



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN  
DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA

QUIMI ASECIO JOHAN STEEVEN  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA  
PROPAGACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA

QUIMI ASECIO JOHAN STEEVEN  
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA  
2021



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN DE  
MICROORGANISMOS DE MONTAÑA

QUIMI ASECIO JOHAN STEEVEN  
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 29 DE SEPTIEMBRE DE 2021

MACHALA  
2021

# Tesis final

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1

[www.scielo.org.mx](http://www.scielo.org.mx)

Fuente de Internet

3%

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, QUIMI ASECIO JOHAN STEEVEN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA PRÓPAGACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

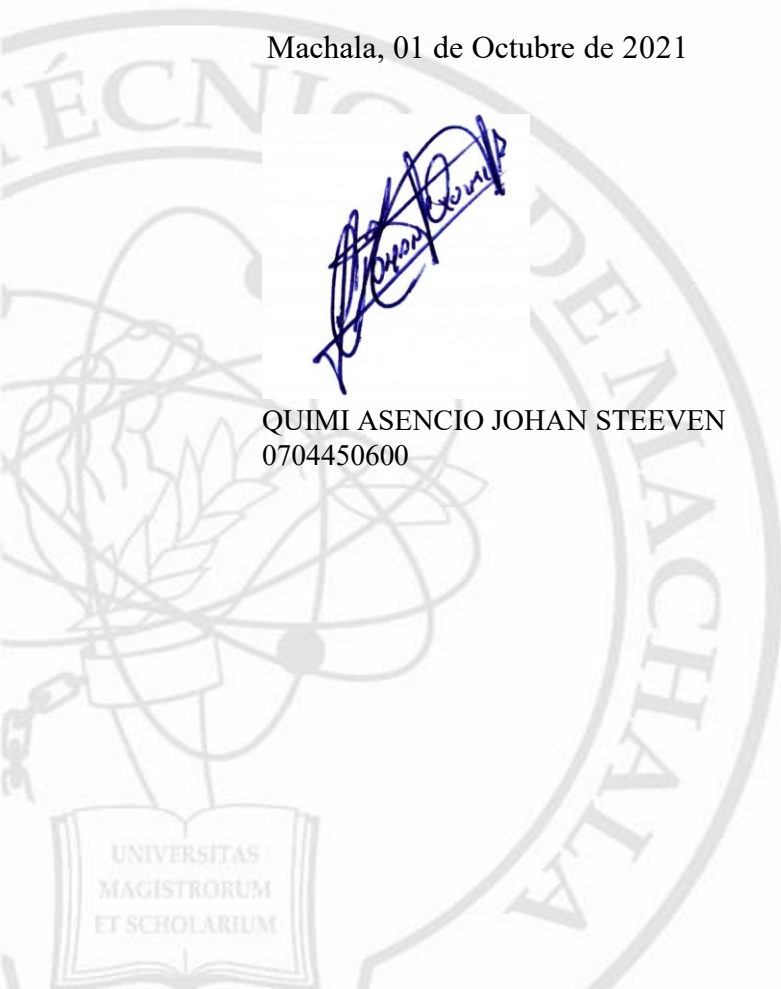
El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 01 de Octubre de 2021



QUIMI ASECIO JOHAN STEEVEN  
0704450600



# “EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA”

Quimi Asencio Johan

Quevedo Guerrero José

## RESUMEN

Los microorganismos del suelo son considerados importantes ya que permiten la transformación del carbono, restructuración del suelo, equilibrio de vida microbiana, intervienen en el ciclo de nutrientes, los mismos que están directamente relacionados con el rendimiento de los cultivos. Son eficientes debido a que no solo disminuyen la contaminación de la microbiota, sino que a parte se logra mejorar la calidad del suelo, la aceleración del proceso de descomposición y evitar el desequilibrio del impacto ambiental que se ha generado por el gran consumismo de la revolución verde. Por lo tanto, en el presente estudio se busca elaborar sustratos para la propagación de microorganismos de montaña en la Facultad de Ciencia Agropecuarias con el objetivo de evaluar la reproducción de los mismos en cada sustrato; así mismo determinar el más idóneo y a su vez la identificación de cada hongo, cuyas etapas se desarrollaron en las instalaciones del laboratorio de Sanidad Vegetal de la misma facultad.

Se utilizaron recursos tales como: harinas de maíz, polvillo de arroz y harina de banano como alimento; hojas de cacao y guaba, como medio en la propagación de microorganismo, los cuales son provenientes de los cultivos de la provincia de El Oro; asimismo se recolectaron rastrojos de una bananera que contienen colonias de microorganismos, la cual va ser la fuente de inóculo. Las hojas de cacao y guaba se procesaron en un molino eléctrico, a fin de triturar para obtener trozos de un centímetro cuadrado (cm<sup>2</sup>) y partículas finas. Cada sustrato contiene un ingrediente como alimento, uno como medio, rastrojos con microorganismos y una solución de melaza con agua. Los sustratos se colocaron en fundas plásticas de color negro y se sellaron sin presencia de oxígeno por un período de 45 días.

En base a esto se diseñaron las siguientes formulaciones que representan los respectivos tratamientos, estos son: T1 (hoja de cacao + melaza + harina de banano), T2 (hoja de cacao + melaza + harina de maíz), T3 (hoja de cacao + melaza + harina de arroz), T4

(hoja de guaba + melaza + harina de banano), T5 (hoja de guaba + melaza + harina de maíz) y T6 (hoja de cacao + melaza + harina de arroz). Cada tratamiento consta de cuatro repeticiones.

La muestra de microorganismo encontrada en cada sustrato pasó a ser aislada y purificada en medios de cultivo de PDA plaqueadas en cajas Petri; para al final realizar la identificación y caracterización microscópica lo cual se procede a observar la estructura de los hongos con la cámara del microscopio a través del Software (Imagen Focus Alpha) con el lente 40x y 100x.

Para la evaluación del nivel de desarrollo de población en cada sustrato se observó la intensidad del crecimiento y se clasificó por niveles, por lo tanto, los tratamientos T4, T5 y T6, los cuales tienen en común el contenido de harinas de hojas de guaba, presentaron las mejores condiciones para un agresivo progreso del micelio de los hongos.

Para la valoración de la cantidad de microorganismos desarrollados en cada sustrato se observó el número de colores diferentes presentes en cada uno, en base a esto el T6 con una cantidad de cuatro microorganismos diferentes, se presta para el desarrollo simultáneo de los mismos; seguidos de estos se encuentran el T4 y T5 con una cantidad promedio de dos a tres hongos distintos.

Entre los hongos hallados es *Trichoderma* presente en el T5 y T6; por otro lado, *Fusarium* se encuentra T4, T5 y T6.

Los mejores sustratos para el crecimiento y desarrollo de microorganismos son T4, T5 y el T6; siendo estos dos últimos los más óptimos; lo cual se debe a la fácil descomposición de las hojas de guaba.

La combinación de hojas de guaba + salvado de arroz expresó la media más alta de microorganismos encontrados.

Los microorganismos identificados y caracterizados son: *Geotrichum candidum*: *Geotrichum (side)*; *Penicillium sanguifluum*, *Beauveria bassian*, *Conidiobolus lamprauges*, *Fusarium spp*, *Trichothecium roseum*, *Conidiobolus lamprauges*.

### **Palabra clave**

Microorganismos, sustratos, micelio, caracterización, arroz, maíz, banano.

# **“EVALUATION OF DIFFERENT SUBSTRATES FOR THE PROPAGATION OF MOUNTAIN MICROORGANISMS”**

Quimi Asencio Johan

Quevedo Guerrero José

## **ABSTRACT**

Soil microorganisms are considered important because they allow the transformation of carbon, soil restructuring, balance of microbial life, intervene in the nutrient cycle, which are directly related to crop yields. They are efficient because they not only reduce the contamination of the microbiota, but also improve soil quality, accelerate the decomposition process and avoid the imbalance of the environmental impact that has been generated by the great consumerism of the green revolution. Therefore, this study seeks to elaborate substrates for the propagation of mountain microorganisms in the Faculty of Agricultural Sciences with the objective of evaluating their reproduction in each substrate, as well as to determine the most suitable and at the same time the identification of each fungus, whose stages were developed in the facilities of the laboratory of Plant Health of the same faculty.

Resources such as corn flour, rice powder and banana flour were used as food; cocoa and guava leaves were used as a medium for the propagation of microorganisms, which come from the crops of the province of El Oro; stubble was also collected from a banana plantation containing colonies of microorganisms, which will be the source of inoculum. Cacao and guava leaves were processed in an electric mill to grind them to obtain pieces of one square centimeter (cm<sup>2</sup>) and fine particles. Each substrate contained one ingredient as food, one as medium, stubble with microorganisms and a molasses solution with water. The substrates were placed in black plastic bags and sealed without oxygen for a period of 45 days.

Based on this, the following formulations representing the respective treatments were designed, these are: T1 (cocoa leaf + molasses + banana flour), T2 (cocoa leaf + molasses + corn flour), T3 (cocoa leaf + molasses + rice flour), T4 (guava leaf + molasses + banana flour), T5 (guava leaf + molasses + corn flour) and T6 (cocoa leaf + molasses + rice flour). Each treatment consisted of four replicates.



The microorganism sample found in each substrate was isolated and purified in PDA culture media plated in Petri boxes; to finally perform the identification and microscopic characterization, which is done by observing the structure of the fungi with the microscope camera through the Software (Focus Alpha Image) with the 40x and 100x lens.

For the evaluation of the level of population development in each substrate, the intensity of growth was observed and classified by levels, therefore, treatments T4, T5 and T6, which have in common the content of guava leaf meal, presented the best conditions for an aggressive progress of the mycelium of the fungi.

For the evaluation of the quantity of microorganisms developed in each substrate, the number of different colors present in each one was observed. Based on this, T6, with a quantity of four different microorganisms, lends itself to their simultaneous development; followed by T4 and T5 with an average quantity of two to three different fungi.

Among the fungi found is *Trichoderma* present in T5 and T6; on the other hand *Fusarium* is found in T4, T5 and T6.

The best substrates for the growth and development of microorganisms are T4, T5 and T6; the latter two being the most optimal; this is due to the easy decomposition of guava leaves.

The combination of guava leaves + rice bran expressed the highest average of microorganisms found.

The microorganisms identified and characterized are: *Geotrichum candidum*: *Geotrichum* (side); *Penicillium sanguifluum*, *Beauveria bassiana*, *Conidiobolus lamprauges*, *Fusarium* spp, *Trichothecium roseum*, *Conidiobolus lamprauges*.

Translated with [www.DeepL.com/Translator](http://www.DeepL.com/Translator) (free version)

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>1.1. Objetivo general</b> .....	10
<b>1.2. Objetivos específicos</b> .....	10
<b>2. REVISIÓN LITERARIA</b> .....	11
<b>2.1. Microorganismos</b> .....	11
<b>2.1.1. Microorganismos Benéficos</b> .....	12
<b>2.1.2. Microorganismos Fitopatógenos</b> .....	12
<b>2.1.2.1. Trichoderma spp.</b> .....	12
<b>2.1.2.2. Beauveria Bassiana</b> .....	13
<b>2.2. Sustratos para propagación de microorganismos</b> .....	14
<b>2.2.1. Triturado de hojas de cacao y de hojas de guaba</b> .....	16
<b>2.2.2. Salvado de arroz</b> .....	17
<b>2.2.3. Salvado maíz</b> .....	17
<b>2.2.4. Harina de banano</b> .....	18
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	19
<b>3.3. Sustratos empleados</b> .....	19
<b>3.4. Preparación de los sustratos</b> .....	21
<b>3.5. Evaluación de la cantidad de diferentes microorganismos que se desarrollaron en cada sustrato.</b> .....	27
<b>3.6. Bioensayos in vitro</b> .....	34
<b>3.7. Tipos de microorganismos en cada caja Petri correspondiente a un sustrato</b> .....	37
<b>3.8. Purificación de cada microorganismo encontrado</b> .....	37
<b>3.9. Caracterización microscópica se observa la estructura de los hongos con la cámara del microscopio a través del Software (Imagen Focus Alpha) con el lente 40x y 100x</b> 38	
<b>4. RESULTADOS</b> .....	39
<b>4.1. Evaluación del nivel de desarrollo de microorganismo en cada tratamiento.</b> .....	39
<b>4.2. Evaluación del número de microorganismo en cada tratamiento.</b> .....	40
<b>4.3. Identificación y caracterización de microorganismo en cada tratamiento.</b> .....	41
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	50
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b> .....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación del lugar de la investigación.....	19
<b>Figura 2:</b> Recolectado y triturado de hojas de cacao y guaba. ....	20
<b>Figura 2:</b> Salvado de maíz, arroz y banano. ....	21
<b>Figura 3:</b> Limpieza del área de trabajo.....	22
<b>Figura 4:</b> Tratamiento con triturado de hojas de cacao. ....	23
<b>Figura 5:</b> Tratamiento con triturado de hojas de guaba.....	23
<b>Figura 6:</b> Mezclado por capas (sustrato). ....	24
<b>Figura 7:</b> Melaza diluida en agua. ....	24
<b>Figura 8:</b> Agregado de melaza diluida a la mezcla. ....	25
<b>Figura 9:</b> Microorganismos por funda.....	26
<b>Figura 10:</b> Peso de funda y repeticiones por tratamiento. ....	27
<b>Figura 11:</b> Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 1. ....	28
<b>Figura 12:</b> Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 2. ....	29
<b>Figura 13:</b> Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 3. ....	30
<b>Figura 14:</b> Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 4. ....	31
<b>Figura 15:</b> Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 5. ....	32
<b>Figura 16:</b> Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 6. ....	33
<b>Figura 17:</b> Lavado y secado de materiales. ....	34
<b>Figura 18:</b> Esterilizado de materiales. ....	34
<b>Figura 19:</b> Solución de lysol para la desinfección del laboratorio. ....	35
<b>Figura 20:</b> Preparación de medio de cultivo con PDA.....	35
<b>Figura 21:</b> Esterilización de medio de cultivo.....	36
<b>Figura 22:</b> Solidificación del medio de cultivo en cajas Petri.....	37
<b>Figura 23:</b> Niveles de desarrollo y población de microorganismos en los diferentes sustratos. ....	39
<b>Figura 24:</b> Promedios del número de microorganismos en os diferentes sustratos. ....	40
<b>Figura 25:</b> Subconjuntos homogéneos entre tratamientos en base a las medias del número de microorganismos. ....	41
<b>Figura 26:</b> <i>Geotrichum candidum</i> : <i>Geotrichum (side)</i> .....	42
<b>Figura 27:</b> <i>Morphology of Penicillium sanguifluum</i> .....	42
<b>Figura 28:</b> <i>Beauveria bassiana</i> : <i>Beauveria Sab Dex Emmons</i> .....	42
<b>Figura 29:</b> <i>Morphology of Penicillium sanguifluum</i> .....	43
<b>Figura 30:</b> <i>Beauveria bassiana</i> : <i>Beauveria Sab Dex Emmons</i> .....	43

<b>Figura 31:</b> <i>Beauveria bassiana: Beauveria Sab Dex Emmons</i> .....	43
<b>Figura 32:</b> Morphology of <i>Penicillium sanguifluum</i> .....	44
<b>Figura 33:</b> <i>Conidiobolus lamprauges</i> .....	44
<b>Figura 34:</b> <i>Beauveria bassiana: Beauveria Sab Dex Emmons</i> .....	44
<b>Figura 35:</b> <i>Fusarium spp: Fusarium roseum</i> .....	45
<b>Figura 36:</b> <i>Trichothecium roseum</i> .....	45
<b>Figura 37:</b> <i>Conidiobolus lamprauges</i> .....	45
<b>Figura 38:</b> <i>Trichoderma spp.</i> .....	46
<b>Figura 39:</b> <i>Fusarium spp: Fusarium roseum</i> .....	46
<b>Figura 40:</b> <i>Beauveria bassiana: Beauveria Sab Dex Emmons</i> .....	46
<b>Figura 42:</b> <i>Trichoderma spp.</i> .....	47
<b>Figura 44:</b> Morphology of <i>Penicillium sanguifluum</i> .....	48
<b>Figura 45:</b> <i>Conidiobolus lamprauges</i> .....	48
<b>Figura 46:</b> <i>Beauveria bassiana: Beauveria Sab Dex Emmons</i> .....	49
<b>Figura 47:</b> <i>Trichothecium roseum</i> .....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Composición nutricional de algunos residuos agrícolas .....	15
<b>Tabla 2:</b> Contenido de N, P y compuestos de carbono presentes en las hojas de guaba y cacao en Alto Beni, Bolivia.....	16
<b>Tabla 3:</b> Composición química del salvado de arroz.....	17
<b>Tabla 4:</b> Composición química del salvado de maíz.....	17
<b>Tabla 5:</b> Composición química de la harina de banano.....	18
<b>Tabla 6:</b> Distribución de los tratamientos.....	22

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los microorganismos del suelo son importantes para el suministro de alimentos, piensos, fibras y medicinas; los microbiomas pueden promover el crecimiento y la salud de las plantas, de esta forma aporta así a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad agrícola (Morisaki, y otros, 2016). No obstante, se sabe poco sobre la mayoría de los microorganismos del suelo y su impacto en la salud de las plantas; el amplio conocimiento de las comunidades, simbiosis y la actividad en la supresión de enfermedades puede ayudar a mejorar las plantas y a reducir los fertilizantes y pesticidas (Raaijmakers & Mazzola, 2016).

Actualmente hay una cantidad considerable de residuos en todo el mundo, de la cual una pequeña fracción es aprovechada, por lo tanto la otra parte pasa a ser un desecho y ocasiona contaminación ambiental (Acevedo, Leos, Figueroa, & Romo, 2017). El aprovechamiento de estos residuos a través de su transformación en abonos orgánicos, sustratos para propagación, etc., ya que al contener una fuente importantes de nutrientes para las plantas, también mejoran la calidad del suelo mediante la formación de sustancias húmicas, beneficiando las características físicas, químicas y biológicas (Ramos & Terry, 2014).

La multiplicación de microorganismos en sustratos se ejecuta a fin de mantener vivas las cepas del hongo, estas una vez purificadas en cajas Petri con medio de cultivo PDA, se colocan dentro de sustratos que cumplan las necesidades nutricionales como almidón, pectina y celulosa.

En el presente trabajo se formularán sustratos a partir de residuos de cultivos como es las hojas de guaba y cacao, salvado de maíz y arroz y la harina de banano, este último que es la transformación del rechazo en los procesos de embarque; lo que a su vez se va evaluar el desarrollo de distintos microorganismos y de esta forma a todas estas materias primas darles un potencial aprovechamiento.

### **1.1.Objetivo general**

- Evaluar diferentes sustratos para la propagación de microorganismos de montaña.

### **1.2.Objetivos específicos**

- Evaluar el desarrollo y población de microorganismos en los diferentes sustratos.
- Valorar la cantidad de microorganismos desarrollados en los diferentes sustratos.
- Identificar los microorganismos desarrollados en los diferentes sustratos.

## **2. REVISIÓN LITERARIA**

### **2.1. Microorganismos**

Microorganismos eficientes es un conjunto microbiano que consiste de diferentes especies de microorganismos beneficiosos que son tanto aeróbicos como anaeróbicos (Calero, y otros, 2018).

Los microorganismos del suelo son considerados importantes ya que consiguen su fuente de carbono a partir de residuos orgánicos; estos, a su vez reestructuran el suelo y crean un equilibrio de la vida microbiana junto con los ciclos de nutrientes, los cuales están directamente relacionados con el rendimiento de los cultivos (Castro, Murillo, Lorío, & Mata, 2015).

Al agregar bacterias promotoras de crecimiento se ha llegado a tener una buena absorción de nutrientes y un mejor desarrollo de la planta, también alta resistencia a estrés abiótico y disminución del porcentaje de enfermedades y plagas (Castro, Murillo, Lorío, & Mata, 2015).

Muchos tipos de explotaciones como es el compostaje causan un impacto ambiental; sin embargo, mediante el uso de los microorganismos se puede disminuir, ya que se logra controlar malos olores, se evita la presencia de moscas y se acelera la estabilización del compost (Calero, y otros, 2018).

Estos producen sustancias importantes que contienen aminoácidos, sustancias bioactivas, ácidos nucleicos y azúcares que proporcionan un buen crecimiento de las plantas que a su vez minimizan la presencia de patógenos debido a que se encuentran en mayor cantidad en el suelo (Ramírez, Florida, & Escobar, 2019).

Los hongos eleva la descomposición de los componentes de la materia orgánica para obtener alcohol, sustancias antimicrobianas y ésteres, las levaduras son hongos que sintetizan sustancias antimicrobianas, enzimas y hormonas que logran la activación de división celular y radical (Ramírez, Florida, & Escobar, 2019).



### **2.1.1. Microorganismos Benéficos**

Entre los microorganismos benéficos frecuentemente utilizados para el control biológico destacan las bacterias con los géneros *Pseudomonas* spp. *Bacillus* spp. y *Paenibacillus* que son los más habituales; al igual que los hongos en el que predomina *Trichoderma* sp.; este último microorganismo conserva grandiosas cualidades para minimizar el ataque de enfermedades en las plantas causadas por el hongo patógeno *Fusarium* sp (Vargas & Gilchrist, 2015), además tiene un efecto estimulante en los cultivos y como inductor de resistencia sistemática a varios patógenos en plantas (Sánchez, Espinosa, Villordo, Rodríguez, & Mora, 2017).

### **2.1.2. Microorganismos Fitopatógenos**

El desarrollo de una enfermedad se da por el ambiente adecuado, huésped susceptible y un patógeno virulento, de manera que la interacción de los tres tiene como consecuencia un daño en el huésped (Martínez, y otros, 2016).

### **2.1.3. Microorganismos Antagónicos**

#### **2.1.3.1. *Trichoderma* spp.**

En el género *Trichoderma* se ha demostrado distintas tácticas biológicas junto a su gran tasa de supervivencia en distintos entornos. Para controlar el crecimiento de microorganismos fitopatógenos, el antagonismo y la producción de enzimas degradadoras de pared celular son las más sobresalientes (Vargas & Gilchrist, 2015).

*Trichoderma* es un hongo antagonista, tiene mecanismos de acción en los patógenos la cual ayuda a evitar su crecimiento y por ende la enfermedad, por competencia en su entorno lo que es nutrientes y espacio, producción de metabolitos, antibióticos y parasitismo directo en los hongos (micoparasitismo). Para el control de enfermedades fungosas q han sido utilizadas en todo el mundo son las especies *Trichoderma harzianum*, *T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. gamsii* y *T. polysporum*, ya que son más fáciles de aislar y su desarrollo es súper rápido en distintos sustratos (Sánchez, Espinosa, Villordo, Rodríguez, & Mora, 2017).

Existe una gran cantidad de formas aplicadas para propagar *Trichoderma* sp. y beneficiar su adaptación en distintos ambientes. La rápida manera de producción y crecimiento de propágulos, población de rizosfera, antibiosis, producción de metabolitos

y enzimas líticas son varios de los mecanismos que realiza este hongo para confirmar que se encuentra presente en el suelo, la cual se lo ha llegado a considerar como uno de los mejores predominante de los microorganismos en la rizosfera con distintas plantas.

Para evaluar el efecto que ejecuta el hongo *Trichoderma sp.* que en resumen son dos modos de acción: 1) Minimizar y/o control de colonización de fitopatógenos en el suelo a través de micoparasitismo, la antibiosis y la competencia y, 2) Estimulación de nutrientes de la planta. Cuando se está realizando el micoparasitismo *Trichoderma sp.* genera enzimas que hace que la pared celular de los hongos que parasita sean disueltas, por lo que son las más conocidas quitinasas y glucanasas (Vargas & Gilchrist, 2015).

La competencia entre una especie antagonista y un patógeno se da cuando ambos se encuentran en el mismo sitio entonces al momento buscando alimentarse de nutrientes similares y como el rápido crecimiento ayuda al desarrollo en uno de los dos hongos, la antibiosis sucede en el momento que el hongo antagonista expulsa distintos compuestos que afectan de manera directa al patógeno. Y al mismo tiempo la planta logra recibir estímulo mediante la colonización radicular para favorecer su nutrición y los compuestos liberados que mejora su crecimiento, como las auxinas y por la inducción de resistencia sistemática al ataque de fitopatógenos que implica dos mecanismos: resistencia sistémica adquirida (RSA) o resistencia sistémica inducida (RSI) (Vargas & Gilchrist, 2015).

#### **2.1.3.2. Beauveria Bassiana**

El hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. es reconocido importante agente de control en algunas plagas agrícolas, por su eficacia y facilidad de multiplicación en laboratorio; además su mecanismo de acción incide en la acción de las conidias del hongo que entran en contacto con la exocutícula del insecto, forman una estructura de adhesión, luego crece el tubo germinativo que penetra por acción mecánica y velozmente llega al hemocele, lugar en el que produce toxinas y enzimas, que provocan daños en los órganos internos del huésped, hasta causar su muerte (Castro & Martínez, 2019).

Por su gran eficacia, se ha ensayado en una gran diversidad de insectos plaga y a distintas condiciones; por otro lado, una de las principales limitantes en los manejos de control biológico es la adaptabilidad del agente microbiano en el agroecosistema a experimentar, lo cual implica el establecimiento del hongo y la regulación de las

poblaciones del insecto plaga para mantenerlo debajo de su umbral económico (González, Chávez, & Zepeda, 2015).

## **2.2.Sustratos para propagación de microorganismos**

En la actualidad hay una cantidad considerable de residuos en cualquier parte del mundo, sin embargo, solo una pequeña fracción es aprovechada, lo que a su vez pasa a ser un desecho y ocasiona contaminación ambiental (Acevedo, Leos, Figueroa, & Romo, 2017). Es importante hacer programas de aprovechamiento de estos residuos a través de su transformación en abonos orgánicos, sustratos para propagación, etc., ya que contienen una fuente importantes de nutrientes para las plantas, también mejoran la calidad del suelo mediante la formación de sustancias húmicas, beneficiando las características físicas, químicas y biológicas (Ramos & Terry, 2014).

La multiplicación de microorganismos en sustratos se ejecuta a fin de mantener vivas las cepas del hongo, estas una vez purificadas en cajas Petri con medio de cultivo PDA, se colocan dentro de sustratos que cumplan las necesidades nutricionales como almidón, pectina y celulosa (Agamez, Zapata, Oviedo, & Barrera, 2008).

Algunos “residuos” se constituyen de una composición variada de proteínas, azúcares y minerales; es por ello que pasan a ser materias primas para el desarrollo de otros productos beneficiosos. El contenido nutricional en ellos, acondiciona para el crecimiento de microorganismos, que luego ellos reutilizan las materias primas mediante procesos de fermentación (Sadh, Duhan, & Duhan, 2018).

**Tabla 1:** Composición nutricional de algunos residuos agrícolas

Residuos agroindustriales	Composición química (% peso/peso)					Sólidos totales (%)	Humedad (%)	Referencias
	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina	Ceniza (%)				
Bagazo de caña de azúcar	30.2	56.7	13.4	1.9	91.66	4.8	(El Tayeb, Abdelhafez, Ali, & Ramadan, 2012) y (Nigam & Singh, 1995)	
Paja de arroz	39.2	23.5	36.1	12.4	98.62	6.58	(El Tayeb, Abdelhafez, Ali, & Ramadan, 2012)	
Tallos de maíz	61.2	19.3	6.9	10.8	97.78	6.40	(El Tayeb, Abdelhafez, Ali, & Ramadan, 2012)	
Aserrín	45.1	28.1	24.2	1.2	98.54	1.12	(El Tayeb, Abdelhafez, Ali, & Ramadan, 2012) y (Martin, y otros, 2012)	
Residuos de remolacha azucarera	26.3	18.5	2.5	4.8	87.5	12.4	(El Tayeb, Abdelhafez, Ali, & Ramadan, 2012)	
Paja de cebada	33.8	21.9	13.8	11	–	–	(Nigam & Singh, 1995)	
Tallos de algodón	58.5	14.4	21.5	9.98	–	7.45	(Nigam & Singh, 1995)	
Paja de avena	39.4	27.1	17.5	8	–	–	(Martin, y otros, 2012)	
Tallos de joya	34.5	24.8	19.8	10.39	–	11.84	(Motte, y otros, 2013)	
Tallos de girasol	42.1	29.7	13.4	11.17	–	–	(Motte, y otros, 2013)	
Paja de trigo	32.9	24.0	8.9	6.7	95.6	7	(Nigam & Singh, 1995) y (Martin, y otros, 2012)	

**Fuente:** Sadh, Duhan, & Duhan (2018) traducida por el autor

### 2.2.1. Triturado de hojas de cacao y de hojas de guaba

Según Sadh, Duhan, & Duhan (2018) hay dos tipos de residuos agroindustriales, es decir los agrícolas e industriales; los agrícolas se dividen en residuos de campo y de proceso. Los de campo son aquellos que se encuentran en el campo después del proceso de cosecha, consisten en hojas, tallos, vainas de semillas, etc., mientras que los de proceso están presentes incluso después de que la cosecha se transforme en un recurso valioso alternativo; en base a esto las hojas de cacao y guaba son residuos de campo. A continuación, en la tabla 2 se observa el contenido de estos residuos.

**Tabla 2:** Contenido de N, P y compuestos de carbono presentes en las hojas de guaba y cacao en Alto Beni, Bolivia.

Parámetro /Especie	<i>Inga</i> <i>edulis</i> (IE)	<i>Theobroma</i> <i>cacao</i> (TC)	Umbral/ Índice*
Nitrógeno (%N)	2,8	2,2	>2
Fósforo (%P)	0,2	0,2	>0,25
Lignina (%L)	3,8	6,5	<15; 5 a 15
Polifenoles totales (%PT)	1,9	2,6	<2 a 10; <3
Carbohidratos solubles (%CS)	17,2	19,7	20 a 30
Celulosa (%Cel)	16	16,2	30 a 70
Carbono Total (%C)	49,9	47,7	.....
Relación C:N	17,4	21,3	<20 a 30
Relación C:P	370	324	<200
Relación Lig+PT:N	2	4,2	<10
Relación Lignina:N	1,4	3	<23 a 25
Relación Lignina:P	25,3	43,3	500-620

**Fuente:** (Villegas, 2008)

### 2.2.2. Salvado de arroz

Mediante la transformación industrial del pulimento del arroz para consumo humano, se obtiene el salvado de arroz (Guerrero & Quientero, 2015), este producto tiene poco tiempo de vida útil esto es por la rancidez hidrolítica producida por la actividad de enzimas como las lipasas, lo que crea un detrimento veloz (aumento de ácidos grasos libres), lo cual disminuye la aplicación para el desarrollo de diferentes productos (Escamilla, Varela, Sánchez, Solís, & Durán, 2005).

El salvado está formado por el pericarpio, la capa de aleurona, el embrión y parte del endospermo, que constituyen alrededor del 10% del arroz sin procesar; es muy rico en nutrientes esenciales como minerales, vitaminas, ácidos grasos fibra dietética y antioxidantes, como tocoles y orizanoles (Gul, Yousuf, Singh, Sing, & Wani, 2015) y (Aktas & Akin, 2020).

**Tabla 3:** Composición química del salvado de arroz

H	Cn	Pr	Gr	Cel	AA	Ac fi	CFT	Ca	Mg	P	K	Fe
%							mg/100g					
7,80	8,89	13,03	10,57	1,87	91,69	3114,2	304,7	66,91	247,2	1371,7	443,1	1,93

H: humedad; Cn: ceniza; Pr: proteína; Gr: grasa; Cel: Celulosa; AA: actividad antioxidante; Ac fi: ácido fítico; CFT: compuestos fenólicos totales; Ca: calcio; Mg: magnesio; P: fósforo; K: potasio; Fe: hierro; %: porcentaje; mg: miligramos; g: gramos

**Fuente:** (Aktas & Akin, 2020)

### 2.2.3. Salvado maíz

El maíz (*Zea mays*), también llamado maíz, es un cereal de la familia de las gramíneas (Poaceae) originario de América y es uno de los cultivos alimentarios de mayor distribución en el mundo. El salvado de maíz es un producto alimenticio elaborado a partir de la dura capa exterior del maíz. Al igual que el salvado de otros cultivos de cereales, tiene un alto contenido en fibra (Afangide, Orukotan, & Ado, 2018).

**Tabla 4:** Composición química del salvado de maíz

H	Cn	Pr	Gr	Cel	AA	Ac fi	CFT	Ca	Mg	P	K	Fe
%							mg/100g					
8,16	1,57	5,73	4,65	2,72	84,09	49,64	105,8	49,64	101,6	413,4	492,7	2,77

H: humedad; Cn: ceniza; Pr: proteína; Gr: grasa; Cel: Celulosa; AA: actividad antioxidante; Ac fi: ácido fítico; CFT: compuestos fenólicos totales; Ca: calcio; Mg: magnesio; P: fósforo; K: potasio; Fe: hierro; %: porcentaje; mg: miligramos; g: gramos

**Fuente:** (Aktas & Akin, 2020)

## 2.2.4. Harina de banano

La harina de banano (*Musa paradisiaca* L.) se obtuvo a partir de la fruta inmadura. En cuanto a la composición química, el almidón total es de 73,36% y la fibra dietética corresponde a 14,52% los cuales son los componentes más importantes (García, Agama, Sáyago, Rofríguez, & Bello, 2006). Se elabora a partir de la pulpa, sin embargo la cáscara constituye el 40% del peso total en fresco del producto, y contiene principalmente por fibra dietética, proteínas y lípidos además de minerales y vitaminas (Oliveira, Oliveira, Feitosa, Germano, & Feitosa, 2018) y (Salazar, y otros, 2021).

**Tabla 5:** Composición química de la harina de banano

Componente (%)	Muestras			
	PF-preT	PF-unT	WF-preT	WF-unT
Humedad	9.96 ± 0.50 <sup>a</sup>	11.73 ± 0.20 <sup>b</sup>	11.13 ± 0.12 <sup>b</sup>	11.32 ± 0.17 <sup>b</sup>
Grasa	0.15 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.30 ± 0.03 <sup>ab</sup>	0.96 ± 0.32 <sup>b</sup>	0.87 ± 0.07 <sup>b</sup>
Proteína	3.41 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.43 ± 0.06 <sup>a</sup>	3.73 ± 0.04 <sup>b</sup>	3.53 ± 0.14 <sup>ab</sup>
Ceniza	2.64 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.42 ± 0.03 <sup>b</sup>	3.96 ± 0.12 <sup>c</sup>	3.76 ± 0.02 <sup>d</sup>
Fibra	1.28 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.11 ± 0.02 <sup>b</sup>	3.19 ± 0.07 <sup>b</sup>	3.51 ± 0.08 <sup>b</sup>
Hidratos de carbono	82.56 ± 0.05 <sup>a</sup>	79.01 ± 0.07 <sup>b</sup>	77.03 ± 0.03 <sup>c</sup>	77.01 ± 0.06 <sup>c</sup>
Almidón	78.21 ± 0,19 <sup>a</sup>	68.76 ± 0.01 <sup>c</sup>	76.21 ± 0.03 <sup>a</sup>	72.48 ± 0.11 <sup>b</sup>
Amilosa	17.98 ± 0,14 <sup>a</sup>	14.51 ± 0,47 <sup>bc</sup>	15.22 ± 0,52 <sup>b</sup>	13.29 ± 0,26 <sup>c</sup>
Amilopectina	60.23 ± 0.90 <sup>a</sup>	54.26 ± 0.47 <sup>b</sup>	61.00 ± 0.36 <sup>a</sup>	59.19 ± 0.33 <sup>a</sup>

PF-preT: Harina de pulpa de plátano con metabisulfito de sodio; PF-unT: Harina de pulpa de plátano sin metabisulfito de sodio; WF-preT: Harina de plátano integral, con metabisulfito de sodio; WF-unT: Harina de plátano integral, sin metabisulfito de sodio.

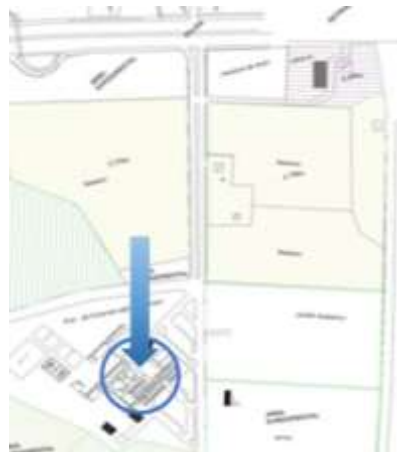
### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del experimento**

El presente trabajo de investigación se realizará en el laboratorio de fitopatología vegetal de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Técnica de Machala, ubicada a 5.5 km de la vía Machala-Pasaje, parroquia el cambio, cantón Machala, Provincia El oro, Ecuador.

#### **3.2. Ubicación geográfica**

El sitio de estudio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas: longitud ( $79^{\circ} 54' 43.89''$  oeste) y latitud ( $03^{\circ} 17' 24.53''$  sur); con una altitud de 6 msnm.



**Figura 1:** Ubicación del lugar de la investigación.

**Fuente:** Autor.

#### **3.3. Sustratos empleados**

El primer día se recolectó hojas de cacao y de guaba para luego cruzarlo por un molino eléctrico hasta obtener partículas finas (Salvado).





**Figura 2:** Recolectado y triturado de hojas de cacao y guaba.

**Fuente:** Autor.

Se usaron materias primas como salvado de maíz (granos secos), salvado de arroz (grano con cáscara); y como aporte a esta investigación, se hizo uso de los rechazos de banano producidos en los embarques cuya materia prima fue procesada sin separar la cascara de su pulpa (fruta completa), por lo que, se realizó cortes transversales a lo largo del banano en forma de rodajas con un grosor de 5 milímetros; y se los dispersó en un piso de cemento limpio para un secado bajo sol de forma natural durante 21 días para luego triturarlos mediante el molino eléctrico hasta obtener Salvado de banano.



**Figura 2:** Salvado de maíz, arroz y banano.  
**Fuente:** Autor.

### **3.4.Preparación de los sustratos**

Luego se procedió en limpiar y arreglar el área de trabajo.



**Figura 3:** Limpieza del área de trabajo.  
**Fuente:** Autor.

Una vez obtenido los ingredientes completos se procedió a realizar los tratamientos la cual fueron:

**Tabla 6:** Distribución de los tratamientos

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>triturado de hoja de cacao y melaza</b>
1	harina de banano
2	Salvado de maíz
3	Salvado de arroz
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>triturado de hoja de guaba y melaza</b>
4	harina de banano
5	Salvado de maíz
6	Salvado de arroz



**Figura 4:** Tratamiento con triturado de hojas de cacao.

**Fuente:** Autor.



**Figura 5:** Tratamiento con triturado de hojas de guaba.

**Fuente:** Autor.

Para realizar los tratamientos se tuvo que mezclar 9 Kilogramos de salvado de banano con 9 kilos de salvado de hoja de cacao, la mezcla se la realizó por capas para que tuviera una mezcla homogénea.



**Figura 6:** Mezclado por capas (sustrato).

**Fuente:** Autor.

Se diluyó 1 litro de melaza en 10 litros de agua.



**Figura 7:** Melaza diluida en agua.

**Fuente:** Autor.

Se le agregó a la mezcla 3.5 litros de melaza diluida hasta lograr que la mezcla se humedezca.



**Figura 8:** Agregado de melaza diluida a la mezcla.

**Fuente:** Autor.

Se le agregó 100 gramos de microorganismos por funda.



**Figura 9:** Microorganismos por funda.

**Fuente:** Autor.

Luego se colocó 5.1 kg por funda y se hicieron 4 repeticiones por cada tratamiento.



**Figura 10:** Peso de funda y repeticiones por tratamiento.

**Fuente:** Autor.

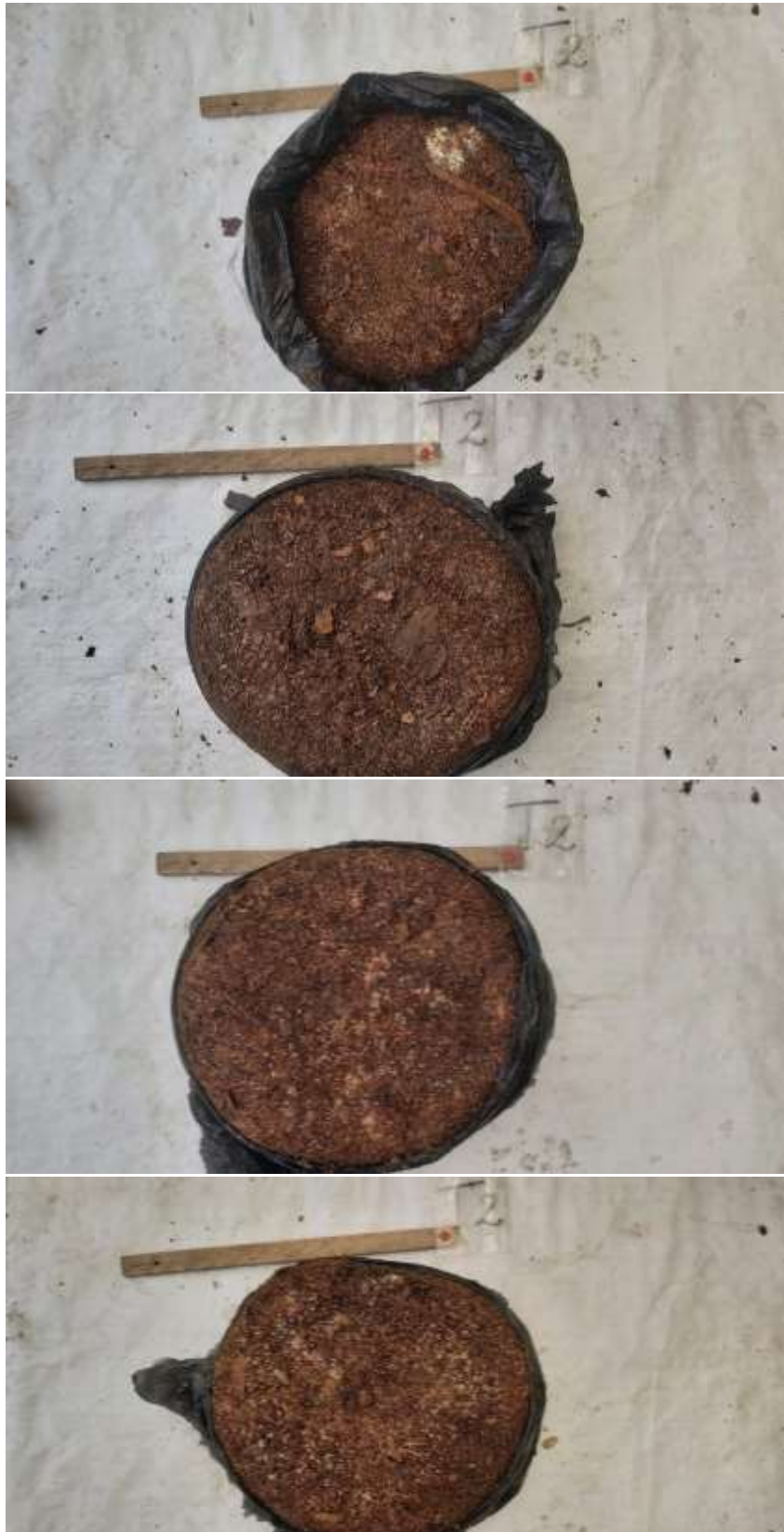
**3.5.Evaluación de la cantidad de diferentes microorganismos que se desarrollaron en cada sustrato.**





**Figura 11:** Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 1.

**Fuente:** Autor.



**Figura 12:** Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 2.

**Fuente:** Autor.



**Figura 13:** Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 3.

**Fuente:** Autor.



**Figura 14:** Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 4.

**Fuente:** Autor



**Figura 15:** Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 5.

**Fuente:** Autor.



**Figura 16:** Valoración del número de microorganismos en el tratamiento 6.

**Fuente:** Autor.

### 3.6. Bioensayos in vitro

Para empezar en el laboratorio se procedió a lavar y secar materiales tales como: cajas Petri, vasos de precipitación con medida de 1 litro y envases de vidrio.



**Figura 17:** Lavado y secado de materiales.

**Fuente:** Autor.

Una vez listo los materiales se los coloca en funda de polifan para pasar a ser esterilizados en el autoclave.



**Figura 18:** Esterilizado de materiales.

**Fuente:** Autor.

Luego se realizó la desinfección del área de trabajo, para lo cual se preparó una solución de 67 mililitros de lysol en 1 litro de agua y se roció por toda el área dejando reposar de un día para otro.



**Figura 19:** Solución de lysol para la desinfección del laboratorio.

**Fuente:** Autor.

Para la preparación del medio de cultivo se disolvió 34 gramos de PDA en un litro de agua destilada hirviendo y se le agregó una tercera parte de acromaxfenicol de 500mg: se agita hasta obtener una mezcla homogénea.



**Figura 20:** Preparación de medio de cultivo con PDA.

**Fuente:** Autor.



El medio de cultivo se colocó en frascos de vidrio, para la esterilización en Autoclave por 45 minutos.



**Figura 21:** Esterilización de medio de cultivo.

**Fuente:** Autor.

Luego se deposita el medio de cultivo en cajas Petri dentro de la cámara de Flujo hasta solidificarse.



**Figura 22:** Solidificación del medio de cultivo en cajas Petri.

**Fuente:** Autor.

La caja Petri es envuelta con plástico de embalaje herméticamente.

Se observa a diario el crecimiento de los microorganismos.

### **3.7. Tipos de microorganismos en cada caja Petri correspondiente a un sustrato**

Se visualiza los microorganismos por características de colores; se observa a diario las colonias de microorganismo por tipos de color, para las identificaciones. De esta forma en base a los colores se determina la cantidad y la diversidad de hongos en cada sustrato.

### **3.8. Purificación de cada microorganismo encontrado**

Se procede a realizar la siembra de purificación, cuya técnica consiste en seleccionar una parte de tejido que no esté contaminada, y se siembra en cajas Petri con PDA. Para lo cual se observa al tercer día las colonias de microorganismo por tipos de color, para la identificación o caracterización de los hongos se va realizar mediante el

microscopio (Euromex “Microscopos holland”), aplicando para la observación Azul de lactofenol una gota en el portaobjeto.

### **3.9. Caracterización microscópica se observa la estructura de los hongos con la cámara del microscopio a través del Software (Imagen Focus Alpha) con el lente 40x y 100x**

Se toma una muestra de los hongos para realizar la caracterización microscópica.

Se toma un portaobjeto y se coloca una diminuta gota del líquido azul de lactofenol.

Posteriormente se analizaron las muestras para realizar la caracterización microscópica con una gotita del líquido azul de lactofenol.

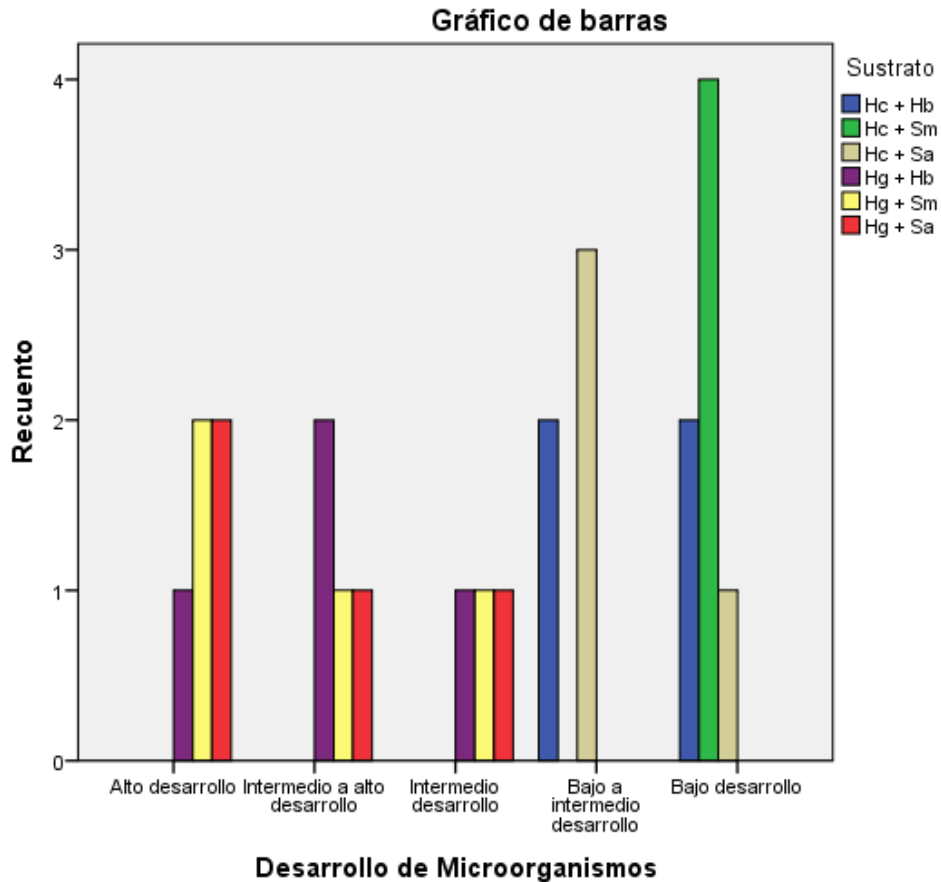
Se realizó con un trozo de cinta adhesiva tocar la parte superior del hongo en las cajas Petri para la visualización en el microscopio.

Se observó en el microscopio con el lente de 40x o 100x y tomó una foto de la Imagen para la identificación del Microorganismo.

A través de un Atlas de microorganismos se compara la observación en microscopio y se afina a qué Phylum y Género pertenece cada microorganismo.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación del nivel de desarrollo de microorganismo en cada tratamiento.



**Figura 23:** Niveles de desarrollo y población de microorganismos en los diferentes sustratos.

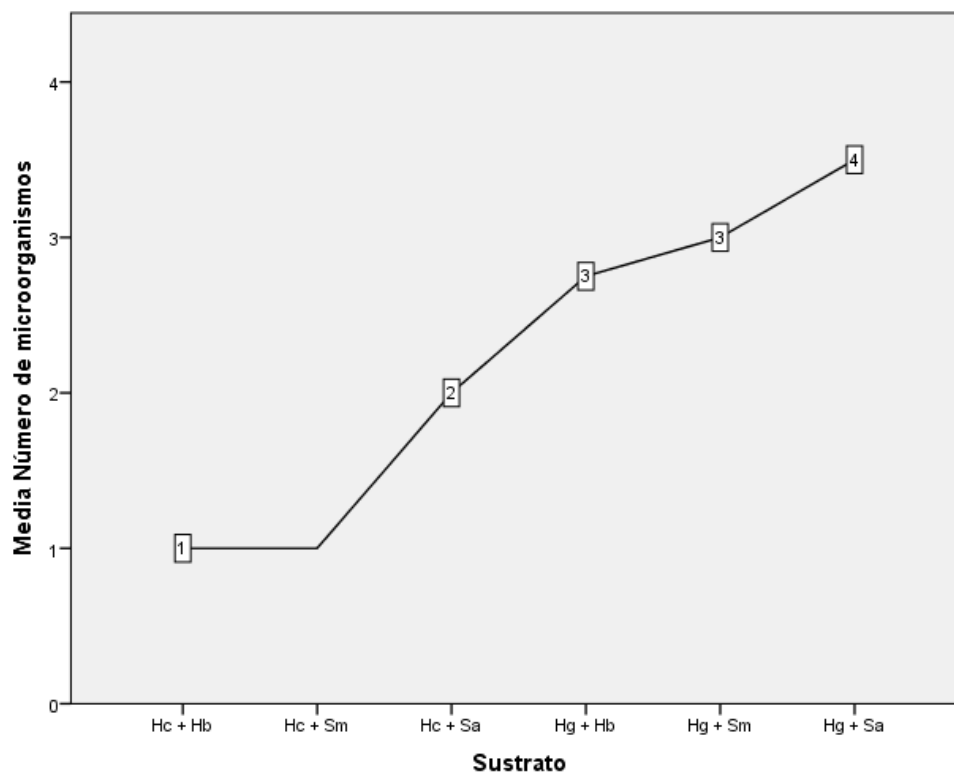
En la figura 23 se observa que los mejores sustratos para el crecimiento y desarrollo de microorganismos son T4 (Hoja de guaba + harina de banano), T5 (Hoja de guaba + salvado de maíz) y el T6 (Hoja de guaba + salvado de arroz); siendo estos dos últimos los más óptimos; además se hace hincapié al ingrediente común de los tres, como es el triturado de hojas de guaba. Por el contrario, presentaron baja población el T3 (Hoja de cacao + salvado de arroz), T2 (Hoja de cacao + salvado de maíz) y T1 (Hoja de cacao + harina de banano) siendo este último el que menos desarrollo tuvo.

Los sustratos del T4, T5 y T6 presentan mayor población debido a su gran velocidad de descomposición de las hojas de guaba, puesto que el contenido de N, P con

relación al C, lignina y polifenoles totales son bajo, lo que a su vez le da la característica de un residuo lábil de nivel intermedio; por el contrario, las hojas de cacao presenta valores altos de estos contenidos lo que lo convierte en un residuo recalcitrante (Villegas, 2008).

#### 4.2. Evaluación del número de microorganismo en cada tratamiento.

Las diferentes combinaciones de los ingredientes que contiene cada sustrato influyen en el número de microorganismos desarrollados en cada uno de ellos.

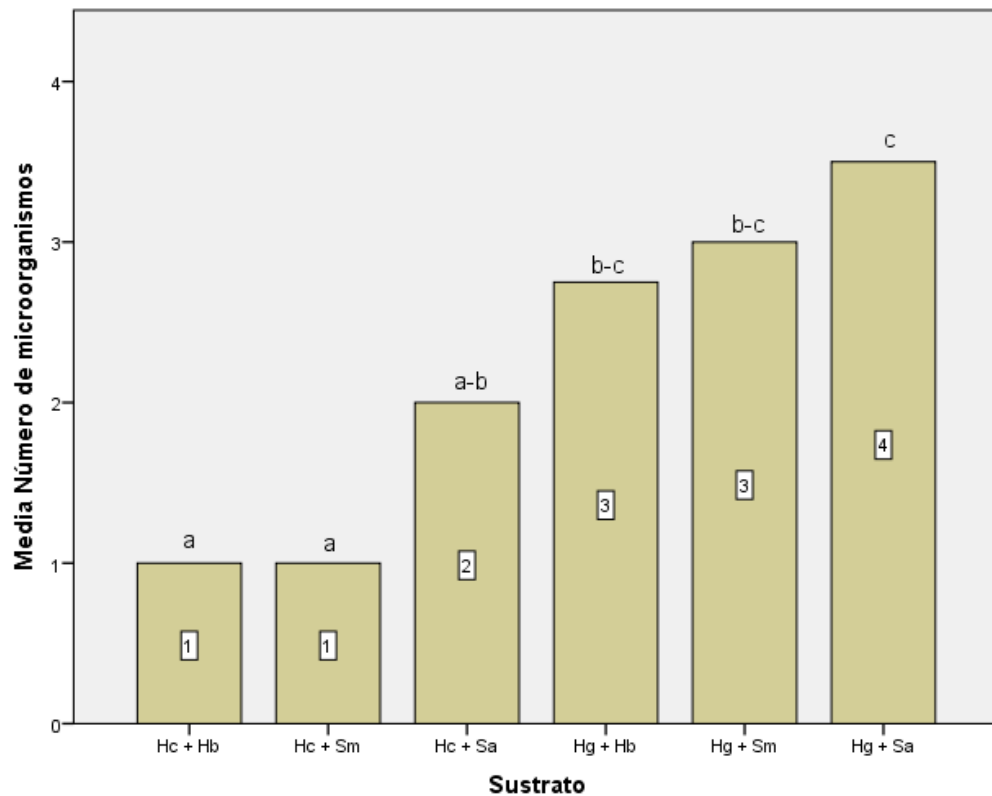


**Figura 24:** Promedios del número de microorganismos en los diferentes sustratos.

En la figura 24 se observa que los sustratos que tienen en común como ingrediente las hojas de cacao presentan los promedios más bajos a diferencia de aquellos que contienen hojas de guaba. La combinación de hojas de guaba + salvado de arroz expresó la media más alta de microorganismos encontrados, sin embargo, los más bajos son hoja de cacao + harina de banano y hoja de cacao + salvado de maíz con un microorganismo desarrollado

Para el número de microorganismos se crearon 3 subconjuntos por lo que los 3 primeros tratamientos son el a, el tratamiento 3, 4 y 5 el subconjunto b y el tercer

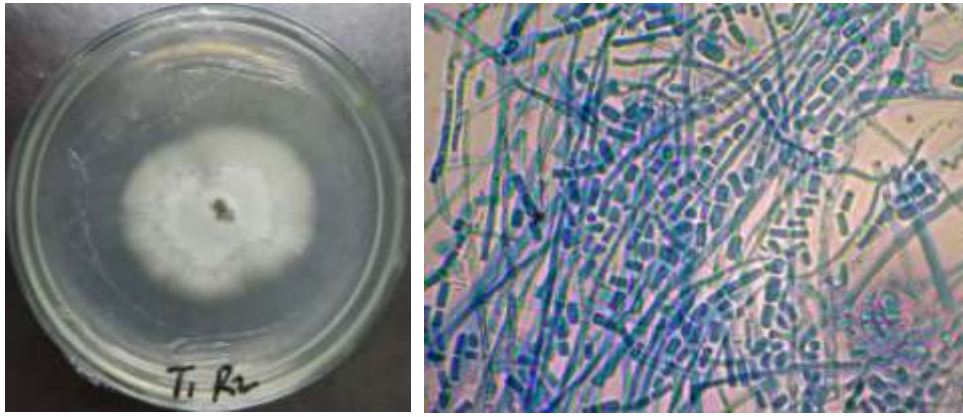
subconjunto los tratamientos 4, 5 y 6 observando que en el último subconjunto se obtuvo el mayor número de microorganismos desarrollados.



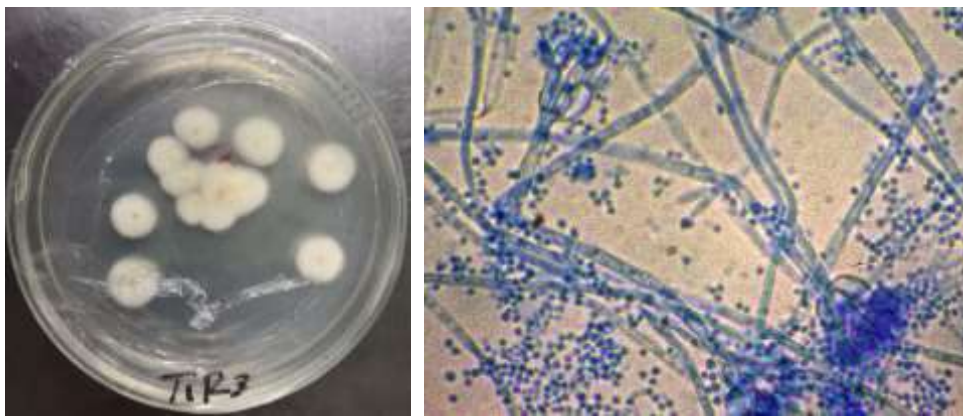
**Figura 25:** Subconjuntos homogéneos entre tratamientos en base a las medias del número de microorganismos.

#### **4.3. Identificación y caracterización de microorganismo en cada tratamiento.**

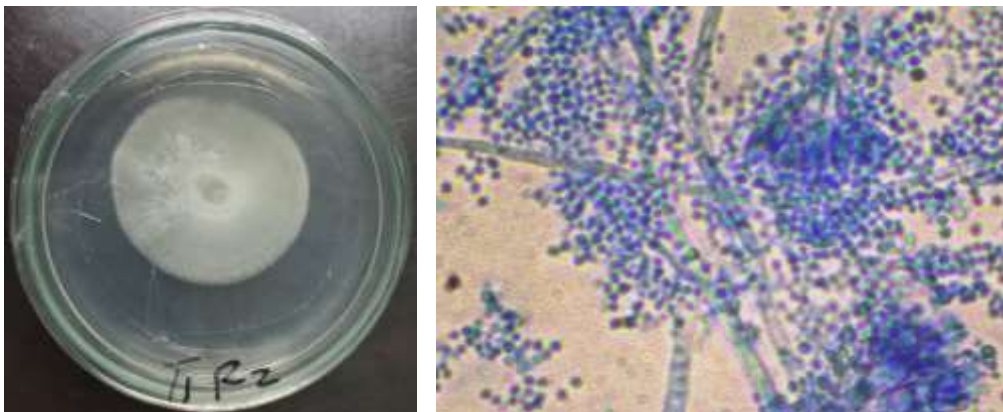
Los microorganismos identificados y caracterizados, se basó en la comparación de imágenes y morfología del Atlas of Clinically Important Fungi (Sciortino, 2017), a continuación, los hongos encontrados:



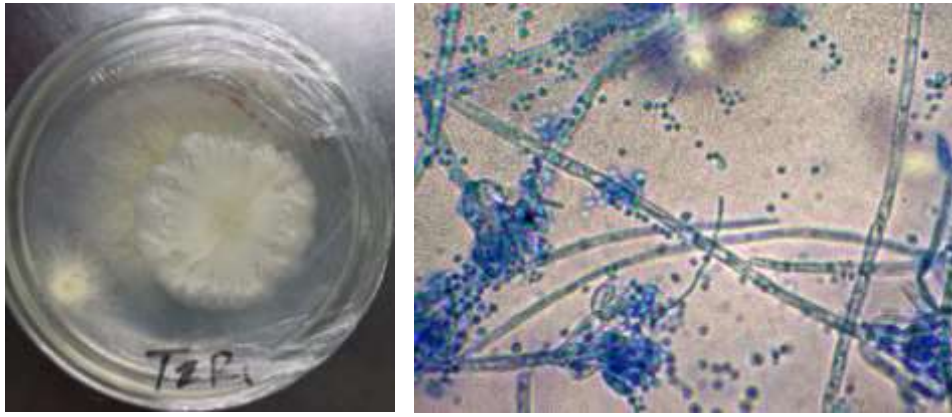
**Figura 26:** *Geotrichum candidum*: *Geotrichum* (side)



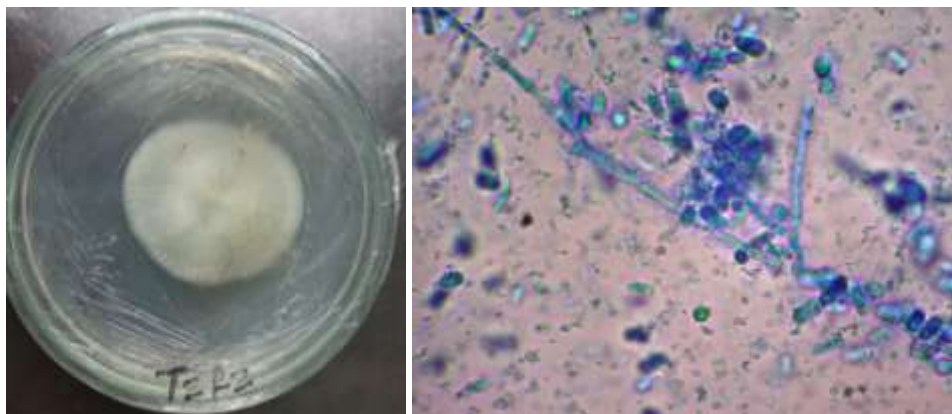
**Figura 27:** Morphology of *Penicillium sanguifluum*



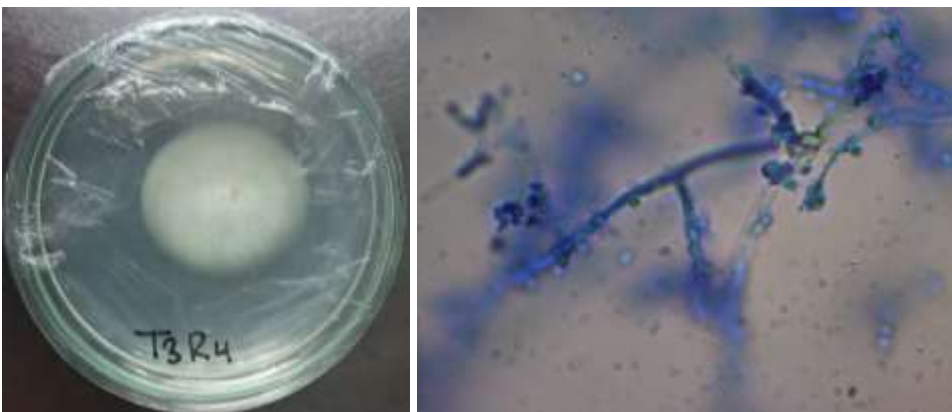
**Figura 28:** *Beauveria bassiana*: *Beauveria* Sab Dex Emmons



**Figura 29:** *Morphology of Penicillium sanguifluum*

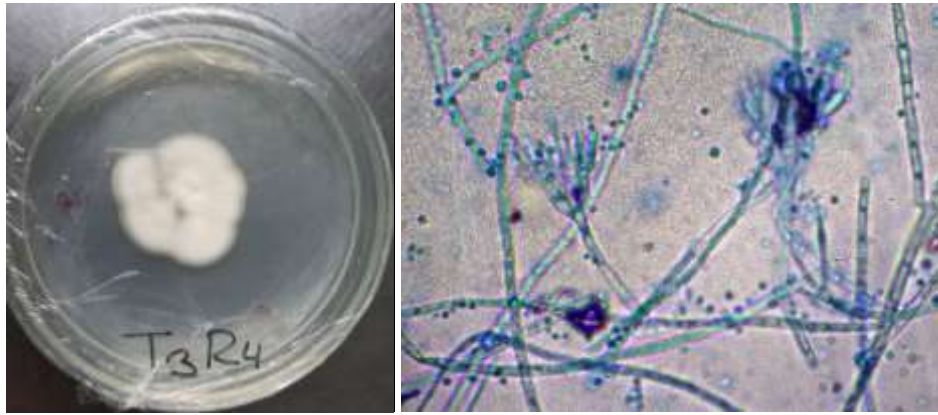


**Figura 30:** *Beauveria bassiana: Beauveria Sab Dex Emmons*

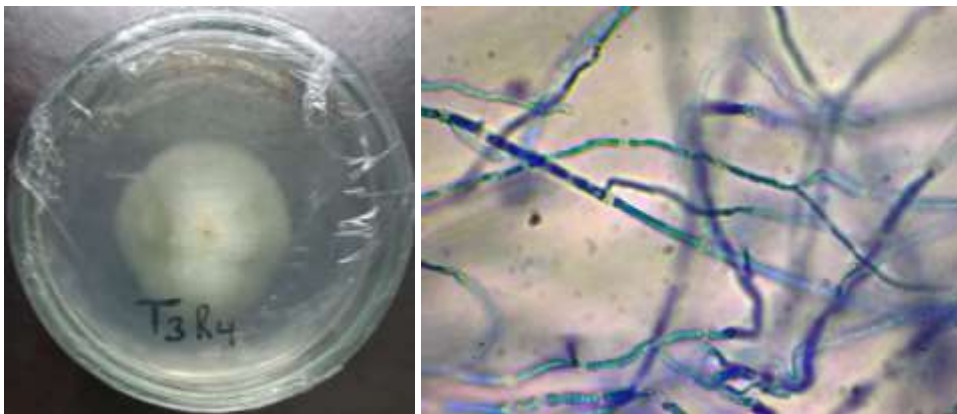


**Figura 31:** *Beauveria bassiana: Beauveria Sab Dex Emmons*

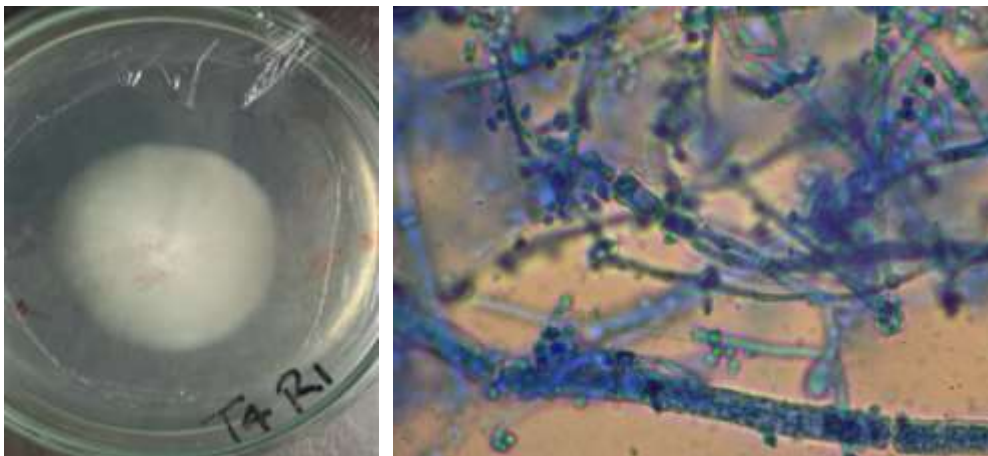




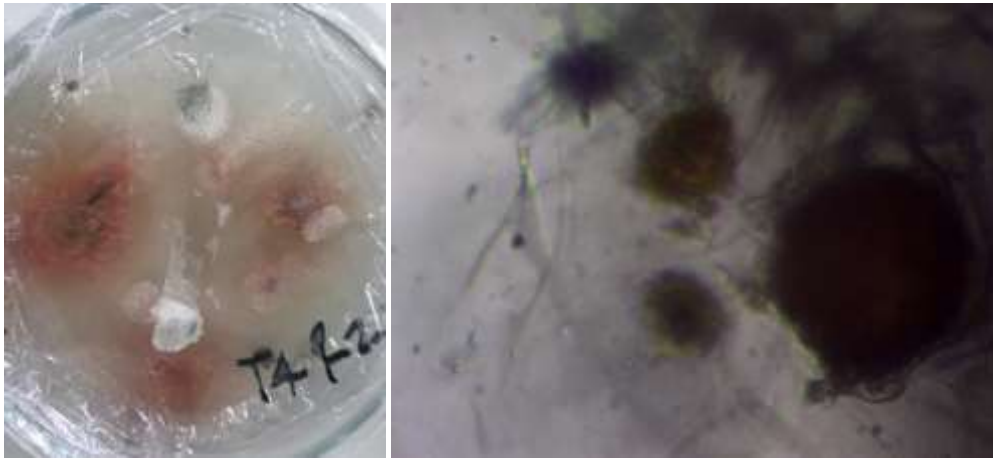
**Figura 32:** Morphology of *Penicillium sanguiflum*



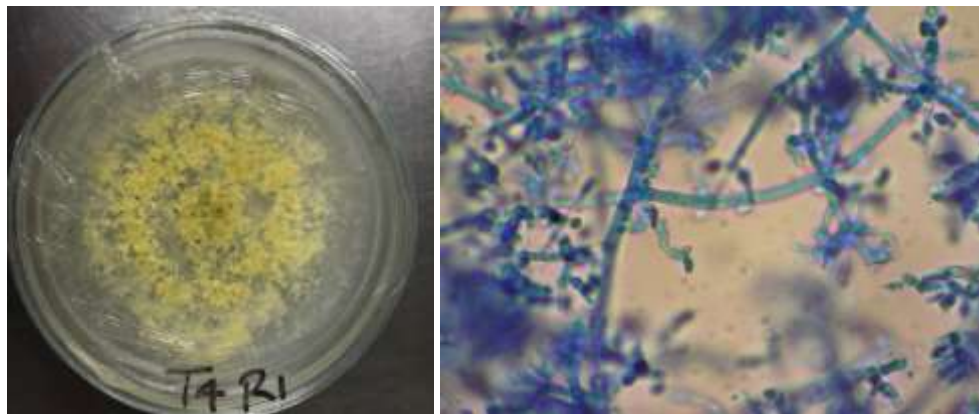
**Figura 33:** *Conidiobolus lamprauges*



**Figura 34:** *Beauveria bassiana*: *Beauveria Sab Dex Emmons*



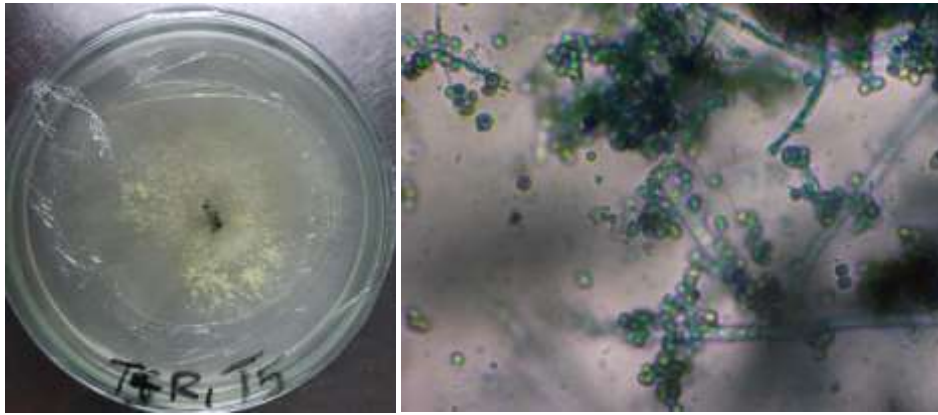
**Figura 35:** *Fusarium* spp: *Fusarium roseum*



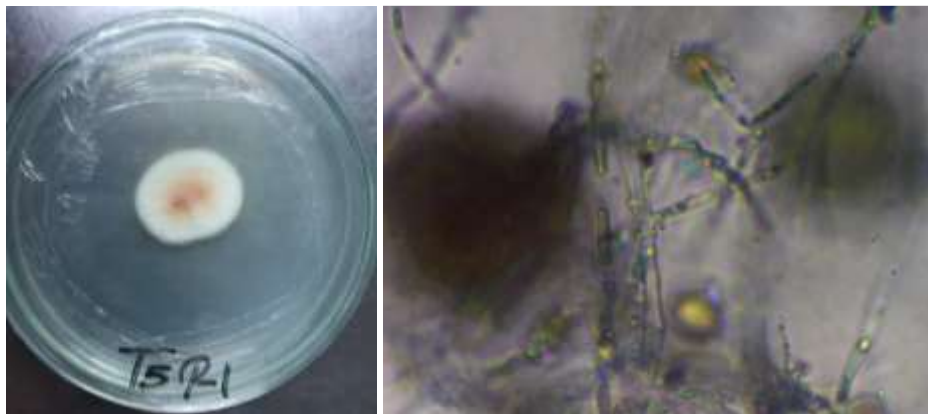
**Figura 36:** *Trichothecium roseum*



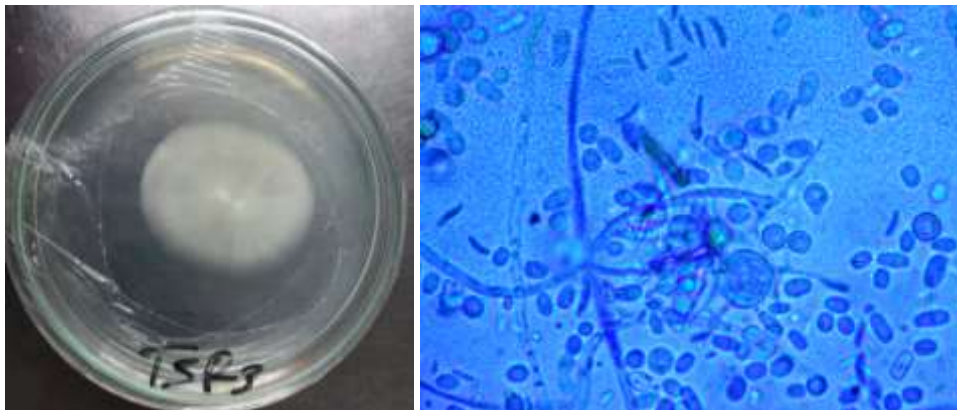
**Figura 37:** *Conidiobolus lamprauges*



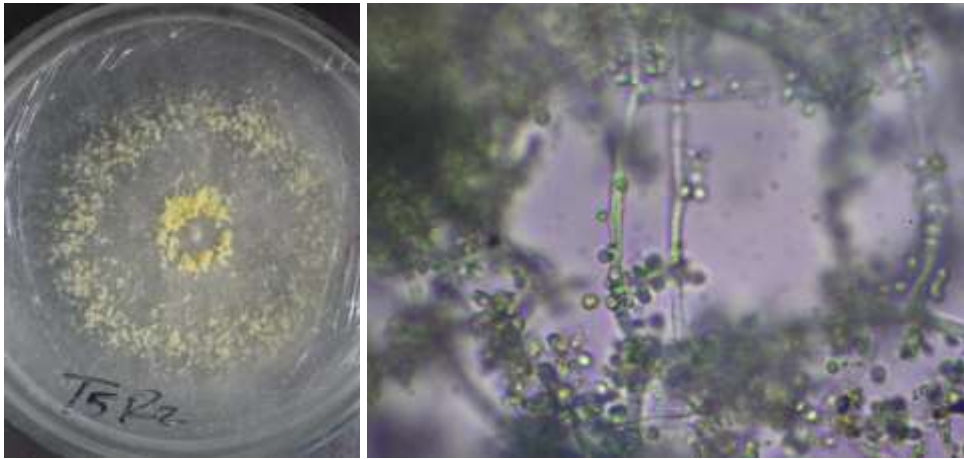
**Figura 38:** *Trichoderma* spp.



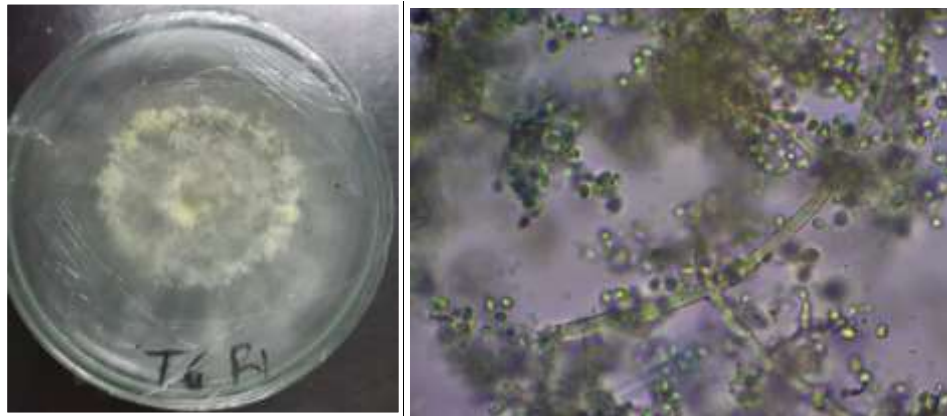
**Figura 39:** *Fusarium* spp: *Fusarium roseum*



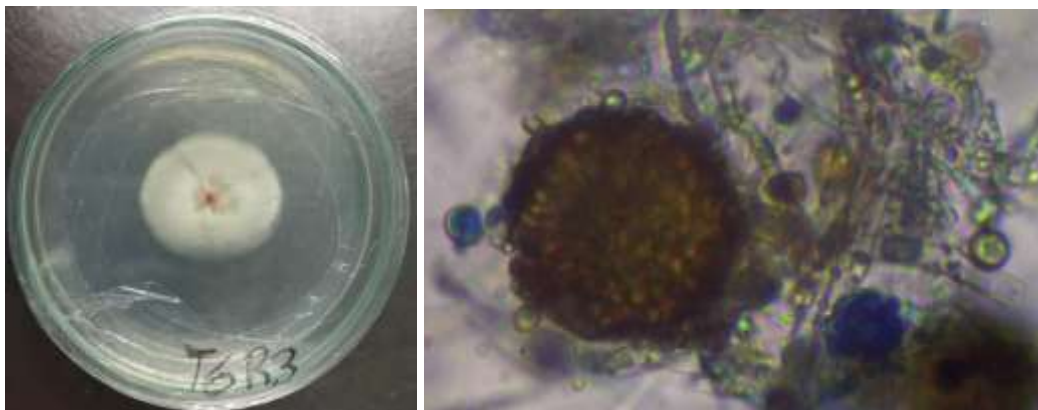
**Figura 40:** *Beauveria bassiana*: *Beauveria Sab Dex Emmons*



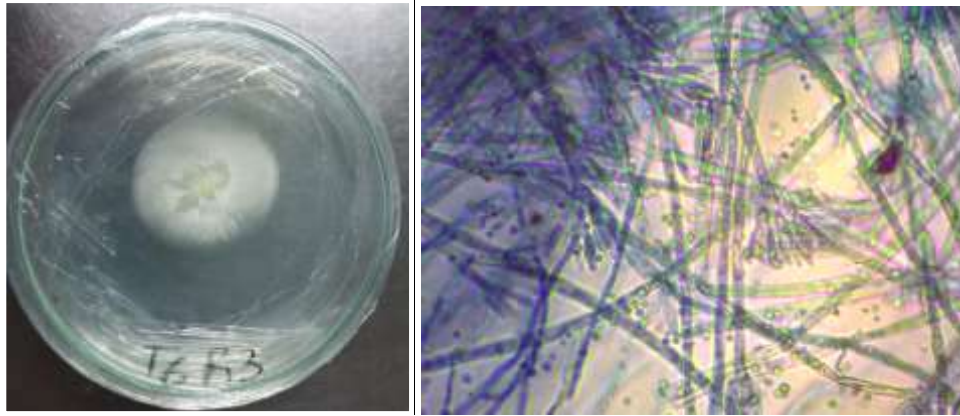
**Figura 41:** *Trichothecium roseum*



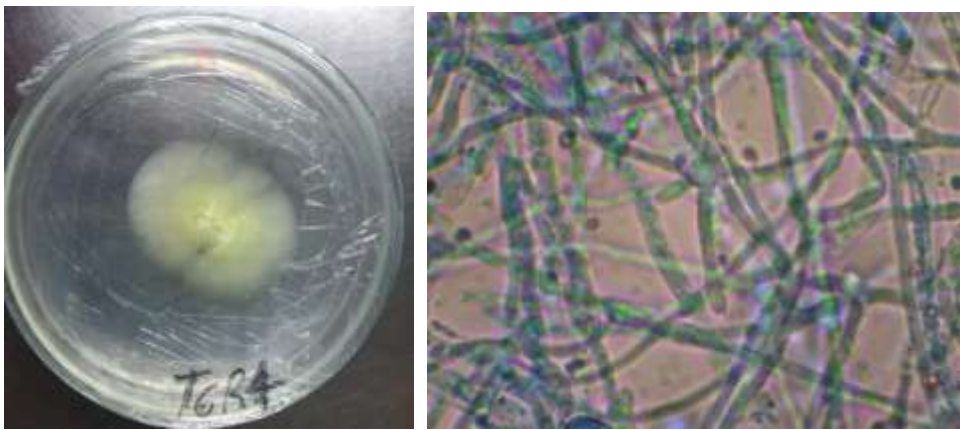
**Figura 42:** *Trichoderma spp.*



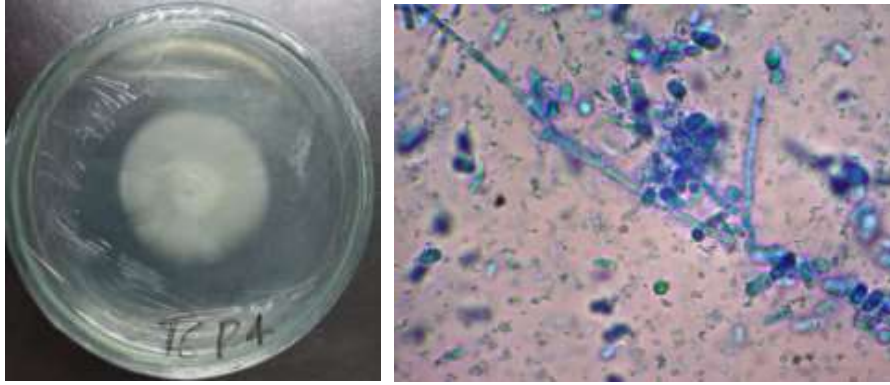
**Figura 43:** *Fusarium spp: Fusarium roseum*



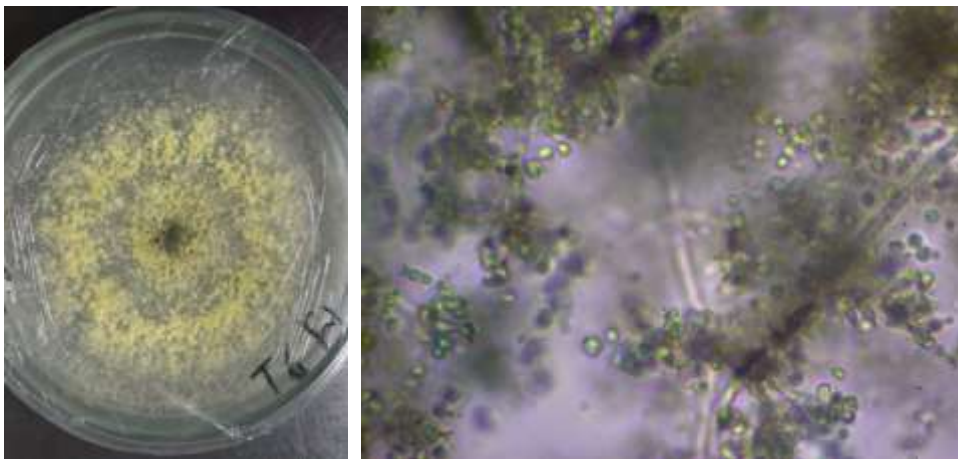
**Figura 44:** Morphology of *Penicillium sanguifluum*



**Figura 45:** *Conidiobolus lamprauges*



**Figura 46:** *Beauveria bassiana*: *Beauveria Sab Dex Emmons*



**Figura 47:** *Trichothecium roseum*

## 5. CONCLUSIONES

Los mejores sustratos para el crecimiento y desarrollo de microorganismos son T4, T5 y el T6; siendo estos dos últimos los más óptimos; lo cual se debe a la fácil descomposición de las hojas de guaba.

La combinación de hojas de guaba + salvado de arroz expresó la media más alta de microorganismos encontrados.

Los microorganismos identificados y caracterizados son: *Geotrichum candidum*; *Geotrichum (side)*; *Penicillium sanguifluum*, *Beauveria bassian*, *Conidiobolus lamprauges*, *Fusarium spp*, *Trichothecium roseum*, *Conidiobolus lamprauges*.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, A., Leos, J., Figueroa, U., & Romo, J. (Agosto de 2017). Política ambiental: uso y manejo del estiércol en la Comarca Lagunera. *Acta Universitaria*, 27(4), 3-12. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2017.1270>
- Afangide, C., Orukotan, A., & Ado, S. (2018). Proximate Composition of Corn Bran as a Potential Substrate for the Production of Xylanase Using *Aspergillus niger*. *Journal of Advances in Microbiology*, 12(3), 1-4. doi:<https://doi.org/10.9734/JAMB/2018/43804>
- Ageamez, E., Zapata, R., Oviedo, L., & Barrera, J. (2008). Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma* sp. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 10(2), 23-34. Obtenido de <https://www.proquest.com/openview/79eb18ecf474dceffb6b3c8e6f8e63a5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035764>
- Aktas, K., & Akin, N. (JULY de 2020). Influence of rice bran and corn bran addition on the selected properties of tarhana, a fermented cereal based food product. *LWT*, 129(109574), 1-6. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109574>
- Calero, A., Quintero, E., Olivera, D., Pérez, Y., Castro, I., Jiménez, J., & López, E. (2018). Respuesta de dos cultivares de frijol común a la aplicación foliar de microorganismos eficientes. *Cultivos Tropicales*, 39(3), 5-10. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000300001&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000300001&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Castro, L., Murillo, M., Lorío, L., & Mata, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (mm) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39, 21-36. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242015000300021](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242015000300021)
- Castro, M., & Martínez, J. (Mayo de 2019). Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con *Chrysoperla externa* depredador de *Trialeurodes vaporariorum*. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), 38-48. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000104>
- El Tayeb, T., Abdelhafez, A., Ali, S., & Ramadan, E. (December de 2012). Effect of acid hydrolysis and fungal biotreatment on agro-industrial wastes for obtainment of free sugars for bioethanol production. *Brazilian Journal of Microbiology*, 43(4), 1523-1535. doi:<https://doi.org/10.1590/S1517-83822012000400037>
- Escamilla, B., Varela, R., Sánchez, S., Solís, J., & Durán, C. (2005). European Journal of Lipid Science and Technology. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107(12), 871-876. doi:<https://doi.org/10.1002/ejlt.200501158>
- García, J., Agama, E., Sáyago, S., Rofríguez, S., & Bello, L. (August de 2006). Composition, digestibility and application in breadmaking of Banana Flour. *Plant*



*Foods for Human Nutrition*, 131-137. doi:<https://doi.org/10.1007/s11130-006-0020-x>

- González, C., Chávez, R., & Zepeda, I. (2015). Distribución natural del hongo *Beauveria bassiana* (BALS.) VUIL. en suelos agrícolas y no cultivados de la ciénega en Michoscán. *Entomología Mexicana*, 2, 253-259. Obtenido de <http://www.entomologia.socmexent.org/revista/2015/CB/PAG%20%20253-259.pdf>
- Guerrero, B., & Quientero, A. (2015). Estabilización del salvado de arroz: Tratamiento térmico por extrusión para inactivación enzimática (lipasas). *Alimentos hoy*, 23(36), 88-96. Obtenido de [https://acta.org.co/acta\\_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/view/347/297](https://acta.org.co/acta_sites/alimentos hoy/index.php/hoy/article/view/347/297)
- Gul, H., Yousuf, B., Singh, A., Sing, P., & Wani, A. (June de 2015). Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 6(1), 24-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2015.06.002>
- Mafongoya, P., Giller, K., & Palm, C. (1998). Decomposition and nitrogen release patterns of tree prunings and litter. *Directions in Tropical Agroforestry Research*, 53, 77-97. doi:[https://doi.org/10.1007/978-94-015-9008-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9008-2_3)
- Martin, J., Porto, E., Correa, C., Alencar, S., Da Gloria, E., Cabral, I., & Aquino, L. (September de 2012). Antimicrobial potential and chemical composition of agro-industrial waste. *Journal of Natural Products*, 5, 27-36. Obtenido de [http://journalofnaturalproducts.com/Volume5/5\\_Res\\_paper-4.pdf](http://journalofnaturalproducts.com/Volume5/5_Res_paper-4.pdf)
- Martínez, F., Cervantes, L., Aíl, C., Hernández, L., Del Toro, C., & Rueda, E. (Junio de 2016). Hongos fitopatógenos asociados al tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) en la zona arida del noroeste de México: la importancia de su diagnóstico. *European Scientific Journal*, 12(18), 232-256. doi: 10.19044/esj.2016.v12n18p232
- Morisaki, T., Lyon, K., Deluca, K., Deluca, J., English, B., Zhang, Z., . . . Lionet, T. (2016). Real-time quantification of single RNA translation dynamics in living cells. *Science*, 352(6292), 1425-1429. doi:<https://doi.org/10.1126/science.aaf0899>
- Motte, J., Trably, E., Escudié, R., Hamelin, J., Steyer, J., Bernet, N., . . . Dumas, C. (November de 2013). Total solids content: a key parameter of metabolic pathways in dry anaerobic digestion. *Biotechnology for Biofuels*, 6(1), 1-9. doi:<https://doi.org/10.1186/1754-6834-6-164>
- Nigam, P., & Singh, D. (September de 1995). Enzyme and microbial systems involved in starch processing. *Enzyme and Microbial Technology*, 17(9), 770-778. doi:[https://doi.org/10.1016/0141-0229\(94\)00003-A](https://doi.org/10.1016/0141-0229(94)00003-A)
- Oliveira, N., Oliveira, E., Feitosa, B., Germano, A., & Feitosa, R. (2018). Use of banana peel in the elaboration of candy mariola type. *Científica Jaboticabal*, 46(3), 199-206. doi:10.15361/1984-5529.2018v46n3p199-206

- Raaijmakers, J., & Mazzola, M. (June de 2016). Soil immune responses. *Science*, 352(6292), 1392-1393. doi:<https://doi.org/10.1126/science.aaf3252>
- Ramírez, K., Florida, N., & Escobar, F. (2019). Indicadores químicos y microbiológicos del suelo bajo aplicación de microorganismos eficientes en plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 21-28. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182019000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182019000200004&script=sci_arttext)
- Ramírez, K., Florida, N., & Escobar, F. (2019). Indicadores químicos y microbiológicos del suelo bajo aplicación de microorganismos eficientes en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(2), 21-28. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2409-16182019000200004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182019000200004&lng=es&nrm=iso)
- Ramos, D., & Terry, E. (Diciembre de 2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000400007&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362014000400007&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Sadh, P., Duhan, S., & Duhan, J. (January de 2018). Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review. *Bioresour. Bioprocess*, 5(1), 1-15. doi:<https://doi.org/10.1186/s40643-017-0187-z>
- Salazar, D., Arancibia, M., Lalaleo, D., Rodríguez, R., López, M., & Montero, M. (July de 2021). Physico-chemical properties and filmogenic aptitude for edible packaging of Ecuadorian discard green banana flours (*Musa acuminata* AAA). *Food Hydrocolloids*, 122, 107048. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107048>
- Sánchez, B., Espinosa, E., Villordo, E., Rodríguez, R., & Mora, M. (Febrero de 2017). Identificación molecular y evaluación antagónica in vitro de cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre hongos fitopatógenos de raíz en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Montcalm. *Agrociencia*, 51(1), 63-79. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000100063&script=sci\\_arttext#B20](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000100063&script=sci_arttext#B20)
- Sciortino, C. (2017). *Atlas of Clinically Important Fungi*. Estados Unidos: University of Louisville School of Medicine and Robley Rex Veterans Healthcare Medical center Louisville. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119069720>
- Vargas, H., & Gilchrist, E. (2015). Producción de enzimas hidrolíticas y actividad antagónica de *Trichoderma asperellum* sobre dos cepas de *Fusarium* aisladas de cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*). *Revista Mexicana de Micología*, 42, 9-16. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v42/v42a3.pdf>

- Vargas, H., & Gilchrist, E. (2015). Producción de enzimas hidrolíticas y actividad antagónica de *Trichoderma asperellum* sobre dos cepas de *Fusarium* aisladas de cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*). *Revista Mexicana de Micología*, 42, 9-16. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-31802015000200003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-31802015000200003&script=sci_abstract&tlng=pt)
- Villegas, R. (2008). *Descomposición de las hojas del cacao y de seis especies arbóreas, solas y en mezcla en Alto Beni, Bolivia*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Obtenido de [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4724/Descomposicion\\_de\\_las\\_hojas\\_del\\_cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4724/Descomposicion_de_las_hojas_del_cacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y)