biológicos influyó en el número de mazorcas sanas de maíz morado INIA 601. Por el contrario, no se presentó diferencias entre las repeticiones.

Tabla 11

Prueba de significancia mediante Tukey , para mazorcas sanas en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Tratamiento	Media	Significancia
T3 (Extracto biológico de ají y ajo)	14,60	A
T1 (Testigo)	11,80	A B
T2 (<i>Beauveria bassiana</i>)	9,60	B

Nota. Según la prueba Tukey ($p \leq 0,05$), medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

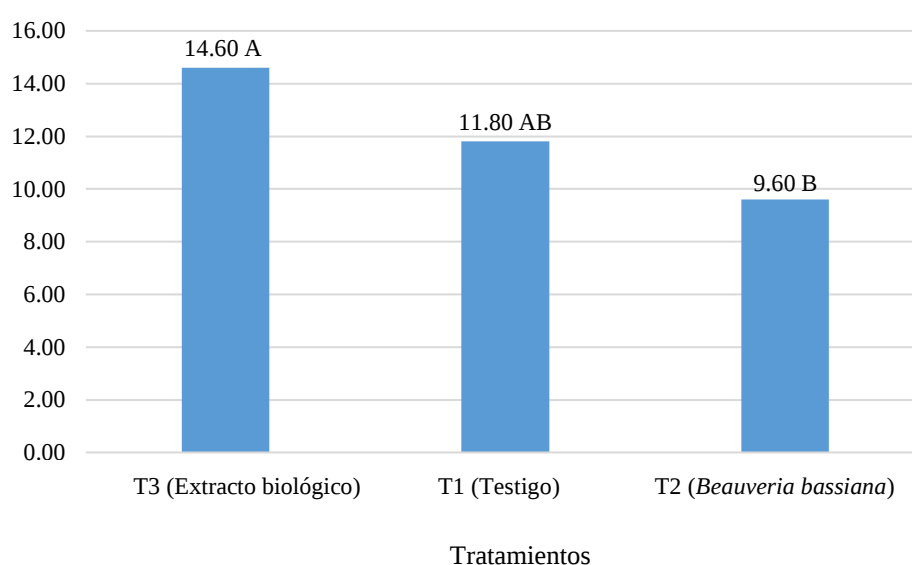
En la tabla 11, se observa el promedio de mazorcas sanas por tratamiento. El tratamiento de extracto biológico presentó mayor número de mazorcas sanas (14,60), en comparación con *Beauveria bassiana* (9,60), siendo estadísticamente diferentes. Posiblemente el extracto porque tiene propiedades antimicrobianas y repelentes de los compuestos activos presentes en el ajo (*Allium sativum*) y el ají (*Capsicum* spp.), los cuales disminuyen la incidencia de insectos y patógenos en las mazorcas. De acuerdo con Maldonado y Miguel (2017), el ají tiene capsaicina, un compuesto que genera sensación de ardor en los insectos plaga, provocando que dejen de alimentarse o migren hacia otras áreas, reduciendo su permanencia en el cultivo. Este efecto repelente o de ahuyentamiento habría disminuido el daño en las mazorcas, favoreciendo mayor número de mazorcas sanas.

Por otro lado, el tratamiento con *Beauveria bassiana*, al mostrar menor número de mazorcas sanas, podría deberse cuando los factores ambientales no son óptimos (temperatura, humedad y radiación solar), para activar su acción patogénica. En concordancia con Mero y Vera (2022), la producción de conidios de *Beauveria bassiana* en sustratos sólidos como arroz puede alcanzar entre 10^8 y 10^9 conidios por gramo, lo que refleja su alto potencial biológico;

sin embargo su desempeño puede variar según las condiciones ambientales que afecten la germinación y duración del hongo. Considerando esto, la menor eficacia de *Beauveria* en campo podría haber permitido que algunos insectos siguieran afectando las mazorcas, reduciendo el número de mazorcas sanas.

Figura 7

Promedio de mazorcas sanas en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025



Nota. Barras con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En la figura 7, los resultados muestran al tratamiento de extracto biológico (T3), con el mayor promedio de mazorcas sanas (14,60) ubicándose en el grupo A. Seguido por el testigo (T1), con valor intermedio (11,80) perteneciente al grupo AB y al tratamiento con *Beauveria bassiana* (T2) presentó el número menor de mazorcas (9,60), formando parte del grupo B. Esto sugiere que el extracto pudo favorecer la sanidad de las mazorcas en comparación con el testigo y el hongo entomopatógeno. Mishra y Malik (2015) mencionan que una humedad insuficiente

o una radiación solar excesiva pueden limitar la acción del hongo entomopatógeno, lo cual explicaría el menor número de mazorcas sanas. En cambio para el extracto biológico, el mayor número de mazorcas sanas podría explicarse por su mecanismo de acción de repelencia o la mortalidad de *Euxesta*, Bazz et al. (2025) evaluaron la toxicidad *Capsicum frutescens* frente a otros insecticida y de repulsión en plagas al reducir alimentación y oviposición, lo cual podría contribuir en la protección de las mazorcas.

4.5 Rendimiento

Tabla 12

Análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento (t/ha) de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	P-Valor ($p \leq 0,05$)	
Tratamientos (t)	2	0,87388	0,43694	5,4	0,0328	*
Repeticiones (r)	4	1,427,626	0,3569	4,41	0,0355	*
Error	8	0,647253				
Total	14	294,876				

CV = 5,46 %

Promedio $\bar{x}$ = 5,20

Nota. Los valores con asterisco (*) indican diferencia estadística significativa y (**) indican diferencia estadística altamente significativa. Los datos presentados en la tabla 19 (Anexo D.6) fueron utilizados para realizar los análisis estadísticos.

En la tabla 12, el análisis mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, indicando que el uso de productos biológicos influyó en el rendimiento del maíz morado. Asimismo, se observaron diferencias estadísticas entre las repeticiones, lo que podría

estar relacionado con variaciones en las condiciones del campo experimental. De acuerdo con Castillo et al. (2020), la variabilidad climática, la disponibilidad de agua y la distribución desigual de humedad, especialmente en etapas de floración, puede afectar el desarrollo del cultivo y ocasionar reducciones significativas en el rendimiento.

Tabla 13

Prueba de significancia mediante Tukey para el rendimiento (t/ha) de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Tratamiento	Media	Significancia
T1 (Testigo)	5,49	A
T3 (Extracto biológico de ají y de ajo)	5,23	A B
T2 (<i>Beauveria bassiana</i>)	4,90	B

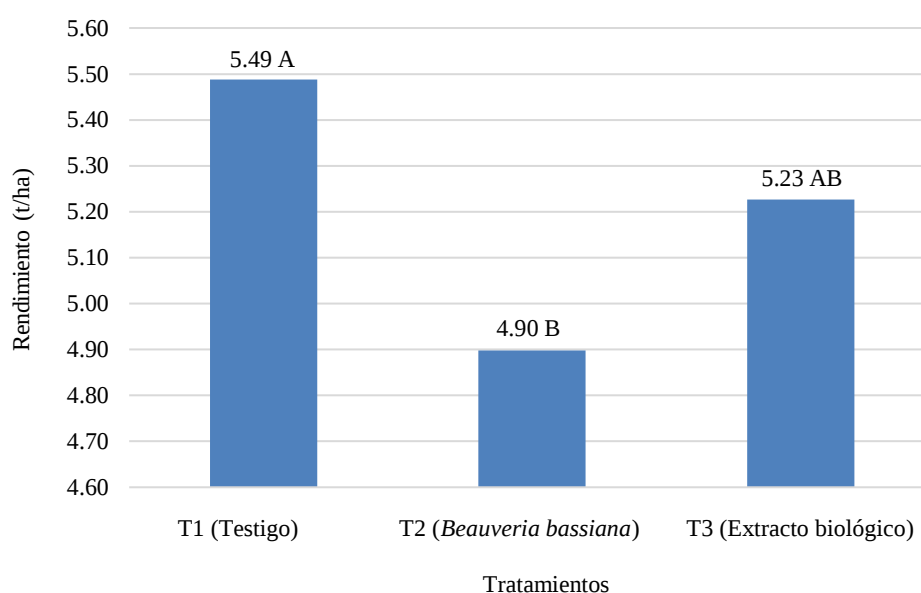
Nota. Según la prueba Tukey ($p \leq 0,05$), medias con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí.

En la tabla 12, el testigo presentó un rendimiento mayor (5,49 t/ha) ubicándose en el grupo A, mientras que el tratamiento con *Beauveria bassiana* mostró menor rendimiento (4,90 t/ha), perteneciendo al grupo B. Por su parte el extracto biológico de ají y ajo (5,23 t/ha) se ubicó en el grupo intermedio AB, sin diferir estadísticamente de los otros dos tratamientos. Estos resultados indican que sí hubo diferencias significativas entre *Beauveria bassiana* y el testigo, pero no entre el extracto biológico y los demás tratamientos. Esto podría explicarse por su efecto repelente, el cual habría reducido parcialmente el daño en las mazorcas, conservando una parte del rendimiento, como lo mencionan Rodríguez et al. (2020) que los biopreparados de ajo y ají pueden contribuir a la protección del cultivo, al rendimiento, siempre que se aplique con frecuencia y en condiciones ambientales favorables. Asimismo, López et al. (2018) señalan

que el uso de hongos entomopatógenos puede generar un ligero retraso en el crecimiento de las plantas cuando las condiciones no son óptimas para la germinación del hongo, lo que puede reflejarse en una ligera reducción del rendimiento final. En cambio en el testigo al no tener ningún tratamiento aplicado, no se alteraron las condiciones fisiológicas del cultivo.

Figura 8

Rendimiento (t/ha) de maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025



Nota. Barras con letras distintas indican diferencias significativas según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En la Figura 8, se muestra la diferencia de rendimiento entre tratamientos; evidenciando que el uso de productos biológicos no afecta al incremento del rendimiento.

Estudios previos confirman que el rendimiento en maíz morado depende de su genética y su adaptación a las condiciones climáticas. Medina et al. (2020) reportó un rendimiento promedio de 2,77 t/ha para INIA 601, mientras que con el híbrido INIA 615 alcanzó 3,67 t/ha. En esa investigación la fertilización de 120-10-80 (N-P-K) mejoró un rendimiento a 3,69 t/ha, dando a conocer que niveles altos de nutrientes pueden aumentar la productividad del maíz,

también la variabilidad genética y adaptación en zonas altoandinas, entre 2490 y 3175 msnm, esto permite que haya rendimientos bajo condiciones de estrés ambiental, como lo describen Garzón et al. (2013), quienes afirmaron que la productividad del maíz se relaciona con la interacción entre genotipo y ambiente. Resultados obtenidos por otros estudios respaldan esa interacción, por ejemplo Rabanal y Medina (2022), en una evaluación destacaron a INIA 601 con mayor productividad (4,36 t/ha) en Chala y en Tarta con 3,35 t/ha, mientras que en Shaullo obtuvo 2,1 t/ha, valor similar al cultivar MM (2,2 t/ha) y en Iglesiapampa con 1Tn/ha, con estas variaciones se confirma que el rendimiento depende del genotipo y de las condiciones ambientales. De igual forma, Guamán et al. (2020) demostraron que características de la mazorca como longitud, diámetro y peso tienen relación positiva con el rendimiento, indicando que el tamaño y el llenado de granos son factores para determinar los niveles de producción. Por otro lado, el daño de plagas como *Euxesta* spp. también influye en los resultados. Así como Camacho et al. (2012) reportan que esa plaga en condiciones favorables, puede ocasionar hasta 70% de pérdidas, afectando la calidad de la mazorca y el rendimiento del grano.

En investigaciones Co Filani et al. (2021) realizaron aplicaciones en el cultivo de Okra (*Abelmoschus esculentus*) reduciendo significativamente el daño causado por insectos, logrando incrementar de hasta cinco veces el rendimiento durante dos campañas consecutivas, demostrando que bajo condiciones adecuadas, los hongos entomopatógenos no solo controlan plagas, sino que también pueden mejorar la sanidad y la productividad de las plantas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Al evaluar la eficacia del tratamiento con *Beauveria bassiana*, se determinó que presentó un efecto de 1,73% en mortalidad en adultos de *Euxesta* spp.

Al evaluar el tratamiento con extracto biológico de ají y ajo se determinó una baja eficacia en la reducción poblacional de *Euxesta* spp., con una mortalidad de 1,23% de adultos, evidenciando efecto ocasional y reducido.

Al comparar el daño causado por *Euxesta* spp. en mazorcas, se evidenció que las unidades experimentales tratadas con *Beauveria bassiana* mostraron un 24,69% de mazorcas dañadas frente a 21,26% en aquellas tratadas con extracto biológico, indicando que ambos tratamientos redujeron el daño severo.

Al comparar el rendimiento del cultivo de maíz morado INIA 601 entre tratamientos, se determinó que el testigo obtuvo mayor rendimiento con 5,49 t/ha, seguido del tratamiento con extracto biológico (5,23 t/ha) y del tratamiento con *Beauveria bassiana* (4,90 t/ha).

5.2 Recomendaciones

Se recomienda continuar con ensayos en condiciones de laboratorio y campo evaluando diferentes dosis del hongo y del extracto biológico, con el fin de optimizar su eficacia en el control de *Euxesta* spp.

Asimismo, se sugiere incorporar la evaluación de larvas y pupas, para determinar con mayor precisión el efecto de los tratamientos sobre el incremento del porcentaje de mortalidad de su impacto en el ciclo biológico de la plaga.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avila, J., Avila, J., Martinez, D. y Rivas, F. (2014). El cultivo del maíz. Generalidades y sistemas de producción en el Noroeste. <https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20MAIZ.pdf>
- Baidoo, P. & Mochiah, M. (2015). Comparación de la eficacia del ajo (*Allium sativum* L.) y el pimiento picante (*Capsicum frutescens* L.) en el manejo de las principales plagas del repollo *Brassica oleracea* (L.). *Sustainable Agriculture Research*. 5(2), 83-91. <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/sar/article/view/55393>
- Baz, M. M., Elhawary E.A., Abdelhafiz, A.H., Mostafa, R. M., Alruhaili, M. H., Gattan, H.S., Selim, A., Gad, M.E., Abd-Elkhalek, H. F. (2025) Efficacy of Hot *Capsicum annum* Extracts Against the Biological Activity of *Culex pipiens* and *Musca domestica* Larvae with their Phytochemical Profiles. *Acta Parasitol.* 70(3),129. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40488911>
- Bordones, A., DeGracia, N., Díaz, D., Rodríguez, R., & Chen, A. (2022). Comparación de la efectividad en la protección de cultivos de tomates con insecticidas orgánicos a base de: ajo (*Allium sativum*) y Nim (*Azadirachta indica*). *Revista de Iniciación Científica*. 4, 39-42.
- Barraza, E., Sánchez, A. & Rodríguez, I. (2019). Levantamiento poblacional de *Euxesta* spp. en diferentes etapas fenológicas del cultivo de maíz, en el distrito de Ocú, provincia de Herrera, República de Panamá. *Scientia*, 29(2), 1-4. <https://www.redalyc.org/journal/6517/651769120001/651769120001.pdf>

- Cabrera Verdezoto, R. P., Morán Morán, J. J., Mora Velasquez, B. J., Molina Triviño, H. M., Moncayo Carreño, O. F., Díaz Ocampo, E., Meza Bone, G. A., & Cabrera Verdesoto, C. A. (2016). Evaluación de dos insecticidas naturales y un químico en el control de plagas en el cultivo de frejol en el litoral ecuatoriano. *IDESIA* (Chile), 34(5), 27–35. <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/2016nahead/aop2516.pdf>
- Caiza, A. (2022). Evaluación de dos cepas de *Beauveria bassiana* para el control de *Euxesta stigmatias* en mazorcas de maíz (*Zea mays*), bajo condiciones controladas, campus Salache – Latacunga – Cotopaxi 2022. [Tesis de pregrado, Universidad técnica de Cotopaxi]. Repositorio. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d8ef1095-2bcd-473c-a140-614610c6ad78/content>
- Carballo, M., Cano, E., Chaput, P., Fernández, O., Gonzáles, L., Gruber, A. K., Guharay, F., Hidalgo, E., Narváez, C., López, J. A., Rizo, C., Rodríguez, A., Rodríguez, C. y Salazar, D. (2004). Control biológico de plagas agrícolas (1.^a ed.). CATIE. https://www.ciaorganico.net/documypublic/525_CONTROL_BIOLOGICO_DE_PLAGAS_AGRICOLAS.pdf
- Castillo, Y., Gonzáles, F., Hervis G., Hirán, Luis & Cisneros, E. (2020). Impacto del cambio climático en el rendimiento del maíz sembrado en suelo ferralítico rojo compactado. *Ingeniería Agrícola*, 10(1). <https://www.redalyc.org/journal/5862/586262449008/html/>
- Co Filani, A. O., Adeoti, J., Balogun, M. I., Tanigbola, M. A. & Jimba, N. (2024). Eficacia de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* como agentes de control biológico de plagas de insectos de quingombó (*Abelmoschus esculentus* L.). *Journal of Agricultural Science and Environment*, 24(1), 15-27. https://journal.funaab.edu.ng/index.php/JAgSE/article/view/2379?utm_source=chatgpt.com

- Corrales Castillo, J., Rodríguez Arrieta, A., Villalobos Moya, K., Hernández Villalobos, S., & Alvarado Rodríguez, O. (2018). Evaluación de tres extractos naturales contra *Bemisia tabaci* en el cultivo del melón, Puntarenas, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 42 (2), 93-106. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43656391006>
- Cepero, M. C., Restrepo, S., Franco A. E., Cárdenas M. E. y Vargas, N. (2012). *Biología de hongos*. 124p.
https://www.google.com.pe/books/edition/Biolog%C3%ADa_de_hongos/pS2RDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0
- Chi, L. (2002). Manejo integrado de plagas para *Helicoverpa zea* y *Euxesta major* en maíz dulce (*Zea mays* L. var. rugosa) en Zamorano. [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano]. Repositorio. <https://bdigital.zamorano.edu/items/b7bd78e8-0c51-4703-acc9-395ac2d08857>
- Curis, M., Re, M., Favaro, J. C., Sánchez, D., & Bertolaccini, I. (2015). *Euxesta spp.*: Nueva plaga en *Zea mays* L. variedad rugosa: Asociación con ataques de *Heliothis zea* en siembras de primavera y verano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(3), 251–257. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93944043016>
- Dannon, H. F., Dannon, A. E., Douro-Kpindou, O. K., Zinsou, A. V., Houndété, A. T., Toffa-Mehinto, J., Elegbede-Iat, M., Olou, B. D. & Tamó, M. (2020). Hacia el uso eficiente de *Beauveria bassiana* en el manejo integrado de plagas de insectos del algodón. *Journal of Cotton Research*, 3(24). <https://doi.org/10.1186/s42397-020-00061-5>
- Fernández, L. (2010). Identificación de razas de maíz (*Zea Mays* L.) presentes en el germoplasma cubano. [Tesis de doctorado, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”. Archivo digital. https://elibro.net/es/ereader/unc/90162?as_all=maiz&as_all_op=unaccent__icontains&as_title_type=BOOK,THESIS&as_title_type_op=in&prev=as

García, R. (2000). Evaluación de plaguicidas biológicos y bóticos para el control de *Plutella xylostella* en el repollo.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a06891d0-73e2-425b-b25d-bc4b09f7f28a/content>

Godoy, J. C., Valera R. E., Guédez, C., Cañizalez L. M & Castillo, C. (2007) Determinación de temperatura y humedad óptima para la germinación y esporulación de cinco aislamientos de *Beauveria bassiana*. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 24(3), 415-425.

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182007000300002

Guacho, E. (2017). Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad San José de Chazo. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Archivo digital. <https://core.ac.uk/download/pdf/234574936.pdf>

Guamán, R. N., Desiderio, T. X., Villavicencio, A. F., Ulloa, S. M. & Romero, E. J.(2020) Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*. 7(2). 47-59. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>

Hernández, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J., Patiño, S. y Osorio, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4), 803 – 813.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000400803

Huamanchumo, C. (2013). La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas. IICA. <https://repositorio.iica.int/items/3cd9359a263c-423d-a1fd-517483b6aa62>

- Instituto de Innovación Agraria (2014). Maíz morado INIA 601: Variedad de maíz morado para la sierra norte del Perú. <https://repositorio.inia.gob.pe/items/702019aa-5fa7-44da-b39d-3f828e16d533>
- Instituto de Innovación Agraria (2022). Guía del manejo del cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.). INIA. <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/handle/20.500.13036/1798>
- Lee, J. Y., Woo, R. M., & Woo, S. D. (2023). Formulación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* JN5R1W1 para el control de mosquitos adultos y evaluación de su novedosa aplicabilidad. *Revista de Entomología de Asia y el Pacífico*, 26(2). <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2023.102056>
- López, D. C., Sword, G. A., & Roberts, D. W. (2018). Entomopathogenic fungi as endophytes: plant benefits and new opportunities for biological control. *Fungal Ecology*, 34, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2018.05.011>
- Martínez, R., Rojo, G., García, C., Ramírez, B., Jasso, J., Nava, E., Apodaca, M., Camacho, J., Armenta, A., Bautista, N., Gonzáles, M., Meza, J., Cortes E., Rosas, N., Ruelas, R., Vejar, G., Aguilera, M., Díaz R. & Vázquez, P. (2009). *Tecnologías de granos y semillas*. Serie Agricultura. 1, 153-169. <https://repositoriodigital.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/16693/1/TECNOLOGIAS%20DE%20GRANOS%20Y%20SEMILLAS.pdf#page=163>
- Municipalidad Distrital de Baños del Inca (2025). *Información del distrito*. Recuperado de: <https://www.mdbi.gob.pe/ver/informacion-del-distrito>
- Medina Hoyos, A. E., Yoshino, M., Morita, T. y Maruyama, H. (2016). *Guía de producción comercial de maíz morado: Basado en el trabajo del Proyecto IEPARC*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Recuperado de https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/631/1/Guia_de_produccion_comercial.pdf

- Medina-Hoyos, A., Narro-León, L. A. y Chávez-Cabrera, A. (2020). Cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 291–299. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.01>
- Méndez, A. (2016). Percepción de los productores de maíz (*Zea mays*, Lin.) sobre sus plagas claves: principales aspectos agroecológicos en áreas agrícolas de Venezuela. Universitaria. https://elibro.net/es/ereader/unc/100769?as_all=maiz&as_all_op=unaccent__icontains&as_title_type=BOOK&as_title_type_op=in&prev=as
- Mero, D. & Vera, L. (2022). Uso del hongo *Beauveria* (*Beauveria bassiana*) como biocontrolador de plagas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), “Las Gilces-Crucita”. [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí] Archivo digital. https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3901/1/Uso%20del%20hongo%20Beauveria%20%28B.%20bassiana%29%20como%20biocontrolador%20de%20plagas%20en%20el%20cultivo%20de%20arroz%20%28O.%20sativa%20L.%29%2C%20Las%20Gilces-Crucita_Mero%20Diana%20y%20Vera%20Lady.pdf
- Ministerio de Agricultura (2012). Manejo agronómico del maíz morado en los valles interandinos del Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/851/1/Maiz%20morado%20inia.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (2021). El maíz morado peruano. Un producto con alto contenido de antocianina, poderoso antioxidante natural. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3531000/%20El%20Ma%C3%ADz%20Morado%20Peruano.pdf>

- Ministerio de Agricultura (2022). Compendio anual de producción agrícola.
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendioanual-de-produccion-agricola>
- Mishra S, Kumar P, Malik A. Effect of temperature and humidity on pathogenicity of native *Beauveria bassiana* isolate against *Musca domestica* L. J Parasit Dis. 2015 Dec;39(4):697-704. doi: 10.1007/s12639-013-0408-0
- Muñoz, JA, Rosa, WD, & Toledo, J. (2009). Mortalidad en *ceratitis capitata* (wiedemann) (diptera: tephritidae) por diversas cepas de *beauveria bassiana* (bals.) vuillemin, en condiciones de laboratorio. *acta zoológica mexicana (nueva serie)*, 25 (3), 609-624.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57512077013>
- Murillo-Cuevas, F. D., Cabrera-Mireles, H., Adame-García, J., Fernández Viveros, J. A., Villegas-Narváez, J., López-Morales, V., Vásquez-Hernández, A. & Meneses-Márquez, I. (2020). *Evaluación de insecticidas biorracionales en el control de mosca blanca (Hemiptera : Aleyrodidae) en la producción de hortalizas. Biotecnia*, 22(1), 39-47. <https://www.redalyc.org/journal/6729/672971062005/>
- Nuessly, G. & Capinera J. (2013). Cornsilk Fly (suggested common name), *Euxesta stigmatias* Loew (Insecta: Diptera: Otitidae). EDIS, 5.
<https://journals.flvc.org/edis/article/view/120913>
- Ortega, A. (1987) Insectos nocivos del maíz, una guía para su identificación en campo.
https://www.google.com.pe/books/edition/Insectos_nocivos_del_ma%C3%ADz/DYrKMPEcGGwC?hl=en&gbpv=0
- Pardey, C. y Moreno, N. (2015). Descripción morfológica de 13 introducciones de maíz procedente del departamento del Magdalena. Unimagdalena. Biblioteca virtual Universidad Nacional de Cajamarca.
https://elibro.net/es/lc/unc/login_usuario/?next=/es/ereader/unc/70101/?as_all=maiz&

as_all_op=unaccent__icontains%20&as_title_type=BOOK&as_title_type_op=in&prev=as

- Piña, P. (2018). Comparativo de rendimiento y contenido de antocianinas en 6 variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos, región Cajamarca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Archivo digital. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2874>
- Prada Ardila, R. A., Jiménez Umbarila, S. E., Dussán Cárdenas, N. M., & Corradine Mora, D. T. (2021). *Control de larvas de Aedes aegypti con extractos de Allium sativum y Annona muricata como larvicidas*. Revista de Salud Pública, 23(3), 1–8. <https://doi.org/10.15446/rsap.v23n3.89110>
- Pucheta, M., Flores, A., Rodríguez S. y De la Torre, M. (2006). Mecanismos de acción de hongos entomopatógenos. Interciencia, 31(12). 856-860. Obtenido de: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001200006
- Ramos, A. (2025). *Extractos botánicos como medida de control para el gusano cogollero del maíz (Spodoptera frugiperda)* [Trabajo de titulación]. Universidad Técnica de Babahoyo. <https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d217fda9-48f2-4359-baa7-e9a6e1e4c7aa/content>
- Rodríguez, L., Pérez, J. & Morales, C. (2020). *Eficacia de extractos botánicos en el manejo de plagas agrícolas bajo condiciones tropicales*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 14(2), 250-260.
- Sánchez, L. (2023). Aplicación de aceite vegetal en el control de los gusanos de la mazorca en cultivo de maíz (*Zea mays*). [Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio: <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e6a87b38-b5b0-4c00-8ba2-5446196aac0b/content>

Sistema Integrado de Gestión de Insumos Agropecuarios – SIGIA (2025). Ministerio de Agricultura. SENASA.

https://servicios.senasa.gob.pe/SIGIAWeb/sigia_consulta_cultivo.html

Simón, M. y Golik, S. (2018). Cereales de verano. Universidad de La Plata.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/162758>

Stafford, K., Allan, S. (2010). Aplicaciones de campo de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* F52 (Hypocreales: Clavicipitaceae) para el control de *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae). 47(6). 1107-115.
<https://academic.oup.com/jme/article/47/6/1107/994317>

Tejada, T. (1990). Uso de aceite en el control de *Heliothis zea* y *Euxesta* spp., en el cultivo de maíz. Repositorio. <https://repositorio.inia.gob.pe/items/47ccfe12-ca2c-4dda-8d6f-f86e929dc30c>

Trujillo, A. (2020). Incidencia de insectos en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) bajo condiciones de la Molina. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria La Molina] Archivo digital. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b50c2e89-593c4246-99f0-ffc97d500289/content>

Valdivieso, L. y Núñez, E. (1984). Plagas del maíz y sus enemigos naturales.
https://www.google.com.pe/books/edition/_/jGYqAAAAYAAJ?hl=en&gbpv=1

Valera, J. (2020). *Evaluación de extractos vegetales con efecto biocida para el control de la mosca blanca (Bemisia tabaci) en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus)* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio institucional UTB.
https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VARELA%20TAPIA%20JORDAN%20FRANCISCO.pdf?utm_source=chatgpt.com

- Vega, C. (2021). Control de estados inmaduros de moscas de la fruta *Anastrepha fraterculus* y *Ceratitis capitata* con hongos entomopatógenos en el suelo. [Tesis de grado, Universidad Agraria la Molina]. Archivo digital. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/08d0c09f-ae21-4195-85f2-fa6a1b0353fb>
- Villanueva, V. (2021). Evaluación de biopreparados del ajo (*Allium sativum*) como insecticida o barrera natural del trips (*Frankliniella diffcilis*) en el cultivo de haba. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Archivo digital. <https://repositorio.uncp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/62ce585e-df2c-4bd9-94ac-7948019528e7/content>
- Zimmermann, g. (2007). revisión sobre la seguridad del hongo entomopatógeno *metarhizium anisopliae*: *biocontrol science and technology* , 17 (9), 879–920. <https://doi.org/10.1080/09583150701593963>

ANEXOS

ANEXO A. Fotografías del trabajo en campo

Anexo A.1

Preparación del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*



Anexo A.2

Preparación del extracto biológico de ají y ajo



Anexo A.3

Aplicación de tratamientos de *Beauveria bassiana* y extracto biológico a plantas de maíz morado INIA 601



Anexo A.4

Evaluaciones de la presencia de *Euxesta* spp. en mazorcas de maíz morado INIA 601



Anexo A.5

Evaluaciones de daños ocasionados por larvas de *Euxesta* spp. en mazorcas de maíz morado
INIA 601



ANEXO B. Fotografías del trabajo post cosecha

Anexo B.1

Peso de mazorcas cosechadas de maíz morado INIA 601



Anexo B.2

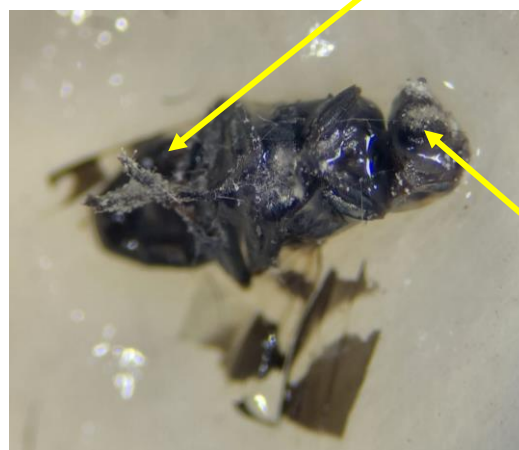
Clasificación de mazorcas de maíz morado INIA 601, según el grado de pudrición, en el testigo y tratamientos



ANEXO C. Fotografías del trabajo en laboratorio

Anexo C.1

Estados de desarrollo de *Euxesta* spp. vista en microscopio a un aumento 120 X, después de haber estado 6 días en oscuridad y humedad. Las flechas señalan la esporulación del hongo *Beauveria bassiana*.



ANEXO D. Resultados de análisis estadístico

Anexo D.1

Tabla 14

Conteo de adultos vivos de Euxesta spp. en maíz morado INIA 601, campaña 2024-2025

Tratamiento	Repetición	Número de adultos vivos									
		1 Aplicación	2 Aplicación	3 Aplicación	4 Aplicación	5 Aplicación	6 Aplicación	7 Aplicación	8 Aplicación	9 Aplicación	10 Aplicación
T1 Testigo	1	10	10	15	16	6	16	10	15	20	9
	2	21	5	22	16	9	13	11	14	15	6
	3	27	10	10	23	8	10	9	12	16	5
	4	16	18	20	23	11	14	12	14	16	4
	5	23	10	20	23	8	24	10	13	18	10
T2 <i>Beauveria bassiana</i>	1	20	4	21	13	13	18	7	14	21	4
	2	31	9	19	12	11	10	12	11	12	6
	3	13	15	24	14	6	10	13	13	16	8
	4	11	12	22	14	10	13	10	11	15	11
	5	23	12	15	15	7	10	10	7	15	10
T3 Extracto biológico	1	18	11	21	14	6	12	6	13	20	10
	2	23	14	21	14	10	13	10	17	20	7
	3	12	12	13	11	8	11	7	13	15	7
	4	14	6	15	13	5	19	11	13	17	11
	5	28	13	20	25	6	14	9	10	12	6

Anexo D.2

Tabla 15

Conteo de adultos muertos de *Euxesta* spp. en maíz morado INIA 601, campaña 2024-2025

[illegible]

Anexo D.3

Tabla 16

Medias de adultos muertos de Euxesta spp. mediante la prueba de Tukey

Aplicación	Promedios de adultos muertos en cada aplicación		
	Testigo	<i>Beauveria</i> <i>Bassiana</i>	Extracto biológico
1	0,0 A	0,0 A	0,0 A
2	0,0 A	0,20 A	0,40 A
3	0,0 A	0,60 A	0,20 A
4	0,0 A	0,60 A	0,0 A
5	0,0 A	0,40 A	0,0 A
6	0,0 A	0,20 A	0,0 A
7	0,0 A	0,20 A	0,0 A
8	0,0 A	0,20 A	0,0 A
9	0,0 A	0,40 A	0,0 A
10	0,0 A	0,20 A	0,0 A

Nota. Promedios con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,05$).

Anexo D.4

Tabla 17

Medias de mortalidad de Euxesta spp. mediante la prueba de Tukey

Aplicación	Medias de tratamientos por aplicación		
	Testigo	<i>Beauveria</i> <i>Bassiana</i>	Extracto biológico
1	0,0 A	0,0 A	0,0 A
2	0,0 A	2,0 A	5,0 A
3	0,0 A	2,60 A	0,90 A
4	0,0 A	4,04 A	0,0 A
5	0,0 A	4,46 A	0,0 A
6	0,0 A	1,82 A	0,0 A
7	0,0 A	2,40 A	0,0 A
8	0,0 A	1,42 A	0,0 A
9	0,0 A	2,20 A	0,0 A
10	0,0 A	2,80 A	0,0 A

Nota. Promedios con diferente letra son significativamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,05$).

Anexo D.5

Tabla 18

Número de mazorcas según el grado de pudrición en cada tratamiento y por repetición, en maíz morado INIA 601, campaña agrícola 2024-2025

Tratamiento	Repetición	Grado de pudrición						N° de mazorcas
		G1 (sanas)	G2 (1-10%)	G3 (11-25%)	G4 (26-51%)	G5 (51-75%)	G6 (76-100%)	
T1 Testigo	1	10	5	10	11	2	3	41
	2	10	7	11	10	6	4	48
	3	13	2	11	7	4	10	47
	4	13	18	9	5	1	5	51
	5	13	14	9	7	2	1	46
T2 <i>Beauveria bassiana</i>	1	8	10	8	5	2	3	36
	2	9	3	9	12	4	6	43
	3	12	11	7	5	1	4	40
	4	10	10	10	9	1	4	44
	5	9	8	13	11	1	5	47
T3 Extracto biológico	1	11	11	7	0	3	2	34
	2	21	5	9	2	5	4	46
	3	14	9	6	6	5	0	40
	4	12	14	4	4	5	2	41
	5	15	13	13	11	2	14	68

ANEXO D.6

Tabla 19

Datos obtenidos en campo después de la cosecha de maíz morado INIA 601, campaña 2024-2025

Tratamiento	Repetición	Peso de campo (kg)	Humedad (%)	Rendimiento (t/ha)
T1 Testigo	1	7,5	32,77	5,33
	2	7	32,77	4,97
	3	8	32,77	5,69
	4	8,1	32,77	5,76
	5	8	32,77	5,69
T2 Beauveria bassiana	1	6,7	33,98	4,68
	2	6,3	33,98	4,40
	3	7,5	33,98	5,23
	4	7,2	33,98	5,02
	5	7,4	33,98	5,16
T3 Extracto biológico	1	6,5	33,02	4,60
	2	7,2	33,02	5,10
	3	6,9	33,02	4,89
	4	8	33,02	5,66
	5	8,3	33,02	5,88