

**CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÚNGICA Y BACTERIANA SOBRE  
LOS SUELOS DE DIFERENTES SISTEMAS PRODUCTIVOS DEL PIE DE  
MONTE LLANERO EN LA UNIVERSIDAD DE LLANOS VILLAVICENCIO –  
COLOMBIA**

**ELENA ROCIO CHINDOY LIZARAZO**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
2018**

**CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÚNGICA Y BACTERIANA SOBRE  
LOS SUELOS DE DIFERENTES SISTEMAS PRODUCTIVOS DEL PIE DE  
MONTE LLANERO EN LA UNIVERSIDAD DE LLANOS VILLAVICENCIO –  
COLOMBIA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA  
OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**DIRECTOR**

**Msc. HAROLD BASTIDAS**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
2018**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por estar presente en cada día de mi vida y permitirme llegar a este punto de mis sueños, gracias al por poner en mi camino personas que me han hecho crecer intelectualmente y moralmente.

A mi padre Jose Chindoy, madre María Elena Lizarazo y mis hermanos, por su motivación y esfuerzo para seguir en la búsqueda de la realización de mis metas.

Al ingeniero agrónomo Harold Bastidas por los conocimientos y enseñanzas brindadas en el transcurso de mi carrera.

A los jurados Dayra Yisel García Ramírez y Dalila Franco por concederme parte de su valioso tiempo para que este proyecto sea culminado

A mis amigos de carrera por la colaboración y apoyo en mi vida universitaria.

Atentamente: Elena Rocío Chindoy Lizarazo

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

**HAROLD BASTIDAS LOPEZ**

Director de tesis

---

**DAYRA YISEL GARCÍA RAMIREZ**

Jurado 1

---

**DALILA FRANCO GONZALES**

Jurado 2

Fecha de entrega Abril 16 de 2018

Villavicencio - Meta

## TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	7
2. PROBLEMA.....	8
3. JUSTIFICACION.....	10
4. OBJETIVOS .....	11
4.1. Objetivo general .....	11
4.2. Objetivos específicos.....	11
5. MARCO TEORICO.....	12
5.1. Microbiología del suelo .....	12
5.2. Distribución de los microorganismos en el suelo.....	13
5.3. Reciclaje de materia orgánica .....	13
5.4. Microorganismos.....	14
5.5. Rizosfera .....	14
5.6. Hongos .....	14
5.7. Bacterias.....	15
6. MATERIALES Y METODOS.....	17
6.1. Materiales.....	17
6.2. Descripción del área de estudio .....	17
6.3. Procedimiento muestra de Campo .....	18
6.4. Procedimiento laboratorio .....	18
6.5. Toma de datos .....	21
6.6. Análisis estadístico .....	21
7. RESULTADOS Y DISCUSION .....	22
8. CONCLUSIONES .....	35
BIBLIOGRAFIA .....	37
ANEXOS .....	39

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1</b> Reconocimiento por género de los microorganismos fúngicos presentes en el sistema productivo agroforestal intercalado asocio Cacao - Acacia.....	22
<b>Tabla N°2</b> Caracterización por género de los microorganismos fúngicos presentes en el sistema productivo mixto asocio Café - Plátano. ....	23
<b>Tabla N°3</b> Caracterización por género de los microorganismos fúngicos presentes en el sistema productivo monocultivo Cítricos.....	24
<b>Tabla N°4</b> Caracterización por género de los microorganismos fúngicos presentes en el sistema natural Bosque secundario. ....	25
<b>Tabla N°5</b> Géneros de microorganismos fúngicos encontrados en los agrosistemas estudiados, monocultivo Cítrico, agroforestal Cacao - Acacia, cultivo mixto Café - Plátano, sistema de Bosque secundario .....	26
<b>Tabla N°6</b> Evaluación Unidades Formadores de Colonia de Hongos en cuatro agrosistemas. ....	27
<b>Tabla N°7</b> Descripción del comportamiento de las colonias encontradas en las muestras de los agrosistemas, sobre cuatro diferentes pruebas realizadas KOH, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Movimiento, Tinción de Gram.....	30
<b>Tabla N°8</b> Evaluación Unidades Formadores de Colonia de Bacterias en cuatro agrosistemas. ....	32

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N°1</b> Comparación del número de unidades formadoras de colonia en hongos con relación a su profundidad y cantidad de microorganismos por los conteos realizados.....	28
<b>Gráfico N°2</b> Apreciación del comportamiento de Unidades Formadoras de Colonia hongos según su agrosistema. ....	29
<b>Gráfico N°3</b> Comparación del número de unidades formadoras de colonia en bacterias con relación a su profundidad y cantidad de microorganismos por los conteos realizados.....	33
<b>Gráfico N°4</b> Apreciación del comportamiento de Unidades Formadoras de Colonia de Bacterias según su agrosistema.....	34

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1.</b> Imagen satelital Universidad de los Llanos.....	17
---	----

## 1. RESUMEN

Los microorganismos forman parte sistema coloidal del suelo, los cuales intervienen en el proceso de descomposición de materia orgánica. También pertenecen fitopatógenos agentes causales de enfermedades en los sistemas productivos; el objetivo de la investigación realizada es observación de la dinámica de población de hongos y bacterias en los diferentes agrosistemas de piedemonte llanero colombiano, realizados en la Universidad de los Llanos sede Barcelona, los sistemas cacao – acacia, café – plátano, cítricos y bosque secundario; en el sistema mixto café – plátano se observa una influencia alta de patógenos saprofitos causantes de enfermedades radiculares; la mayor presencia de unidades formadoras de colonia se encuentran en el sistema bosque secundario en el perfil de 0 – 20 cm.

Palabras claves: bacterias, microorganismos, *Paecilomyces sp*, perfil, rizosfera, suelo, unidades formadoras de colonia.

### **Summary**

The microorganisms are part of the colloidal system of the soil, which intervene in the decomposition process of organic matter. There are also phytopathogenic agents that cause diseases in the production systems; the objective of the research carried out is to observe the population dynamics of fungi and bacteria in the different agrosystems of the Colombian plains foothills, carried out at the University of Los Llanos, Barcelona, the cacao - acacia, coffee - banana, citrus and secondary forest systems ; in the mixed coffee - banana system a high influence of saprophytic pathogens causing radicular diseases is observed; The largest presence of colony forming units is found in the secondary forest system in the 0-20 cm profile.

Keywords: bacteria, colony forming units, microorganisms, *Paecilomyces sp*, profile, rhizosphere, soil.

## **2. INTRODUCCIÓN**

El suelo es la estructura de soporte conformada por aire, líquidos y minerales en donde se desarrolla toda la vida biológica, un componente de vital importancia son los microorganismos los cuales ayudan en la descomposición de materia orgánica que aportan nutrientes para el desarrollo morfológico y fisiológico de las plantas, factor influyente a la hora de la asimilación de nutrientes por el sistema radicular de las plantas en la fase líquida del suelo, donde se realiza el intercambio de cationes fundamental para el desarrollo general de las plantas.

El presente trabajo se realizó en la Universidad de los Llanos sede Barcelona, y consistió en investigar el comportamiento dinámico de la población de microorganismos del suelo hasta los 40 cm de profundidad, en los agrosistemas cacao – acacia, mixto café – plátano; monocultivo cítricos, y el sistema bosque natural. Con la finalidad de determinar el efecto de la implementación de los sistemas productivos y sus manejos comparado con un sistema no intervenido de bosque secundario; también se caracteriza los microorganismos benéficos y patogénicos encontrados las muestras establecidas.

### **3. PROBLEMA**

Los microorganismos del suelo constituyen la parte viva de este, y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. En un solo gramo de suelo, encontramos millones de microorganismos benéficos y perjudiciales para los cultivos.

Sin embargo, a pesar del extraordinario papel que desempeñan los microorganismos del suelo, la agricultura moderna, en la mayoría de los casos no son tomados en cuenta para el desarrollo de los sistemas de producción que se establecen, al contrario, con la implementación inadecuada de ciertas tecnologías, como el uso indiscriminado de plaguicidas, fertilizantes inorgánicos, maquinaria entre otros, aporta a su destrucción, al generar desequilibrios microbiológicos al suelo agrícola, disminuyendo sus propiedades físicas y químicas, el cual influye en el desarrollo fisiológico, morfológico óptimo de las plantas .

Se cree que la intervención del hombre con el establecimiento de sistemas productivos afectan el desarrollo de los microorganismos del suelo, por tal motivos este trabajo está enfocado en responder a la pregunta ¿existen diferencias en el comportamiento, desarrollo y biodiversidad de microorganismos del suelo, en condiciones de tres sistemas productivos agrícolas y con un comparativo de bosque secundario? ¿Puede simular o igualar la actividad microbiana de los sistemas agroforestales con un bosque secundario?

#### **4. JUSTIFICACION**

Es de gran importancia conocer el suelo como un sistema complejo, vivo y variable, identificar la presencia microbiana de este, y su interacción con los diferentes sistemas productivos; permite establecer modelos agrícolas eficientes, que evitan su degradación.

La Universidad de los Llanos comprometida con el desarrollo de profesionales de educación superior de altos estándares de calidad, cuenta con áreas destinadas al desarrollo de diversos proyectos académicos. Específicamente posee el área de la Granja de Universidad de los Llanos dirigidos por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, el programa de ingeniería agronómica tiene variedad de ensayos investigativos de los sistemas productivos perpetuados por estudiantes del mismo. Algunas de las parcelas establecidas son cultivos asociados de café-plátano, sistema agroforestal cacao-acacia, monocultivo cítrico, y bosque secundario como sistema natural, basados en el propósito de formación como ingeniera agrónoma comprometida en el desarrollo integral y sostenible de los sistemas productivos, no se han realizado estudios que permitan caracterizar los microorganismos presentes, ni el impacto que producen en el suelo los microorganismos tanto benéficos y patógenos.

La importancia de esta investigación radica en identificar la diversidad y dinámica poblacional de los microorganismos ubicados en la rizosfera del suelo, por medio de la caracterización, en cada uno de los sistemas productivos, el presente trabajo busca determinar si existe o no diferencias en la actividad microbiológica de los siguientes sistemas productivos; café-plátano, acacia-cacao, cítricos y bosque secundario, ubicados en la universidad de los llanos en Villavicencio, Meta.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Caracterizar la actividad microbiana edáfica sobre diferentes sistemas productivos de pie de monte llanero de la universidad de llanos Villavicencio – Colombia

### **5.2. Objetivos específicos**

- Comparar y evaluar el efecto de la agricultura en diferentes sistemas productivos de pie de monte llanero sobre la actividad microbial del suelo.
- Identificar la influencia de la actividad agrícola de los sistemas productivos según la actividad microbial en la rizosfera del suelo, teniendo en cuenta la profundidad según su estratificación.
- Comparar los diferentes sistemas productivos sobre el número de microorganismos considerando como estos intervienen en la actividad microbial.
- Analizar la influencia de los microorganismos sobre los sistemas productivos.

## 6. MARCO TEORICO

### 6.1. Microbiología del suelo

El suelo es un recurso viviente y dinámico que condiciona la producción de alimentos. El suelo no sólo es la base para la agricultura, sino que de él depende toda la vida del planeta. La mayor parte de las etapas de los ciclos biogeoquímicos tienen lugar en él.

La sostenibilidad agrícola ha cobrado especial interés en los últimos años, ya que este tipo de manejo de los agroecosistemas repercute en beneficios para el hombre, así como para el balance ecológico y agroecológico (Pérez y Ferrera, 1996)

A pesar de su aparente hostilidad, el suelo es el hábitat de innumerables seres vivos. La mayoría de la biomasa viviente de nuestro planeta se alberga en el suelo, en él se pueden encontrar una enorme cantidad de organismos diferentes, de tamaño y funciones muy variable. Son fundamentales para el desarrollo de la vida en el planeta, jugando un papel relevante en la formación y estructuración del suelo y en la movilización de nutrientes.

La biomasa microbiana del suelo es la fuerza de conducción de la mayoría de los ecosistemas terrestres ya que esta biomasa controla la tasa de reciclamiento y mineralización de los substratos orgánicos (Parkinson y Coleman, 1991; Killham, 1994; van Elsas y Smalla, 1997).

La relación de los microorganismos del suelo con las plantas, se dividen en tres grandes grupos: a) saprofitos, que utilizan compuestos orgánicos procedentes de residuos de animales, vegetales o microbianos; b) simbioses parasíticas o "patógenos", causantes de enfermedades a las plantas; c) simbioses, los cuales benefician el desarrollo y nutrición vegetal.

Entre los beneficios para el sistema suelo-planta, pueden citarse los siguientes: Estimulación de la germinación de las semillas y del enraizamiento, Incremento en el suministro y disponibilidad de nutrientes, Mejora de la estructura del suelo como consecuencia de la contribución microbiana en la formación de agregados estables, Protección de la planta frente a estrés hídrico y abiótico La fuente de dichos beneficios en general es atribuible a las colonias bacterianas y actinomicetos, relacionados con la mineralización del sustrato orgánico y procesos metabólicos y fisiológicos en la rizosfera. Así las bacterias rizosféricas, desempeñan funciones importantes para la planta: solubilización de fosfatos, fijación de nitrógeno y control biológico de patógenos. Al facilitar la emergencia o el enraizamiento; además, se conoce que bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrizógenos son los componentes más destacados entre los simbioses mutualistas. Los hongos de tipo micorriza arbusculares (VAM), una vez que colonizan la raíz desarrollan un micelio externo que la conecta con los variados microhábitas del suelo, permitiendo una mayor disponibilidad de

nutrientes (fósforo y nitrógeno fundamentalmente), protección frente a estreses bióticos y abióticos. Las bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium*, *Frankia* y de vida libre) efectúan su función en la rizosfera de las plantas a las cuales les incorporan altas cantidades de nitrógeno.

## **6.2. Distribución de los microorganismos en el suelo**

De manera general se puede afirmar que los microorganismos se distribuyen según las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento. Por ej., en los primeros centímetros del suelo existe mayor cantidad de restos orgánicos y  $O_2$ , por lo que allí se dispone la mayor cantidad de organismos con metabolismos aeróbicos. A mayor profundidad los microorganismos aeróbicos se localizan donde se conjugan condiciones óptimas de humedad y aireación. Exceso de humedad satura los poros y se crean condiciones de falta de  $O_2$ . En las capas más profundas del suelo superficial existe mayor cantidad de microorganismos tolerantes a la falta de  $O_2$  y/o anaeróbicos que degradan compuestos derivados de la actividad de los microorganismos más superficiales.

Hay otros factores de importancia que definen la distribución y presencia de microorganismos en el suelo. Uno de ellos es el pH. Es bien conocido que en ambientes ácidos predominan los hongos sobre las bacterias y contrariamente en ambientes alcalinos predominan los actinomicetes. Las bacterias en general están asociadas a suelos neutros.

## **6.3. Reciclaje de materia orgánica**

El manejo de la materia orgánica y su reciclamiento es considerado como un elemento importante en la sostenibilidad agrícola. La aplicación de materia orgánica, independientemente de su fuente, tiene como principal objetivo propiciar el mejoramiento de la estructura y características químicas de los suelos. Esta adición contribuye en forma significativa a la inducción de la diversidad y actividad microbiana; con ello se modifican todos los aspectos bioquímicos (enzimas, por ejemplo) y fisicoquímicos que intervienen en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. El reciclaje de la materia orgánica, producto de los residuos de cosecha, permite el mejoramiento de las características del suelo cuando se incorporan en éste y se exponen a los procesos de mineralización mediante reacciones de oxidación y reducción, favorecidos por la humedad, la temperatura y el pH, la profundidad del suelo y la aireación. Estos procesos provocan que los nutrimentos contenidos en los residuos sean transformados de una forma orgánica a una forma inorgánica, lo cual permite su liberación y disponibilidad para las plantas. La materia orgánica está conformada por compuestos ricos en carbono, nitrógeno, fósforo y agua, principalmente. Éstos propician que

los microorganismos responsables de la mineralización (Chung et al., 1988; Estrada et al., 2000; Corlay et al., 2000) tengan las fuentes de nutrientes y energía requeridas para propiciar su desarrollo y metabolismo (Ferrera, 1995; Alarcón y Ferrera, 2001).

#### **6.4. Microorganismos**

Son los verdaderos descomponedores de restos orgánicos transformándolos en compuestos inorgánicos, cerrando el ciclo de los elementos. Constituyen cerca del 85% de la fracción viva del suelo. Debido a que son microscópicos muchas veces es difícil de estimar la significancia del peso absoluto de microorganismos en un suelo. Los microorganismos del suelo, aparte de suministrarle una buena cantidad de biomasa al mismo y de causar, en algunos casos, problemas fitosanitarios en los cultivos, intervienen activa y directamente en ciclos geoquímicos como el del C, el del N, el del P y el del S, que son los más conocidos. También toman parte en una buena cantidad de procesos y reacciones que tienen que ver con la nutrición vegetal.

#### **6.5. Rizosfera**

La rizosfera, definida como la porción del suelo influenciada por las raíces vegetales, es el sitio de máxima interacción entre microorganismos edáficos y entre éstos y los cultivos. Por ello, el conocimiento detallado de este ambiente y la caracterización de su biodiversidad constituyen pilares fundamentales para lograr agro ecosistemas sustentables (García, 2010)

Las raíces de las plantas viven todo el tiempo en estrecha asociación con los organismos del suelo, en condiciones normales de crecimiento. Esta asociación se conoce como rizocenosis y se lleva a cabo en la rizosfera Lee y Pankhurst, 1992.

#### **6.6. Hongos**

Los hongos son pequeños organismos productores de esporas, generalmente microscópicos, eucarióticos, ramificados y a menudo filamentosos que carecen de clorofila y que tienen paredes celulares que contienen quitina, celulosa, o ambos componentes. La mayoría de las 100.000 especies de hongos conocidas son estrictamente saprofitas y viven sobre la materia orgánica muerta, a la que descomponen. Alrededor de 50 especies de hongos producen enfermedades en el hombre y casi el mismo número ocasiona enfermedades en los animales, la mayoría de las cuales son enfermedades superficiales de la piel o de sus apéndices. Sin embargo, más de las 8.000 especies de hongos producen enfermedades en las plantas. Todas

las plantas son atacadas por algún tipo de hongo, y cada uno de los hongos parásitos ataca a uno o más tipos de plantas. Algunos hongos crecen y se reproducen sólo cuando establecen una cierta asociación con las plantas que les sirven de hospedante, durante todo su ciclo de vida estos hongos se conocen como parásitos obligados o biótrosos. Otros requieren de una planta hospedante durante una cierta etapa de su ciclo de vida, el cual lo pueden concluir desarrollándose en materia orgánica muerta o bien creciendo y reproduciéndose tanto en materia orgánica muerta como en plantas vivas (como por ejemplo los parásitos no obligados) Agrios, 1998.

La función básica de los hongos es la descomposición y mineralización de los residuos orgánicos frescos o recién incorporados al suelo, por esto se les conoce como descomponedores primarios que mediante su metabolismo libera gran cantidad de enzimas capaces de destruir compuestos de estructuras complejas, para así obtener su fuente energética y alimenticia. Además liberan al el medio proteínas, reguladores de crecimiento, metabolitos y algunos nutrientes. Los beneficios de los hongos para los cultivos se relacionan con un incremento en la cantidad de raíces, una protección al ataque de fitopatógenos y un aporte importante de elementos básicos para el desarrollo y producción.

## **6.7. Bacterias**

Las bacterias son microorganismos simples que consisten en general en células procarióticas individuales. Se conocen alrededor de 1600 especies de ellas. La gran mayoría de ellas son organismos estrictamente saprofitos y como tales benefician al hombre, ya que ayudan a descomponer las enormes cantidades de materia orgánica que producen anualmente el hombre y sus fábricas, en forma de productos de desecho o que son el resultado de la muerte de las plantas y los animales. Varias especies producen enfermedades en el hombre, entre ellas la tuberculosis, la neumonía y la fiebre tifoidea, y otras ocasionan enfermedades en los animales, como la brucelosis y el ántrax. Se ha encontrado que cerca de 80 especies de bacterias, muchas de las cuales producen enfermedades en las plantas. La mayoría de las bacterias patógenas son organismos saprofitos facultativos y pueden cultivarse artificialmente en medios nutritivos, pero las bacterias fastidiosas vasculares son difíciles de mantener en medio de cultivo e incluso algunas de ellas tienen que mantenerse en medios nutritivos para poder crecer. Las bacterias pueden tener forma de bastón (bacilos), ser esféricas, elipsoidales, espirales, en forma de una coma, o filamentosas. Algunas de ellas se desplazan en medios líquidos mediante flagelos, mientras que otras carecen de ellos, son estáticas. Agrios, 1998.

Las bacterias poseen una gran variedad de funciones en el suelo. La descomposición de animales, plantas y residuos microbianos es llevada a cabo por bacterias heterótrofas. Estas bacterias tienden a ser los miembros más numerosos de la comunidad microbiana del suelo

y su selectividad de los substratos varía grandemente de una especie de bacteria a otra. (Alexander, 1980; Lynch, 1983; Parkinson y Coleman, 1991; Killham, 1994).

La función básica de las bacterias en el suelo es la descomposición y mineralización de los residuos orgánicos, de donde obtienen su fuente energética y alimenticia. Mediante su metabolismo liberan al el medio sustancias como enzimas, proteínas, reguladores de crecimiento, metabolitos y algunos nutrientes. Los beneficios de las bacterias para los cultivos se relacionan con un incremento en la cantidad de raíces y un aporte importante de elementos básicos para el desarrollo y producción. El número de bacterias tiene una estrecha relación con algunas propiedades físicas del suelo, como la textura, estructura, porosidad, aireación y retención de humedad, ya que su actividad se beneficia con una mayor disponibilidad de oxígeno, principalmente en aquellos suelos con poca compactación y sin excesos de agua. Dentro de las propiedades químicas que favorece la actividad de las bacterias se encuentra un pH cercano a la neutralidad, una baja acidez, altos contenidos de materia orgánica y alta disponibilidad de algunos elementos necesarios para su metabolismo, como N, Ca y Mg. También es importante tomar en cuenta los factores que pueden afectar negativamente las poblaciones de bacterias, dentro de éstos está la presencia de otros organismos antagónicos y de sustancias contaminantes en el suelo, así como la aplicación de agroquímicos.

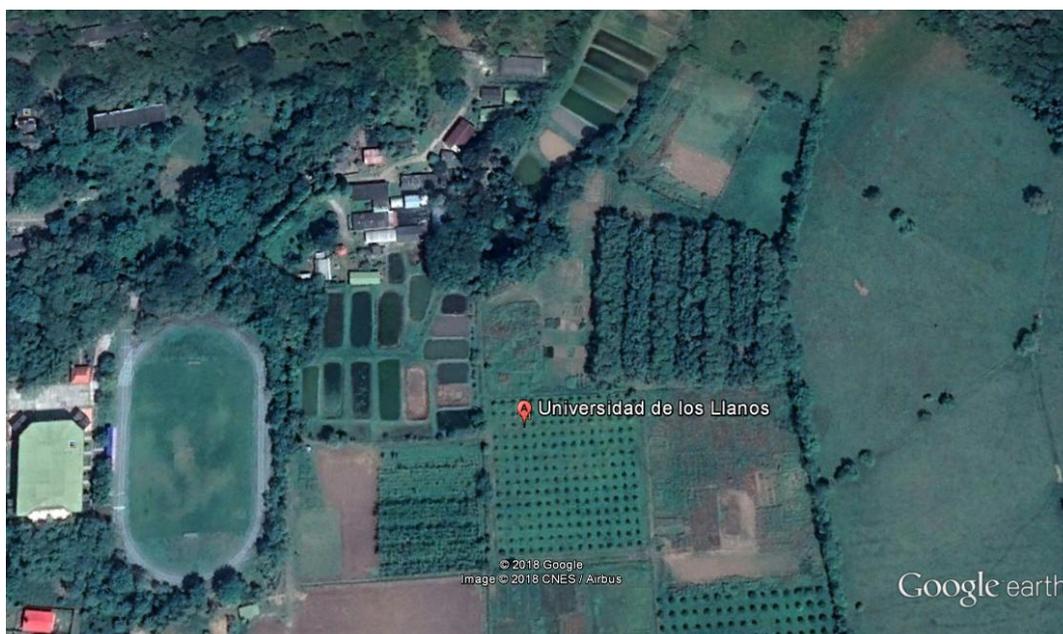
## 7. MATERIALES Y METODOS

### 7.1. Materiales

- Pala para limpiar la superficie del suelo, eliminando grasas, hojarasca, raíces y/o material pedregoso, con el fin de evitar alterar los resultados de las muestras.
- Barrenador de suelo.
- Balde plástico.
- Bolsas plásticas.

### 7.2. Descripción del área de estudio

Este proyecto de grado se realizara en los suelos de los sistemas agrícolas presentes en la granja de la universidad de los llanos del Municipio de Villavicencio, Departamento del Meta. Localizada 4°05'23'' Norte, 72°57'43'' Oeste. Área que se caracteriza por poseer un relieve plano ha ligeramente ondulado, suelos de texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas limo arenosas, bien drenados, fuertemente ácidos y baja fertilidad. Zona climatológicamente muy húmeda.



**Figura 1.** Imagen satelital Universidad de los Llanos. *Fuente: Google earth*

### **7.3. Procedimiento muestra de Campo**

Se tomarán dos muestras por cada sistema a evaluar, los cuales son tres sistemas agrícolas tales como asociación café-plátano, cacao-acacia, monocultivo cítrico, y una muestra de bosque secundario como sistema natural.

En cada sistema se tomarán dos muestras de suelo, a dos profundidades, el procedimiento para la toma de la muestra empezará con la limpieza de la superficie del suelo con la pala, serán tomadas al azar en cada lote, y en cada muestreo se estratificará y separará cada ejemplar según la profundidad de esta a 0-20 cm, 20- 40 cm mediante el uso del barrenador. Por último se mezclará y desterronarán las muestras en un balde de plástico por cada fracción de profundidad, obteniendo por cada sistema, dos ejemplares al azar con diferentes profundidades, repitiendo la operación seis (6) veces por cada lote, se recogerá un kilo de suelo por muestra que será empacado en una bolsa plástica con su correspondiente identificación, “sistema y su profundidad”.

### **7.4. Procedimiento laboratorio**

#### 6.4.1. Preparación del medio del cultivo.

Se pesa la cantidad deseada del mismo (Agar nutriente 23 gramos – PDA 39 gramos). Disuelta en 1 litro agua destilada. Calentar en agua hirviendo agitando con frecuencia hasta la disolución completa. Verter homogenizadamente el medio fundido en 48 cajas Petri de vidrio por cada uno de estos, previamente esterilizadas en las condiciones asépticas de cámara flujo laminar con el mechero bunsen para evitar la contaminación del medio. Autoclavar para su esterilización a 121°C durante 15 minutos.

#### 6.4.2. Cuantificación de microorganismos.

1. Tomar 10 g de la muestra. Tamizar previamente por criba de 2 mm.
2. Transferir los 10 g de muestra al Erlenmeyer con 90 ml de H<sub>2</sub>O destilada estéril, se diluye. Y agite por 20 minutos a 120 rpm en el agitador Max 2000.
3. Tomar 1 ml de la dilución anterior ( $10^{-1}$ ), transferir al tubo con 9ml de H<sub>2</sub>O destilada estéril marcando con  $10^{-2}$  y agite en el vortex por 1 minuto.
4. Repetir el proceso anterior para la dilución  $10^{-3}$ .
5. De esta última dilución se procede a verter alícuotas de 1 ml sobre las cajas Petri con el medio PDA con tres repeticiones en las diferentes profundidades (0-20 cm, 20-40 cm) de muestra de suelo.

6. En seguida proceda a extender la muestra sobre la superficie de la caja petri con la espátula de vidrio desplazando transversalmente 3 veces y luego rotar la caja unos 120° dos veces para completar el área.

7. Dejar en reposo unos 10 minutos y luego coloque las cajas petri en incubación en posición invertida a temperatura ambiente por 72 horas momento en el que podemos observar y contar el número de colonias fúngicas durante tres días.

8. Repetir el proceso anterior para la dilución  $10^{-4}$ , donde se transfiere 1 ml al tubo de la dilución anterior ( $10^{-3}$ ) con 9 ml de H<sub>2</sub>O destilada estéril y agite en el vortex por 1 minuto. En seguida proceda a extender la muestra sobre la superficie de la caja petri con la espátula de vidrio desplazando transversalmente 3 veces y luego rotar la caja unos 120° dos veces para completar el área en el medio Agar Nutriente (AN).

9. Dejar en incubación invertida a temperatura ambiente por 24 horas momento en el que podemos observar y contar el número de colonias bacterianas durante tres días.

10. Llevar a cabo los cálculos de número de Unidades Formadoras de Colonias.

Cálculo Unidades Formadoras de Colonias (U.F.C)

- $$\frac{\text{U.F.C}}{\text{g suelo}} = \text{Número de colonias} \times \frac{1}{\text{Factor de dilución}} \times \frac{1}{\text{ml de muestra}}$$

Colonias fúngicas.

- $$\frac{\text{U.F.C}}{\text{g suelo}} = \text{Número de colonias} \times \frac{1}{10^{-3}} \times \frac{1}{1 \text{ ml de muestra}}$$

Colonias bacterianas.

- $$\frac{\text{U.F.C}}{\text{g suelo}} = \text{Número de colonias} \times \frac{1}{10^{-4}} \times \frac{1}{1 \text{ ml de muestra}}$$

Este protocolo del procedimiento en laboratorio fue tomado del Manual de prácticas de microbiología básica. Hernando Alfonso Valencia Zapata. Universidad nacional de Colombia.

6.4.2.1 Tinción de Gram (Bacterias)

1. Depositar una gota pequeña de agua estéril en el centro del portaobjetos.
2. Tomar muestra del cultivo bacteriano con un asa y colocarla en la gota de agua estéril que está en el portaobjetos.

3. Remover la mezcla hasta formar una suspensión homogénea y extenderla para facilitar su secado.
4. Esperar a que la película fina de líquido se evapore.
5. Flamear la placa (proceso de fijación) pasando tres veces el portaobjetos por la llama durante unos segundos. Dejar enfriar los portaobjetos durante los pases.
6. Dejar enfriar la placa para proceder con la técnica de coloración.

#### 6.4.2.1.1 Coloración

1. Cubrir la placa con cristal violeta por un minuto.
2. Lavar con abundante agua el exceso de colorante.
3. Cubrir la placa con lugol por un minuto.
4. Lavar el exceso de lugol con agua destilada y escurrir.
5. Cubrir la placa con alcohol – acetona por 30 segundos.
6. Lavar con abundante agua para eliminar el resto de disolvente.
7. Cubrir la placa con safrina por un minuto.
8. Lavar con agua para eliminar el exceso de colorante de contraste.
9. Dejar secar al ambiente por evaporación.
10. Examinar al microscopio con el objeto de 100x.

Este protocolo del procedimiento en laboratorio fue tomado del Manual de práctico de bacteriología vegetal. Botero O, María; Castaño Z, Jairo; Saldarriaga C, Alegría; Castro T, Ángela. Universidad de Caldas.

#### 6.4.2.2. Producción de catalasa.

Es una enzima que se encuentra en la mayoría de las bacterias y cataliza la rotura del agua oxigenada liberando oxígeno.

1. Coloque con un asa un poco de cultivo bacteriano sobre un portaobjetos.
2. Agregue 2 o 4 gotas de peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ).
3. Observe la formación de burbujas.

#### 6.4.2.3. Prueba KOH al 3%.

1. Colocar en un portaobjetos una gota de KOH al 3%.
2. Tomar muestra del cultivo bacteriano con un asa, mezclarla con la gota de KOH, con movimientos giratorios por un minuto.
3. Al separar el asa de la mezcla se forma una hebra viscosa, la prueba es positiva e indica bacterias Gram negativas. Si al separar no se forma hebra, la prueba es negativa, e indica bacterias Gram positivas.

## **6.5. Toma de datos**

El conteo de datos por las colonias fúngicas es a las 72 horas por tres días seguidos, así mismo para el conteo de colonias de bacterias pero con la diferencia que este comienza a las 24 horas de sembrado en el medio durante tres días.

A partir de los resultados obtenidos de la siembra en medio PDA para el caso de los hongos y Agar nutritivo para el caso de las bacterias, se analizarán las siguientes variables:

- Descripción de bacterias (Forma, borde, color, Gram - / +, movimiento, tamaño, tinción).
- Descripción de hongos (Aspecto, color, género).
- Cuantificación de las colonias de hongos y bacterias.

## **6.6. Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizará mediante la comparación de medias por el método de Duncan, con un nivel de significancia de 0,05. Se usará el paquete estadístico INFOSTAT.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

**Tabla N° 1.** Reconocimiento por género de los microorganismos fúngicos presentes en el sistema productivo agroforestal intercalado asocio Cacao - Acacia. Universidad de los Llanos sede Barcelona. 2017.

Sistema Productivo CACAO-ACACIA	Colonia	Microorganismo	Descripción
<b>Cacao 0 – 20 cm</b>	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia blanca aterciopelada convexa con halo transparentoso.
	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia amarilla pálida con halo transparentoso de apariencia algodonosa.
	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia violeta clara, de apariencia algodonosa con halo blanco en el envés blanco.
	1	<i>Penicillium sp.</i>	Colonia verde oscura.
<b>Cacao 20 – 40 cm</b>	NA	NA	NA

Los resultados obtenidos en la tabla sobre el sistema productivo agroforestal intercalado de asocio Cacao – Acacia. En la profundidad de 0 – 20 cm se encontraron dos géneros de hongos. *Paecilomyces sp* con tres diferentes colonias presentes. Este posee un comportamiento benéfico para los cultivos ayudando al control de microorganismos tales como nematodos perjudiciales que alteran el desarrollo de las raíces de las plantas 2009 (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 2009)). Y otro género de hongo fue *Penicillium sp.* Hongo que no ocasiona ningún daño a las plantas estudiada. (Juárez, Sosa, & López, 2010).

La profundidad de 20 – 40 cm no presentó ninguna presencia de colonia probablemente en la manipulación de las muestras, se alteró la inoculación de los microorganismos presentes.

**Tabla N° 2.** Caracterización por género de los microorganismos fúngicos presentes en el sistema productivo mixto asocio Café - Plátano. Universidad de los Llanos sede Barcelona. 2017.

Sistema Productivo CAFÉ - PLÁTANO	Colonia	Microorganismo	Descripción
<b>Café 0 – 20 cm</b>	1	<i>Penicillium sp.</i>	Colonia verde con halo blanco, envés blanco.
	1	<i>Rhizoctonia sp.</i>	Colonia blanca con halo amarillo, envés amarillo.
	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia amarilla clara, envés amarillo.
	1	<i>Aspergillus sp.</i>	Colonia amarilla, granulosa, borde irregular, envés naranja.
<b>Café 20 – 40 cm</b>	1	<i>Mucor sp.</i>	Colonia granulosa negra con halo blancuzco, envés blanco.
	1	<i>Penicillium sp.</i>	Colonia verde con halo blanco, envés blanco.
	1	<i>Collectotrichum sp.</i>	Colonia blancuzca, envés amarilla.
	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia violeta de apariencia algodonosa redonda.
	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia amarilla.
	1	<i>Fusarium sp.</i>	Colonia blanca algodonosa, irregular.
	1	<i>Fusarium sp.</i>	Colonia color café, redonda con envés de color café.
	1	<i>Trichoderma sp.</i>	Colonia de color verde claro.

El sistema productivo mixto asociado Café – Plátano, en la profundidad de 0 – 20 es de resaltar la presencia del genero *Rhizoctonia sp.*, caracterizado por ser uno de causantes en la pudrición y muerte de raíces de las plantas, en el cultivo de café en etapas de vivero es gran importancia económica prevenir su presencia, al haber mayor susceptibilidad de las plántulas genera su muerte (Gaitán, Villegas, Rivillas, Hincapié, & Arcila, 2011).

La profundidad de 20 – 40 cm en sistema mixto asocio Café – Plátano, encontramos dos géneros determinantes de enfermedades que alteran la productividad de este. *Collectotrichum sp.* afecta todos los órganos de la planta provocando perdida de frutos, defoliación, muerte regresiva de las ramas, hasta generar la muerte descendente de esta; problemas de mala nutrición en plantas pueden causar la aparición del hongo. (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 2010)

*Fusarium sp* patógeno el cual perjudica el sistema vascular de la planta, disminuyendo la absorción de nutrientes por la obstrucción de los mismos, afectando directamente el desarrollo normal, induciendo su muerte. (Semini México, 2017)

En la profundidad de 20 – 40 cm como control biológico se halla *Trichoderma sp*, que crea un equilibrio en la disminución de los patógenos presentes en suelo. (Chiriboga, Gómez, & Garcés, 2015). En cuanto a los hongos *Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Paecilomyces sp*, *Mucor sp*, no provocan ninguna alteración en la planta, caracterizados por comportamientos degradadores. (Cifuentes & Espinosa, 2008)

**Tabla N° 3.** Caracterización por género de los microorganismos fúngicos presentes en el sistema productivo monocultivo Cítricos. Universidad de los Llanos sede Barcelona. 2017.

Sistema Productivo CÍTRICOS	Colonia	Microorganismo	Descripción
<b>Cítricos 0 – 20 cm</b>	1	<i>Aspergillus sp.</i>	Colonia amarilla, granulosa, envés amarillo claro.
	1	<i>Mucor sp.</i>	Colonia granulosa transparentosa.
	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia blancuzca de apariencia algodonosa, irregular.
	1	<i>Penicillium sp.</i>	Colonia verde militar, esporulosa, envés verde claro.
<b>Cítricos 20 – 40 cm</b>	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia blancuzca, envés blanco.
	1	<i>Aspergillus sp.</i>	Colonia amarilla granulosa, con halo blancuzco algodonoso, envés blanco.
	1	<i>Aspergillus sp.</i>	Colonia amarilla con halo blanco.
	1	<i>Aspergillus sp.</i>	Colonia blanca convexa granulosa.
	1	<i>Penicillium sp.</i>	Colonia verde militar, de apariencia algodonosa, con halo blanco.
	1	<i>Fusarium sp.</i>	Colonia blanca, vellosa irregular, envés blanco.

En el estudio del sistema productivo monocultivo cítricos a la profundidad de 0 – 20 cm y 20 -40 cm describimos colonias de microorganismos saprófitos descomponedores tales como *Aspergillus sp*, *Mucor sp*, *Paecilomyces sp*, *Penicillium sp*. (Cifuentes & Espinosa, 2008). En especial las diferentes colonias presentes de *Aspergillus sp*. En la profundidad de 20 – 40 cm se presenta el patógeno *Fusarium sp*, causante del marchitamiento y muerte de la planta, enfermedad letal en los cultivos de cítricos al penetrar por las raíces del mismo y obstruir sus vasos vasculares. (Seminis México, 2017)

**Tabla N° 4.** Caracterización por género de los microorganismos fúngicos presentes en el sistema natural Bosque secundario. Universidad de los Llanos sede Barcelona. 2017.

Sistema Natural	Colonia	Microorganismo	Descripción
<b>BOSQUE SECUNDARIO</b> <b>Bosque Secundario 0 – 20 cm</b>	1	<i>Penicillium sp.</i>	Colonia color amarilla, halo blanco, envés café.
	1	<i>Penicillium sp.</i>	Colonia color verde oliva, envés blanco.
	1	<i>Aspergillus sp.</i>	Colonia punteada color café, halo blanco, envés.
	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia color blancuzca con halo transparente.
	1	<i>Trichoderma sp.</i>	Colonia de color verde claro.
	1	<i>Sclerotium sp.</i>	Colonia blanca con halo irregular, envés amarillo, algodonosa aplanada.
	1	<i>Geotrichum sp.</i>	Colonia amarilla clara granulosa con halo blanco aplanada, envés amarillo.
	1	<i>Rhizopus sp.</i>	Colonia blanca vellosa irregular.
	1	<i>Mucor sp.</i>	Colonia color café irregular vellosas, envés café.
<b>Bosque Secundario 20 – 40 cm</b>	1	<i>Paecilomyces sp.</i>	Colonia color blancuzca con halo transparentoso.
	1	<i>Rhizopus sp.</i>	Colonia transparentusca con halo vellosa, borde irregular.
	1	<i>Penicillium sp.</i>	Colonia verde oliva, halo blancuzco, envés verde militar.
	1	<i>Aspergillus sp.</i>	Colonia amarilla, granulosa, borde irregular, envés amarilla clara.
	1	<i>Collectotrichum sp.</i>	Colonia color café punteada, irregular, granulada, envés color café.
	1	<i>Fusarium sp.</i>	Colonia blanca, irregular con halo transparentoso vellosa.
	1	<i>Trichoderma sp.</i>	Colonia de color verde claro.
	1	<i>Rhizopus sp.</i>	Colonia vellosa grisácea irregular envés blanco.
1	<i>Geomyces sp.</i>	Colonia blanca, vellosa redonda, envés blanco.	

Según la tabla de caracterización de microorganismos en el sistema natural bosque secundario en ambas profundidades se encuentran diferentes géneros de hongos descomponedores maximizando el crecimiento del horizonte orgánico que posee el suelo al no ser intervenido. Géneros como *Penicillium sp* *Aspergillus sp.* *Rhizopus sp.* *Mucor sp.* *Geotrichum sp.* Se encargan de la degradación de hojarasca para el desarrollo de un suelo nutrido. (Cifuentes & Espinosa, 2008). También es de gran importancia el control biológico *Paecilomyces sp* y *Trichoderma sp* encargados del equilibrio de los patógenos que influyen en el crecimiento óptimo de las plantas. (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 2009) y (Chiriboga, Gómez, & Garcés, 2015). Microorganismos como *Sclerotium sp* para la profundidad 0 – 20 cm, *Collectotrichum sp*, *Fusarium sp*, *Geomyces sp* para la profundidad 20 – 40 cm son organismos causantes de enfermedades radiculares como la pudrición y muerte de la mismas. Estos pueden ser regulados por *Trichoderma sp.*

**Tabla N° 5.** Géneros de microorganismos fúngicos encontrados en los agrosistemas estudiados, monocultivo Cítrico, agroforestal Cacao - Acacia, cultivo mixto Café - Plátano, sistema de Bosque secundario. Universidad de los Llanos sede Barcelona. 2017.

<i>Microorganismo</i>	Sistemas productivos presentes	<i>Microorganismo</i>	Sistemas productivos presentes
<i>Aspergillus sp.</i>	Bosque 0 – 20 cm	<i>Paecilomyces sp.</i>	Café 0 – 20 cm
	Bosque 20 – 40 cm		Café 20 – 40 cm
	Café 0 – 20 cm		Cítricos 0 - 20 cm
	Cítricos 0 -20 cm		Cítricos 20 – 40 cm
	Cítricos 20 – 40 cm		<i>Penicillium sp.</i>
<i>Collectotrichum sp.</i>	Bosque 20 – 40 cm	Bosque 20 – 40 cm	
	Café 20 – 40 cm	Cacao 0 – 20 cm	
<i>Fusarium sp.</i>	Bosque 20 – 40 cm	Café 0 – 20 cm	
	Café 20 – 40 cm	Café 20 – 40 cm	
	Cítricos 20 – 40 cm	Cítricos 0 – 20 cm	
<i>Geomyces sp.</i>	Bosque 20 – 40 cm	Cítricos 20 – 40 cm	
<i>Geotrichum sp.</i>	Bosque 0 – 20 cm	<i>Rhizoctonia sp.</i>	Café 0 – 20 cm
<i>Mucor sp.</i>	Bosque 0 – 20 cm	<i>Rhizopus sp.</i>	Bosque 0 – 20 cm
	Café 20 – 40 cm		Bosque 20 – 40 cm
	Cítricos 0 - 20 cm	<i>Sclerotium sp.</i>	Bosque 0 – 20 cm
<i>Paecilomyces sp.</i>	Bosque 0 – 20 cm	<i>Trichoderma sp.</i>	Bosque 0 – 20 cm
	Bosque 20 – 40 cm		Bosque 20 – 40 cm
	Cacao 0 – 20 cm		Café 20 – 40 cm

El hongo *Aspergillus sp* se encontró en los sistemas de bosque secundario, cítricos en las dos profundidades experimentadas 0 – 20 cm y 20- 40 cm, y en el sistema mixto café - plátano solo en el estrato de 0 – 20 cm. Este hongo puede ser patológico pero también es oportunista, se involucra en la descomposición de materia orgánica, es decir que en estos tres agrosistemas existen residuos de cosecha por hojarasca que caen al suelo. Actividad ideal para el crecimiento y desarrollo del mismo. (Cifuentes & Espinosa, 2008).

En el caso de *Collectotrichum sp* hongo patológico, su mecanismo de infección es principalmente los frutos, el cual causa manchas y caída de estos, genera defoliación, entre otras sintomatologías. Indudablemente al caer al suelo tanto en bosque, como en la hojarasca de café se detecta el hongo creando su ciclo de diseminación en el suelo, hojas, flores y frutos. (Gaitán, Villegas, Rivillas, Hincapié, & Arcila, 2011).

*Fusarium sp*, hongo habitante natural del suelo que actúa en cualquier etapa del ciclo del cultivo, por lo general es asintomático y causa problemas de secamiento al obstruir los vasos vasculares, destrucción de plantas. (Seminis México, 2017). Se observó su presencia a la profundidad de 20 – 40 cm en bosque secundario, cultivo mixto café – plátano y cítricos.

Los microorganismos encontrados en todos los sistemas estudiados son *Paecilomyces sp*, *Penicillium sp*, a sus profundidades de 0 – 20 cm a 20- 40 cm. Característico de *Paecilomyces sp* como hongo benéfico que actúa como enemigo natural de patógenos tales como nematodos. (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 2009). En cuanto a *Penicillium sp* predomina como agente degradador de materia orgánica. (Cifuentes & Espinosa, 2008).

El caso de *Rhizoctonia sp* en café, es una enfermedad principal que puede causar daños en los tallos y en las raíces que se encuentran en las zonas. Es muy importante la destrucción y eliminación de los residuos afectados con este hongo. (Gaitán, Villegas, Rivillas, Hincapié, & Arcila, 2011).

El *Trichoderma sp* y *Paecilomyces sp* están jugando un papel importante para el equilibrio de agentes patógenos en los sistemas productivos, también en la degradación de materia orgánica. (Chiriboga, Gómez, & Garcés, 2015).

**Tabla N° 6.** Evaluación Unidades Formadores de Colonia de Hongos en cuatro agrosistemas. Universidad de los Llanos sede Barcelona 2017.

Agrosistema	Primera Evaluación	Segunda Evaluación	Tercera Evaluación	Sumatoria Total	Promedio
<b>Cacao 0 - 20 cm</b>	0,67 a	1 a	2 a	3,67 a	1,22 a
<b>Cacao 20 - 40 cm</b>	0 a	3,6x10 <sup>-15</sup> a	0 a	0 a	3,6x10 <sup>-15</sup> a
<b>Café 0 - 20 cm</b>	2 a	3,33 a	14 b	19,33 a	6,44 a
<b>Café 20 - 40 cm</b>	5,33 a	11,33 a	15 b	31,67 a	10,56 a
<b>Cítricos 0 - 20 cm</b>	6,33 a	13 a	19,67 b	39 a	13 a
<b>Cítricos 20 - 40 cm</b>	3,67 a	11 a	15 b	29,67 a	9,89 a
<b>Bosque Secundario 0 - 20 cm</b>	75 b	104 c	111,67 d	290,67 c	96,89 c
<b>Bosque Secundario 20 - 40 cm</b>	61 b	72 b	79 c	212 b	70,67 b

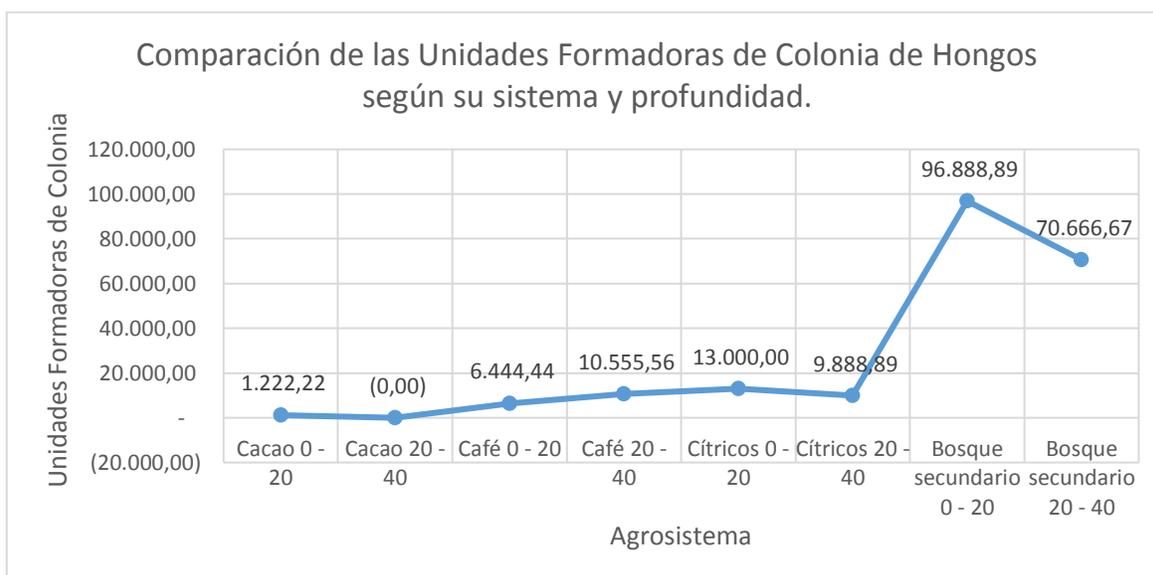
Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5%, según prueba de Duncan.

Los resultados obtenidos en la evaluación de unidades formadoras de colonia para hongos, observamos en la primera evaluación que en el bosque secundario en el perfil 20 - 40 cm se encontró mayor población presentando diferencias estadísticas significativas con otros tratamientos evaluados a la misma profundidad evaluada.

En la segunda evaluación se observa que el bosque secundario del primer estrato 0 - 20 cm presento la mayor población de unidades formadoras de colonia de hongos, mostrando diferencias significativas con todos los otros tratamientos. Siendo enfático que la profundidad de 0 - 20 cm se encontró la mayor población en forma significativa que en la profundidad de 20 - 40 cm.

La tercera evaluación posee la misma característica de la segunda evaluación, con mayor población de unidades formadoras de colonia en el bosque secundario en el perfil de 0 - 20 cm presentando diferencias estadísticas significativas con todos los otros tratamientos evaluados. Igual comportamiento se presentó para la sumatoria y el promedio.

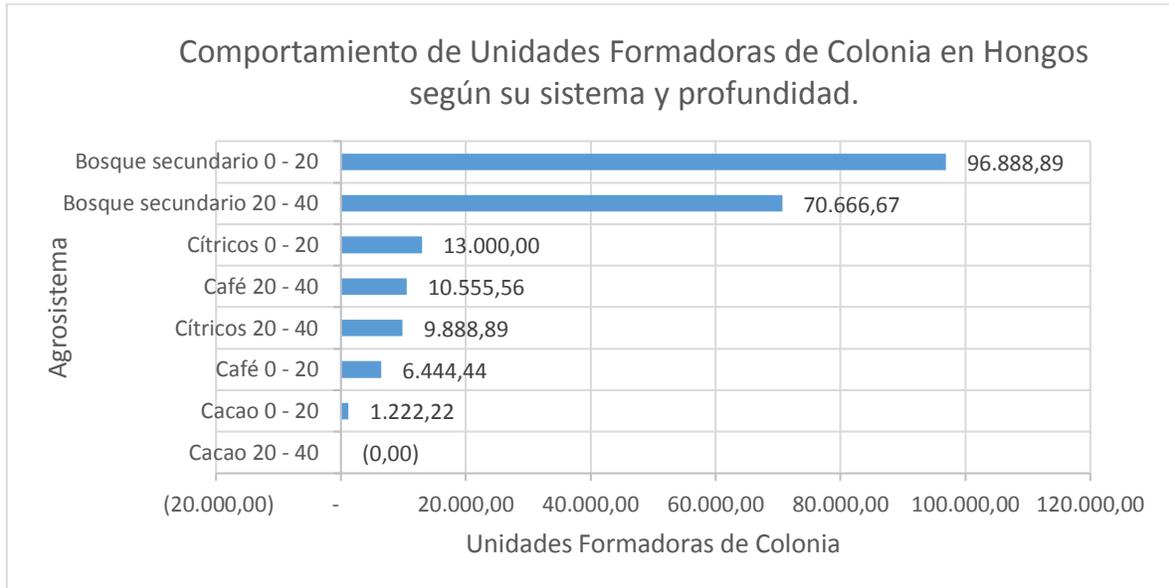
**Grafico N° 1.** Comparación del número de unidades formadoras de colonia en hongos con relación a su profundidad y cantidad de microorganismos por los conteos realizados. Universidad de los Llanos sede Barcelona.2017.



En el gráfico de líneas podemos observar la diferencia en la cantidad de microorganismos presentes en los diferentes agrosistemas. Se aprecia que el sistema agroforestal cacao – acacia presenta la menor cantidad de unidades formadoras de colonias en ambas profundidades con el máximo número de colonias de 1.222,22 en el perfil de 0 – 20 cm. Seguidos el sistema mixto asocio café – plátano presenta la mayor cantidad de unidades formadoras de colonias en el perfil de 20 – 40 cm con un total de 10.555,56. El siguiente sistema con mayor cantidad de las colonias formadas es el monocultivo de cítricos en la profundidad de 0 – 20 cm con el

total de 13.000,00. Y el mayor generador de unidades formadoras de colonia de hongos es el sistema de bosque secundario destacando el perfil 0 – 20 cm presenta 96.888,89.

**Grafico N°2.** Apreciación del comportamiento de Unidades Formadoras de Colonia hongos según su agrosistema. Universidad de los Llanos sede Barcelona. 2017.



Según la gráfica de barras apreciamos el sistema con menor cantidad de unidades formadoras de colonias es el sistema agroforestal Cacao – Acacia. Comparado con el sistema de mayor cantidad presencia de estas el Bosque secundario en el perfil de 0 – 20 cm.

**Tabla N° 7.** Descripción del comportamiento de las colonias encontradas en las muestras de los agrosistemas, sobre cuatro diferentes pruebas realizadas KOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Movimiento, Tinción de Gram. Universidad de los Llanos sede Barcelona. 2017.

Colonia N°	Descripción	Prueba KOH	Prueba H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Movimiento	Tinción	Sistemas productivos
1	Borde irregular, transparente, convexa, brillante, muy pequeñas de gran movimiento.	+	+	Peritrical Polar	+	Bosque 0 - 20 Cítricos 0 - 20 Café 20 - 40
2	Borde irregular, blanquizco, forma redonda, convexa, desplazan de dos en dos, curvadas.	-	+	Peritrical	-	Bosque 0 - 20 Bosque 20 - 40 Cítricos 0 - 20 Café 0 - 20 Café 20 - 40 Cacao 0 - 20 Cacao 20 - 40
3	Borde irregular, beige, forma redonda, convexa, grandes, solitarias.	-	-	Peritrical	-	Bosque 0 - 20 Cítricos 20 - 40
4	Borde regular, transparente, forma filamentosa, aplanada.	-	+	Peritrical	-	Bosque 0 - 20 Bosque 20 - 40 Cítricos 0 - 20 Café 0 - 20 Café 20 - 40 Cacao 0 - 20 Cacao 20 - 40
5	Borde irregular, blanquizca, forma redondas, convexa, juntas en cadenas.	+	-	Polar	+	Cítricos 0 - 20 Bosque 20 - 40 Cacao 20 - 40
6	Borde irregular, convexa.	-	-	Peritrical	-	Café 0 - 20

Se encontraron 6 tipos de colonias de bacterias en los agrosistemas, la primera colonia es Gram positiva, aeróbica, de movimiento peritrical, encontrada en los sistemas de bosque secundario de 0 – 20 cm, cítricos 0- 20 cm, asocio café- plátano 20 – 40 cm, el perfil de la bacteria nos indica microorganismo no patogénico y ayuda en los factores de descomposición.

Colonia número dos se presenta una bacteria con colonia de borde irregular blanca, de forma redonda convexa. Según las pruebas realizadas muestran microorganismo patogénico, de comportamiento Gram negativa, característico de bacterias generadoras de enfermedades en las plantas, aeróbica. Presentes en todos los sistemas estudiados.

Colonia número tres se caracteriza por colonia borde irregular, forma redonda convexa, color beige. Según las pruebas realizadas muestran microorganismo patogénico. De

comportamiento Gram negativa, anaeróbica. Encontrada en el sistema natural de bosque secundario 0 – 20 cm y monocultivo cítricos de 20 – 40 cm.

Colonia número cuatro de borde regular transparente, filamentosa y aplanada. Se presentó en los agrosistemas bosque secundario, cultivos café - plátano en los dos perfiles. Y en cítricos, cacao en la profundidad de 0 – 20 cm. Microorganismo con características fitopatológicas, de comportamiento Gram negativa, aeróbica.

Colonia número cinco se describe colonia de borde irregular, blanco, forma redonda, convexa. No es fitopatogénica, Gram positiva, no trabaja con oxígeno. Se encuentra en cítricos en el perfil de 0 – 20 cm, bosque secundario y cacao - acacia en el perfil de 20 -40 cm. Bacteria que puede ayudar a el proceso descomposición y fijación de nitrógeno u otros elementos.

Colonia número seis posee un borde irregular convexa. Fitopatogénica Gram negativa, no trabaja con oxígeno. Presente en el sistema café – plátano.

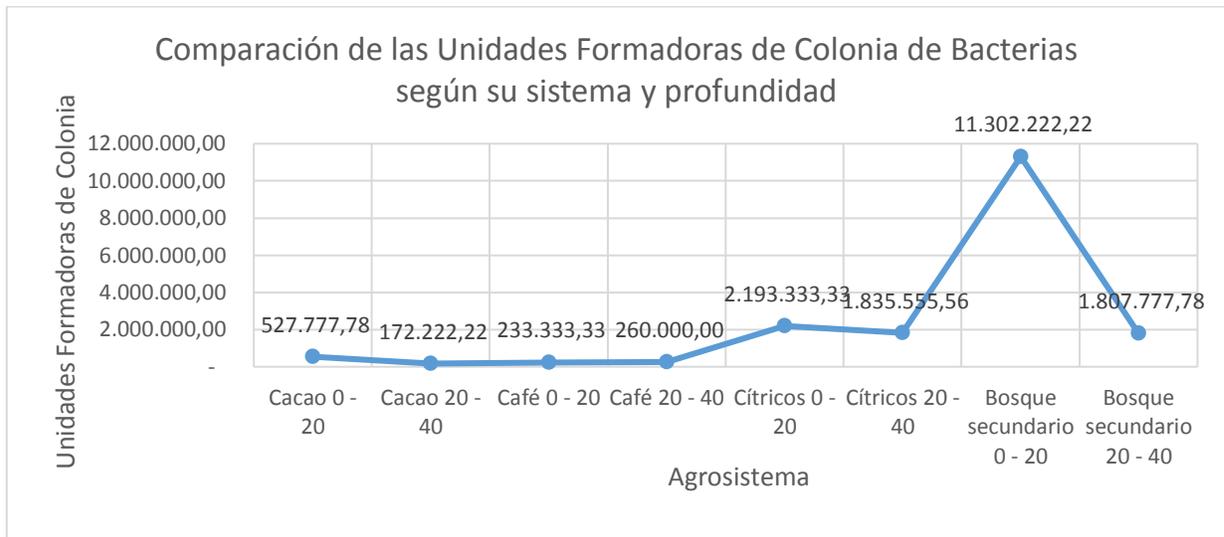
**Tabla N°8.** Evaluación Unidades Formadores de Colonia de Bacterias en cuatro agrosistemas. Universidad de los Llanos sede Barcelona 2017.

Agrosistema	Primera Evaluación	Segunda Evaluación	Tercera Evaluación	Sumatoria Total	Promedio
<b>Cacao 0 - 20 cm</b>	8,67 a	72 a	77,67 ab	158,33 a	52,78 a
<b>Cacao 20 - 40 cm</b>	5,33 a	20,33 a	26 a	51,67 a	17,22 a
<b>Café 0 - 20 cm</b>	11 a	27,33 a	31,67 a	70 a	23,33 a
<b>Café 20 - 40 cm</b>	15,33 a	25 a	37,67 a	78 a	26 a
<b>Cítricos 0 - 20 cm</b>	139,67 a	243 a	275,33 b	658 a	219,33 a
<b>Cítricos 20 - 40 cm</b>	63 a	230,67 a	257 ab	550,67 a	183,56 a
<b>Bosque Secundario 0 - 20 cm</b>	1125,33 b	1132,67 b	1132,67 c	3390,67 b	1130,22 b
<b>Bosque Secundario 20 - 40 cm</b>	74 a	233,67 a	234,67 ab	542,33 a	180,78 a

Letras iguales en sentido vertical no presentan diferencias estadísticas significativas, con un nivel de significancia del 5%, según prueba de Duncan.

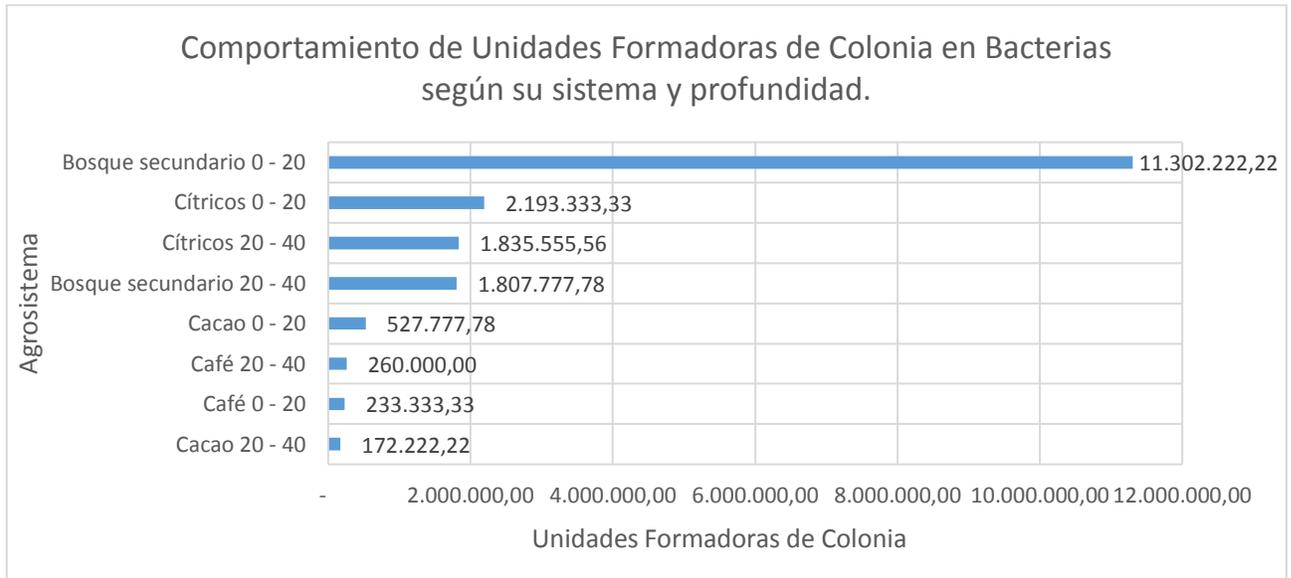
Para la primera evaluación de unidades formadoras de colonia de bacterias se observa que la mayor población se encuentra en el bosque secundario en la profundidad de 0 - 20 cm. Mostrando grandes diferencias significativas con los otros tratamientos; se **observa** también que la población de bosque secundario en el perfil de 20 - 40 cm disminuye casi 10 veces con relación al bosque secundario en la profundidad de 0 - 20 cm. El mismo comportamiento ocurre en la segunda y tercera evaluación, en la sumatoria y el promedio, esto nos indica que el bosque secundario en el perfil de 0 - 20 cm alberga la mayor población de unidades formadoras de colonia de bacterias.

**Grafico N° 3.** Comparación del número de unidades formadoras de colonia en bacterias con relación a su profundidad y cantidad de microorganismos por los conteos realizados. Universidad de los Llanos sede Barcelona.2017.



La grafica de líneas nos indica que en el sistema de cultivo mixto café – plátano, presenta la menor cantidad de unidades formadoras de colonia en bacterias teniendo como el mayor número de microorganismos en el perfil de 20 – 40 cm con 260.000,00. El sistema que continua con número de colonias de orden ascendente, es el sistema agroforestal cacao – acacia en la profundidad de 0 -20 cm, con 527.777,78 unidades formadoras de colonias. Seguido el sistema productivo cítricos con 2'193.333,33 de unidades formadoras de colonia en el perfil de 0 – 20 cm. El sistema con mayor proporción de microorganismos formadores de colonias de bacterias es bosque secundario en la profundidad de 0 – 20 cm el cual presenta 11.302.222,22.

**Grafico N° 4.** Apreciación del comportamiento de Unidades Formadoras de Colonia de Bacterias según su agrosistema. Universidad de los Llanos sede Barcelona. 2017.



El comportamiento de Unidades Formadoras de Colonia de bacterias en la gráfica de barras se observa el sistema con menor cantidad de unidades formadoras de colonias es el cultivo agroforestal Cacao – Acacia con el número de 172.222,22. Contrastado con el sistema de mayor cantidad el Bosque secundario en el perfil de 0 – 20 cm con un numero de 11.302.222,22.

## 8. CONCLUSIONES

Al evaluar las unidades formadoras de colonia de hongos y bacterias, se encuentra una gran diferencia en los resultados de la actividad microbiana del suelo entre el sistema natural bosque secundario con los sistemas productivos. El sistema bosque secundario presenta en sus dos profundidades analizadas la mayor cantidad de unidades formadoras de colonias diez veces mayor a los sistemas productivos presentes, correspondiendo estos cultivos a sistemas forestales caracterizados por el aporte de hojarasca al suelo.

Indiscutiblemente la intervención de la agricultura influye en el crecimiento y desarrollo de microorganismos, disminuye la biodiversidad de los mismos. Altera las propiedades físicas como disminución de porosidad y químicas como baja fertilidad, afectando directamente el desarrollo óptimo de las plantas al haber menor disponibilidad de nutrientes, ya que los microorganismos son los encargados de la transformación y disposición rápida para las plantas. Los sistemas productivos no pueden sustituir el comportamiento de unidades formadoras de colonia generado por el bosque secundario. El sistema que presentó menor contenido de unidades formadoras de colonias es el agrosistema forestal cacao – acacia.

En los primeros 0 – 20 cm de profundidad se destaca la alta participación de actividad microbiana en el suelo, en los cuales se identificaron microorganismos descomponedores de materia orgánica como *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Mucor sp*, encontrados en todos los agrosistemas evaluados. Indicando suelos protegidos de la erosión por el material de hojarasca de los sistemas forestales; también se observa a mayor profundidad 20 – 40 cm menor actividad microbiana en los sistemas de cítricos, cacao – acacia y bosque secundario. A excepción de sistema productivo mixto café – plátano presentan menor cantidad de microorganismos en el perfil de 0 – 20 cm, y mayor actividad en la profundidad de 20 – 40 cm en las muestras de hongos y bacterias.

El sistema productivo de café –plátano, presenta la mayor cantidad de microorganismos fitopatógenos de importancia económica en comparación a los demás sistemas estudiados. *Collectotrichum sp*, *Fusarium sp*, *Rhizoctonia sp*, hongos saprofitos, hacen parte de las muestras evaluadas en este agrosistema, provocadores de enfermedades radiculares en la obstrucción de vasos vasculares y muerte de la planta; se debe realizar un estudio preventivo para evitar sintomatologías de reducción de la capacidad productiva, decadencia de la planta para así impedir pérdidas de los cafetales. También se debe analizar la importancia patológica de la colonia número seis de bacterias en este cultivo, debido a las pruebas realizadas de comportamiento Gram negativo, trabajo sin presencia de oxígeno; un factor predisponente que permite la entrada enfermedades y vulnerabilidad de las plantas es la deficiencia de nutrientes en las plantas, patógenos como *Collectotrichum sp* aprovechan la susceptibilidad de la mismas.

Muy importante resaltar la presencia de *Trichoderma sp*, y *Paecilomyces sp* organismos de control biológico. Además el *Trichoderma sp*, encontrado en los agrosistemas bosque secundario y cultivos mixto café- plátano posee una característica que ayuda a descomponer

la materia orgánica, también puede actuar en la actividad protectante de patógenos en las plantas. *Paecilomyces sp* es un entomopatógeno enemigo natural que se encuentra en todos los sistemas estudiados. Posiblemente a la condición de humedad relativa y temperatura que se maneja en este tipo de agroecosistemas.

De acuerdo de las pruebas realizadas se detectaron seis diferentes tipos de colonia de bacteria, de las cuales la colonia número uno y cinco de comportamiento Gram positivo, microorganismo no patogénico que interviene en los procesos de descomposición de materia orgánica presentes en los sistemas de bosque secundario de 0 – 20 cm – 20 – 40 cm, cítricos 0- 20 cm, asocio café- plátano 20 – 40 cm, y cacao - acacia en el perfil de 20 -40 cm. Las restantes colonias dos, tres, cuatro y seis poseen un perfil microorganismo fitopatogénico de comportamiento Gram negativa, característico de bacterias causantes de enfermedades en las plantas. Presentes en todos los sistemas estudiados.

## BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G. 1998. Fitopatología; 2da edición; editorial Limusa, Mexico.
- Alexander M. 1980. *Microbiología del suelo*. AGT Editores. México.
- BURBANO, Hernán. El suelo: una visión sobre sus componentes biorgánicos. 1989. 423p.
- Chung, Y.; H. Hoitink y P. Lipps (1988). "Interactions Between Organic Matter Decomposition Level and Soilborne Disease Severity", *Agric Ecosystems Environ.* 24:183-193.
- Corlay, L.; R. Ferrera; J. Etchevers; A. Echegary y J. Santizo (1999). "Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de composta y vermicomposta", *Agrociencia.* 33:375-380.
- Estrada, E.; J. Santoyo y A. Robles (2000). "Soil mites Associated to Decomposed Logs in La Mancha Veracruz, México", en Quintero, R.; T. Reyna; L. Corlay; A. Ibañez y N. García (eds). *La edafología y sus perspectivas al siglo XXI. Tomo I. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas-Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Autónoma Chapingo. México*
- Lynch J. M. y Hobie J.E. 1988. *Microorganisms in action: concepts and applications in Microbial ecology*. Blackwell Scientific Publications, Gran Bretaña.
- García de Salamone IE, Cassan FD. Taller Internacional sobre Rizosfera, Biodiversidad y Agricultura Sustentable. Buenos Aires, Argentina, Asociación Argentina de Microbiología, 2010.
- Parkinson D. y Coleman D. 1991. Microbial communities, activity and biomass. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34:3-33.
- Pérez y Ferrera. 1996, Los términos sostenible y sostenibilidad son utilizados con base en la reflexión de, quienes los han comparado con los términos sustentable y sustentabilidad
- Killham K. 1994. *Soil ecology*. Cambridge University Press. Gran Bretaña.

- van Elsas J. y Smalla K. 1997. Methods for sampling soil microbes. In: Hurst C. J., Knudsen G. R., McInerney M. J., Stetzenbach L. D. y Walter M. V. (Eds.). *Manual for environmental microbiology*. American Society of Microbiology. EUA.
- FERRERA Y ALARCÓN. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible
- Paul EA, Clark FE. *Soil Microbiology and Biochemistry*. San Diego, CA, Academic Press Inc., 1996.
- Chiriboga, H., Gómez, G., & Garcés, K. (2015). *Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA*. Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades. Obtenido de <http://www.iica.int/es>
- Cifuentes, L. A., & Espinosa, P. P. (2008). *Pontificia Universidad Javeriana Bogotá*. Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los paramos de guasca y cruz verde. Obtenido de <http://www.javeriana.edu.co/home#.WtI1-y7wbIU>.
- Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. (2009). Uso y manejo de Paecilomyces lilacinus para el control de nematodos fitoparasitos. *Proyecto Innovaciones tecnológicas para el manejo ecológico de nematodos, antracnosis y roya de café.*, 1-15.
- Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. (2010). *FUNICA*. Guía de identificación y manejo de antracnosis en café. Obtenido de <http://funica.org.ni/index/biblioteca/estudios.html>
- Gaitán, A., Villegas, C., Rivillas, C., Hincapié, É., & Arcila, J. (Febrero de 2011). *Ciencia tecnología e innovación para la caficultura colombiana*. Almacigos de café: calidad fitosanitaria, manejo y siembra en campo. Obtenido de <https://www.cenicafe.org/>
- Juárez, G. P., Sosa, M. E., & López, A. (2010). *Universidad de las Américas de Puebla*. Hongos fitopatógenos de alta importancia económica: descripción y métodos de control . Obtenido de <http://www.udlap.mx/inicio.aspx>
- Seminis México. (17 de Junio de 2017). *Seminis*. Obtenido de <http://www.seminis.mx/>

## ANEXOS

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conteo 1	24	0,95	0,91	45,88

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	19608,58	9	2178,73	27,93	<0,0001
Tratamiento	19403,83	7	2771,98	35,54	<0,0001
Repetición	204,75	2	102,38	1,31	0,3003
Error	1091,92	14	77,99		
Total	20700,50	23			

#### Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 77,9940 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	
C40	0,00	3	A
C20	0,67	3	A
CF20	2,00	3	A
CT40	3,67	3	A
CF40	5,33	3	A
CT20	6,33	3	A
B40	61,00	3	B
B20	75,00	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

#### Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 77,9940 gl: 14

Repetición	Medias	n	
3,00	15,50	8	A
1,00	19,63	8	A
2,00	22,63	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conteo 2	24	0,98	0,96	28,21

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	32141,21	9	3571,25	61,74	<0,0001
Tratamiento	31849,63	7	4549,95	78,67	<0,0001
Repetición	291,58	2	145,79	2,52	0,1162
Error	809,75	14	57,84		
Total	32950,96	23			

#### Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 57,8393 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	
C40	3,6E-15	3	A
C20	1,00	3	A
CF20	3,33	3	A
CT40	11,00	3	A
CF40	11,33	3	A
CT20	13,00	3	A
B40	72,00	3	B
B20	104,00	3	C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 57,8393 gl: 14

Repetición	Medias	n	
3,00	23,25	8	A
1,00	26,00	8	A
2,00	31,63	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conteo 3	24	0,98	0,97	20,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	34814,21	9	3868,25	86,68	<0,0001
Tratamiento	34601,63	7	4943,09	110,77	<0,0001
Repetición	212,58	2	106,29	2,38	0,1287
Error	624,75	14	44,63		
Total	35438,96	23			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 44,6250 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	
C40	-7,1E-15	3	A
C20	2,00	3	A
CF20	14,00	3	B
CF40	15,00	3	B
CT40	15,00	3	B
CT20	19,67	3	B
B40	79,00	3	C
B20	111,67	3	D

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 44,6250 gl: 14

Repetición	Medias	n	
1,00	29,88	8	A

3,00	30,00	8	A
2,00	36,25	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sumatoria Total	24	0,97	0,96	28,50

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	254696,17	9	28299,57	56,89	<0,0001
Tratamiento	252713,17	7	36101,88	72,57	<0,0001
Repetición	1983,00	2	991,50	1,99	0,1731
Error	6964,33	14	497,45		
Total	261660,50	23			

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 497,4524 gl: 14

Tratamiento	Medias	n		
C40	0,00	3	A	
C20	3,67	3	A	
CF20	19,33	3	A	
CT40	29,67	3	A	
CF40	31,67	3	A	
CT20	39,00	3	A	
B40	212,00	3		B
B20	290,67	3		C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 497,4524 gl: 14

Repetición	Medias	n	
3,00	68,75	8	A
1,00	75,50	8	A
2,00	90,50	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Promedio	24	0,97	0,96	28,50

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	28299,57	9	3144,40	56,89	<0,0001
Tratamiento	28079,24	7	4011,32	72,57	<0,0001
Repetición	220,33	2	110,17	1,99	0,1731
Error	773,81	14	55,27		
Total	29073,39	23			

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 55,2725 gl: 14

Tratamiento	Medias	n		
C40	3,6E-15	3	A	
C20	1,22	3	A	
CF20	6,44	3	A	
CT40	9,89	3	A	
CF40	10,56	3	A	
CT20	13,00	3	A	
B40	70,67	3		B
B20	96,89	3		C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 55,2725 gl: 14

Repetición	Medias	n	
3,00	22,92	8	A
1,00	25,17	8	A
2,00	30,17	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
UFC (Unidades formad	24	0,97	0,96	28,50

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	28299574069,50	9	3144397118,83	56,89	<0,0001
Tratamiento	28079240736,00	7	4011320105,14	72,57	<0,0001
Repetición	220333333,46	2	110166666,73	1,99	0,1731
Error	773814814,54	14	55272486,75		
Total	29073388884,00	23			

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 55272486,7527 gl: 14

Tratamiento	Medias	n		
C40	-3,6E-12	3	A	
C20	1222,22	3	A	
CF20	6444,44	3	A	
CT40	9888,89	3	A	
CF40	10555,56	3	A	
CT20	13000,00	3	A	
B40	70666,67	3		B
B20	96888,89	3		C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 55272486,7527 gl: 14

Repetición	Medias	n	
3,00	22916,67	8	A
1,00	25166,67	8	A
2,00	30166,67	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

## BACTERIAS

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conteo 1	24	0,94	0,90	68,01

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	3150202,71	9	350022,52	23,28	<0,0001
Tratamiento	3107237,63	7	443891,09	29,53	<0,0001
Repetición	42965,08	2	21482,54	1,43	0,2725
Error	210480,25	14	15034,30		
Total	3360682,96	23			

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 15034,3036 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	
C40	5,33	3	A
C20	8,67	3	A
CF20	11,00	3	A
CF40	15,33	3	A
CT40	63,00	3	A
B40	74,00	3	A
CT20	139,67	3	A
B20	1125,33	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 15034,3036 gl: 14

Repetición	Medias	n	
1,00	125,75	8	A
2,00	186,25	8	A
3,00	228,88	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

Conteo 2    24    0,94   0,90   47,42

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2967818,08	9	329757,56	23,83	<0,0001
Tratamiento	2893190,50	7	413312,93	29,87	<0,0001
Repetición	74627,58	2	37313,79	2,70	0,1022
Error	193723,75	14	13837,41		
Total	3161541,83	23			

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 13837,4107 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	
C40	20,33	3	A
CF40	25,00	3	A
CF20	27,33	3	A
C20	72,00	3	A
CT40	230,67	3	A
B40	233,67	3	A
CT20	243,00	3	A
B20	1132,67	3	B

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 13837,4107 gl: 14

Repetición	Medias	n	
1,00	171,88	8	A
2,00	268,63	8	A
3,00	303,75	8	A

**Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conteo 3	24	0,94	0,90	45,97

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2934852,92	9	326094,77	22,98	<0,0001
Tratamiento	2855987,83	7	407998,26	28,76	<0,0001
Repetición	78865,08	2	39432,54	2,78	0,0963
Error	198628,92	14	14187,78		
Total	3133481,83	23			

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 14187,7798 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	
C40	26,00	3	A
CF20	31,67	3	A
CF40	37,67	3	A
C20	77,67	3	A    B
B40	234,67	3	A    B

CT40	257,00	3	A	B
CT20	275,33	3		B
B20	1132,67	3		C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 14187,7798 gl: 14

Repetición	Medias	n		
1,00	180,50	8	A	
2,00	281,13	8	A	B
3,00	315,63	8		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sumatoria Total	24	0,94	0,90	51,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	26930870,21	9	2992318,91	23,58	<0,0001
Tratamiento	26354624,63	7	3764946,38	29,67	<0,0001
Repetición	576245,58	2	288122,79	2,27	0,1400
Error	1776693,75	14	126906,70		
Total	28707563,96	23			

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 126906,6964 gl: 14

Tratamiento	Medias	n		
C40	51,67	3	A	
CF20	70,00	3	A	
CF40	78,00	3	A	
C20	158,33	3	A	
B40	542,33	3	A	
CT40	550,67	3	A	
CT20	658,00	3	A	
B20	3390,67	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 126906,6964 gl: 14

Repetición	Medias	n		
1,00	478,13	8	A	
2,00	736,00	8	A	
3,00	848,25	8	A	

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Promedio	24	0,94	0,90	51,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2992318,91	9	332479,88	23,58	<0,0001
Tratamiento	2928291,63	7	418327,38	29,67	<0,0001
Repetición	64027,29	2	32013,64	2,27	0,1400
Error	197410,42	14	14100,74		
Total	3189729,33	23			

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 14100,7440 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	
C40	17,22	3	A
CF20	23,33	3	A
CF40	26,00	3	A
C20	52,78	3	A
B40	180,78	3	A
CT40	183,56	3	A
CT20	219,33	3	A
B20	1130,22	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 14100,7440 gl: 14

Repetición	Medias	n	
1,00	159,38	8	A
2,00	245,33	8	A
3,00	282,75	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
UFC (Unidades formad	24	0,94	0,90	51,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	2,99231891209E14	9	3,32479879121E13	23,58	<0,0001
Tratamiento	2,92829162506E14	7	4,18327375008E13	29,67	<0,0001
Repetición	6,40272870335E12	2	3,20136435167E12	2,27	0,1400
Error	1,97410416644E13	14	1,4100744046E12		
Total	3,18972932874E14	23			

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 1410074404603,3723 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	
C40	172222,22	3	A
CF20	233333,33	3	A

CF40	260000,00	3	A
C20	527777,78	3	A
B40	1807777,78	3	A
CT40	1835555,56	3	A
CT20	2193333,33	3	A
B20	11302222,22	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )

**Test : Duncan Alfa: 0,05**

Error: 1410074404603,3723 gl: 14

Repetición	Medias	n	
1,00	1593750,00	8	A
2,00	2453333,33	8	A
3,00	2827500,00	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )