

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

Influencia de sustratos sólidos en el crecimiento de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio

AUTOR: Sevillano del Valle Carlos Josue

TUTOR: Ing. González Dávila Ricardo Paúl, *M.C*

El Carmen, 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACION CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión de El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

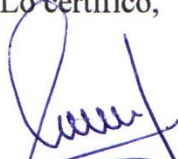
Haber dirigido y revisado el trabajo de integración curricular, bajo la autoría del estudiante **Sevillano Del Valle Carlos Josue** legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2026 (1), cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación, cuyo tema del proyecto de investigación es **Influencia de sustrato sólidos en el crecimiento de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio.**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 03 de agosto del 2026.

Lo certifico,



Ing. González Dávila Ricardo Paúl, M.C

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ
EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Influencia de sustratos sólidos en el crecimiento de *Beauveria bassiana*
bajo condiciones de laboratorio

AUTOR: Sevillano Del Valle Carlos Josue

TUTOR: Ing. González Dávila Ricardo Paúl, M.C

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Mg. Kleber Fernando Mejia Chanaluisa.

Mg. Jorge Sifrido Vivas Cedeño.

Mg. Cobefia Loor Nexar Vismar.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Carlos Josue Sevillano Del Valle** con cédula de ciudadanía **135182207-5**, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión el Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autora de la tesis titulada “**Influencia de sustratos sólidos en el crecimiento de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio**”, esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total en su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultados que no son de mi autoría están debidamente citados y referenciados.

Atentamente,



Carlos Josue Sevillano Del Valle

DEDICATORIA

A Dios: Te agradezco, Padre celestial, por brindarme vida, salud, fortaleza y sabiduría para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mi madre, Carmen Del Valle: Expreso toda mi gratitud y respeto a mi mayor apoyo durante toda mi carrera. Este triunfo te lo dedico con todo mi corazón es más tuyo que mío eres mi pilar en todo este proceso.

A mi querida abuela, Daysi Mosquera: Quien me enseñó a valorar la vida desde pequeño y que siempre la familia es primero.

A mis tías, Mary Del Valle y Jessy Del Valle: Expreso respeto a mis primeras maestras en la vida tanto letras como dibujos fueron las que me indicaron el camino al aprendizaje.

A mis tíos, Jairo Del Valle, Junior Del Valle y Jimmy Del Valle: Por ser un ejemplo de aspiración, perseverancia y dedicación.

A mis hermanas, Gema y Belén: Gracias por sus palabras de ánimo, sus sabios consejos y su apoyo incondicional. Siempre supieron motivarme para que no desfalleciera en los momentos difíciles, Te quiero con el alma.

A mis hermanos, Israel y Jonathan: Cuya sonrisa y ternura han sido mi mayor inspiración durante estos últimos años. Ustedes son mi alegría y mi motor para seguir luchando y alcanzar mis metas.

Este logro se lo dedico a mi familia, amigos y todos los que confiaron en mí, Gracias por formar parte de este recorrido universitario para mi formación profesional, este triunfo se lo dedicó principalmente a mi madre por apoyarme, estaré agradecido eternamente.

AGRADECIMIENTOS

Con profunda gratitud, agradezco a Dios por permitirme seguir en este camino, darme la fuerza, la sabiduría y la oportunidad de culminar una de las etapas más importantes de mi vida académica.

A mi madre, Carmen Del Valle, por ser el pilar más fundamental de mi vida. Gracias por acompañarme en cada paso de este camino, por creer en mis capacidades incluso cuando yo dudaba, por tus sacrificios, tu amor infinito y el esfuerzo que has realizado para que pudiera alcanzar esta meta. Este logro representa también el fruto de todo lo que has hecho por mí.

A mi abuela, Daysi Mosquera, por su cariño, sus enseñanzas y los valores que me enseñó desde la infancia.

A mis hermanos, Isael y Jonathan, siempre van a ser mi fuerza y orgullos para seguir adelante para ser un ejemplo ideal en cada camino que se propagan hacer los apoyare con toda mi alma.

A mi amiga Yulexi Zambrano Leones, fuiste una de las primeras que me hablo en el primer día de clases ese pequeño gesto se convertiría en una amistad del alma cada consejo y apoyo internamente gradecido.

A mi amigo Ismael Salinas, como olvidar a mi hermano del alma cada consejo en cada una de las conversaciones estaré muy agradecido por forma parte de este camino colega.

A mi mejor amiga, Lilibeth, siempre soñamos estudiar en la misma carrera, pero la vida tenía otros planes preparados, pero eres un pilar importante en mi vida siempre será esa fortaleza que me enseñó a seguir en este camino.

A mis amigos Daniel Orbes y Samantha calle, son un pilar muy importe en este camino, expreso todo mi cariño y agradecimiento más sincero, más que compañeros de clases son mis amigos del alma cada uno de nosotros tuvimos una sola meta y la vida nos reunió en el mismo lugar.

Mi más sincero agradecimiento a mi tutor de proyecto de titulación, Ing. Ricardo Paúl González Dávila, *M.C.*, por compartir sus conocimientos y orientarme con profesionalismo y brindarme el apoyo necesario durante el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE

PORTADA	I
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRATC	XIV
INTRODUCCIÓN	14
Objetivo general	16
Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Marco teórico	1
1.1 Antecedentes de la investigación	1
1.2 Los hongos.....	2
1.3. <i>Beauveria bassiana</i>	2
1.4. Productos agroindustriales.....	4
1.5. Avena como sustrato para hongos.....	4
1.6. Arrocillo como sustrato para hongos	5
1.7. Trigo como sustrato para hongos.	5
1.8. Unidades Formadoras de colonias (UFC).....	5
1.9. Cámara de Neubauer	5
1.10. Parámetros de calidad comercial de <i>Beauveria bassiana</i>	6
1.11. Taxonomía de <i>Beauveria bassiana</i>	7
CAPÍTULO II	9
2. Estado del arte.....	9
CAPÍTULO III	10

3.	Diagnóstico o estudio de campo.....	10
3.1.	Ubicación	10
3.2.	Materiales y Herramientas.....	10
3.2.1	Implementación del área para la investigación (multiplicación de hongos).	10
3.2.2	Materiales y reactivo para el experimento	10
3.2.3	Insumos (sustratos orgánicos)	11
3.2.4	Material biológico.....	11
3.2.5	Equipos	11
4.	Métodos.....	11
4.1.	Implementación del área para la investigación	12
4.2.	Preparación del sustrato arroz (T1)	12
4.3.	Preparación del sustrato avena (T2)	12
4.4	Preparación del sustrato trigo (T3).....	12
4.5.	Preparación del sustrato Avena + Trigo (T4).....	13
4.6.	Preparación del sustrato Arroz + Avena + Trigo (T5).....	13
4.7.	Preparación del inóculo	13
4.8.	Inoculación.....	13
4.9.	Incubación.....	13
4.10.	Evaluación del crecimiento	13
4.11.	Tratamientos	14
5.	Unidad experimental	14
5.1.	Modelo experimental	14
6.	Características de la unidad experimental	15
6.1.	Técnica de Fermentación en Sustrato Sólido (FSS)	15
6.2.	Técnica de Inoculación Aséptica.....	15
6.3.	Técnica de Cuantificación de Conidios.....	15
7.	Croquis del de ubicación de los tratamientos.....	15
8.	Diseño del área experimental.	16

9. Manejo de los experimentos.....	16
9.1. Control de Asepsia.....	16
9.2. Conteo de las UFC (Unidades Formadoras de Colonias)	17
9.3. Manejo del inóculo	17
9.4. Manejo de los tratamientos	17
9.5. Bioseguridad	18
10. Variables independientes	18
11. Variables dependientes	18
CAPÍTULO IV	19
12. Evaluación de los resultados.....	19
12.1. Concentración de UFC de <i>Beauveria bassiana</i> como influencia en sustratos sólidos bajo condiciones de laboratorio.	19
12.2. Calidad comercial de <i>Beauveria bassiana</i> en función de los sustratos sólidos.....	20
CONCLUSIONES	XXXI
RECOMENDACIONES	XXXII
BIBLIOGRAFÍA.....	XXXIII
ANEXOS.....	XXXVI

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS DE CALIDAD COMERCIAL DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i>	6
TABLA 2. TAXONOMÍA DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i>	8
TABLA 3. TRATAMIENTO PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE SUSTRATOS SÓLIDOS EN EL CRECIMIENTO DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i> BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.....	14
TABLA 4. ADEVA DE LA INFLUENCIA DE SUSTRATOS SOLIDOS SOBRE <i>BAUVERIA BASSIANA</i> EN BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.	14

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MORFOLOGÍA DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i>	3
FIGURA 2. PROCESO DE INFECCIÓN DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i> EN LA CUTÍCULA DE LOS INSECTOS	4
FIGURA 3. ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA CÁMARA DE NEUBAUER O HEMACITOMETRO.	6
FIGURA 4. UBICACIÓN DEL LABORATORIO AGRÍCOLA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL RÍO SUMA	10
FIGURAS 5. ORGANIZACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS INOCULADOS DENTRO DEL LABORATORIO.	15
FIGURA 6. MODELO EN 3D DEL LABORATORIO AGRÍCOLA EN LA GRANJA EXPERIMENTAL RÍO SUMA.	16
FIGURA 7. CONCENTRACIÓN DE UFC DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i> , SEGÚN LA INFLUENCIA DE SUSTRATOS SÓLIDOS BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.	20
FIGURA 8. COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (UFC) OBTENIDA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CALIDAD COMERCIAL DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i>	21

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. CONSTRUCCIÓN DEL CUARTO DE AISLAMIENTO.....	XXXVI
ANEXO 2. PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS SOLIDOS (ARROZ, AVENA Y TRIGO).	XXXVI
ANEXO 3. PROCESO DE PREPARACIÓN DE LA <i>BEAVERIA BASSIANA</i> , PARA INOCULAR EN EL MEDIO DE CULTIVO.	XXXVII
ANEXO 4. INOCULAR CADA SUSTRATO EN CÁMARA DE FLUJO LAMINAR.....	XXXVII
ANEXO 5. MUESTRA DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i> EN EL MEDIO DE CULTIVO.....	XXXVIII
ANEXO 6. RECUENTO DE CONIDIAS DE <i>BEAVERIA BASSIANA</i> EN CÁMARA DE NEUBAU XXXVIII	
ANEXO 7. ANÁLISIS DE LA VARIANZA (UFC).....	XXXIX

RESUMEN

En el presente estudió en la Granja Experimental Río Suma, donde se distinguen zonas específicas a la investigación para fortalecer conocimientos académicos. Se determinó la influencia de sustratos sólidos en el crecimiento de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio por lo tanto en la actualidad, la necesidad de aumentar la productividad y eliminar las plagas en los cultivos ha llevado al sector agropecuario a adoptar prácticas que impactan negativamente en el entorno y en la salud humana. Para neutralizar esto, el aprovechamiento de microorganismos benéficos surge como la respuesta más realista y prometedora que podemos aplicar en nuestro medio. El estudio se desarrolló bajo un método experimental, utilizando un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) demuestran que el tipo de sustrato sólido influyó significativamente en la concentración de unidades formadoras de colonias (UFC) la mezcla de arroz, avena, trigo presentó la mayor concentración, alcanzando aproximadamente (T5) $2,12 \times 10^7$ UFC/ml, estadísticamente superior al resto. En segundo lugar, se ubicó la avena (T2) $1,86 \times 10^7$ UFC/mL, seguido del (T1) $1,74 \times 10^7$ UFC/mL. Por su parte (T3) $1,27 \times 10^7$ UFC/mL y la combinación de Avena y trigo (T4) $1,18 \times 10^7$ UFC/ml presentaron concentraciones menores sin diferencias estadísticas entre ellos.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, Unidades formadoras de colonias (UFC), sustrato sólido, control biológico.

ABSTRACT

This study was conducted at the Río Suma Experimental Farm, a site featuring dedicated research zones designed to enhance academic knowledge. The study determined the influence of solid substrates on the growth of *Beauveria bassiana* under laboratory conditions. Currently, the need to increase crop productivity and eliminate pests has led the agricultural sector to adopt practices that negatively impact the environment and human health. To counteract this, the use of beneficial microorganisms emerges as the most realistic and promising solution applicable in our local context. The study employed an experimental method using a completely randomized design with five treatments and five replicates. Analysis of variance (ANOVA) results demonstrate that the type of solid substrate significantly influenced the concentration of colony-forming units (CFU); the rice, oat, and wheat mixture yielded the highest concentration reaching approximately 2.12×10^7 CFU/ml (T5) which was statistically superior to the other treatments. Oats (T2) ranked second at 1.86×10^7 CFU/ml, followed by (T1) at 1.74×10^7 CFU/ml. Meanwhile, (T3) (1.27×10^7 CFU/ml) and the oat-wheat combination (T4; 1.18×10^7 CFU/ml) showed lower concentrations, with no statistically significant difference between them.

Keywords: *Beauveria bassiana*, colony-forming units (CFU), solid substrate, biological control.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector agropecuario dentro de nuestro país, tiene un impacto al entorno, derivado por las actividades agrícolas que se realizan, del uso de agroquímicos que utilizan los productores con el anhelo de reducir las constantes plagas que atacan a las diferentes plantaciones, se ha identificado que, en los últimos años, aumentado el uso de producto tóxicos, se ha buscado nuevas alternativas para el medio (Lorena et al., 2021).

En Ecuador, los microorganismos benéficos representa una solución sobre el manejo integrado de plagas agrícolas (pulgón, la mosca blanca, la araña roja, los picudos y los escarabajos) y del área pecuaria como: garrapatas, miasis entre otros representa una solución biotecnológica rentable que se le puede dar un manejo integrado en el país . Su identificación y su producción comercial están en proceso, capacitando al sector agropecuario con herramienta sostenible, efectiva y adaptada a las condiciones laborales y de los ecosistemas (Vera, 2025).

En los métodos existes dos tipos de producción del hongo, que incluyen medios sólidos y medios líquidos. Los métodos más variados para la producción es la implementación de parámetros para diferencial la fermentación sólida que producen conidios aéreos ocasionados por su ciclo biológico depende del aislado y de las condiciones fisiológicas particulares usados (Feng, et al., 1994).

El uso de *Beauveria bassiana* es ampliamente reconocido en la agricultura para el manejo biológico de plagas. Este hongo entomopatógeno inicia su ciclo de infección cuando sus esporas (conidios) logran adherirse al exoesqueleto del hospedero. Posteriormente, el microorganismo ejerce presión física al desarrollar un tubo germinativo y un apresorio, lo que asegura su anclaje. La invasión hacia el interior del cuerpo se produce a través de las zonas más vulnerables del insecto, facilitada por la actividad química de enzimas degradadoras como quitinasas, proteasas y lipasas (Lucero et al., 2024).

Tiene la magnitud de infectar a más de 200 especies diferentes, tiene uno de los agentes de control biológico más eficaces, ayudando a controlar plagas de mucha importancia para el sector agrícola (Almudena, 2022).

Una vez que *Beauveria bassiana* invade el interior del insecto, el hongo se desarrolla en sus tejidos y produce metabolitos secundarios, entre ellos la beauvericina y la bassiacridina. Estas sustancias contribuyen a debilitar las defensas del hospedero, favoreciendo la colonización de los órganos internos y ocasionando finalmente su muerte. Tras el fallecimiento del insecto, es común observar un crecimiento micelial de aspecto algodonoso y pulverulento, con una tonalidad crema amarillenta, que cubre la superficie externa del cuerpo (Orellana et al., 2022).

La producción de bioinsumos a base de *Beauveria bassiana* en el mundo alcanza alrededor de USD 523,71 millones en 2025 y se espera que alcance los USD 1.515,04 millones para 2033, con una CAGR del 14,20%. y en Ecuador, aunque no se dispone de estadísticas oficiales sobre el volumen de producción en toneladas, diversas instituciones como el INIAP y universidades desarrollan investigaciones orientadas a la producción y formulación de bioinsumos basados en hongos (Barcenilla, 2021).

Para la multiplicación de estos microorganismos se deben aplicar condiciones idóneas, especialmente Para lograr una multiplicación eficiente y obtener un alto número de conidios viables, es necesario aplicar condiciones adecuadas de cultivo, especialmente en la fermentación en sustratos sólidos. El sustrato debe esterilizarse antes de la inoculación para evitar contaminaciones (Téllez et al., 2009).

Los sustratos solidos más utilizados para la producción de *Beauveria bassiana* están conformados con base a materias orgánicas principalmente: arroz, avena, cebada, trigo y sorgo su principal función es ser apoyo al organismo ya que puede ser inertes o químicamente activos, tiene una formulación sólida que aporta al absorber la humedad de las conidias y mantener el bienestar por un tiempo considerable (Espinoza et al., 2016).

La multiplicación de *Beauveria bassiana* comúnmente se realiza en volúmenes industriales, y los costos para los productores agropecuarios de estos productos son muy altos, por esta razón la producción artesanal del bioinsumo, se vuelve una alternativa para que los pequeños productores agrícolas y pecuarios puedan tener acceso, lo cual permitirá tener productos de calidad y amigables con el medio (Gómez y Garcés, 2015).

Por lo anterior el presente trabajo de investigación pretende establecer los sustratos solidos adecuados para la obtención de cepas de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio y método artesanal, información que será compartida con la comunidad de El Carmen, donde las plagas del sector agropecuario limitan en gran medida la producción y productividad.

Objetivo general

Determinar la influencia de sustratos sólidos en el crecimiento de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio.

Objetivos específicos

- Establecer el sustrato que permite un mayor crecimiento en la *Beauveria bassiana*.
- Determinar el efecto de sustratos sólidos sobre la concentración de *Beauveria bassiana* (UFC) bajo condiciones de laboratorio.

CAPÍTULO I

1.1 Marco teórico

1.1 Antecedentes de la investigación

El uso de *Beauveria bassiana* en la agricultura proporciona una amplia gama de beneficios, destacando su capacidad para controlar plagas de manera eficaz y sostenible. Este hongo actúa de forma selectiva, atacando principalmente a insectos dañinos sin afectar a organismos beneficiosos, como los polinizadores y depredadores naturales. Tal selectividad no solo protege la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas, sino que también crea un entorno más saludable para los cultivos (Franni, 2025).

El uso continuo y excesivo de insecticidas artificiales ha provocado que diversas plagas desarrollen una notable resistencia. Frente a esta situación, surge la necesidad de reducir los efectos negativos generados por los plaguicidas sintéticos y promover condiciones que favorezcan la aplicación de hongos entomopatógenos como agentes de control biológico (Devine et al., 2008).

Los agricultores tienen en el hongo *Beauveria Bassiana* como una de las principales herramientas para el control biológico de insectos plaga en la agricultura. Debido a su elevada efectividad frente a una amplia diversidad de especies que afectan cultivos de importancia económica, este hongo es reconocido como uno de los agentes entomopatógenos más utilizados en programas de manejo integrado de plagas, ofreciendo una alternativa sostenible al uso de insecticidas químicos (Almudena, 2022).

En el sector agropecuario ofrece una solución natural para combatir plagas como la (araña roja, la mosca blanca, los trips y los escarabajos). Su uso disminuye la necesidad de pesticidas químicos, reduciendo así el impacto ambiental (Romero, 2025).

En este contexto, ha cobrado relevancia al desarrollo de nuevos métodos capaces de mantener su viabilidad frente a los factores ambientales, que además sean de fácil aplicación, efectivas y con costos de producción inferiores a los productos químicos tradicionales. La elaboración de bioensayos se fundamenta en la combinación equilibrada de ingredientes inertes que brindan estabilidad al agente activo (hongos, bacterias, levaduras, entre otros),

protegiéndolo en condiciones ambientales adversas y prolongando su viabilidad (Ames y Cañedo, 2004).

1.2 Los hongos

Los hongos son organismos eucariotas pertenecientes al reino Fungi, un grupo altamente diverso que comprende más de 250 000 especies descritas. La mayoría son de tamaño reducido, generalmente microscópicos, y presentan estructuras filamentosas ramificadas. Su reproducción ocurre mediante esporas, las cuales pueden originarse a través de procesos sexuales o asexuales. Además, sus paredes celulares están constituidas por glucanos y quitina como componentes estructurales, integrados en una matriz de glicoproteínas y polisacáridos, y carecen de clorofila (Garcés et al., 2015).

Los hongos son organismos eucariotas caracterizados por presentar una pared celular compuesta esencialmente de quitina y β -glucanos y por tener un modo de alimentación heterótrofo. En concreto, los hongos obtienen nutrientes mediante la absorción de moléculas disueltas, lo que se conoce como osmotrofia (Chethana et al., 2021).

Son una agrupación de seres vivos que habitan en el suelo, que controla insectos y otros artrópodos a través del ingreso de la cutícula; aunque se aíslan principalmente de los cadáveres de sus víctimas, es su hábitat natural (Mantzoukas et al., 2022).

1.3. *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana es un hongo deuteromicetes que se caracteriza por poseer células conidiógenas en forma de botella, con una base globosa y un patrón de desarrollo en zigzag. Se le conoce comúnmente como “Muscardina Blanca” debido a que sus conidios y el micelio recubren el cuerpo o las articulaciones de los insectos con una capa blanquecina (Fernández, 2020).

Este hongo es uno de los entomopatógenos naturales más estudiados y comparte el mismo mecanismo de acción descrito para otros hongos entomopatógenos: sus esporas reconocen la superficie del insecto plaga, la atraviesan y colonizan su interior, donde liberan compuestos que degradan sus tejidos. Produce una toxina de alto peso molecular que facilita la invasión del hospedador a través de la cutícula o por vía oral. Se lo ha identificado principalmente en insectos pertenecientes a los órdenes Coleóptera, Lepidóptera y Homóptera (Alves y Pereira 1998)

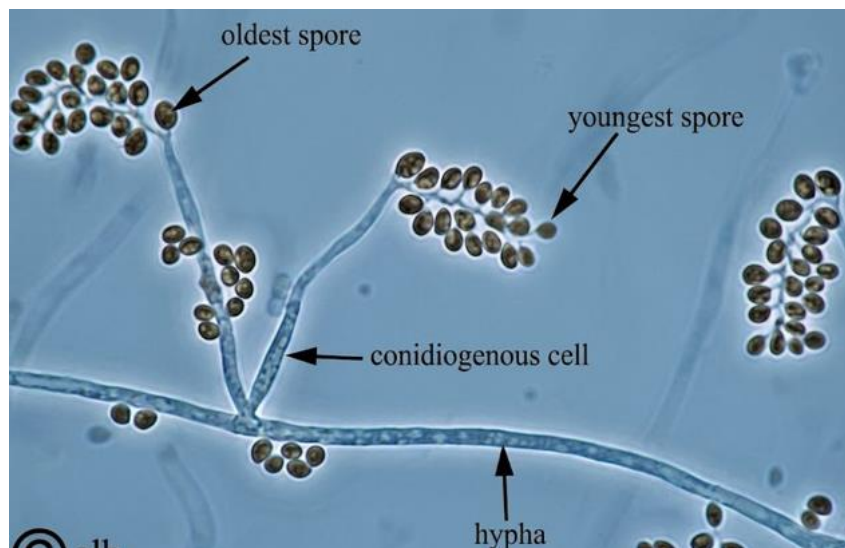


Figura 1 Morfología de *Beauveria bassiana*

Fuente: (Dulce y Abigail, 2011).

Durante el proceso de infección de los insectos, *Beauveria bassiana* expresa diferentes genes relacionados con la producción de enzimas que desempeñan un papel esencial en la invasión del hospedero. Entre ellas se encuentran peroxidasas, trehalasas, lipasas, peptidasas, fosfatasas y liasas, las cuales participan en la degradación de la cutícula y facilitan la penetración del hongo. Asimismo, las quitinasas hidrolizan los enlaces β de la quitina, transformándola en monómeros de N-acetil- β -D-glucosamina, compuesto presente en el exoesqueleto de los artrópodos (Amobonye et al., 2020).

La superficie de la cutícula de los insectos contiene una capa de lípidos que funciona como mecanismo de protección frente al ataque de microorganismos. No obstante, *Beauveria bassiana* produce lipasas capaces de degradar estos compuestos lipídicos, favoreciendo el inicio del proceso de infección y el ingreso del hongo al organismo del insecto (Salazar et al., 2020).

Las lipasas son enzimas hidrosolubles que actúan sobre sustratos insolubles y catalizan la hidrólisis de los triglicéridos, generando ácidos grasos y glicerol. Por su parte, las proteasas secretadas por los hongos entomopatógenos degradan las proteínas de la cutícula del hospedero y complementan la acción de las quitinasas, facilitando la colonización de los tejidos internos del insecto (Manzano et al., 2024).

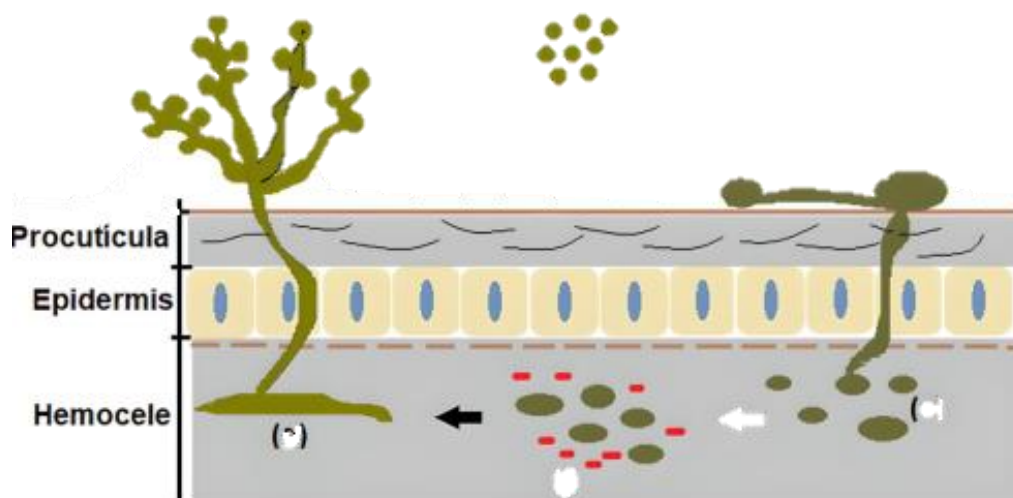


Figura 2. Proceso de infección de *Beauveria bassiana* en la cutícula de los insectos

Fuente: (Lucero et al. 2024)

1.4. Productos agroindustriales

Un producto agroindustrial se define como aquel que resulta de la transformación de materias primas de origen animal o vegetal, las cuales pueden someterse a procesos que incrementan su valor y utilidad para el consumo cotidiano (Vera, 2011).

Los materiales más utilizados para la fermentación de *Beauveria bassiana* en su estado sólido es el arroz, avena, trigo, sorgo y maíz (Jaronski, 2014).

En el Ecuador, el impulso a la producción agroindustrial ha cobrado relevancia en los últimos años, generando un creciente interés científico orientado a identificar alternativas viables para su desarrollo (Merchan et al., 2017).

1.5. Avena como sustrato para hongos

El nombre científico *Avena sativa*. Es una planta anual que se forma vertical, con su tallo principal liso y erecto tiene medidas de 40 a 180 centímetros de largo. La textura de sus tallos es lisa con panícula de espiguillas su color característico de hojas verdes y planas. Tiene “caídas” que son inflorescencias de espiguillas colgantes y separadas unas de otras con 2-3 flósculos (flores pequeñas). Las semillas tienen un valor nutricional alto, ya que aporta 6 de los 8 aminoácidos esenciales requeridos por organismos (Austral, 2015).

1.6. Arrocillo como sustrato para hongos

El arroz (*Oryza sativa*) tiene su origen en zonas tropicales, pero en la actualidad se cultiva en todo el mundo, por medio de molineras mecánicas se obtiene el arroz pulido el cual corresponde al cereal tiene almidón, con el porcentaje del 70%. Se caracteriza por tener una textura dura y vítreo, tiene una temperatura de gelatinización del almidón que se elevada (70°C) y su degradabilidad ruminal reduce al (82%) (Cadena y Sarabia, 2022)

1.7. Trigo como sustrato para hongos.

En Ecuador el cultivo de trigo fue introducido en la época de la colonia y es muy importante en la agricultura en la región sierra. Su nombre científico es *Triticum aestivum* L. (Manangón, 2014), conocido con el nombre común de trigo harinero, presenta una morfología característica, que son cereales cariósipide con una longitud promedio de 8 mm, peso de 35 mg, su tamaño puede variar según la variedad del trigo (Becerra y Tuñoque, 2018).

1.8. Unidades Formadoras de colonias (UFC)

UFC – Unidad Formadora de Colonias (en inglés: CFU-Colony Forming Units) es un término de la microbiología, que indica la cantidad de microorganismos vivos en un medio. Este valor está determinado por el número de colonias individuales, describe el número de células de un organismo en el sustrato. En la microbiología, las unidades que describen las colonias es para medir el UFC, porque una sola bacteria puede convertirse rápidamente en una colonia. Esto se hace para ver lo rápido que se desarrollan las bacterias (Merus, 2026).

1.9. Cámara de Neubauer

Consta de una retícula formada por 9 secciones principales; cada una contiene 16 subdivisiones, las cuales a su vez se dividen en 25 compartimentos, sumando un total de 400 unidades de conteo. Cada una posee una profundidad conocida y uniforme, lo que permite calcular con precisión el volumen de muestra contenido en cada unidad (Virrueta et al, 2023).

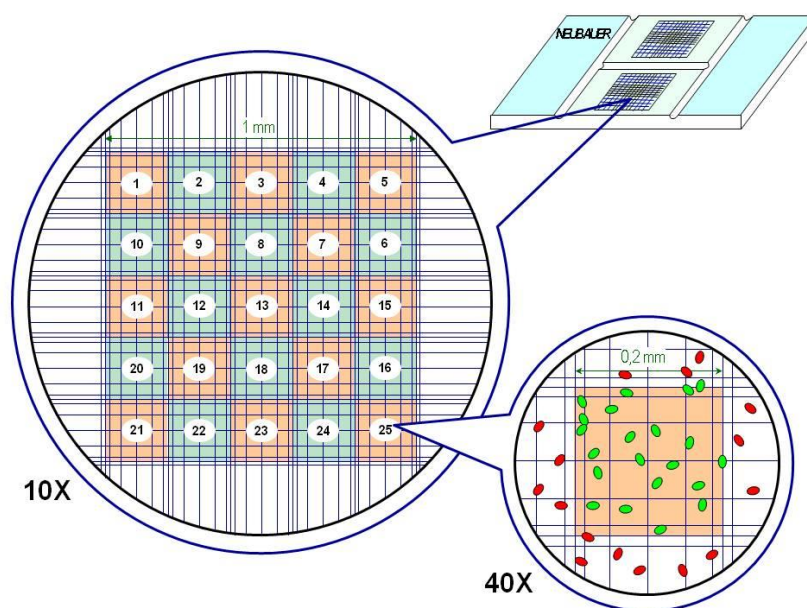


Figura 3. Esquema estructural de la cámara de Neubauer o hemacitometro.

Fuente: (Virrueta et al, 2023)

1.10. Parámetros de calidad comercial de *Beauveria bassiana*.

Según Guagalango, (2020) la calidad de un bioinsumo elaborado a base de *Beauveria bassiana* se evalúan únicamente por la concentración de unidades formadoras de colonias (UFC), considerando niveles de calidad comercial utilizados de acuerdo con los criterios empleados en el control de calidad de hongos entomopatógenos, un producto se clasifica según su concentración de propágulos viables de la siguiente manera. Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de calidad comercial de *Beauveria bassiana*.

Concentración de <i>Beauveria bassiana</i>	Categoría
$\geq 1 \times 10^7$ UFC/g o mL	Buena
$\geq 1 \times 10^8$ UFC/g o mL	Buena Calidad Comercial
$\geq 1 \times 10^9$ UFC/g o mL	Alta calidad comercial
$\geq 1 \times 10^{10}$ UFC/g o mL	Muy Alta calidad comercial

Para el desarrollo de nuevas tecnologías de formulación de agentes de control biológico para el mercado comercial se deben considerar muchos criterios para el proceso de producción como microorganismo para la etapa de producción, distribución y almacenamiento se deben proporcionar las condiciones apropiadas para la aplicación en campo se deben realizar muestras de sustrato para la evaluación de concentración después de la aplicación, y la adaptación a condiciones ambientales sin alterar las propiedades del microorganismo (Hernández et al., 2020).

Según Ibarra (2015), para garantizar la eficacia y competitividad del producto, se recomienda que el bioinsumo cumpla con los siguientes parámetros de calidad

- **Concentración:** $\geq 1 \times 10^9$ UFC/g.
- **Sostenibilidad de las conidias:** ≥ 90 –95 %.
- **Pureza:** ≥ 95 –100 %.
- **Ausencia de contaminación cruzada:** (hongos, bacterias y virus).
- **Ubicación:** Almacenamiento oscuro.

El procedimiento de estos criterios asegura que la manipulación de estos bioinsumo con elevada cantidad de conidias, mantiene la vida útil y alta eficacia en su manejo biológico de insectos plaga. Para considerar un sustrato como idóneo para la producción debe tener una alta producción y utilidad, necesarios para el crecimiento.

1.11. Taxonomía de *Beauveria bassiana*

La taxonómica de *Beauveria bassiana* es fundamental para identificar y conocer su clasificación dentro del orden biológico de los hongos se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Taxonomía de *Beauveria bassiana*

<i>Categoría</i>	<i>Clasificación</i>
<i>Reino</i>	Fungi
<i>División</i>	Ascomycota
<i>Subdivisión</i>	Deuteromycotina
<i>Clase</i>	Sordariomycetes
<i>Orden</i>	Hyphomycete
<i>Familia</i>	Clavicipitaceae
<i>Género</i>	Beauveria
<i>Especie</i>	Bassiana

Fuente: (Wang et al., 2022).

CAPÍTULO II

2. Estado del arte

Entre los hongos entomopatógenos más conocidos está la *Beauveria bassiana*, considerada como la especie más ampliamente distribuida de su género y la más estudiada en el mundo debido a su capacidad de infectar a más de 200 especies de los nueve órdenes de insectos. Este hongo ha sido aislado, cultivado y ensayado en laboratorio con diferentes sustratos para el control de insectos que atacan a los cultivos y, fundamentalmente, es utilizado para el control de lepidópteros, homópteros, coleópteros, hemípteros y dípteros de importancia económica (Guagalango, 2020).

Según Gámez et al (2017), en el mundo se evaluaron la producción de cepa de *Beauveria bassiana* que han mostrado potencial para el control de insectos plaga en estudios anteriores Pacheco et al (2013), mediante una alternativa de cultivo bifásico utilizando blastosporas como preinóculo sobre diferentes sustratos sólidos, específicamente cereales de bajo costo comercial el proceso de estos hongos para eliminar a los insectos plaga se basa en la multiplicación masiva del hongo de interés y sus reproductividad en un sustrato natural para la mayor producción de conidios.

En la actualidad existe mucha resistencia de cierto tipo de plagas debido al uso incesante y desmesurado de insecticidas artificiales, es por ello que nace la creciente necesidad de contrarrestar los daños ocasionados por plaguicidas sintéticos y crear condiciones que permitan una mayor difusión del uso de hongos entomopatógenos como controladores biológicos (Cadena y Sarabia, 2022).

Las concentraciones de conidas depende muchos de la variedad de sustrato para la multiplicación en condiciones de laboratorio. El grano más estudiado, es el arroz el que tiene mayor uso, ya que conserva las condiciones de viabilidad, patogenicidad y producción de volúmenes mayores de esporas, considerados como altos rendimientos de material infectiva para su elaboración el control de variables en la temperatura, la humedad y el tiempo de incubación. Estos aspectos son fundamentales para obtener un producto con alta viabilidad y calidad (Poma et al, 2017).

CAPÍTULO III

3. Diagnóstico o estudio de campo

3.1. Ubicación

El proyecto de investigación se realizó en la Granja Experimental “Río Suma”, la misma que se encuentra en las coordenadas UTM, Latitud: 675194.26 m E, longitud 9971643.77 m S, altitud 276 msnm (Figura 4).



Figura 4. Ubicación del laboratorio agrícola en la Granja Experimental Río Suma

3.2. Materiales y Herramientas

3.2.1 Implementación del área para la investigación (multiplicación de hongos).

- Mampostería y mortero
- Estructura de acero
- Cerámica y anexos
- Láminas de acero galvanizado (duratecho)
- Construcciones de aluminio y vidrio
- Materiales de plomería

3.2.2 Materiales y reactivo para el experimento

- Desinfectantes
- Frascos de vidrio o fundas de polipropileno
- Papel aluminio
- Guantes de látex

- Mascarilla
- Hisopos estériles
- Etiquetas adhesivas
- Marcador permanente
- Cinta masking
- Agar PDA (para activación de la cepa)

3.2.3 Insumos (sustratos orgánicos)

- Arroz
- Avena
- Trigo

3.2.4 Material biológico

- Cepa activa de *Beauveria bassiana* (inóculo inicial)

3.2.5 Equipos

- Autoclave
- Cámara de flujo laminar
- Horno o estufa de secado
- Incubadora ($25 \pm 2^{\circ}\text{C}$) (o un cuarto oscuro con temperatura controlada)
- Mechero Bunsen o encendedor de alcohol
- Microscopio óptico
- Hemocitómetro (cámara de Neubauer)
- Refrigerador (almacenamiento temporal)
- Probetas y vasos de precipitados

4. Métodos

Los métodos utilizados para establecer la influencia de los sustratos orgánicos sobre el crecimiento y desarrollo de *Beauveria bassiana* son los siguientes:

4.1. Implementación del área para la investigación

Para el desarrollo de la investigación se implementó un área de 100 m², constituida por infraestructura de mampostería con acabado en mortero. El espacio contó con mesones elaborados con estructura metálica de acero de 10 mm de diámetro y superficie recubierta con cerámica para facilitar la limpieza y desinfección. Asimismo, se instalaron cerramientos de aluminio y vidrio en puertas y ventanales, y una cubierta de láminas de acero galvanizado tipo duratecho. Además, se incorporaron instalaciones hidrosanitarias necesarias para el adecuado funcionamiento del área experimental.

4.2. Preparación del sustrato arroz (T1)

- Pesar la cantidad que se requiera preparar.
- Lavar con agua fría tres veces y escurrir por 5 min.
- Colocar el arroz en un recipiente y agregar agua hirviendo hasta cubrir.
- Añadir una pizca de sustancia antibacterial (según protocolo del laboratorio).
- Homogeneizar, tapar y dejar en pre-cocción del grano por 20 min.
- Escurrir el exceso de agua y dejar enfriar antes de esterilizar o inocular.

4.3. Preparación del sustrato avena (T2)

- Pesar la cantidad que se requiera preparar.
- Lavar con agua fría tres veces y escurrir por 5 min.
- Colocar la avena en un recipiente y agregar agua hirviendo hasta cubrir.
- Agregar una pizca de sustancia antibacterial.
- Homogeneizar, tapar y dejar en precocción del grano por 20 min.
- Escurrir el exceso de agua y dejar enfriar antes de esterilizar o inocular.

4.4. Preparación del sustrato trigo (T3).

Para el desarrollo de estos tratamientos se conseguirá trigo en grano, el mismo que será triturado y tamizado en malla de 2mm, donde se realizará la siembra de los inóculos siguiendo el mismo método utilizado para el sustrato de arroz.

4.5. Preparación del sustrato Avena + Trigo (T4).

La unidad experimental constará de 1 kg, en proporción 1:1 (avena – trigo triturado y tamizado en malla de 2 mm) y el procedimiento de preparación será igual que el sustrato de arroz.

4.6. Preparación del sustrato Arroz + Avena + Trigo (T5).

Cada unidad experimental estará compuesta por 1 kg de sustrato, formulado en una proporción 1:1:1 de arroz triturado, avena y trigo, los cuales serán tamizados con una malla de 2 mm. La preparación del sustrato se llevará a cabo bajo el mismo método empleado en la elaboración del sustrato de arroz.

4.7. Preparación del inóculo

- Activar previamente una cepa de *Beauveria bassiana* en medio PDA.
- Incubar durante 7 a 10 días hasta observar una buena esporulación.
- Preparar una suspensión conidial con agua destilada estéril y cristal violeta (para facilitar la visualización), ajustando la concentración de esporas.

4.8. Inoculación

- En cámara de flujo laminar, inocular cada sustrato con igual volumen de suspensión conidial.
- Sellar los envases para evitar contaminaciones.

4.9. Incubación

- Incubar los sustratos a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) en un lugar oscuro.
- Observar y registrar el crecimiento micelial diariamente.
- La duración de la incubación será de 10 a 15 días, dependiendo del desarrollo del hongo.

4.10. Evaluación del crecimiento

- Al finalizar el periodo de incubación, evaluar el crecimiento de *Beauveria bassiana* en cada sustrato.
- Registrar parámetros como: cobertura del micelio, densidad de conidios, aspecto morfológico y nivel de contaminación.

4.11. Tratamientos

Para el desarrollo de la presente investigación se determinará los tratamientos establecidos en la tabla 3.

Tabla 3. Tratamiento para determinar la influencia de sustratos sólidos en el crecimiento de *Beauveria bassiana* bajo condiciones de laboratorio.

Tratamiento	Descripción	Cantidad (kg)/Repetición	Cantidad (kg)/Total
T1	Arroz (Testigo)	1	5
T2	Avena	1	5
T3	Trigo	1	5
T4	Avena + Trigo (1:1)	1	5
T5	Arroz + Avena + Trigo (1:1:1)	1	5

5. Unidad experimental

5.1. Modelo experimental

El estudio se desarrolló bajo un método experimental, utilizando un diseño completamente al azar con cinco tratamientos correspondientes a los diferentes sustratos sólidos evaluados. Cada tratamiento tuvo cinco repeticiones, garantizando confiabilidad estadística en los resultados. Para el análisis de varianza (Tabla 4) se utilizó la ayuda del software estadístico INFOSTAT versión 2020 para la prueba de significación de Tukey al 5%

Tabla 4. ADEVA de la influencia de sustratos solidos sobre *Bauveria bassiana* en bajo condiciones de laboratorio.

Fuente de Variación	Grados de libertad
Total	24
Tratamientos	4
Repeticiones	4
Error Experimental	16

6. Características de la unidad experimental

6.1. Técnica de Fermentación en Sustrato Sólido (FSS)

Se implementó la técnica de fermentación en estado sólido, debido a que favorece la producción de conidios aéreos, propios del ciclo biológico de *Beauveria bassiana*. Los sustratos seleccionados (arroz, avena y trigo) funcionarán como soporte físico y fuente de nutriente.

6.2. Técnica de Inoculación Aséptica

Se realizó en la cámara de flujo laminar o en ambiente estéril para evitar contaminaciones durante la inoculación.

6.3. Técnica de Cuantificación de Conidios

Si el laboratorio lo permite, se utilizó un hemocitómetro (cámara de Neubauer) para determinar la concentración de esporas por mililitro.

7. Croquis del de ubicación de los tratamientos

Los tratamientos estarán ubicados como lo muestra en la figura 4, donde se colocarán los cinco tratamientos con las cinco repeticiones.

		Repeticiones				
		R1	R2	R3	R4	R5
Tratamiento	T0 Arroz Testigo	T0 - R1	T0 - R2	T0 - R3	T0 - R4	T0 - R5
	T1 Avena	T1 - R1	T1 - R2	T1 - R3	T1 - R4	T1 - R5
	T2 Trigo	T2 - R1	T2 - R2	T2 - R3	T2 - R4	T2 - R5
	T3 Avena+Trigo (1:1)	T3 - R1	T3 - R2	T3 - R3	T3 - R4	T3 - R5
	T4 Arroz+Avena+ +Trigo (1:1:1)	T4 - R1	T4 - R2	T4 - R3	T4 - R4	T4 - R5

Figuras 5. Organización de los tratamientos inoculados dentro del laboratorio.

8. Diseño del área experimental.

El área para el experimento conto, con una zona de aislamiento de multiplicación de hongo considerando una distribución funcional que permita un adecuado flujo de trabajo dentro del laboratorio agrícola como se muestra en la (figura 5), se implementó en la Granja Experimental Río Suma, donde se distinguen lugares específicos a la investigación para fortalecer conocimientos académicos. Este espacio estará destinado para garantizar la bioseguridad y el control en la manipulación de microorganismos El sitio de aislamiento está reservado a la manipulación de muestras que requieren condiciones controladas, evitando contaminación cruzada y asegurando resultados confiables donde se realizó la investigación y multiplicación biológica.

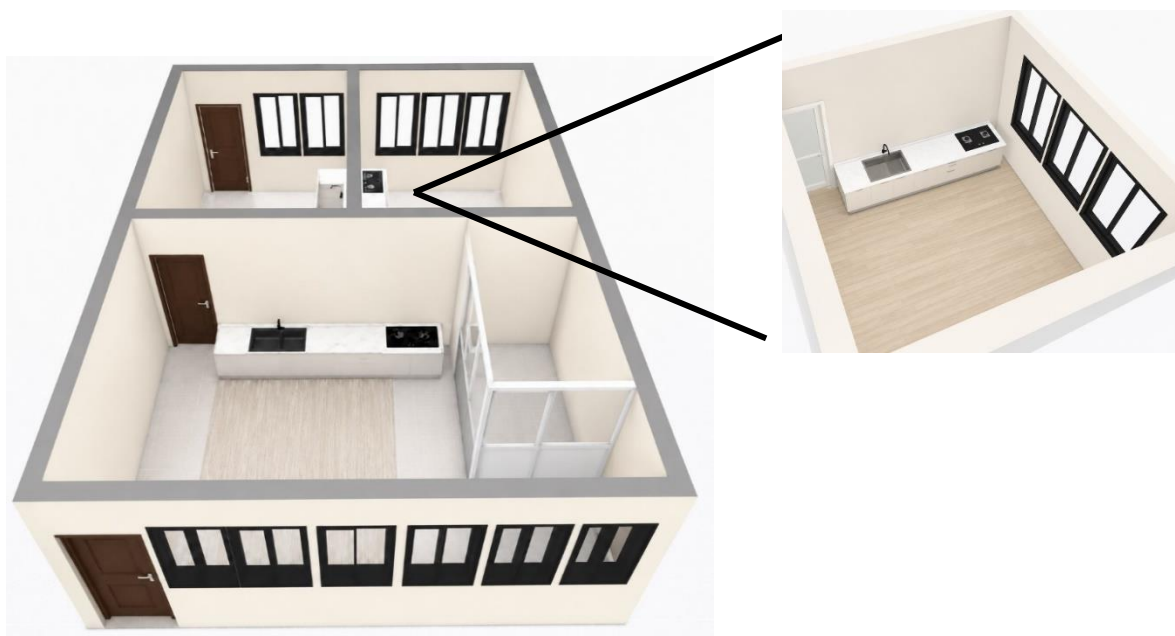


Figura 6. Modelo en 3D del laboratorio agrícola en la Granja Experimental Río Suma.

9. Manejo de los experimentos.

El manejo del experimento se realizó, siguiendo estrictas normas de bioseguridad y control microbiológico con el fin de garantizar la confiabilidad de los resultados.

9.1. Control de Asepsia

- Toda el área de trabajo estuvo desinfectada antes y después de cada procedimiento con alcohol al 70 %.
- La inoculación y manipulación del hongo se realizó exclusivamente en cámara de flujo laminar (ambiente estéril).

9.2. Conteo de las UFC (Unidades Formadoras de Colonias)

El conteo de microorganismos se realizó utilizando método de recuento directo a través de la cámara de Neubauer (Figura 3), para lo cual la muestra de cada tratamiento estuvo homogenizada cuidadosamente para asegurar una distribución uniforme de las células, posteriormente se harán diluciones seriadas decimales en solución salina estéril (0,85 % NaCl) o en agua destilada estéril, con el objetivo de obtener una concentración celular adecuada para el conteo microscópico. De las disoluciones se trasvasará 0,25 μ L y se ubicará en la cámara de Neubauer a la que se le colocará el cubreobjetos, que debe estar completamente limpio y desinfectados. La cámara se dejará reposar durante 1 a 2 minutos para permitir la sedimentación de las células (Brugger et al., 2012).

El conteo se realizó en un microscopio óptico, utilizando el objetivo de 40X, donde se observaron y registraron las células presentes en los cuadros grandes de la retícula central, siguiendo las reglas estandarizadas de conteo incluir las células que toquen los bordes superior e izquierdo de los cuadros y se excluyeron las que toquen los bordes inferior y derecho. Para realizar el conteo fueron necesarios cuatro cuadros por cada muestra para obtener un promedio representativo en los tratamientos (Dodge y Ludington, 2023).

Para la concentración de microorganismos se calcularon considerando el volumen conocido de la cámara (0,1 mm de profundidad) primer paso la dilución aplicada, expresando los resultados como células por mililitro o, de manera estimada, como unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL). proporcionará una estimación rápida de la concentración microbiana, aunque no distinguirá las células viables y no viables (Corral et al., 2012).

9.3. Manejo del inóculo

- La cepa de *Beauveria bassiana* se manipulo siempre con guantes, mascarilla y bata.

9.4. Manejo de los tratamientos

- Cada tratamiento se ubicó en estanterías separadas para evitar contaminación cruzada.
- Las unidades experimentales se mantendrán en un ambiente oscuro.

9.5. Bioseguridad

- Se cumplió los protocolos de manejo de hongos entomopatógenos recomendados por FAO y el laboratorio agrícola.

10. Variables independientes

Sustratos: Arroz, Avena, Trigo

11. Variables dependientes

Densidad de conidios (UFC/ml).

Calidad comercial del bioinsumo.

CAPÍTULO IV

12. Evaluación de los resultados

12.1. Concentración de UFC de *Beauveria bassiana* como influencia en sustratos sólidos bajo condiciones de laboratorio.

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) que se muestra en la Figura 7, evidenciaron que el tipo de sustrato sólido influyó significativamente en la concentración de unidades formadoras de colonias (UFC) de *Beauveria bassiana* obtenidas bajo condiciones de laboratorio ($p < 0,05$). Entre los cinco tratamientos evaluados, la mezcla de arroz, avena, trigo presentó la mayor concentración alcanzando aproximadamente (T5) $2,12 \times 10^7$ UFC/mL, estadísticamente superior al resto. En segundo lugar, se ubicó la avena (T2) $1,86 \times 10^7$ UFC/mL, seguido del (T1) $1,74 \times 10^7$ UFC/mL. Por su parte (T3) $1,27 \times 10^7$ UFC/mL y la combinación de Avena y trigo (T4) $1,18 \times 10^7$ UFC/mL presentaron concentraciones menores sin diferencias estadísticas entre ellos.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Yance y Lucero, (2024) quienes señalaron que el cultivo de *Beauveria bassiana* en estado sólido utilizaron diferentes tipos de sustrato para la concentración de conidias, se observaron que el arroz resultó con menor valor de $7,0787 \times 10^6$ UFC/mL, seguido de trigo con un valor de $7,1033 \times 10^6$ UFC/mL, mostrando una diferencia estadísticamente significativa respecto la avena con mayor valor de 8.6923×10^6 UFC/mL de las colonias del hongo entomopatógeno.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Suarez et al (2022), al evaluar la producción masiva de aislados de *Beauveria bassiana* en cultivo sólido utilizando arroz con diferentes porcentajes de harina, obtuvieron producciones entre T2 $2,64 \times 10^{10}$ UFC/g, seguido del T1 con una concentración $3,92 \times 10^9$ UFC/g, con rendimiento menor corresponde al T3 con una concentración $5,78 \times 10^8$ UFC/g, indicando que el 10^9 y 10^{10} que permiten alcanzar altas concentraciones de conidios, concluye que los cereales, son los sustratos sólidos más utilizados.

Los resultados obtenidos indican que la mezcla de arroz, avena y trigo favoreció una mayor producción de *Beauveria bassiana*, lo que podría atribuirse a una mayor disponibilidad y complementariedad de nutrientes proporcionados por estos sustratos. Diversos estudios han señalado que la composición nutricional del sustrato influye directamente en el crecimiento, en

la esporulación y la producción de conidios del hongo, ya que aporta las fuentes de carbono y nitrógeno necesarias para su desarrollo. Estos resultados coinciden con los reportados por Suarez et al (2022), quien encontró que la combinación de diferentes cereales que incrementó significativamente la producción de conidios en comparación con sustratos individuales.

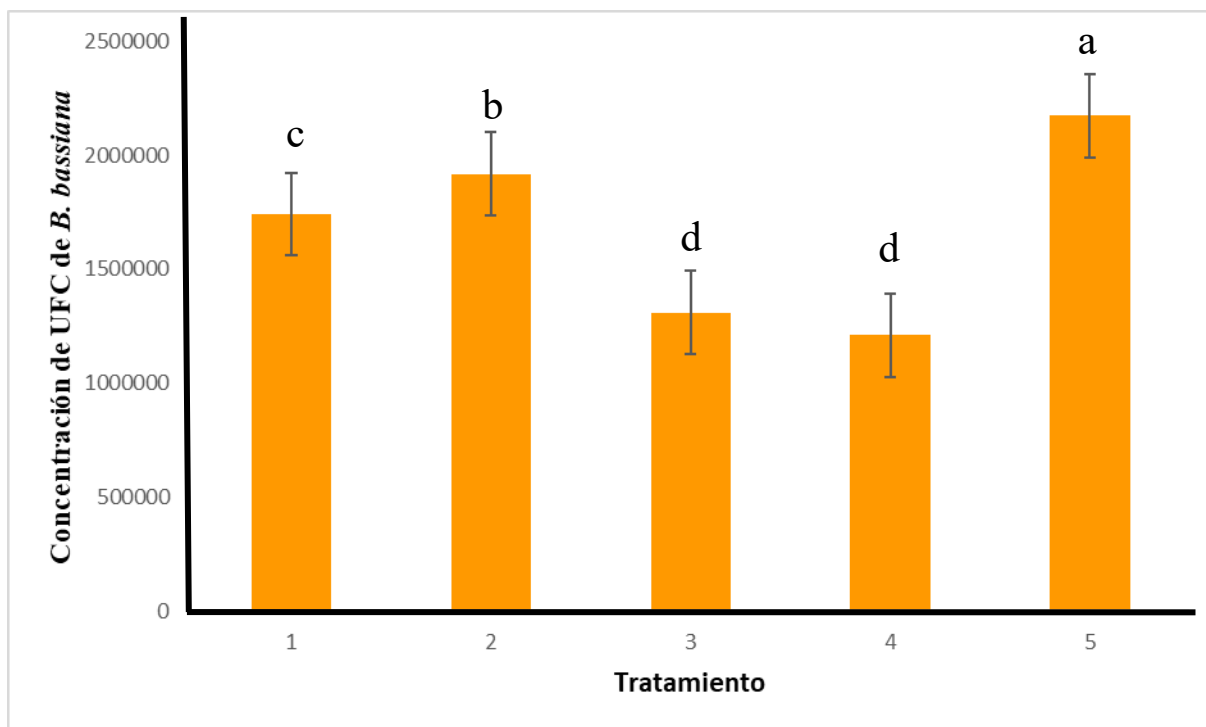


Figura 7. Concentración de UFC de *Beauveria bassiana*, según la influencia de sustratos sólidos bajo condiciones de laboratorio.

12.2. Calidad comercial de *Beauveria bassiana* en función de los sustratos sólidos.

Al realizar una Comparación de la concentración de UFC del presente ensayo (Figura 8) con la concentración 1×10^7 UFC/mL (Nivel de calidad comercial buena) se observa que alcanzo este nivel, el mismo que es el más bajo para bioensayos, estando muy por debajo de los niveles requeridos para tener (Buena calidad: 1×10^8 UFC/mL, alta calidad: 1×10^9 UFC/mL, muy alta: 1×10^{10} UFC/mL comercial respectivamente). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Chiriboga (2015), quien determinó que el hongo en las concentraciones 1×10^8 (T3) y 1×10^7 (T2) se consiguió la mortalidad de *Cosmopolites sordidus*, en un 80 y 30 % respectivamente.

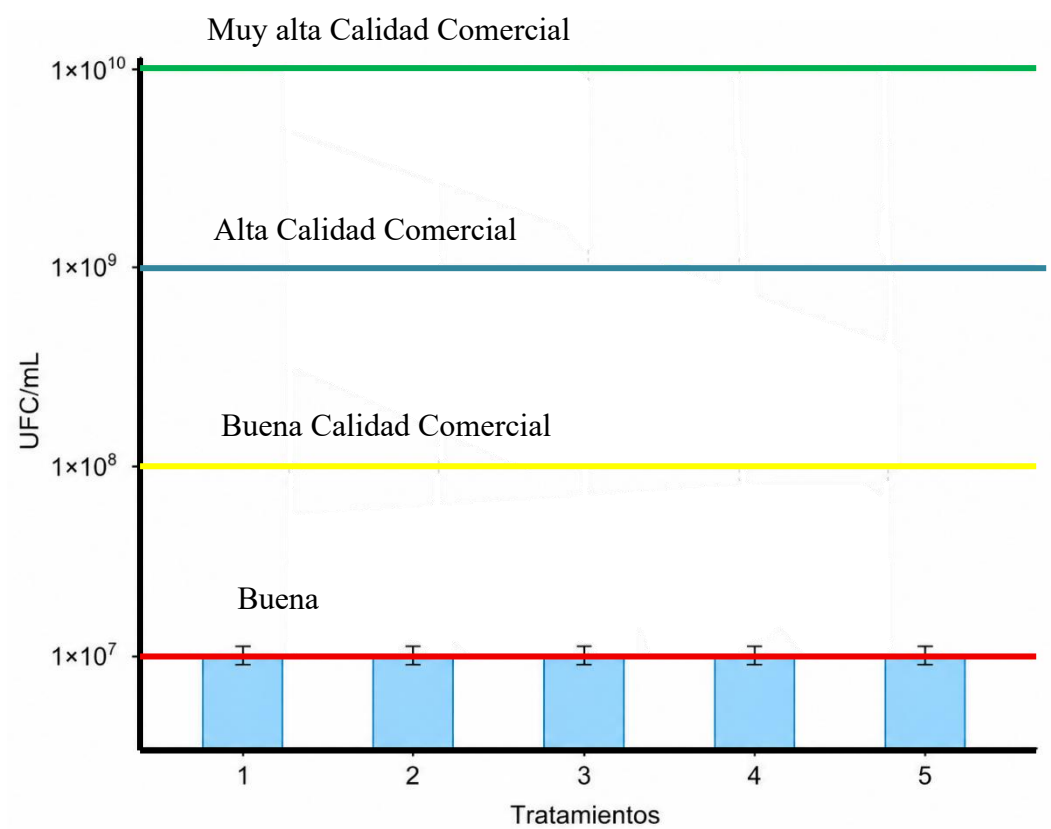


Figura 8. Comparación de la concentración (UFC) obtenida del análisis de varianza para calidad comercial de *Beauveria bassiana*.

CONCLUSIONES

1. Se estableció que la mezcla de arroz, avena y trigo fue el sustrato que facilitó las condiciones más favorables para el crecimiento de la *Beauveria bassiana* bajo las condiciones de laboratorio.
2. De acuerdo con los resultados obtenidos, la concentración de unidades formadoras de colonias (UFC) varió entre los sustratos evaluados, lo que indica que la composición de cada uno influye en la multiplicación de *Beauveria bassiana*. En este sentido, los sustratos con mejores características nutricionales representan una alternativa adecuada para favorecer su desarrollo.

RECOMENDACIONES

Es importante mantener medidas de bioseguridad, asepsia y un adecuado control de las condiciones ambientales durante todo el proceso de preparación, inoculación e incubación de los sustratos, para evitar contaminaciones que puedan afectar los resultados del estudio.

Determinar la calidad de sustrato con características nutricionales adecuadas para favorecer la multiplicación del hongo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. L. (2020). Evaluación De La Actividad Biopesticida Del Hongo Entomopatógeno *Beauveria Bassiana* Sobre La Broca Del Café (*Hypothenemus Hampei*). Universidadpolitécnica salesiana. <https://Dspace.Ups.Edu.Ec/Bitstream/123456789/19620/1/Ups-Ct008915.Pdf>
- Almudena. (2022, December 15). *Beauveria Bassiana: Todo Lo Que Necesitas Saber*. Certis Belchim. <https://Certisbelchim.Es/Beauveria-Bassiana-Todo-Lo-Que-Necesitas-Saber/>
- Almudena. (2022, December 15). *Beauveria Bassiana: Todo Lo Que Necesitas Saber*. Certis Belchim. <https://Certisbelchim.Es/Beauveria-Bassiana-Todo-Lo-Que-Necesitas-Saber/>
- Alves, S. B., & Pereira, R. M. (1998). Producción De Hongos Entomopatógenos. En S. B. Alves (Ed.), *Controle Microbiano De Insetos* (Pp. 845–870). Piracicaba, Brasil: Fealq <https://Www.Scielo.Br/J/Ne/A/Mj3krycdw8gftmprsm9rghj/?Lann>
- Amobonye, A. Y Col. (2020). Biotechnological Potential de *Beauveria Bassiana* As A Source Of Novel Biocatalysts And Metabolites. En: *Critical Reviews In Biotechnology* 40.7, 1019-1034. Online: <https://Bit.Ly/3u4pofi>.
- Ana Cadena Y Karen Sarabia (2022). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Edu. Ec:8080. <https://Dspace.Espoch.Edu.Ec:8080/Server/Api/Core/Bitstreams/46dd4aad-48d1-4d4d-9cdf-61184785d825/Content>.

- Andarilla-Pacheco, F. L. (2013). Evaluación De Aislados Nativos Mexicanos De *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae) Provenientes De Zonas Citrícolas Para Su Producción Masiva En Cultivo Sumergido Y Bifásico. *Agrociencia* 2013, Vol. 47, N. 3, Pp. 255-266. <[Http://Www.Scielo.Org.Mx/SciELO.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S140531952013000300005&Lng=Es&Nr=Iso](http://Www.Scielo.Org.Mx/SciELO.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S140531952013000300005&Lng=Es&Nr=Iso)>. Issn 2521-9766.
- Ávila-Hernández, J. G., Carrillo-Inungaray, M. L., De La Cruz-Quiroz, R., Wong-Paz, J. E., Muñiz-Márquez, D. B., Parra, R., Aguilar, C. N., & Aguilar-Zárate, P. (2020). Metabolitos secundarios de *Beauveria bassiana* una revisión de sus sistemas de producción, biosíntesis y bioactividades. En: *Mexican Journal Of Biotechnology* 5.4, 1-33. Online: <https://bit.ly/4auirea>.
- Balmita, I. (2022, June 22). Biocontrol De Plagas: El Hongo *Beauveria Bassiana* - Msbiotech - Green Biotechnology. Msbiotech - Biotecnología Verde; Msbiotech - Green Biotechnology. <https://www.msbiotech.net/es/biocontrollo-degli-insetti-nocivi-il-fungo-beauveria-bassiana/>
- Barcenilla Milene Rocio (2021). Estudio Del Efecto De *Beauveria Bassiana* Sobre El Complejo De Orugas Defoliadoras En Soja. Universidad Nacional De Córdoba. Online: <https://rdu.unc.edu.ar/server/api/core/bitstreams/19fbd23c-e483-402f-a2b3-a899a8cdb7ac/content>
- Corral-Lugo A, M.-G. Y.-R.-V.-C.-R. (2012). Cuantificación De Bacterias Cultivables Mediante El Método De Goteo En Placa Por Sellado Masivo. Obtenido De [Http://Www.Scielo.Org.Co/Pdf/Biote/V14n2/V14n2a16.Pdf](http://Www.Scielo.Org.Co/Pdf/Biote/V14n2/V14n2a16.Pdf)

- Dannon, H. F., Dannon, A. E., Douro-Kpindou, O. K., Zinsou, A. V., Houndete, A. T., Toffa-Mehinto, J., Elegbede, I. A. T. M., Olou, B. D., & Tamò, M. (2020). Hacia el uso eficiente de *Beauveria bassiana* en el manejo integrado de plagas de insectos del algodón En: Journal Of Cotton Research 3.24, 2-21. Online: <https://bit.ly/49hts6e>.
- Dodge R, L. W. (2023). Recuento rápido de unidades formadoras de colonias en formato de placa de 96 pocillos aplicado al microbioma. Obtenido De <https://doi.org/10.3791/64298>
- Elósegui, O., Fernández-Larrea, O., & Carr, A. (2005). Influencia De La Carga Microbiana Contaminante Inicial Del Sustrato En La Calidad Final De Biopreparados De *Trichoderma Harzianum* Rifai Y *Beauveria Bassiana* (Balsamo)Vuillemin.Fitosanidad,9(1),51.<https://fitosanidad.edicionescervantes.com/index.php/fitosanidad/article/view/466>
- Espinosa Ruíz, G. C. (2016). Desarrollo De Formulaciones Bioplaguicidas A Base De *Bauveria Bassiana* (Bals & Vuils) Con Materiales Sólidos Y Líquidos. Ingenieríathesis,.Universidad Nacional Agraria. Obtenido De <https://repositorio.una.edu.ni/3387/>
- Feng, M. G., Poprawski, T. J., & Khachatourians, G. G. (1994). Producción, Formulación Y Aplicación Del Hongo Entomopatógeno *Beauveria Bassiana* Para El Control De Insectos: Estado Actual. 4(1), 3–34. <https://doi.org/10.1080/09583159409355309>
- Fernández Guagalango Tito Roberto (2020) Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrícola Carrera De Ingeniería Agronómica https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f76207bd-b186-4df2-84a8-5bef57f7b7c4/content?utm_source=

- Franni. (2025a, October 1). *Beauveria Bassiana* En Agricultura. Hortalan.Med.
<https://Hortalan.Com/Ultimas-Noticias/Beauveria-Bassiana-En-Agricultura/>
- Garza-Lopez, P. M., Konigsberg, M., & Saucedo-Castaneda, G. Y. (2011). Perfiles Diferenciales De *Beauveria Bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. En Respuesta Al Co2: Producción De Conidios Y Amilasas. Agrociencia [Online]. 2011, Vol.45, N.7, Pp.761770.http://Www.Scielo.Org.Mx/SciELO.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S1405-31952011000700002&Lng=Es&Nrm=Iso>. Issn 2521-9766.
- Góngora , C. E. ., Marín-Marín, P., & Benavides , P. (2009). Claves Para El Éxito Del Hongo *Beauveria Bassiana* Como Controlador Biológico De La Broca Del Café. Avances Técnicos Cenicafé, 384, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0384>
- Harith-Fadzilah, N., I. Abd Ghani Y M. Hassan (2021). Enfoque Basado En Las Cómicas Para La Caracterización De Los Mecanismos De Patogenicidad De Los Hongos Entomopatógenos: Un Caso De Estudio De *Beauveria Bassiana*». <https://bit.ly/3q5e8bk>.
- Hernán Chiriboga P., Graciela Gómez B., Karla Garcés E. (2015) *Beauveria Bassiana*, Hongo Entomopatógeno Para El Control Biológico De Hormigas Cortadoras (Ysaú) <https://repositorio.lica.int/server/api/core/bitstreams/845457d5-E28a-4427-9516-D4fc2ccf0698/content>
- Ibarra Mederos A, Mendez Guerrero A, Ferrer Rosabal Y, García Perera D. Factibilidad Del Empleo Del Método Bifásico Para La Obtención De Conidios De Aislamientos Autóctonos De *Beauveria Bassiana* (Bálsamo) Vuillemin. Rev. Protecciónveg.<https://www.censa.edicionescervantes.com/index.php/rpv/article/view/730>

- Jaronski, S. (2014). Capítulo 11 - Producción Masiva De Hongos Entomopatógenos: Estado De La Cuestión. En: Mass Production Of Beneficial Organisms. Academic Press, 357-413. Online: <https://bit.ly/3w0hdhy>.
- Lara-Juache, H. Y Col. (2021). « Caracterización De Un Biorreactor De Biopelícula Diseñado Para La Producción En Una Sola Etapa De Conidios Aéreos Y Oosporeína Por *Beauveria Bassiana* Pq2. <https://bit.ly/4b1tyf7>
- López-Romero, R. (2025, January 2). *Beauveria Bassiana*: El Biofertilizante Esencial Para La Agricultura Sostenible. Nostoc Productos Microbiológicos. <https://nostoc.es/Beauveria-Bassiana-El-Biofertilizante-Esencial-Para-La-Agricultura-Sostenible/>
- Lucero, J., Manzano, J., Loaiza, I., & Orellana, Y. (2024, September). Producción De *Beauveria Bassiana* Para La Formulación De Bioplaguicidas. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28456>
- Moreno, C., Y Daniel, H. (2021). Comparación De Dos Métodos De Producción De *Beauveria Bassiana* Y Su Uso En Campo Como Insecticida Microbiano: Revisión De Literatura. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2021.
- Paitan Yance, A. J., & Alomía Lucero, J. M. (2024). Propagación Del Hongo Entomopatógeno (*Beauveria Bassiana*) En Tres Medios De Cultivo En La Zona Desatipo. <https://repositorio.uncp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4f65ae6d-f97d-493d-8b75-eb3ba8846e36/content>
- Perez Zambrano, Ariel Alberto (2023) Capacidad Bioplaguicida De Cepas De *Beauveria Bassiana* En La Colonización De Cosmopolites Sordidus Invitro. Quevedo. Uteq. 72p. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/2cd42161-c9d4-4374-86b4-c255e8d506d5>

- Poma Laura, Hernán Jorge Y Lopez Blanco, Carlos. Esporulaci3n De Conidias De *Beauveria Bassiana* En Sustratos De Arroz. Aphapi [Online]. 2017, Vol.3, N.2, Pp.500513.Issn25199382.Http://Www.Revistasbolivianas.Ciencia.Bo/Scielo.Php?Pid=S251993822017000200003&Script=Sci_Arttext&Tlng=Es
- Quiroz Rivera Richard Adrián. (2024) Estudio Del Uso De Hongo (*Beauveria Bassiana*) En El Control Del Gusano Cogollero (*Spodoptera Frugiperda*) Del Cultivo Maiz (*Zea Mays* L. Universidad Estatal Del Sur De Manabi Facultad De Ciencias Naturalesyde laagriculturacarrera.
- Riano, Jennifer Lorena García Et Al. Actividad Insecticida Y Persistencia De Un Formulado A Base De *Beauveria Bassiana* Para El Control De *Diatraea Saccharalis*. Chil. J. Agric. Anim. Sci. [Online]. 2021, Vol.37, N. <Http://Www.Scielo.Cl/Scielo.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S0719-38902021000300257&Lng=Es&Nrm=Iso>. Issn 0719-3882.
- Rodríguez-Gámez, A., Gandarilla-Pacheco, F. L., Maldonado-Blanco, M. G., Quintero-Zapata, I., Morales Ramos, L. H., Alfaro Álvarez, J. H., & Elías-Santos, M. (2017). Evaluaci3n De Sustratos Naturales Para La Producci3n De Conidios De *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill. (Hypocreales: Cordycipitaceae) En Cultivo Bifásico.Interciencia,42(11),739https://Www.Redalyc.Org/Journal/339/33953499006/
- Sala, A. Y Col. (2021). Producci3n De Biopesticidas Fúngicos: Una Alternativa Para La Valorizaci3n De Residuos Agroindustriales. Industiambiente. Online: Https://Bit.Ly/3xqeyab.
- Salazar, L. Y Col. (2020). Caracterizaci3n, Clasificaci3n Y Usos De Las Enzimas Lipasas En La Producci3n Industrial. En: Revista Cubana De Investigaciones Biomédicas 39.4, E620. Online: Https://Bit.Ly/3vvdvkv.

- Suarez, R., Marina, J., Santos Pazmiño, J. P., De Agropecuaria, C., Mendoza, G., & Antonio, G. (2022) Evaluación De Formulaciones Sólidas Para La Producción Deconidiosdebeauveriaspp.<https://Repositorio.Espe.Edu.Ec/Bitstreams/A1d3d1ee-8095-4024-A736-441b1033d692/Download>
- Téllez-Jurado A, C.-R. M.-F.-T.-C. (2009). Ecanismos De Acción Y Respuesta En La Relacióndehongosentomopatógenoseinsectos.http://Www.Scielo.Org.Mx/SciELO.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S0187-31802009000200007
- Tortarolo Mf, P. M. (2008). Nfluencia De La Inoculación De Microorganismos Sobre Latemperaturaenelprocesodecompostaje.<https://Dialnet.Unirioja.Es/Servlet/Articulo?Codigo=4353695>
- Vasquez, D. R. (2022). Desarrollo De Un Sustrato Para La Evaluación Del Trabajo De Adhesión De Emulsiones De *Beauveria Bassiana* Sobre Diferentes Insectos Plaga. Recuperado De: <https://Repositorio.Unal.Edu.Co/Handle/Unal/89469>
- Villacís-Aldaz L, C. L. (2016). Compatibilidad Y Tiempo De Supervivencia De Cuatro Microorganismos Benéficos De Uso Agrícola En Biol. Obtenido De <http://Www.Scielo.Org.Bo/SciELO.Php?Script=Sci_Arttext&Pid=S230838592016000100004&Lng=Es&Nrm=Iso>.

ANEXOS

Anexo 1. Construcción del cuarto de aislamiento.



Anexo 2. Preparación de los sustratos solidos (arroz, avena y trigo).



Anexo 3. Proceso de preparación de la *Beauveria bassiana*, para inocular en el medio de cultivo.



Anexo 4. Inocular cada sustrato en cámara de flujo laminar.



Anexo 5. Muestra de *Beauveria bassiana* en el medio de cultivo.



Anexo 6. Recuento de conidias de *Beauveria Bassiana* en cámara de Neubauer.



Anexo 7. Análisis de la varianza (UFC)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
UfC	25	0,95	0,94	5,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,3056E+14	4	8,2641E+13	103,04	<0,0001
Tratamiento	3,3056E+14	4	8,2641E+13	103,04	<0,0001
Error	1,6041E+13	20	8,0204E+11		
Total	3,4661E+14	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1694896,90440

Error: 802037499999,9998 gl: 20

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
5	21735000,00	5	400509,05	A
2	19175000,00	5	400509,05	B
1	17400000,00	5	400509,05	C
3	13090000,00	5	400509,05	D
4	12105000,00	5	400509,05	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Josue Sevillano Del Valle

ID : 02af9895d058aee34c55d188051e16ba3ec94e0b



Nombre del fichero : Josue Sevillano Del Valle.txt

Tamaño del archivo original : 3,45 MB

Número de palabras : 5147

Depositante : Ricardo González Dávila

Fecha de depósito : 31 de julio de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 31 de julio de 2026

 Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Fuentes de similitudes (sección 2/2)

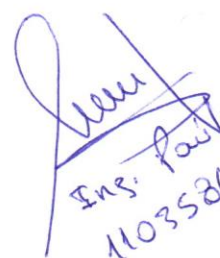
Similitudes

5%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	 EVALUACIÓN DE SUSTRATOS NATURALES PARA LA PRODUCCIÓN D... www.redalyc.org/journal/339/33953499006/html/ 	3%	
2	 Beauveria bassiana en Agricultura – Hortalan ® hortalan.com/ultimas-noticias/beauveria-bassiana-en-agricultura/ 	1%	
3	 ¿Qué significa UFC y que representan en una muestra... todosloshechos.es/que-significa-ufc-y-que-representan-en-una-muestra-mi... 	<1%	


Ins. Paul Gonzalez
1103586762