



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA**

**Y VETERINARIA**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACION**

Trabajo de Integración curricular, presentado al H.  
Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para  
obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

Determinación de las propiedades biológicas de suelos agrícolas  
erosionadas en la zona CEDEGE, Cantón Babahoyo

**AUTOR:**

Rover Andrés Olvera Larenas

**TUTOR:**

Ing. Agr. Marlon Gonzales Chica, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

**2024**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	2
RESUMEN.....	4
ABSTRACT .....	5
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Contextualización de la situación problemática .....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos de investigación .....	3
1.4.1 Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. HIPÓTESIS .....	3
CAPITULO II.- MARCO TEORICO .....	4
2.1 Antecedentes .....	4
2.2 Bases teóricas.....	4
CAPITULO III. METODOLOGÍA .....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	16
3.2. Operacionalización de variables.....	16
3.3. Población y muestra de la investigación.....	17
3.1.1. Población .....	17
3.1.2. Muestra .....	17
3.4. Técnicas e instrumentos de medición .....	17
3.4.1. Técnicas.....	17

3.4.1.1. Tratamientos.....	20
3.4.2. Instrumentos. ....	20
3.4.3. Diseño experimental .....	22
3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	22
CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1. Resultados .....	24
4.1.1. MATERIA ORGÁNICA .....	24
CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1. Conclusiones.....	42
5.2. Recomendaciones .....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS .....	51

## RESUMEN

Los suelos son un recursos valiosos y limitados, y su importancia radica en que son esenciales para el mantenimiento de la biosfera y la regulación del clima. Realizan importantes funciones como sustentos de las producciones agrícolas y ganaderas o almacenamientos de carbono. La zona de CEDEGE en el Cantón Babahoyo ha experimentado un proceso de erosión del suelo en áreas agrícolas, lo que podría tener impactos significativos en las propiedades biológicas de dichos suelos. El objetivo principal del trabajo de investigación es determinar las propiedades biológicas de suelos agrícolas erosionados en la zona CEDEGE, cantón Babahoyo. Para el desarrollo del trabajo investigativo han sido determinadas un conjunto de variables que lograrán establecer el efecto que tiene la erosión sobre las poblaciones de microorganismo de suelos en la zona de estudio. para el proceso de toma de muestras se establecerán 30 predios agrícolas dentro de la zona del Proyecto CEDEGE-Babahoyo, estos deberán tener como requisito primordial la siembra de cultivos de ciclo corto. Las variables evaluadas fueron: Materia Orgánica, Macrobiota de suelo, Microbiota (Determinación de la diversidad de hongos y bacterias mediante cultivos en cajas Petri) y Determinación de la diversidad microorganismo mediante metagenómica. Los contenidos de materia orgánica, carbono orgánicos y carbono orgánico del suelo fueron muy variables entre las fincas muestreadas. Todas las fincas presentaron niveles medios de materia orgánica, el COS tuvo solo un 50 % de fincas en nivel medio. El reporte indica una baja población de macrobiota, siendo la presencia de coleópteros y sínfilidos más visible. La cuantificación de microorganismos como: bacterias, hongos, actinomiceto, celulolíticos-levaduras, fijadores de nitrógeno (FBN) y solubizadores de fósforo (SF), se presentó en todas las fincas muestreadas en mayor o menor medida. Los géneros de hongos encontrados en las muestras de los suelos compactados fueron *Phythoptora* y *Phytium*, en los géneros de bacterias reportados fueron *Pseudomonas* y *Bacillus*.

**Palabras claves:** Compactación de suelos, pérdida de productividad, microbiota del suelo, materia orgánica

## ABSTRACT

Soils are valuable and limited resources, and their importance lies in the fact that they are essential for the maintenance of the biosphere and the regulation of the climate. They perform important functions such as supporting agricultural and livestock production or storing carbon. The CEDEGE area in the Babahoyo Canton has experienced a process of soil erosion in agricultural areas, which could have significant impacts on the biological properties of said soils. The main objective of the research work is to determine the biological properties of eroded agricultural soils in the CEDEGE area, Babahoyo canton. For the development of the investigative work, a set of variables have been determined that will establish the effect that erosion has on the populations of soil microorganisms in the study area. For the sampling process, 30 agricultural properties will be established within the CEDEGE-Babahoyo Project area, these must have as a primary requirement the planting of short-cycle crops. The variables evaluated were: Organic Matter, Soil Macrobiota, Microbiota (Determination of the diversity of fungi and bacteria through cultures in Petri dishes) and Determination of microorganism diversity through metagenomics. The contents of organic matter, organic carbon and soil organic carbon were highly variable among the sampled farms. All farms presented medium levels of organic matter, the COS had only 50% of farms at a medium level. The report indicates a low population of macrobiota, with the presence of beetles and symphilids being more visible. The quantification of microorganisms such as: bacteria, fungi, actinomycete, cellulolytic-yeasts, nitrogen fixers (FBN) and phosphorus solubilizers (SF), was present in all the sampled farms to a greater or lesser extent. The genera of fungi found in the compacted soil samples were: *Phythoptora* and *Phytium*, and the genera of bacteria reported were *Pseudomonas* and *Bacillus*.

**Keywords:** Soil compaction, loss of productivity, soil microbiota, organic matter

# CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Contextualización de la situación problemática

Los suelos son unos de los recursos valiosos y limitados, y una de las importancias radica en que son esenciales para unos el mantenimiento de la biosfera y las regulaciones de los climas. Realizan unas importancias funciones como unos de los sustentos de las producciones agrícolas y ganadería o almacenamientos de carbonos. Unas de las diferencias de los tipos de lo suelos en general, están compuestos en más de un 90% de materia mineral, mientras que el resto es materia orgánica, siendo la mayoría de estos tipos hongos, algas, bacterias y actinos bacterias, que realizan importantes funciones como renovar las reservas de los nutrientes de los suelos, es decir, conservar su fertilidad (Borras 2017).

Unas de las importancias que debemos destacar que algunas de las erosiones de los suelos son de los problemas complejos y multifacéticos que puede variar dentro de unos de los países y regiones. Los esfuerzos para que podamos abordar las erosiones del suelo a menudo estos podemos requerir unos de los enfoques integrales que podamos incluir prácticas agrícolas sostenibles, gestiones del agua y conservaciones de las vegetaciones. Podemos además algunas iniciativas internacionalmente que pueden desempeñar unos de los papeles crucial en las promociones de las practicas sostenibles y la mitigación del suelo a nivel global.

En unas partes de la sierra ecuatoriana, algunas de las presiones sobre la tierra se obligaron que algunas de los productores se pueden utilizar unos de suelos de pendientes inclinados, que esto pueden estar ubicadas en las laderas de las cordilleras. Los procesos pueden estar empezando con las eliminaciones de la cubierta vegetal natural para que podemos iniciar las labores agrícolas, pero antes poder tomar precauciones para controlar los procesos erosivos. Unas de las preparaciones de los suelos podemos colocar las semillas deja la superficie expuesta a los agentes erosivos (Espinosa 2014).

Según Espinosa (2014) “unas de las erosiones causantes de los problemas directos en las fuentes indirectas en algunas de los sitios alejados de las áreas de origen. Unos de los principales problemas que son las pérdidas de las producciones, la principal consecuencia de las erosiones en los campos en las pérdidas de los suelos productivos. Con esto se están perdiendo algunos de los recursos más valiosos para la agricultura de los suelos. Las erosiones que pueden arrastrar las capas superficiales de los perfiles de los suelos que son las que tienen mayor contenido de materia orgánica y nutrientes”.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En las zonas de CEDEGE en el cantón Babahoyo se ha demostrado unos de los procesos de erosión de los suelos en las áreas agrícolas, lo que podría tener unos de los impactos significativos en unas de las propiedades biológicas de los dichos suelos. Las degradaciones de los suelos, especialmente las pérdidas de las capas fértiles y las exportaciones a unos de los factores erosivos, que pueden afectar negativamente las actividades biológicas y otros cruciales para que la salud y productividad del suelo.

## **1.3 Justificación**

En la agricultura los suelos son unos de los recursos más valiosos y limitados, las erosiones de los suelos es unos de los problemas que pueden afectar gravemente las productividad y sostenibilidad de la agricultura. Unas de las determinaciones de las propiedades biológicas de los suelos erosionados en unas de las zonas CEDEGE, Cantón Babahoyo, unos de los temas son relevantes porque puede ayudar a identificar las causas de las erosiones de los suelos y a desarrollar estrategias para prevenirlas y mitigar sus efectos.

Estas estrategias para llevar a cabo las investigaciones se están utilizando diversas técnicas y herramientas de los laboratorios, muestreo de los suelos, observaciones de campo, entre otras. Las importaciones que se pueden seguir de los protocolos y estándares adecuados para garantizar las validez y fiabilidad de los resultados que nos den.

## **1.4 Objetivos de investigación**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar las propiedades biológicas de suelos agrícolas erosionados en la zona CEDEGE, Cantón Babahoyo.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Establecer la concentración de la macrobiota de suelos de la zona de estudio.
- Identificar el microbioma presente en los suelos de la zona mediante métodos cuantitativos y metagenómica.
- Determinar los contenidos de materia orgánica de los suelos en la zona de estudio.

## **1.5. Hipótesis**

### **Hipótesis nula**

Las propiedades biológicas de los suelos no son afectadas por la erosión del suelo.

### **Hipótesis alterna**

Las propiedades biológicas de los suelos son afectadas por la erosión del suelo.



## **CAPITULO II.- MARCO TEORICO**

### **2.1 Antecedentes**

En los suelos erosionados es uno de los fenómenos ambientales que están afectando negativamente a las producciones agrícola y la sostenibilidad en el ecosistema. La zona de CEDEGE, Cantón Babahoyo se nos ha demostrado un gran incremento en la erosión de los suelos agrícolas, lo que está planteado son las preocupaciones significativas para las producciones de los alimentos y la salud de los agrícolas locales.

Unas de las pérdidas que son los suelos debido de las erosiones no solo indica disminuciones de las capas fértiles, sino que también que nos puede afectar las propiedades biológicas de los suelos, como en las diversidades microbiana y microbiana, algunas de las actividades enzimáticas y unas de las calidades generales de los suelos, las propiedades biológicas pueden estar desempeñadas unos de los papeles cruciales en la salud de los suelos, que pueden estar influyendo en las disponibilidades que son los nutrientes, estructuras del suelo y unas de las capacidades que para sustentar la vida vegetal y agrícola .

### **2.2 Bases teóricas**

#### **Estados de los suelos**

Unas de las evaluaciones de los estados estructural que se pudo a ver realizado mediante de los métodos de los perfiles cultural, que consiste en las descripciones morfológicas de las estructuras que son distintos niveles de las organizaciones. Unas de las descripciones están basadas en una zonificación de la variabilidad de los estados estructural, que se este moderado en una de las zonas del estado interno de los terrenos que las están conformando mediante su porosidad visibles, unas de las formas en que se pueden agrupar y asociar es al mismo tiempo, con el tema de porosidad estructural y textual (INTA 2005).

El limitador que se pueden presentar en los suelos, su aptitud para que se pueda aceptar unas de las determinadas utilidades o su papel como elementos medio ambientes que se pueden inferirse de las descripciones del perfil, esas de las características analíticas que pueden ser física-química de cada uno de los horizontes que estos se pueden hallar organizado y de las condiciones que puede encontrar en el medio como régimen de las humedad y temperatura, que se posiciona en el terrenos entre otras (Bautista *et al.* 2005).

Los estudios de los comportamientos de los suelos expansivos, estos pueden requerir teniendo en cuenta unas de las variabilidades de los estados de esfuerzos del suelo, estos puesto son de potencial expansivo de los suelos que no se pueden desarrollar si el suelo se encuentra saturado, si no cuando los cambios del contenido de humedad, y de los suelos se encuentran en los rangos parcialmente saturado (Meza 2012).

El primer intento para clasificar sistemáticamente a los suelos se realizó en China durante el reinado de la Dinastía Yao, con el propósito principal fue el que está establecido que las clases de las tierras para pago de los impuestos según de su productividad. Después de esto las clasificaciones geológicas y petrográficas con otros de los enfoques, pero la mayoría de esto eran locales y que por lo dado que eran poca conocida, pero fue hasta el año 1882 que estos aparecieron en las clasificaciones que son basadas en los procesos genéticos (Bautista *et al.* 2005)

En los años 70s, esto se estaba constituyendo como el periodo donde se están desarrollando las formulaciones de unos de los conceptos y las teorías fundamentales de los suelos que parcialmente son saturados (variables de estados y leyes constitutivas), a la vez están establecidos como la base de la teoría, durante los años 80s esto se intentaba dar de solución directa a los problemas geotécnicos estas relaciones con los suelos no saturados, pero en cambio se demostró que para estar en condición unas de las propiedades de los suelos no con constantes si no son variables (Meza 2012).

## **Microorganismo de suelos**

Los suelos son unos de los recursos viviente y dinámico que están en las condiciones de las producciones de alimentos. Una de sus cualidades tiene un papel fundamental que se mantiene el balance entre las producciones y su consumo de dióxido de carbono en la biosfera. Las actividades microbianas del suelo o edáfica da cuenta de las relaciones bioquímicas que se suceden dentro de este complejo y heterogéneo sistema. En sus ecosistemas unas de las prontas respuestas son los procesos microbianos y de sus estructuras de las comunidades a las alteraciones físicas, químicas y biológicas que estas se pueden constituir con un aspecto central de la calidad del suelo (Salamone y Eugenia 2011).

Los mismos autores mencionan que en las hiperdensidad e hiperdiversidad estos dos son los aspectos fundamentales que caracterizan a las microbianas de los suelos. Unas de las cantidades del microorganismo en un gramo de suelo pueden variar entre  $10^7$  y  $10^9$  células, tanto que algunas estimaciones se pueden indicar las posibilidades de que se hayan al menos  $10^4$  especies microbianas distintas por gramo de suelo. Las biodiversidades es unas de las propiedades que puede condicionar las capacidades de la recuperación del sistema edáfico de una alteración y que le asegura una estabilidad funcional.

## **Actinomicetes**

Son microorganismos, específicamente bacterias de tipo procariota, que exhiben similitudes con los hongos debido a la presencia de micelio aéreo ramificado. Las colonias que forman pueden variar en textura, presentándose ya sea de manera pulverulenta o con una consistencia más sólida. A diferencia de estas, son aeróbicos y poseen una mayor tolerancia a la sequedad. Su prosperidad se ve beneficiada en suelos ricos en materia orgánica, ya que aprovechan el carbono disponible (Silvia y Cecilia 2024).

Estos microorganismos exhiben una elevada actividad metabólica y tienen la capacidad de descomponer la materia orgánica tanto vegetal como animal. Además, producen sideróforos, sustancias que promueven el crecimiento vegetal en condiciones de laboratorio, y contribuyen a la asimilación del hierro

en la fijación de nitrógeno, lo cual tiene un impacto indirecto en el estímulo del crecimiento de las plantas (Medina *et al.* 2013).

La investigación sobre la diversidad genética en microorganismos, como los actinomicetos, adquiere una relevancia significativa en la preservación de la salud de los suelos en Colombia. Este enfoque se presenta como crucial para proyectarlos como un recurso fundamental en el ámbito de la biotecnología agrícola en un futuro cercano. Además, busca identificar los diversos patrones que exhiben estos microorganismos y su interacción con los hongos MA (micorrizas arbúsculares) y las plantas. Este conocimiento permitiría emplearlos de manera efectiva en el monitoreo de los impactos del cambio ambiental global (Correa 2009).

Los actinomicetos constituyen un grupo omnipresente de microorganismos que se encuentran ampliamente distribuidos en diversos ecosistemas naturales. Su papel es crucial en la descomposición de la materia orgánica y poseen características fisiológicas distintivas que los destacan. Inicialmente, se clasificaron entre los hongos debido a similitudes en su morfología y desarrollo, incluyendo la presencia de un micelio verdadero, lo que les valió la denominación de "hongos radiados". No obstante, en la actualidad, su clasificación como bacterias se sostiene sólidamente debido a su naturaleza procariota (Correa 2009).

## **Bacterias**

Las bacterias del suelo se dividen en dos grupos principales especies nativas o autóctonas: mantienen una presencia constante en el suelo, con excepción de las 'zimógenas' de Winogradsky, que proliferan cuando se añade un sustrato específico. Una clasificación importante desde el punto de vista agronómico agrupa a las bacterias del suelo según sus funciones. Bacterias amonificadoras: descomponen sustancias orgánicas nitrogenadas convirtiéndolas en amonio o sales amoniacaes. Bacterias nitrificadoras: oxidan el amoníaco hasta nitrato (Silvia y Cecilia 2024).

## **Hongos solubilizadores**

Los microorganismos conocidos como hongos solubilizadores de fosfato (HSF) desempeñan un papel esencial en el proceso de reciclaje de fósforo en los suelos. Su actividad facilita que las plantas puedan utilizar las considerables reservas de fósforo insoluble que se encuentran adheridas a los minerales del suelo, lo que resulta en una disminución de la necesidad de aplicar fertilizantes fosforados en el suelo (Pineda 2014).

Las investigaciones el impacto del uso del suelo en las poblaciones de hongos solubilizadores de fosfato y bacterias fijadoras biológicas de nitrógeno mediante el aislamiento y caracterización de especies en cuatro condiciones de uso distintas: cultivos de papa 'Parda Pastusa', cultivo de papa 'Pastusa Suprema', suelos cultivados con papa actualmente en descanso y suelos de bosque. En, prevalecieron especies de los géneros *Circinella*, *Mucor* y *Zygorrhynchus*, indicando la selección de hongos por el uso del suelo. En las BFN, se confirmó el efecto significativo de la condición de uso del suelo en los recuentos poblacionales (Moratto *et al.* 2005).

En este estudio, se logró aislar 43 cepas de hongos con capacidad para solubilizar fosfato a partir de la rizósfera de cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) en el páramo de Rabanal. Tras evaluar tanto cualitativa como cuantitativamente la capacidad solubilizadora de fosfato de los aislamientos, se identificaron dos cepas fúngicas con potencial biofertilizante, pertenecientes a los géneros *Scopulariopsis* sp. y *Penicillium* sp. Estas cepas podrían servir como base para desarrollar biofertilizantes. La aplicación de estos insumos en el suelo se considera una estrategia de fertilización sostenible que contribuye a mitigar la contaminación en áreas críticas como los páramos (Pineda 2014).

## **Celulolíticos**

Se investigaron los hongos celulolíticos presentes en suelos de tres bosques prístinos de *Nothofagus* en Tierra del Fuego, específicamente *N. pumilio* Krasser, *N. antarctica* Oerst., y *N. betuloides* Oerst. Las comunidades de hongos celulolíticos se clasificaron mediante un Análisis de Componentes Principales. Los dos primeros componentes explicaron el 77,23 % de la

variabilidad entre los bosques, según las frecuencias de las especies fúngicas aisladas. El primer componente mostró asociaciones con diferencias en la calidad de los recursos presentes en la superficie del suelo (Martínez *et al.* 2001).

El estudio de los microorganismos que utilizan celulosa como sustrato resulta intrigante debido a la importancia de este compuesto como componente de los restos vegetales que se integran al suelo. En la mayoría de los entornos naturales, la celulosa está protegida físicamente contra la descomposición, siendo la lignina el principal obstáculo para el ataque fúngico en los residuos vegetales. La evaluación de la diversidad microbiológica en el suelo no debe limitarse solo a la cuantificación e identificación de los organismos involucrados; es igualmente crucial investigar su papel funcional para comprender la relevancia de la biodiversidad (Martínez *et al.* 2001).

Los inóculos que comprenden bacterias y hongos filamentosos desempeñan un papel significativo en la reducción del tiempo necesario para la formación y maduración del compost. Estos inóculos se utilizan para agilizar el proceso de transformación de residuos orgánicos fibrosos, incluyendo la celulosa. Los resultados indicaron que las pilas inoculadas lograron alcanzar estabilidad y madurez del compost en un tiempo inferior en comparación con los tratamientos que no fueron inoculados (Cedeño *et al.* 2014).

En la mayoría de los países en desarrollo, el potencial industrial de los microorganismos celulolíticos ha pasado desapercibido, y a pesar de la gravedad de los problemas ambientales, la investigación relacionada con estos microorganismos ha tenido escasa atención en la transformación de residuos orgánicos en compost. El objetivo principal de este estudio fue aislar bacterias celulolíticas de tres hábitats tropicales, evaluar su capacidad para degradar la celulosa e identificar aquellas con mayor eficacia en este proceso. La relevancia de esta información se centra en determinar si la capacidad de las bacterias celulolíticas en hábitats tropicales es similar a la observada en las regiones templadas (Viteri *et al.* 2015).

Los microorganismos con capacidad para descomponer la celulosa incluyen principalmente hongos y bacterias. Estos organismos son conocidos por su habilidad para producir no solo celulasas, sino también enzimas como amilasas, proteasas y peptidasas, entre otras, lo que facilita el reciclaje de material orgánico en el suelo. La hidrólisis de la celulosa se lleva a cabo mediante un complejo enzimático conocido como celulasas, que se compone principalmente de tres enzimas: endoglucanasas, exoglucanasas y  $\beta$ -glucosidasas (Cedeño *et al.* 2014).

De acuerdo de su papel en la descomposición de la celulosa en los residuos sólidos orgánicos, las celulasas han encontrado aplicaciones en la producción de alimentos, ácidos orgánicos, azúcares fermentables, etanol, bebidas, textiles, detergentes, papel, pulpa e tintas para papel. Aunque los hongos son la principal fuente de celulasas utilizadas en la industria, se han llevado a cabo numerosos estudios con el propósito de aislar y caracterizar bacterias que produzcan celulasas con mayor especificidad y eficacia (Viteri *et al.* 2015).

## **Hongos**

El suelo constituye un entorno complejo que proporciona una amplia diversidad de microhábitats para la variada biodiversidad microbiana, incluyendo virus, bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoos. Entre estos microorganismos, las bacterias y los hongos son los más investigados en comparación con otras comunidades microbianas. En áreas áridas, son comunes los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*, y se han identificado géneros como *Metarhizium* y *Beauveria* en la sierra central de La Paz (Pacasa-Quisbert 2017).

Los hongos tienen la capacidad de constituir hasta el 50% de la población microbiana total. La configuración de la comunidad fúngica está directamente vinculada al entorno del suelo en el que se desarrollan. Las principales influencias internas que afectan a la comunidad de hongos incluyen el nivel y tipo de materia orgánica, el pH, la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos,

la cantidad de humedad, la aireación, las variaciones de temperatura y la composición de la vegetación, tanto nativa como cultivada (Barrios *et al.* 2024).

La presencia más significativa de hongos se observa en las capas superficiales o horizontes del suelo, donde las condiciones microclimáticas, ambientales y la disponibilidad de recursos nutricionales favorecen su desarrollo y crecimiento. Sin embargo, su presencia es limitada debido a factores como la compactación del suelo, prácticas agrícolas convencionales y la aplicación de sustancias químicas (Pacasa-Quisbert 2017).

Los hongos forman la segunda categoría, junto con las bacterias, de los dos principales grupos de microorganismos que habitan en el suelo. Las especies de hongos presentes en el suelo exhiben una amplia diversidad en cuanto a sus requerimientos de sustratos carbonados, abarcando desde aquellos que utilizan hidratos de carbono, alcoholes y ácidos orgánicos simples hasta aquellos capaces de descomponer compuestos polimerizados como la celulosa y la lignina. Los hongos saprófitos comunes en el suelo tienen la capacidad de transformar eficientemente sustratos del suelo en tejidos microbianos (Barrios *et al.* 2024).

La mayoría de los hongos presentes en el suelo son saprófitos, lo que implica que obtienen sus nutrientes a partir de materiales orgánicos inertes como restos de plantas y animales. Junto con las bacterias y la macrofauna, los hongos saprófitos desempeñan un papel crucial en la descomposición de la materia orgánica. A través de este proceso, no solo contribuyen significativamente a la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y eliminan residuos de los ecosistemas, sino que también fomentan el reciclaje de elementos esenciales para el crecimiento de las plantas. Esto se logra mediante la liberación al suelo de moléculas que las raíces pueden absorber e incorporar a su metabolismo vegetal (Abarca y Mota 2008).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), que forman simbiosis con la mayoría de las plantas terrestres, desempeñan un papel crucial en la agregación del suelo. Sin embargo, existe un debate sobre si los agregados del suelo dependen principalmente de las hifas fúngicas que entrelazan partículas o



de la exudación de sustancias orgánicas, como la glomalina. Esta revisión también aborda la cuestión de si la glomalina desempeña actualmente un papel primordial en la agregación del suelo o si es simplemente un subproducto de la función fisiológica del hongo (Morell *et al.* 2009).

En lo que respecta a los hongos simbiotes, las especies que establecen micorrizas (asociaciones entre ciertos hongos y las raíces de las plantas) ejercen una notable influencia tanto en los ecosistemas naturales como en los agroecosistemas. Las micorrizas están presentes en aproximadamente el 90 % de las plantas terrestres, y se pueden distinguir siete tipos según su morfología y fisiología. Entre estos, las formas arbusculares o endomicorrizas son las más ampliamente distribuidas, siendo así las de mayor impacto tanto en la naturaleza como en la agricultura (Abarca y Mota 2008).

Los cambios globales afectan a todas las regiones del planeta, especialmente en las zonas tropicales. En los suelos tropicales, los procesos de transformación debidos al cambio de uso de la tierra y la explotación agrícola conducen a la degradación del suelo, la ruptura de agregados y la pérdida de su estructura. Los hongos micorrízicos arbusculares desempeñan un papel importante en la formación de agregados estables y la estructura del suelo a través de diversos mecanismos (Morell *et al.* 2009).

Los hongos tienen la habilidad de aprovechar una amplia variedad de fuentes de carbono, desde azúcares simples como la hexosa o la pentosa, hasta moléculas más complejas y difíciles de degradar, como ácidos orgánicos, disacáridos, almidón, pectina, celulosa, grasas y lignina. Esta última molécula es especialmente resistente a la descomposición bacteriana. En cuanto al nitrógeno que utilizan, proviene principalmente del amonio o el nitrato, aunque también pueden aprovechar proteínas, ácidos nucleicos y otros compuestos nitrogenados.

Los suelos minerales generalmente no son un medio propicio para el crecimiento de los hongos debido a las concentraciones muy bajas de sustratos disponibles. Además, las condiciones del entorno se vuelven más adversas

debido al antagonismo de otros microorganismos presentes en el suelo. Muchas especies fúngicas son oligotróficas en estas condiciones y desarrollan hifas muy delgadas que utilizan las diversas fuentes de carbono orgánico de baja concentración presentes en la solución del suelo (Fracchia 2002).

### **Materia orgánica**

Durante 150 años, los fisiólogos creían que las plantas se nutrían directamente del humus del suelo y que su fertilidad estaba marcada por la presencia de este material. Sin embargo, en el siglo XIX, Justus von Liebig demostró que las plantas también necesitan agua y sustancias inorgánicas para su nutrición. Además, promovió el uso de fertilizantes inorgánicos, que son mucho más concentrados en elementos básicos como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) que los abonos orgánicos. Esto tuvo un efecto positivo en la agricultura, aumentando los rendimientos y llevando al abandono de antiguas técnicas de cultivo, como el uso de residuos orgánicos como abono para los cultivos (Julca-Otiniano *et al.* 2006).

La descomposición de residuos vegetales y animales en el suelo representa un proceso biológico fundamental. En este proceso, el carbono (C) se recicla hacia la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), mientras que el nitrógeno (N) se convierte en amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y nitrato (NO<sub>3</sub><sup>+</sup>), y otros elementos como fósforo (P), azufre (S) y varios micronutrientes adquieren la forma necesaria para las plantas superiores.

El humus ejerce influencia sobre las características físicas del suelo al generar agregados y proporcionar estabilidad estructural. En relación con las propiedades químicas del suelo, se observa un aumento en la capacidad de intercambio, la reserva de nutrientes para las plantas y la capacidad tampón del suelo. En términos de propiedades biológicas, el humus favorece la mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal y sirve como fuente de alimento para una variedad de microorganismos, estimulando el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado (Julca-Otiniano *et al.* 2006).

Durante este proceso, una parte del carbono es asimilada en el tejido microbiano, conocido como biomasa del suelo, y otra parte se transforma en humus. Simultáneamente, parte del humus original se mineraliza, lo que mantiene el contenido total de materia orgánica en un nivel estable que es característico del suelo y del manejo del sistema (Silva, IAA. 2024).

Hoy en día, existe una creciente conciencia a nivel mundial sobre la importancia de preservar y recuperar nuestros recursos naturales, siendo el sistema edáfico uno de los más fundamentales. Afortunadamente, cada vez más, la conciencia mencionada y la necesidad de recuperar este recurso han motivado a las comunidades globales a estudiar e implementar los resultados de investigaciones para proteger y utilizar adecuadamente este importante recurso, asegurando su conservación para las generaciones futuras (Aguilera y María 2000).

El suelo constituye la capa compuesta por materiales minerales y orgánicos que recubre la superficie terrestre, proporcionando el entorno propicio para el desarrollo de las plantas y la absorción de nutrientes esenciales. La fracción sólida, en su mayoría mineral, se origina a partir de los residuos resultantes de la descomposición de la roca madre. Por lo tanto, el suelo se presenta como un organismo dinámico, una entidad «viva» sujeta a cambios y evolución constantes en el curso de la naturaleza.

La materia orgánica del suelo (MOS) y, en particular, el carbono orgánico del suelo (COS), desempeñan una función crucial en la preservación y mejora de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es esencial subrayar la naturaleza dinámica e interactiva del sistema suelo, ya que las modificaciones en una propiedad probablemente influirán en otras propiedades del suelo (Docampo 2024).

Se investiga el impacto de diversas variedades de pasturas utilizadas en rotación con cultivos de granos en el contenido de Materia Orgánica de la capa arable de un suelo franco-arcillo-limoso. El diseño a gran escala permite que la erosión del suelo se manifieste de manera similar a como ocurre en las áreas de

cultivo. En cambio, los sistemas de rotación que dedicaron entre el 33 % y el 50 % del tiempo de uso del suelo a pasturas con leguminosas experimentaron pérdidas promedio de MO significativamente menores, siendo aproximadamente 8 veces menos (Díaz 1992).

La alteración en el uso del suelo ocasiona cambios en las distintas fracciones de la materia orgánica del suelo. En términos generales, la actividad agrícola disminuye tanto el carbono orgánico como el nitrógeno orgánico, especialmente en sistemas de manejo del suelo que intensifican la erosión o llevan a una reducción en la fertilidad. Sin embargo, algunos informes han señalado aumentos en el COS después de la labranza del suelo, resaltando la importancia de la tasa de degradación del material orgánico en su acumulación en el suelo.

La presencia natural del carbono-13 ( $^{13}\text{C}$ ), un isótopo del carbono, sirve como una herramienta para rastrear el destino de la materia orgánica recién depositada en el suelo y ha sido empleada para calcular las tasas de renovación de la materia orgánica del suelo (MOS) en suelos tropicales. Esta técnica fue utilizada para examinar la dinámica de macro y microagregados en bosques lluviosos subtropicales. Al combinar el método del  $^{13}\text{C}$  naturalmente marcado con la fracción física del suelo, se logra un enfoque que permite estudiar la distribución y velocidad de renovación del carbono en las diversas fracciones del suelo (Espinoza 2010).

## CAPITULO III. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Investigación de campo y laboratorio, comparativa.

### 3.2. Operacionalización de variables.

**Cuadro 1.** Operacionalización de Variables. 2024.

Tipo de Variable		Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente	Propiedades biológicas del suelo en la zona de estudio	Las propiedades biológicas del suelos son parámetros que contribuyen a la formación de una capa arable sin limitaciones físicas, químicas ni biológicas, las cuales permiten respuestas sostenidas de los cultivos	Tipos de suelo Materia orgánica Microorganismos del suelos Macroorganismos del suelo	Análisis de materia orgánica Población de macroorganismos Población de microorganismos	Cuantitativo	Tablas de datos Conteo de población Cuantificación de población Análisis de laboratorio
Dependiente	Baja productividad de suelos agrícolas por compactación	La baja productividad de actividades agresivas agrícolas genera pérdidas biológicas por deficiente manejo	Niveles de compactación de suelos	Porcentaje de compactación Valores de pérdida de capacidad productiva	Cuantitativo	Observación directa  Tabla de datos

### **3.3. Población y muestra de la investigación**

#### **3.1.1. Población**

230 del sector Cedege

#### **3.1.2. Muestra**

La muestra comprende un total de 30 fincas de la zona Cedege

### **3.4. Técnicas e instrumentos de medición**

#### **3.4.1. Técnicas**

##### **Materia Orgánica**

Para la determinación de la materia orgánica se aplicó el método de calcinación LOI propuesto por Schulte & Hopkins (1996), este llevó el siguiente protocolo:

- Se peso cinco (5) gramos de suelos depositados en capsulas de porcelana taradas, posteriormente se secarán por 24 horas en el horno eléctrico Gilson® a una temperatura de 105°C, lo anterior para retirar la humedad remanente en las muestras, y que permanezca solo el agua constitutiva de los elementos de la muestra.
- Transcurrió 24 horas y con las muestras estables, se enfriarán en desecador de vidrio y se obtendrá el peso inicial en una balanza analítica digital OHAUS® de 0,0001 g de precisión.
- Luego se introdujo en la mufla multipropósito para calcinación MM10 a una temperatura de 360°C por 2 horas, nuevamente se enfriaron en desecador de vidrio y se pesará la muestra en balanza analítica digital OHAUS®. La materia orgánica contenida en la muestra se encuentra por la diferencia de los pesos iniciales y finales.
- El cálculo del porcentaje de materia orgánica se presenta en la ecuación:

$$\% MOS = [(peso a 105^{\circ}C - peso a 360^{\circ}C) / peso a 105^{\circ}C] * 100$$

##### **Macrobiota de suelo**

Para la identificación de macrobiota del suelo se utilizó dos métodos; el método de tamizado en malla 500 para la captura de macroorganismos presentes y el método de visualización en sitio. Para la descripción de los

organismos encontrados se empleó las guías dada por el departamento de ciencias naturales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE).

## **Microbiota**

### **Determinación de la diversidad de hongos y bacterias mediante cultivos en cajas Petri.**

#### **Aislamiento primario**

El aislamiento primario se realizó mediante el método de siembra profunda o siembra en masa (permite homogenizar el medio de cultivo con las diluciones de microorganismos), en cuatro medios de cultivo (PDA y PDA nutritivo para hongos; Agar Nutriente y B de King para bacterias) con dos repeticiones en cada uno. Una vez preparados los medios de cultivo, se procederá a pesar 10 gramos de suelo de cada muestra y mezclar con 90 mL de agua destilada estéril. Se realizaron diluciones seriadas hasta  $10^4$  y  $10^5$  para hongos y bacterias respectivamente.

Se tomó 1 mL de la dilución  $10^4$  y 0,1 mL de la dilución  $10^5$ , las cuales se colocaron en el fondo de cajas Petri esterilizadas, posteriormente se agregó los respectivos medios de cultivo en estado líquido aún calientes ( $45^{\circ}\text{C}$ ) y se homogenizará. Finalmente, una vez que los cultivos se solidifiquen, se dejó incubando por tres días a  $30^{\circ}\text{C}$  (bacterias) y por siete días a  $25^{\circ}\text{C}$  (hongos).

#### **Conteo de las Unidades formadoras de colonias (UFC's)**

El conteo de las UFC's se llevó a cabo después de la incubación en cada una de las cajas Petri sembradas, tanto de hongos como de bacterias. Las colonias con características similares fueron contadas por separado para poder determinar su abundancia (Madigan *et al.* 2011). Para determinar el número de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (UFC's  $\text{g}^{-1}$ ), se utilizará la siguiente fórmula de conteo en placas (Mueller *et al.* 2004).

$$UFC's \times g^{-1} = (\text{Numero de colonias contadas} / 1 \text{ gramo de suelo}) \times \text{Dilución}$$

### **Clarificación y purificación.**

La clarificación y purificación se realizó solo para hongos. Para ello se tomó de cada caja Petri el mayor número de colonias de hongos dependiendo de las características de color y forma. Con la ayuda de una aguja de disección se tomó de la parte más joven (borde de la colonia) un segmento de micelio el cual fue colocado en una nueva caja Petri con medio de cultivo PDA, se dejó incubar de 5 a 7 días a una temperatura de 25°C.

### **Descripción macroscópica de las colonias de hongos**

La descripción de las características macroscópicas de las colonias se llevó a cabo según Watanabe (2010), a los siete días después de la incubación, de acuerdo con las características del cultivo tales como: textura, color de la superficie y contorno de la colonia, forma de la colonia, color de la parte interior, media y borde de la colonia.

### **Identificación de los posibles géneros de hongos aislados**

La identificación taxonómica, de los posibles géneros de hongos, se realizó mediante las características microscópicas, utilizando las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1998), Kirk *et al.* (2008), Watanabe (2010) y Samson *et al.* (2014).

### **Cálculo de la abundancia de bacterias y hongos**

Con los datos de UFS's, solo se calculó la abundancia de bacterias y hongos, para lo cual se promedió las repeticiones de cada muestra y se generó gráficos de barras para la interpretación utilizando el software infoStat 2018.

### **Determinación de la diversidad de hongos y bacterias mediante metagenómica**

Para la identificación molecular metagenómica se tomaron cinco muestras del total, de las cuales se secaron 10 g de cada una. Estas se colocarán en un kit comercial para envío de muestras de ADN (PureLink™ Microbiome DNA), siguiendo el protocolo del Kit. Estas muestras serán enviadas a los laboratorios de Biosequence ubicados en la ciudad de Quito. La técnica aplicada será secuenciación de nueva generación (NGS por sus siglas en inglés), que incluye:



amplificación, mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR, siglas en inglés), de segmentos de los genes ribosómicos 16S (regiones V3 y V4) de bacterias y 18S (ITS) de hongos, usando primers universales para cada microorganismo; marcaje con códigos de barras de los segmentos amplificados de cada muestra; construcción de bibliotecas metagenómicas; secuenciación y, análisis bioinformático.

Los análisis de los datos de secuenciación del ADN se realizaron con las OTU (unidad taxonómica operacional por sus siglas en inglés), la cual es una unidad de clasificación utilizada para agrupar taxones en cualquier categoría (familias, géneros, especies, etc.) por su similitud, y está definido en función del umbral de identidad del 97% (Nguyen *et al.* 2016).

#### **3.4.1.1. Tratamientos**

Al tratarse de un trabajo de campo-laboratorio por muestreo probabilístico, no se establecieron tratamientos de aplicación. Sin embargo, para el proceso de toma de muestras se escogieron 30 predios agrícolas dentro de la zona del Proyecto CEDEGE Babahoyo, estos tuvieron como requisito primordial la siembra de cultivos de ciclo corto en la época o antes.

#### **3.4.2. Instrumentos.**

- Libreta de campo y lápiz
- Pala
- Malla metálica (4x4 y 2x2 mm)
- Fundas Polifan
- Cinta adhesiva
- GPS (Handy)
- Marcador Permanente
- Cooler
- Cajas Petri (STERIPLAN: 90mm de diámetro y 14 mm de altura)
- Probeta (SUPERIOR: capacidad de 100 y 500 mL)
- Matraz Erlenmeyer (KIMAX: 125 mL)
- Mechero de alcohol (DOCHEM)

- Piseta (LDPE: 250mL)
- Tubos de ensayo (PIREX: 10mL)
- Gradilla de tubos de ensayo (DIVERS)
- Papel aluminio (GOLDERY)
- Rolopac
- Balanza (precisión: 0.0001g) (RADWAG)
- Autoclave (ALL AMERICAN 75X: 39 L)
- Incubadora (MEMMERT: 53 L)
- Potenciómetro (ACCUMET)
- Agitator vortex (Thermo Scientific Vortex Maxi Mix I Model M16715)
- Centrifuga (EPPENDORF)
- Cabina PCR (BIOBASE)
- Micropipetas (CORNING® LAMBDA®: 0,5-10; 10-50 y 100-1000 µl)
- Fuente de poder (CONSORT)
- Microscopio con cámara (MOTIC)
- Medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) (BD Difco)
- Medio de cultivo Agar nutriente (BD Difco)
- D-glucosa (HIMEDIA)
- Fosfato tricálcico (Baker Analyzed)
- Extracto de levadura (Fluka)
- Proteasa peptona (Difco™)
- Fosfato dipotásico (HIMEDIA)
- Sulfato de magnesio heptahidratado (HIMEDIA)
- Glicerol (Comosup®)
- Agar (BD Bacto)

### **3.4.3. Diseño experimental**

No se empleó un diseño experimental, sin embargo, se emplearon variables cuantitativas continuas y estadística inferencial (prueba de t, media, probabilidad). Para la selección de las fincas se utilizó el método de muestreo sistemático-estratificado.

### **3.5. Procesamiento de datos.**

#### **Análisis estadístico**

Al ser un trabajo con estadística inferencial se utilizó el software Infostat versión 2020, con el fin de tabular los resultados obtenidos.

Los datos fueron revisados, detallado y fueron puesto en el programa Infostat versión 2020 para tener un procesamiento más específico en los datos.

#### **Datos evaluar**

Los datos evaluados se introdujeron al programa Infostat versión 2020, los siguientes datos se dio a conocer en las siguientes tablas.

### **3.6. Aspectos éticos**

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generó un reporte del software anti-plagio, para garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación.

Los docentes actuarán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. – En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

Porcentaje de 0 al 15%: Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

Porcentaje de 16 al 20%: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

Porcentaje de 21 al 40%: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

Porcentaje Mayor del 40%: Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO) (UTB (Universidad Técnica de Babahoyo) 2021)

## CAPÍTULO IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Materia Orgánica

En la tabla 3 se muestran los valores correspondientes a materia orgánica, carbono orgánico y carbono orgánico de suelo, estos datos presentaron coeficientes de variación de 15,83; 15,9 y 16,27 % en su orden.

En materia orgánica el promedio general fue 2,47 % siendo el valor más alto encontrado en el sector La Rodríguez finca 2 con 3,73 % valor considerado medio según la escala de Walkley y Black (1947), mientras el valor más bajo fue reportado en los sectores Playas finca 3 (2,03 %) y Silos finca 2 (2,03), siendo estos valores muy cercanos al límite bajo de la escala.

En el caso de carbono de materia orgánica el promedio general fue 1,43 % siendo el valor más alto encontrado en el sector La Rodríguez finca 2 con 2,16 % valor considerado medio según la escala de Walkley y Black, mientras el valor más bajo fue reportado en los sectores Playas finca 3 (1,17 %) y Silos finca 2 (1,17).

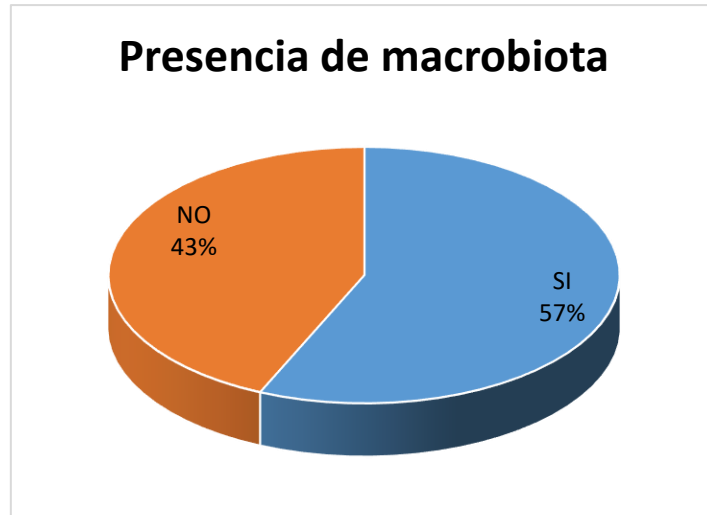
Los datos de carbono orgánico del suelo (COS) muestran un promedio general de 52,56 g/ha valor considerado medio según escala de Vela *et al.* (2009); en este caso el mayor contenido de COS fue demostrable en el sector La Rodríguez finca 2 con 78,43 t/ha (medio), con valores más bajos en Playas finca 3 con 41,58 % (bajo).

Tabla 1. Materia orgánica, carbono orgánicos y COS en suelos compactados de la zona de Cedege. Babahoyo 2024.

						<b>COS</b>	
	<b>PROPIETARIO</b>	<b>ZONA</b>	<b>SECTOR</b>	<b>% MO</b>	<b>%CO</b>	<b>(t/ha)</b>	<b>Rango</b>
1	Hugo Espín	Cedege	Campoverde-1	2,38	1,38	50,83	Medio
2	Ruiz Alberto 4	Cedege	Campoverde-2	2,18	1,26	48,45	Bajo
3	Avero Lucio	Cedege	Campoverde-3	2,43	1,41	47,26	Bajo
4	Fierro Mario	Cedege	Campoverde-4	2,13	1,23	43,63	Bajo
5	Jiménez Julio	Cedege	Campoverde-5	2,28	1,32	47,90	Bajo
6	Raúl Marmolejo	Cedege	Cedral-1.1	2,65	1,54	53,49	Medio
7	Rile Camilo	Cedege	Cedral-1.2	2,60	1,51	59,27	Medio
8	Rile Camilo 2	Cedege	Cedral-1.3	2,50	1,45	55,25	Medio
9	Tayron Camino	Cedege	Cedral-1.4	2,43	1,41	54,01	Medio
10	Juan Carlos	Cedege	Cedral-1.5	2,85	1,65	61,99	Medio
11	Henry Luis Lara	Cedege	Cedral-2.1	2,20	1,28	45,56	Bajo
12	Marcos Garzón	Cedege	Cedral-2.2	2,70	1,57	56,38	Medio
13	Elba Camilo	Cedege	Cedral-2.3	2,25	1,31	47,77	Bajo
14	Humberto Cherne	Cedege	Cedral-2.4	3,03	1,75	62,11	Medio
15	Wuacho Macias	Cedege	Cedral-2.5	3,25	1,89	70,13	Medio
16	Jairo Meléndez	Cedege	Rodriguez-1	2,58	1,49	52,87	Medio
17	María Galarza	Cedege	Rodriguez-2	3,73	2,16	78,43	Medio
18	Ruiz Alberto	Cedege	Rodriguez-3	3,10	1,80	67,43	Medio
19	Ruiz Alberto 2	Cedege	Rodriguez-4	2,45	1,42	54,14	Medio
20	Ruiz Alberto 3	Cedege	Rodriguez-5	2,40	1,39	52,20	Medio
21	Fernando Gaibor	Cedege	Playas-1	2,18	1,26	47,31	Bajo
22	Ruiz Alberto 5	Cedege	Playas-2	2,40	1,39	50,12	Medio
23	Jovani Acurio	Cedege	Playas-3	2,03	1,17	41,58	Bajo
24	Julio Campos	Cedege	Volante-1	2,43	1,41	49,79	Bajo
25	Alberto Camba	Cedege	Volante-2	2,23	1,29	47,62	Bajo
26	Julián Pérez	Cedege	Volante-3	2,28	1,32	51,86	Medio
27	Lino Vivas	Cedege	Volante- 4	2,20	1,28	48,62	Bajo
28	Pedro Castro	Cedege	Volante-5	2,08	1,20	43,69	Bajo
29	Raúl Cortez	Cedege	Silos-1	2,15	1,25	45,27	Bajo
30	Luis Anchundia	Cedege	Silos-2	2,03	1,17	41,93	Bajo
	Promedio			2,47	1,43	52,56	
	Coeficiente de variación			15,83	15,9	16,27	
	Desviación Estándar			0,39	0,23	8,55	
	T			34,59	34,46	33,67	
	ChiCuadrado			6,6	1,83	66,00	
	P			0,99	0,98	0,26	

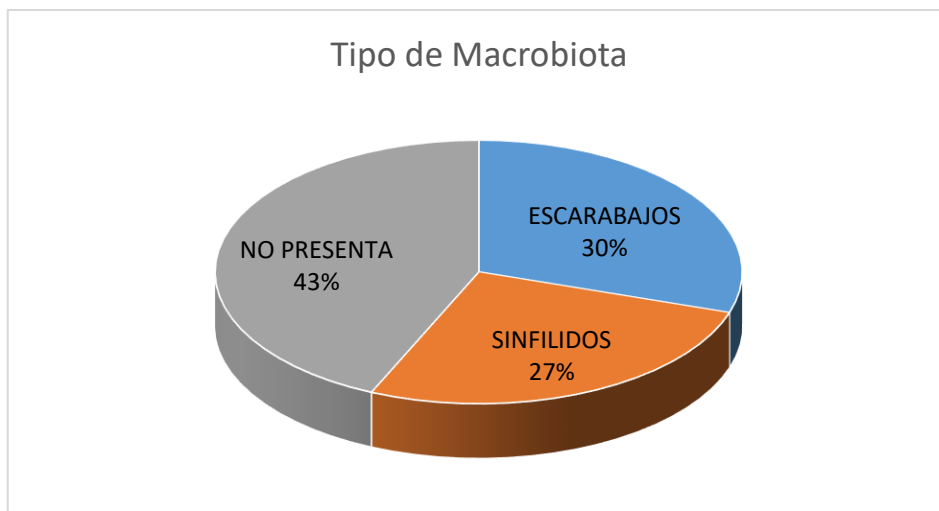
#### 4.1.2. Macrobiota del suelo

En lo que respecta a macrobiota del suelo, los estudios realizados muestran poca presencia de especies en las muestras colectadas (Gráfico 1), siendo apenas 17 de los 30 lotes muestreados aquellos en los que fue evidenciable.



**Gráfico 1.** Presencia de macrobiota en suelos compactados de la zona de Cedege, Babahoyo, 2024.

De la macrobiota identificable fue notoria la presencia de escarabajos en un 30 % (9 fincas) y sinfílicos 27 % (8 fincas) en los suelos de las fincas. Estos organismos fueron confirmados a través de microscopio óptico (Figura 1-2).



**Gráfico 2.** Presencia de macrobiota en suelos compactados de la zona de Cedege, Babahoyo, 2024.



Figura 1. Presencia de sinfílido en suelo Cedege, Babahoyo, 2024.



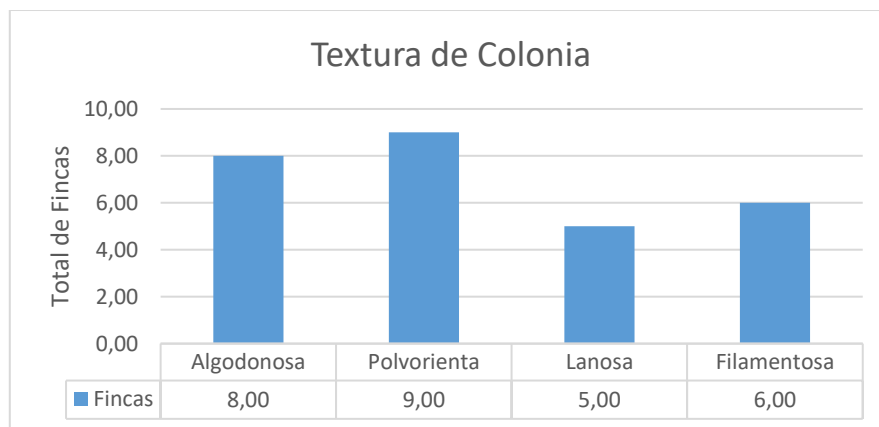
Figura 2. Presencia de escarabajo en suelo Cedege, Babahoyo, 2024.

#### **4.1.3. Descripción macroscópica de las colonias de hongos**

Una vez colocadas las muestras en incubación durante 7 días se visualizó por medio de microscopio monocular óptico las formaciones presentes en las colonias germinadas.

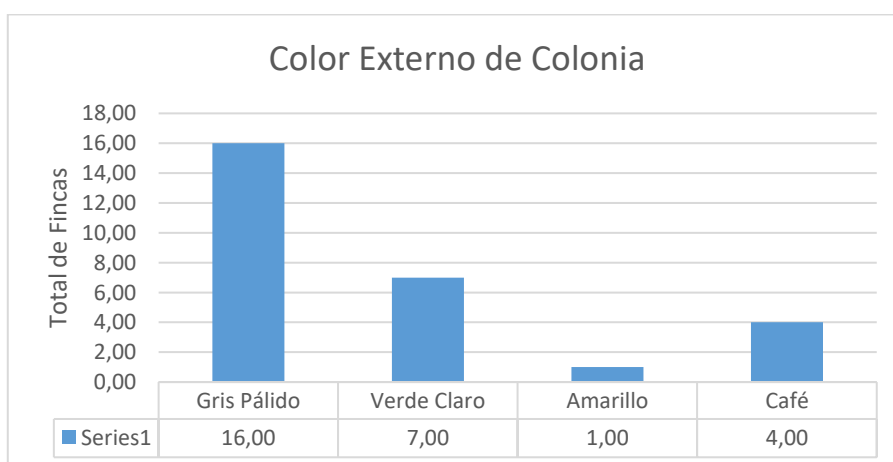
En textura de la colonia se encontraron cuatro formaciones: algodonosa, polvorienta, lanosa y filamentosa. La formación algodonosa fue más visible en los sectores de Campoverde y Playas; por lo contrario, la forma polvorienta se encontró en Cedral 1 y El Volante, además la textura filamentosa fue reportada en sector La Rodríguez y en Cedral 2 textura lanosa (Grafico 3). Cabe indicar que no se reportaron datos para dos fincas en El Volante finca 3 y Silos finca 2, por cuanto no se produjo incubación.





**Gráfico 3.** Textura de colonia microbiana en suelos compactados de la zona de Cedege, Babahoyo, 2024.

En color de la superficie y contorno de la colonia (Gráfico 4) se observan cuatro tonalidades, gris pálido presente en Campoverde (fincas 1-2-3, figura 3), Cedral 1 (fincas 3-5), Cedral 2 (fincas 2-3-4), La Rodríguez (fincas 3-4-5), Playas (fincas 1-3), El Volante (fincas 1-5) y Silos (finca 1). La tonalidad amarilla solo se presentó en el sector El Volante finca 2, mientras que el color café en Campoverde (finca 5, figura 4), Cedral 1 (finca 4), Cedral 2 (finca 1) y el Volante (finca 4). En el caso de la tonalidad verde claro fue visible en las muestras provenientes de Campoverde (finca 4), Cedral 1 (finca 1-2), Cedral 2 (finca 5), La Rodríguez (fincas 1-2) y Playas (finca 2).



**Gráfico 4.** Color de superficie de colonia microbiana en suelos compactados de la zona de Cedege, Babahoyo, 2024.

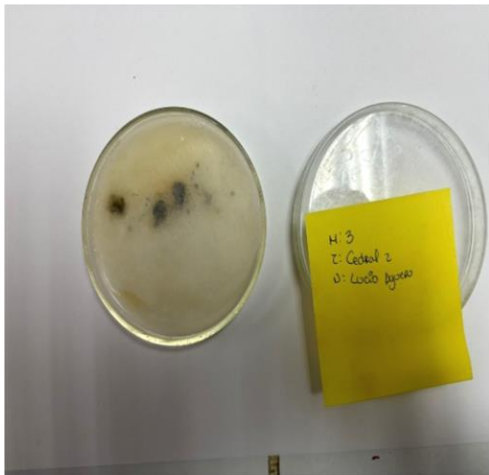


Figura 3. Color Gris Pálido en colonias Cedege, Babahoyo, 2024.

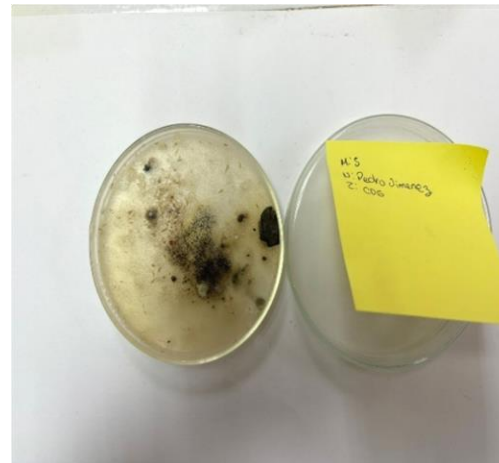
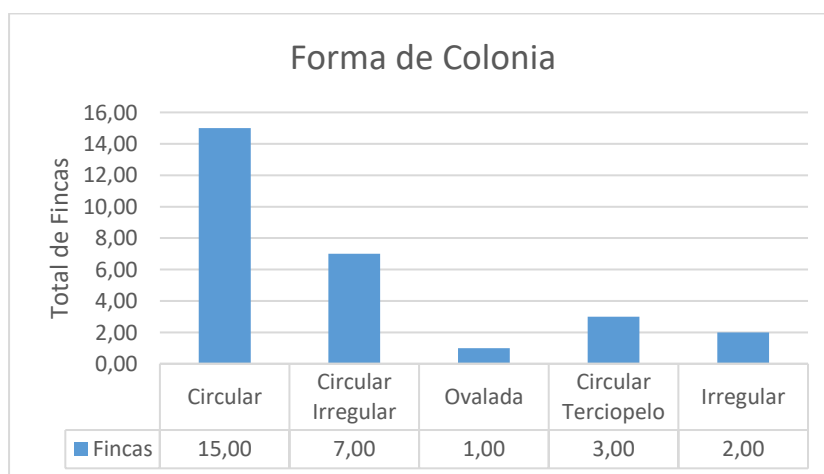


Figura 4. Color café en colonias Cedege, Babahoyo, 2024.

Las formas de colonias (Gráfico 5) presenta alta diversidad siendo la colonia tipo circular la que mayor presencia tuvo como las encontradas en: Campoverde (fincas 1-2-5), Cedral 1 (fincas 1-2-3-4), Cedral 2 (fincas 1-4-5) y La Rodríguez (fincas 1-2-3-4-5). La forma circular irregular fue descrita en Campoverde (fincas 3-4), Cedral 1 (finca 5), Cedral 2 (fincas 2-3) y El Volante (fincas 4-5). La forma de colonia circular aterciopelado (figura 5) fue encontrada en Playas (fincas 1-2-3), la forma irregular (figura 6) en El Volante (fincas 1-2) y ovalada en Silos (finca 1).



**Gráfico 5.** Forma de colonia microbiana en suelos compactados de la zona de Cedege, Babahoyo, 2024.

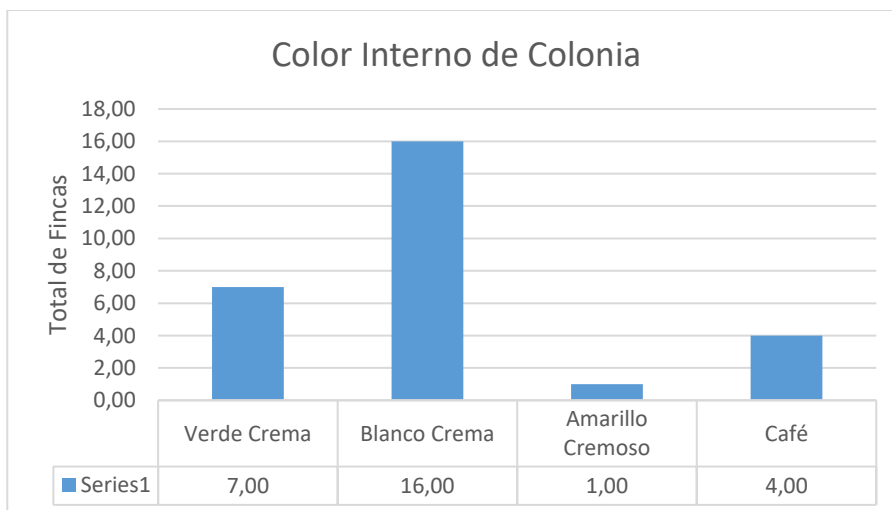


Fig 5. Forma Circular terciopelo en colonias Cedege, Babahoyo, 2024.



Fig 6. Forma irregular en colonias Cedege, Babahoyo, 2024.

En color de la parte interior, media y borde de la colonia (Grafico 6) se observan cuatro tonalidades, blanco cremoso presente en Campoverde (fincas 1-2-3), Cedral 1 (fincas 3-5), Cedral 2 (fincas 2-3-4), La Rodríguez (fincas 3-4-5, figura 7), Playas (fincas 1-3), El Volante (fincas 1-5) y Silos (finca 1). La tonalidad amarillo cremoso solo se presentó en el sector El Volante (finca 2, figura 8), mientras que el color café en Campoverde (finca 5), Cedral 1 (finca 4), Cedral 2 (finca 1) y el Volante (finca 4). En el caso de la tonalidad verde crema fue visible en las muestras provenientes de Campoverde (finca 4), Cedral 1 (finca 1-2), Cedral 2 (finca 5), La Rodríguez (fincas 1-2) y Playas (finca 2).



**Gráfico 6.** Forma de colonia interna microbiana en suelos compactados de la zona de Cedege, Babahoyo, 2024.



Figura 7. Color blanco cremoso en colonias Cedege, Babahoyo, 2024.



Figura 8. Color amarillo cremoso en colonias Cedege, Babahoyo, 2024.

#### 4.1.4. Conteo de las Unidades formadoras de colonias

En la tabla 2 (Ver anexo 1) se presentan los valores del conteo de unidades formadoras de colonias (UFC's) contabilizados en cada uno de los diferentes grupos de microorganismos presentes en los suelos de las fincas.

En bacterias el valor promedio de población fue  $5,46 \times 10^5$  UFC's, en este caso se presentó mayor población en el sector Playas (finca 3) con  $6,68 \times 10^5$  UFC's y menor población en Cedral 1 (finca 5) con  $3,71 \times 10^5$  UFC's, el coeficiente de variación fue 15,63 % (figura 9).

El conteo poblacional de hongos mostró un promedio general de  $5,03 \times 10^4$  UFC's, con mayor conteo en el sector Playas (finca 2) con  $6,48 \times 10^4$  UFC's y menor valor en Cedral 1 (finca 5)  $3,42 \times 10^4$  UFC's, con un CV 15,64 % (figura 10).

Para actinomicetos el promedio general encontrado fue  $8,55 \times 10^6$  UFC's, con máximo de  $9,98 \times 10^6$  UFC's en el sector Cedral 2 (finca 2) y un mínimo de  $6,04 \times 10^6$  UFC's en el sector Cedral 1 (finca 5), con un coeficiente de variación de 12,67 % (figura 11).

En el caso de Celulolíticos-Levaduras el promedio  $1,30 \times 10^6$  UFC's, el mayor fue contabilizado en el sector Playas (finca 2) con  $1,68 \times 10^6$  UFC's, mientras los sectores Cedral 1 (finca 5) y La Rodríguez (finca 5) tuvieron menor valor ( $0,89 \times 10^6$  UFC's). El coeficiente de variación fue 15,62 % (figura 12).

El conteo poblacional de Fijadores de Nitrógeno representó un promedio general de  $4,33 \times 10^2$  UFC's, con mayor conteo en el sector Playas (finca 2) con  $5,59 \times 10^2$  UFC's y menor valor en Cedral 1 (finca 5)  $2,94 \times 10^2$  UFC's, con un CV 15,64 % (figura 13).

Para Solubizadores de fósforo el promedio general encontrado fue  $4,13 \times 10^5$  UFC's, con máximo de  $5,33 \times 10^5$  UFC's en el sector Playas (finca 2) y un mínimo de  $3,09 \times 10^5$  UFC's en el sector El Volante (finca 5), con un coeficiente de variación de 15,62 % (figura 14).

Figura 9. Diagrama de dispersión de UFC's Bacterias, Babahoyo, 2024.

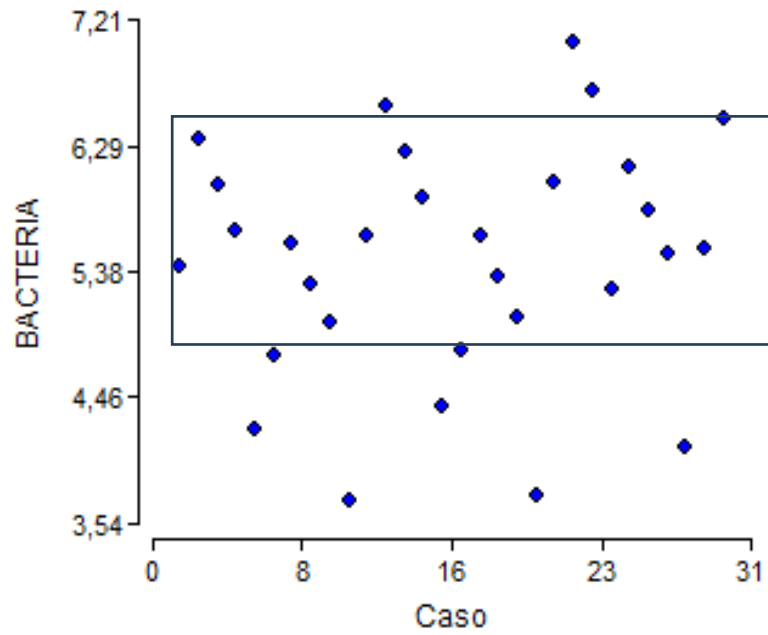


Figura 10. Diagrama de dispersión de UFC's por hongos, Babahoyo, 2024

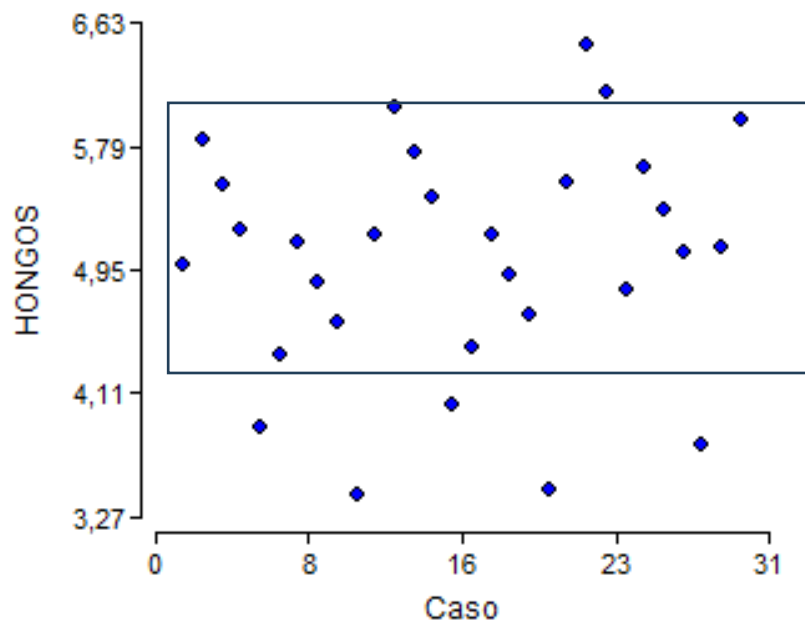


Figura 11. Diagrama de dispersión de UFC's actinomicetos, Babahoyo, 2024.

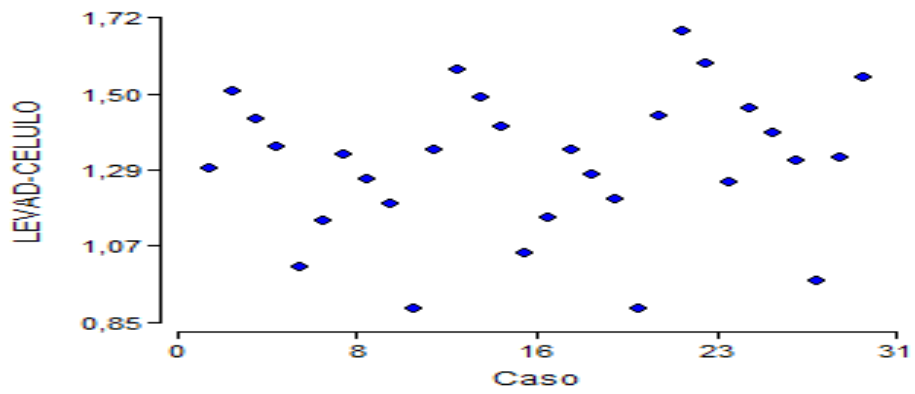


Figura 12. Diagrama de dispersión de UFC's levaduras, Babahoyo, 2024.

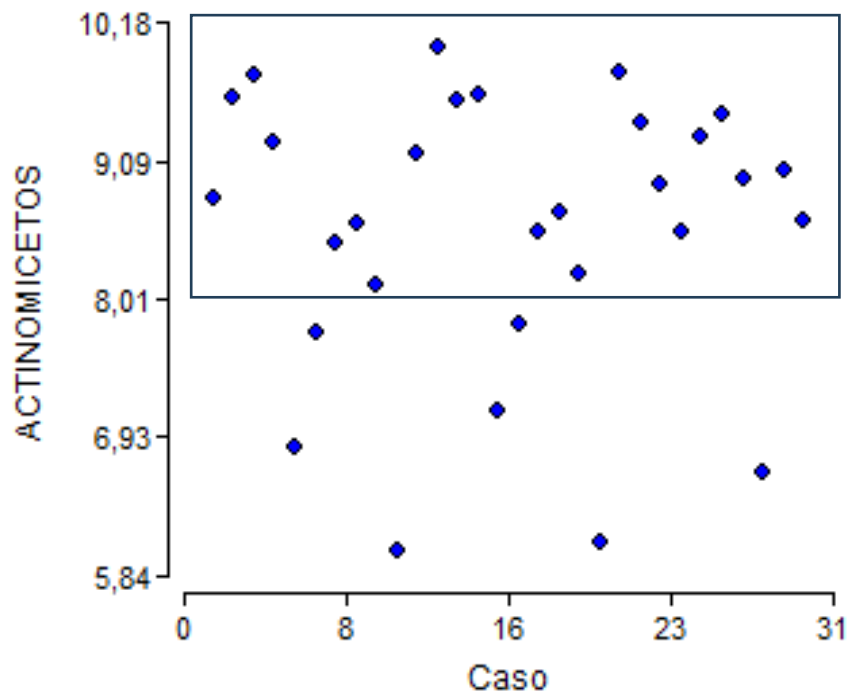


Figura 13. Diagrama de dispersión de UFC's fijadores de nitrogeno, Babahoyo, 2024.

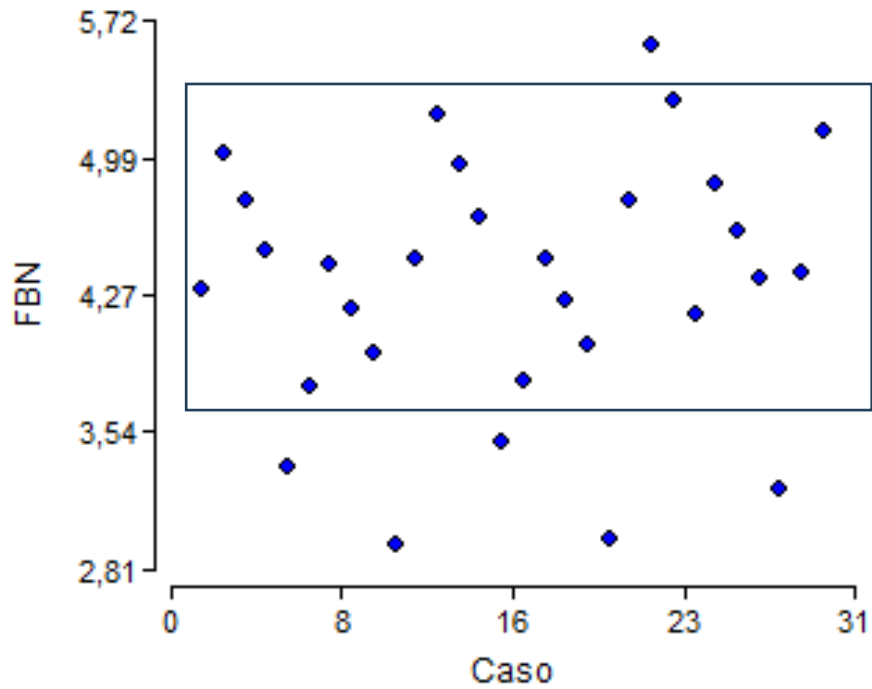


Figura 14. Diagrama de dispersión de UFC's solubizadores, Babahoyo, 2024.

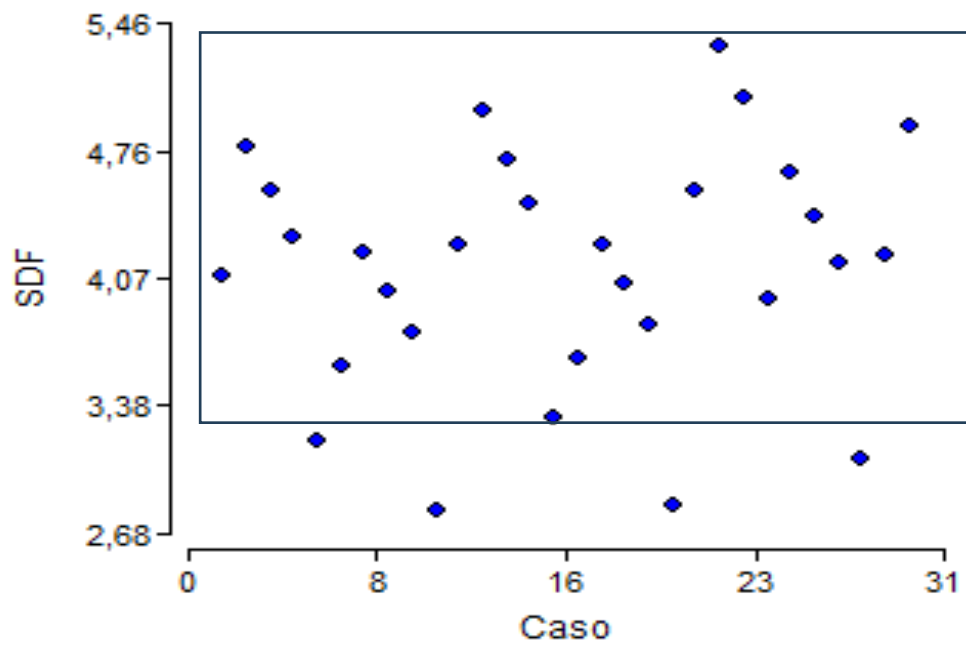
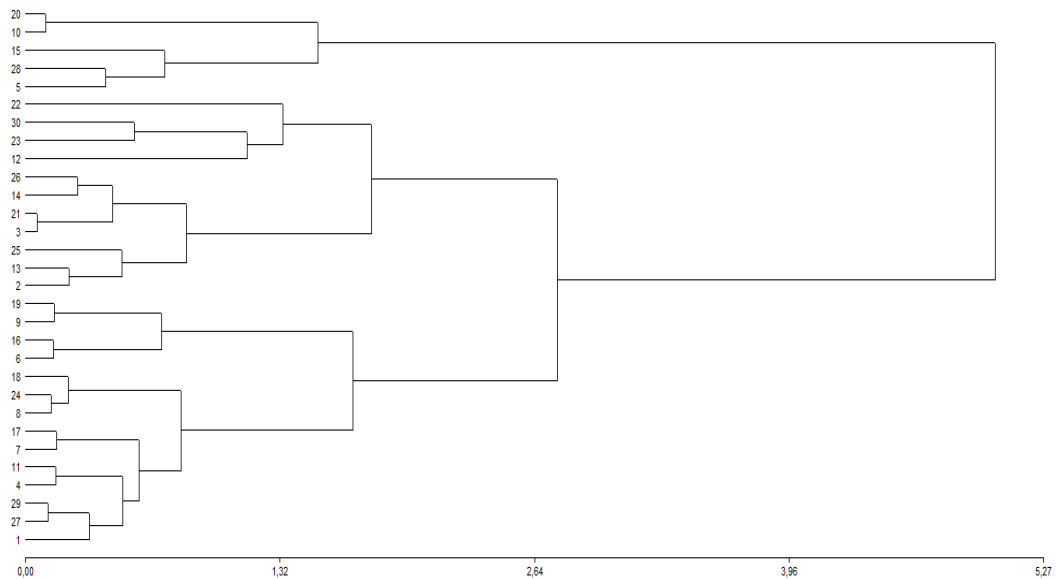




Figura 15. Análisis de conglomerado de valores UFC's por microorganismos, Babahoyo, 2024.



#### 4.1.5. Identificación de los posibles géneros de hongos aislados

En el gráfico se detallan los géneros de hongos aislados en las muestras colectadas en las diversas fincas. Los géneros *Phytophthora* y *Phytium* se encontraron en el 100% de las fincas muestreadas, *Alternaria* 83,3%, *Fusarium* 66,7%, *Aspergillus* 66,7%, *Curvularia* 50%, *Saccharomyces* 33,3%, *Mucor* 33,3%, *Verticillium* 23,3%, *Trichoderma* 16,7%, *Rhizophagus* 16,7%, *Rhizopus* 16,7%, *Botrytis* 10%, *Rhizoctonia* 10%, *Glomus* 10%, *Penicillium* 6,7% y *Gigaspora* 6,7%. En bacterias *Bacillus* presento mayor dominio.

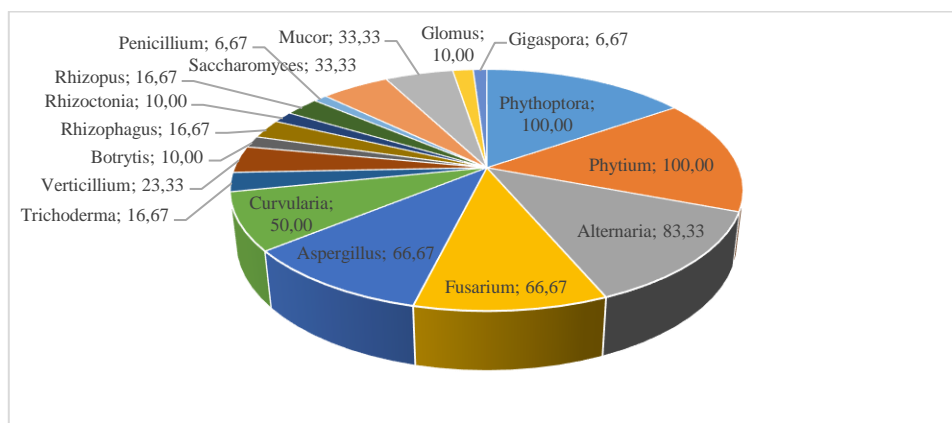


Gráfico 7. Identificación de géneros de hongos presentes en flora microbiana en suelos compactados de la zona de Cedege, Babahoyo, 2024.

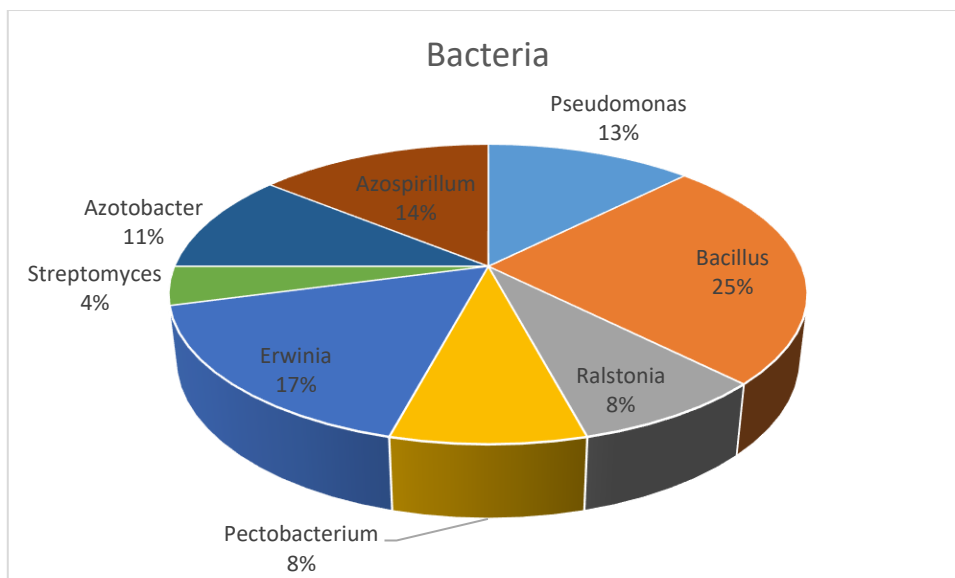


Gráfico 8. Identificación de géneros de bacterias presentes en flora microbiana en suelos compactados de la zona de Cedege, Babahoyo, 2024.

#### 4.1.6. Determinación de la diversidad de hongos y bacterias mediante metagenómica

En la figura 16 se presentan los resultados de los análisis metagenómicos realizados para el presente trabajo.

En lo referente a la prueba de ADN (ácido desoxirribonucleico) se enviaron tres muestras a los laboratorios de Biosequence. A estas, muestras se aplicó secuenciación de nueva generación que incluye: amplificación, mediante reacción en cadena de la polimerasa (PCR, siglas en inglés), de segmentos de los genes ribosómicos 16S (regiones V3 y V4) de bacterias y 18S (ITS) de hongos, usando primers universales para cada microorganismo.

En este caso la muestra uno mostró un total de 1650 pb (par de bases) que indica una concordancia completa de una base de cadena, siendo esta aproximada a un grupo específico de organismo. En la muestra dos se registró un total de 1000 pb y la muestra tres 500 pb, lo que indica que la muestra no presenta suficiente cantidad de unidades de medición, esto genera dificultades en la medición. Esto indica gran diversidad de especies para la muestra uno y dos, no así en la muestra restante.

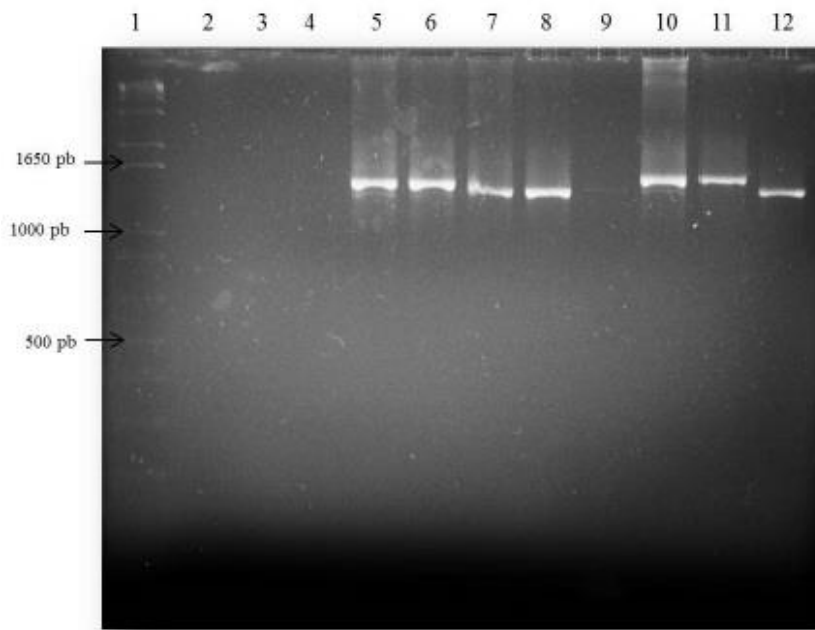


Figura 16. Análisis de ADN y combinación de pares. Babahoyo, 2024.

En la figura 17 se detallan todos los grupos encontrados en la medición del genoma colectado, en este sentido se amplificó tres grupos de microorganismos: bacterias, hongos y Celulolíticos. Al realizar el barrido por primers se contabilizó más de 100 posibles combinaciones de especies, con un máximo de 165 individuos.

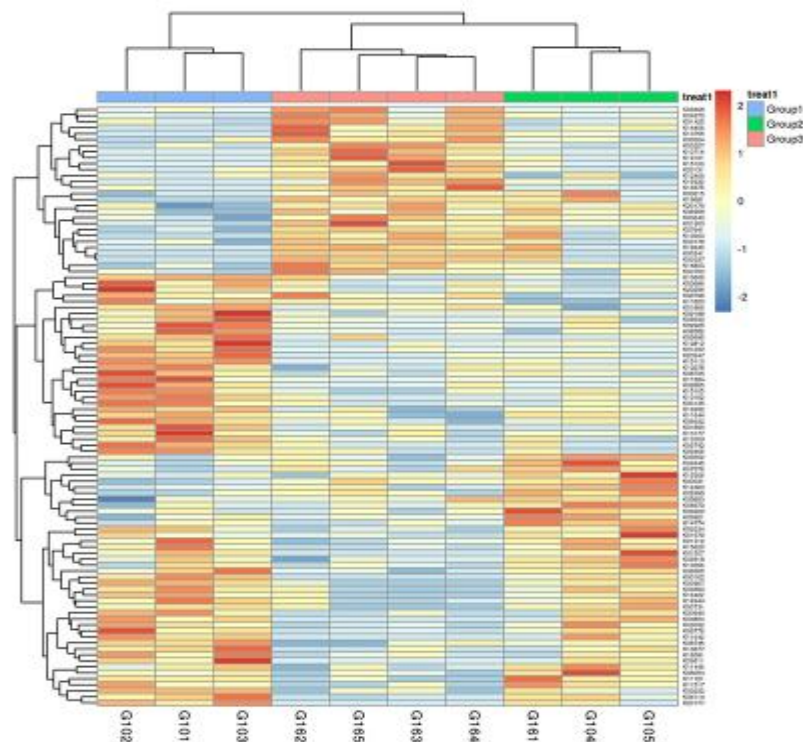


Figura 17. Estudio de diversidad cuantitativa de microorganismos en suelos compactados de la zona de Cedege. Babahoyo, 2024.

## 4.2. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en la presente investigación demuestran que la compactación de suelo incide en las propiedades biológicas de los suelos de los sectores muestreados.

En materia orgánica se encontró niveles considerados medios según la escala de Walkley y Black, sin embargo, estos valores pueden ser engañosos, ya que la materia orgánica tiende a ser mayor en suelos que se encuentra bajo saturación de agua. Además, en varias fincas se observó valores cercanos al 2 % el cual se considera bajo, con solo cuatro fincas por arriba del valor 3 %, el cual se considera alto para suelos tropicales de alta rotación. Esto concuerda con lo manifestado por Molina (2007) quien indica que los suelos con menos de 2 % de materia orgánica tienen bajo contenido, pero para suelos tropicales un nivel de 3 % se considera ideal; niveles inferiores de 2 %, no permiten estimar las reservas de N, P y S en el suelo, y su comportamiento en la dinámica de nutrientes.

En carbono orgánico se encontró una relación parecida en los datos de materia orgánica, con solo una finca con un nivel superior a 2 % y un 50 % de fincas al menos con valores inferiores al 1,5 %. Hay que considerar que el suelo es el mayor almacén de CO<sub>2</sub> por emisiones antropogénicas, y si sus niveles en el suelo cambian o se liberan, las poblaciones de microorganismos que utilizan dicho carbono para sus funciones disminuirán en el tiempo. Esto concuerda con Martínez *et al.* (2008) al considerar que las prácticas de manejo pueden afectar la superficie del suelo con los consiguientes efectos en el secuestro de C.

En relación con el carbono orgánico del suelo (COS) de suelo los valores indican que un 50 % de las fincas presentan rangos por debajo de 49 t/ha, el cual es considerado bajo. Esta característica hace que se considere un factor importante en la compactación de suelos, ya que disminución de contenidos de este, generan mayor resistencia a la penetración por parte de aperos. Esto concuerda con lo descrito por Martínez *et al.* (2008) quienes mencionan que el

COS favorece la agregación del suelo y consecuentemente interviene en la distribución del espacio poroso del suelo, afectando diversas propiedades físicas, así como, interviene en las propiedades biológicas, básicamente actuando como fuente energética para los organismos heterótrofos del suelo.

Fue evidente poca presencia de organismos de la macrobiota del suelo, esto se da por cuanto los suelos del sector son trabajados para cultivos de ciclo corto, los cuales al ser preparados exponen estos a la presencia de depredadores. Esto concuerda con Cabrera (2012) quien indican que la macrobiota o macrofauna del suelo, incluye los invertebrados del suelo mayores de 2 mm de diámetro. Tanto su riqueza taxonómica como su densidad, biomasa y composición funcional cambian en dependencia del efecto de diversos usos y manejos de la tierra. Además, estimar niveles se vuelve difícil en función del grado de funcionamiento del medio edáfico.

La cuantificación de microorganismos tales como: bacterias, hongos, actinomiceto, celulolíticos-levaduras, fijadores de nitrógeno (FBN) y solubizadores de fósforo (SF); presento un rango de niveles muy variable. Esto identifica que existe un sinnúmero de factores que afectan la multiplicación de estos organismos en las diferentes fincas, entre estos la compactación de suelos. Esto concuerda con la manifestado por Reyes y Valery (2007), quienes indican que la densidad y diversidad de microorganismos son susceptibles a variar dependiendo de las propiedades fisicoquímicas del suelo, de su manejo y de las condiciones ambientales, y principalmente son afectadas por el contenido de materia orgánica del suelo o el COS; no existiendo valores referenciales para determinar niveles, sino cuantificar para cada sector en específico.

En cuanto a la riqueza específica se encontraron en las muestra colectadas de manera directa 17 géneros de hongos y 8 de bacterias. En el caso de hongos *Phytium* y *Phythoptora* estuvieron presentes en el total de fincas muestreadas, *Alternaria* y *Fusarium* en otras, y *Penicillium* con menor presencia. En bacterias *Bacillus* estuvo en todas la muestras y en menor cantidad *Streptomyces*. Esto concuerda de manera parcial con Guerrero (2021) quien en su investigación sobre microorganismos presentes en suelos agrícolas encontró, bacterias con mayor frecuencia del género *Bacillus*, actinomicetos del género

*Agromyces* y *Streptomyces*; en hongos, se encontraron, con mayor frecuencia, el género de *Fusarium*, *Trichoderma* y *Paecilomyces*.

En el análisis metagenómico al realizar el barrido por primers se contabilizó más de 100 posibles combinaciones de especies, con un máximo de 165 individuos. Estos datos son contrastables por los encontrados por Llivicura y Pañi (2017) quienes en dos sistemas de manejo hortícola - orgánico/convencional- presentan una diversidad y composición similar a nivel de comunidades; no obstante, se desconoce el nivel taxonómico (bacterias y hongos); así como los descrito por Ávila y Quito (2019) quienes indican que las condiciones de manejo de suelos tiene relación directa con la carga microbiana de los sectores, donde el uso de técnicas moleculares permite una mayor cuantificación de especies. Además, Vilatuña (2019) indica que el uso de metagenómica en el estudio de suelos con barridos de ampliación 1400pb mejoran la capacidad de obtención de mayor diversidad en la muestra.

## CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

Respecto a todos los resultados obtenidos se llega a la conclusión de:

1. Los contenidos de materia orgánica, carbonos orgánicos y carbono orgánico del suelo son muy variables entre las fincas muestreadas. Todas las fincas presentaron niveles medios de materia orgánica según escala, sin embargo, el COS tuvo solo un 50 % de fincas en nivel medio.
2. El reporte indica una baja población de macrobiota-macrofauna en las muestras extraídas, siendo la presencia de coleópteros y sinfílidos más visible en estas.
3. La cuantificación de microorganismos como: bacterias, hongos, actinomiceto, celulolíticos-levaduras, fijadores de nitrógeno (FBN) y solubizadores de fósforo (SF), se presentó en todas las fincas muestreadas en mayor o menor medida; sin tener a la fecha un rango de valoración para determinar su contenido.
4. Los géneros de hongos encontrados en las muestras de los suelos compactados fueron: *Phytophthora*, *Phytium*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Curvularia*, *Mucor*, *Saccharomyces*, *Verticillium*, *Trichoderma*, *Rhizophagus*, *Rhizopus*, *Botrytis*, *Rhizoctonia*, *Glomus*, *Penicillium* y *Gigaspora*.
5. Los géneros de bacterias reportados en las muestras de los suelos compactados fueron: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Ralstonia*, *Pectobacterium*, *Erwinia*, *Streptomyces*, *Azotobacter* y *Azospirillum*.
6. El análisis metagenómico indica gran diversidad de especies para la muestra uno (Playas finca 3) y dos (Volante finca 2), no así en la muestra restante (Cedral 1 finca 5). Además, se amplificó tres grupos de microorganismos: bacterias, hongos y Celulolíticos, con un máximo posible de 165 individuos.

## **5.2. Recomendaciones**

En base a lo antes expuesto en las conclusiones se recomienda que:

1. Realizar muestreos para determinar los niveles de microbiomas en los suelos agrícolas y determinar su grado de afectación.
2. Utilizar prácticas agrícolas que favorezcan la conservación y aumento, tanto de materia orgánica del suelo (COS), como de microbiota del suelo.
3. Realizar trabajos de investigación para identificar las afectaciones causadas al microbioma del suelo y sus efectos sobre las propiedades biológicas del mismo.



## REFERENCIAS

- Aguilera, S; María, S. 2000. Importancia de la protección de la materia orgánica en suelos (en línea). Consultado 6 ene. 2024. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121065>.
- Aguirre, SE; Piraneque, NV; Díaz, CJ. 2019. Valoración del Estado del Suelo en Zona de Bosque Seco Tropical Mediante Técnicas Analíticas y Cromatogramas (en línea). CIT Información Tecnológica 30(6):337–350. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000600337>.
- Ávila, J; Quito, D. 2019. Identificación de la biodiversidad fúngica a través de análisis metagenómico del suelo en el área de la concesión minera loma larga Azuay - ecuador. Tesis de Grado Ingeniero Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. 115p.
- Barrios, MB; María, Y; Sandoval, C. 2024. Caracterización de hongos presentes en suelos con usos contrastantes (en línea, sitio web). Disponible en <https://revistafcaunlz.gramaweb.com.ar/wp-content/uploads/2018/03/Barrios-y-Sandoval.pdf>.
- Barnett, H., y Hunter, B. (1998). Illustrated genera of imperfect fungi (4a ed.).
- Bautista, F., D. Palma-López, W. Huchin-Malta, 2005. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/David-Palma/publication/313757781\\_Actualizacion\\_de\\_la\\_clasificacion\\_de\\_los\\_suelos\\_de\\_estado\\_de\\_Yucatan/links/599b2edca6fdcc500349b9d9/Actualizacion-de-la-clasificacion-de-los-suelos-del-estado-de-Yucatan.pdf](https://www.researchgate.net/profile/David-Palma/publication/313757781_Actualizacion_de_la_clasificacion_de_los_suelos_de_estado_de_Yucatan/links/599b2edca6fdcc500349b9d9/Actualizacion-de-la-clasificacion-de-los-suelos-del-estado-de-Yucatan.pdf).
- Borràs, C. (2017). La importancia de los suelos. [ecologiaverde.com](http://ecologiaverde.com). Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/la-importancia-de-los-suelos-573.html>
- Cabrera, G. 2012. La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Revista Pastos y Forrajes, 35(4):349-364. ISSN 0864-0394

- Cordova, J; Valverde, F. 2003. Evaluación de la erosión causada por labranza con arado y rastra en Carchi – Ecuador. In memorias: VIII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito-Ecuador. 9p.
- Diaz, RR. 1992. Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas (en línea). Revista INIA de Investigaciones Agronómicas 1. Consultado 6 ene. 2024. Disponible en <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/64735c242c1d629bc97c49ec>.
- Docampo, R. 2024. La importancia de la materia orgánica del suelo y su manejo en producción frutícola (en línea, sitio web). Consultado 6 ene. 2024. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/1199/1/128221131113111309.pdf>.
- Dávila Medina, MD; Gallegos Morales, G; Hernández Castillo, FD; Ochoa Fuente, YM; Flores Olivas, A. 2013. Actinomicetos antagónicos contra hongos fitopatógenos de importancia agrícola (en línea). Revista mexicana de ciencias agrícolas 4(8):1187–1196. Disponible en [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000800006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000800006).
- De Salamone, G; Eugenia, I. 2011. Microorganismos del suelo y sustentabilidad de los agroecosistemas (en línea). Revista Argentina de microbiología 43(1):1–3. Consultado 6 ene. 2024. Disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-75412011000100001&script=sci\\_arttext&tIng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-75412011000100001&script=sci_arttext&tIng=en).
- Espinoza, Y. 2010. Efecto de la labranza sobre la materia orgánica y tamaño de agregados en un suelo cultivado con maíz en condiciones tropicales (en línea). Bioagro- 22(3):177–184. Consultado 6 ene. 2024. Disponible en [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612010000300002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000300002).

- Espinosa, J. (2014). La erosión en Ecuador, un problema sin resolver. *Siembra*, 1(1), 7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8234808.pdf>
- Fracchia, S. 2002. Hongos saprotrofos del suelo como microorganismos auxiliares de micorrización (Doctoral dissertation, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales). Disponible en: [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n3430\\_Fracchia.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3430_Fracchia.pdf)
- Franco-Correa, M. 2009. Utilización de los actinomicetos en procesos de biofertilización (en línea). *Revista peruana de biología* 16(2):239–242. Consultado 6 ene. 2024. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332009000200019&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332009000200019&script=sci_arttext).
- G., ... Frisvad, J. C. (2014). Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in Mycology*, 78(1), 343– 371. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.09.001>
- Guerrero, B. 2021. Investigan la microbiota de los suelos agrícolas de las Escuelas de Campo de Producción para el Bienestar. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Disponible en <https://www.gob.mx/inifap/articulos/investigan-la-microbiota-de-los-suelos-agricolas-de-las-escuelas-de-campo-de-produccion-para-el-bienestar#:~:text=En%20la%20microbiota%20del%20suelo,pr%C3%A1ctica%20de%20una%20agricultura%20sostenible>. Consultado 07-03-2024.
- Guzmán Cedeño, ÁM; Zambrano Pazmiño, DE; Rondón, AJ; Laurencio Silva, M; Pérez Quintana, M; León Aguilar, R; Rivera Fernández, R. 2014. Aislamiento, selección y caracterización de hongos celulolíticos a partir de muestras de suelo en Manabí-Ecuador (en línea). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 46(2):177–189. Disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652014000200013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1853-86652014000200013&script=sci_arttext).

- Heredia Abarca, G., & Mota, R. A. 2008. Hongos saprobios y endomicorrizógenos en suelos. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. Instituto de Ecología AC (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INESEMARNAT). Xalapa, México, 193-213. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-Heredia-2/publication/242718990\\_Hongos\\_saprobios\\_y\\_endomicorrizogenos\\_en\\_suelos/links/0deec5399b5fb37561000000/Hongos-saprobios-y-endomicorrizogenos-en-suelos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gabriela-Heredia-2/publication/242718990_Hongos_saprobios_y_endomicorrizogenos_en_suelos/links/0deec5399b5fb37561000000/Hongos-saprobios-y-endomicorrizogenos-en-suelos.pdf)
- INTA 2005 Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012007392013000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012007392013000100006&script=sci_arttext).
- Julca-Otiniano, A; Meneses-Florián, L; Blas-Sevillano, R; Bello-Amez, S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencia DE Su Uso en la agricultura (en línea). *Idesia* 24(1):49–61. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-34292006000100009>.
- Kirk, P., Cannon, P., Minter, D., y Stalpers, J. (2008). *Dictionary of the fungi* (10a ed.).
- Llivicura, M; Pañi, M. 2017. Metagenómica de las comunidades microbianas en suelos hortoflorícolas bajo sistemas de manejo orgánico y convencional. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. 59p.
- Martínez, AE; Chiocchio, VM; Godeas, AM. 2001. Hyphomycetes celulolíticos en suelos DE Bosques DE Nothofagus, Tierra Del Fuego (en línea). *Gayana Botanica* 58(2):123–132. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0717-66432001000200003>.
- Martínez, E; Fuentes, J; Acevedo, E. 2008. Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista Científica Suelo y Nutrición vegetal*, 8(1):68-96. ISSN 0718-2791 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27912008000100006>

- Molina, E. 2007. Análisis de suelos y su interpretación. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 8p.
- Moratto, C; Martínez, LJ; Valencia, H; Sánchez, J. 2005. Efecto del uso del suelo sobre hongos solubilizadores de fosfato y bacterias diazotróficas en el páramo de Guerrero (Cundinamarca) (en línea). *Agronomía colombiana* 23(2):299–309. Consultado 6 ene. 2024. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99652005000200015&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-99652005000200015&script=sci_arttext).
- Morell, F; Hernández, A; Borges, Y; Marentes, FL. 2009. La actividad de los hongos micorrízicos arbúsculares en la estructura del suelo (en línea). *Cultivos tropicales* 30(4):00–00. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362009000400014&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362009000400014&script=sci_arttext).
- Mueller, G. M., Bills, G. F., y Foster, M. S. (2004). *Biodiversity of Fungi: Inventory and Monitoring Methods*. Elsevier Academic Press. <https://doi.org/9780125095518>
- Nguyen, N., Tandy, W., Pop, M., y White, B. (2016). A perspective on 16S rRNA operational taxonomic unit clustering using sequence similarity. *Biofilms and Microbiomes*, (March), 8. <https://doi.org/10.1038/npjbio>
- Pacasa-Quisbert, F; Loza-Murguía, MG; Bonifacio-Flores, A; Vino-Nina, L; Serrano-Canaviri, T. 2017. Comunidad de hongos filamentosos en suelos del Agroecosistema de Kiphakiphani, Comunidad Choquenaira-Viacha (en línea). *Journal of the Selva Andina Research Society* 8(1):2–25. Disponible en [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942017000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942017000100002&script=sci_arttext).
- Pineda, B; M. E. 2014. Hongos solubilizadores de fosfato en suelo de páramo cultivado con papa (*Solanum tuberosum*) (en línea). *Ciencia en desarrollo* 5(2):145–154. Consultado 6 ene. 2024. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-74882014000200009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-74882014000200009&script=sci_arttext).

- Reyes, I; Valery, A. 2007. Efecto de la fertilidad del suelo sobre la microbiota y la promoción del crecimiento del maíz (*Zea mays L.*) con *Azotobacter spp.*. Revista Bioagro, 19(3):117-126. ISSN 1316-3361
- Rodríguez, T; Colina, E; Castro, C; Rojas, N. 2022. Evaluación de las bacterias *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens* en maíz híbrido (*Zea mays L.*), en la zona de Babahoyo. Memoria Científica del Primer Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias –CICAP 2021. Babahoyo, Ecuador. p18.
- Silva, IAA. 2024. La materia orgánica del suelo (en línea, sitio web). Consultado 6 ene. 2024. Disponible en <http://bibliofagro.pbworks.com/f/materia+organica+del+suelo.pdf>.
- Samson, R. A., Visagie, C. M., Houbraeken, J., Hong, S. B., Klaassen, C. H. W., Perrone, Madigan, M., Martinko, J., Stahl, D., y Clark, D. (2011). Brock Biology of Microorganism (13a ed.). Benjamin Cummings.
- Silvia., B; Cecilia, S. 2024. Microorganismos del suelo (en línea, sitio web). Consultado 6 ene. 2024. Disponible en [http://www2.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/parte\\_de\\_unidades\\_10\\_y\\_11\\_microorganismos\\_del\\_suelo.pdf](http://www2.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo.pdf).
- Vela Correa, G; López Blanco, J; Rodríguez, M; Chimal Fernández, A. 2009. Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. Revista Investigación Geográfica, 77(2):18-30. ISSN 2448-7279
- Vilatuña, F. 2019. Determinación de la microbiota del suelo en dependencia de la altitud y especies vegetales cultivadas. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 96p.
- Walkey, A; Black, I. 1947. An examination of the deghareff method for determining soil organic and a proposed modification of chromic acid titration method. Soil Science, 37(1):29-38.

Watanabe, T. (2010). Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi. America.  
[https://doi.org/10.1002/1521-  
3773\(20010316\)40:6<9823::AIDANIE9823>3.3.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1521-3773(20010316)40:6<9823::AIDANIE9823>3.3.CO;2-C)

## ANEXOS



Fig 1. Crecimiento de microorganismo en caja petri

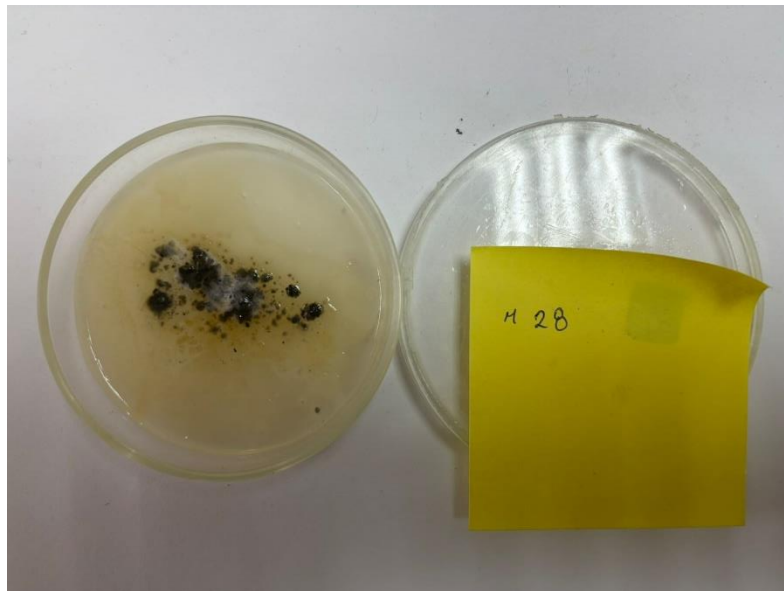


Fig 2. Crecimiento de colonia de microorganismos en caja petri





Fig 3. Caja Petri sin crecimiento de microorganismos.

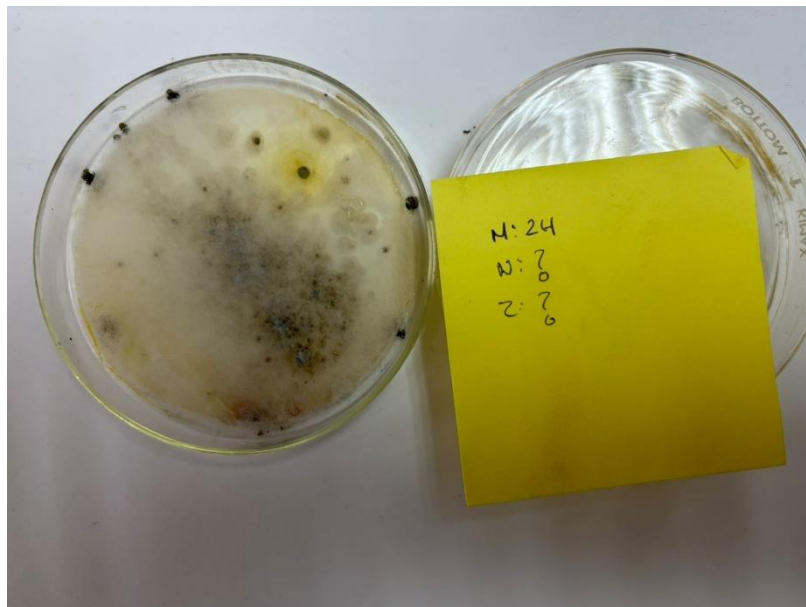


Fig 4. Color externo e interno de colonias de microorganismos.

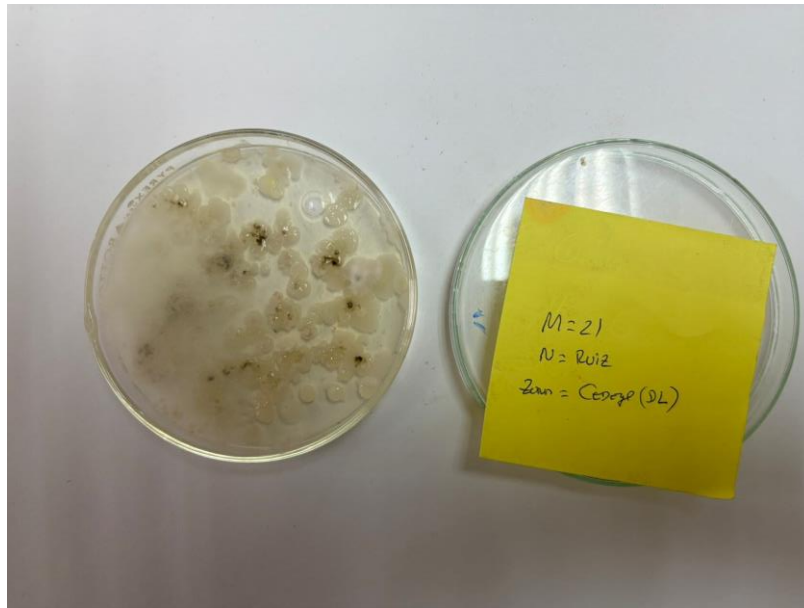


Fig 5. Forma de colonia de microorganismos.

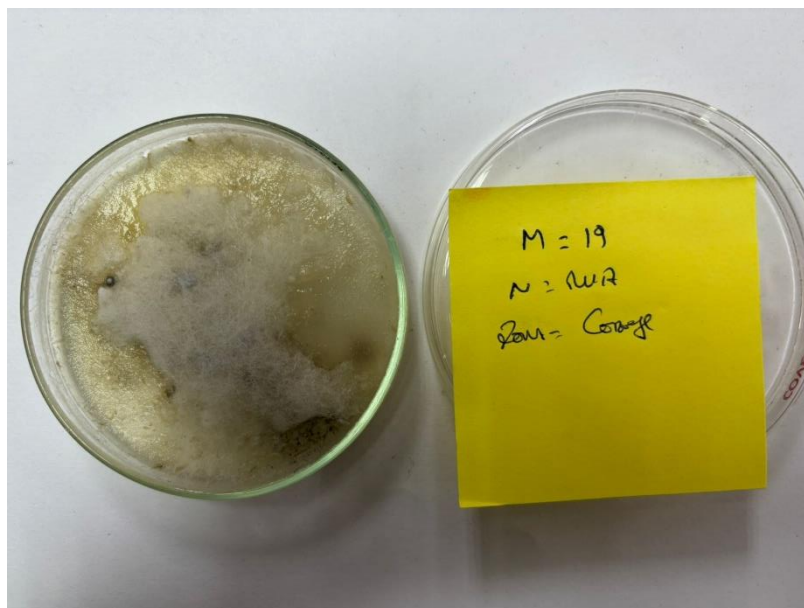


Fig 6. Textura de colonias de microorganismos.



Fig 7. Observación y clasificación de muestras.



Fig 8. Observación y cuantificación de macrobiota.



Fig 9. Colocación de medios de cultivo en cámara de germinación.

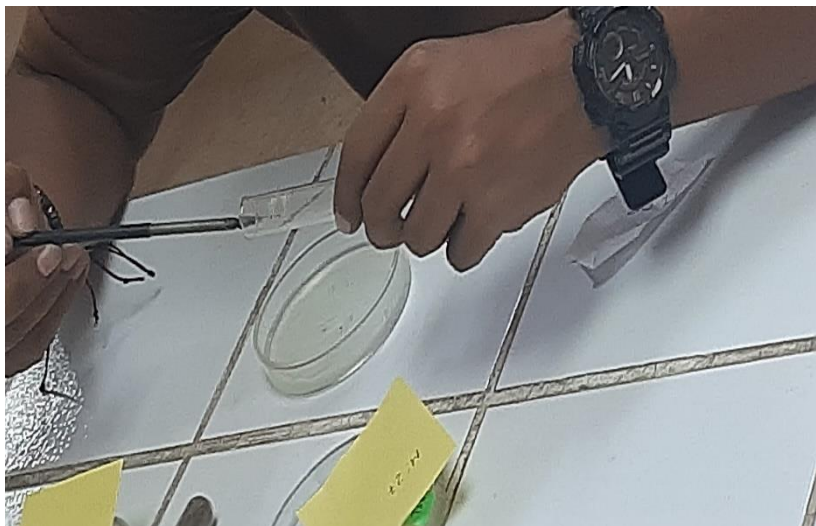


Fig 10. Siembra de microorganismos en medio de cultivo.





Fig 11. Siembra de microorganismos en medio de cultivo.

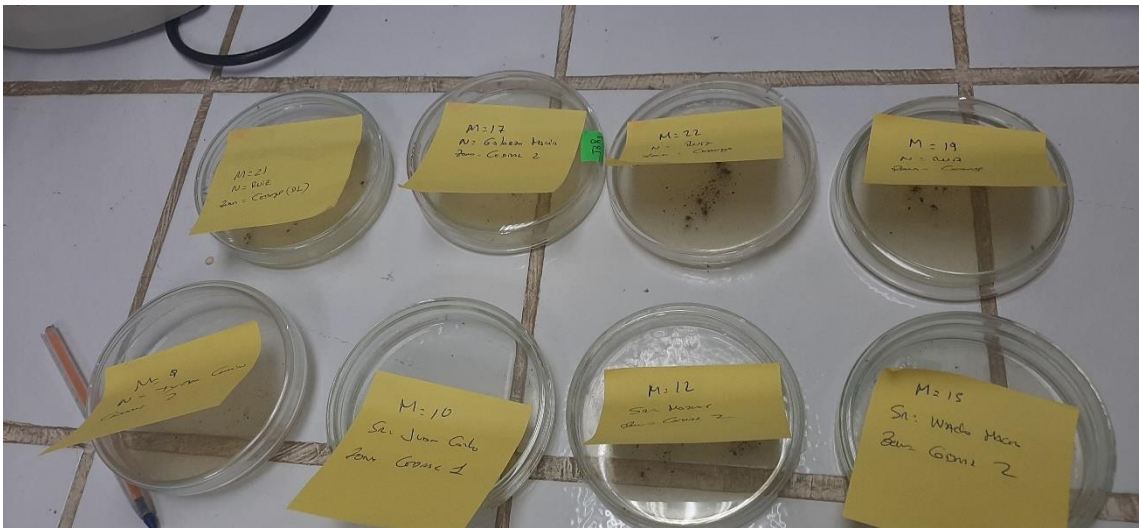


Fig 12. Clasificación y rotulación de cajas petri.

**Tabla 2.** Conteo de las Unidades formadoras de colonias (UFC's) en suelos compactados de la zona de Cedege. Babahoyo 2024.

	SECTOR	Bacteria	Hongo	Actinomiceto	Celulolítico	Fijadores	Solubizadore
		x10 <sup>5</sup>	x10 <sup>4</sup>	x10 <sup>6</sup>	x10 <sup>6</sup>	x10 <sup>2</sup>	x10 <sup>5</sup>
					UFC's x gss		
1	1	5,41	4,98	8,8	1,29	4,29	4,09
2	2	6,33	5,83	9,59	1,51	5,02	4,79
3	3	6,01	5,53	9,77	1,43	4,76	4,54
4	4	5,68	5,23	9,24	1,35	4,50	4,29
5	5	4,22	3,88	6,86	1,01	3,35	3,19
6	Cedral-1.1	4,76	4,38	7,74	1,14	3,78	3,60
7	Cedral-1.2	5,57	5,13	8,44	1,33	4,42	4,21
8	Cedral-1.3	5,28	4,86	8,60	1,26	4,19	4,00
9	Cedral-1.4	5,00	4,60	8,13	1,19	3,96	3,78
10	Cedral-1.5	3,71	3,42	6,04	0,89	2,94	2,81
11	Cedral-2.1	5,63	5,18	9,15	1,34	4,46	4,25
12	Cedral-2.2	6,58	6,06	9,98	1,57	5,22	4,98
13	Cedral-2.3	6,25	5,75	9,57	1,49	4,95	4,72
14	Cedral-2.4	5,91	5,44	9,61	1,41	4,68	4,47
15	Cedral-2.5	4,39	4,04	7,14	1,05	3,48	3,32
16	Rodriguez-1	4,81	4,43	7,82	1,15	3,81	3,64
17	Rodriguez-2	5,63	5,18	8,53	1,34	4,46	4,25
18	Rodriguez-3	5,34	4,91	8,68	1,27	4,23	4,04
19	Rodriguez-4	5,05	4,65	8,21	1,20	4,00	3,82
20	Rodriguez-5	3,75	3,45	6,10	0,89	2,97	2,84
21	Playas-1	6,02	5,54	9,79	1,44	4,77	4,55
22	Playas-2	7,04	6,48	9,38	1,68	5,59	5,33
23	Playas-3	6,68	6,15	8,90	1,59	5,30	5,05
24	Volante-1	5,24	4,82	8,53	1,25	4,16	3,96
25	Volante-2	6,13	5,64	9,29	1,46	4,86	4,64
26	Volante-3	5,82	5,36	9,46	1,39	4,61	4,40
27	Volante- 4	5,50	5,07	8,95	1,31	4,36	4,16
28	Volante-5	4,09	3,76	6,65	0,97	3,24	3,09
29	Silos-1	5,54	5,10	9,01	1,32	4,39	4,19
30	Silos-2	6,48	5,97	8,63	1,55	5,14	4,90

Promedio	5,46	5,03	8,55	1,30	4,33	4,13
Coefficiente Variaci	15,63	15,64	12,67	15,62	15,64	15,62
Desviación	0,85	0,79	1,08	0,20	0,68	0,65
Chi Cuadrado	0,93	0,74	0,18	0,99	0,17	0,64

**Cuadro 1.** Contenido de materia orgánica y COS

%d	%d	%d	%d	%d
Cedege	Campoverde-1	2,38	1,38	50,83
Cedege	Campoverde-2	2,18	1,26	48,45
Cedege	Campoverde-3	2,43	1,41	47,26
Cedege	Campoverde-4	2,13	1,23	43,63
Cedege	Campoverde-5	2,28	1,32	47,9
Cedege	Cedral-1.1	2,65	1,54	53,49
Cedege	Cedral-1.2	2,6	1,51	59,27
Cedege	Cedral-1.3	2,5	1,45	55,25
Cedege	Cedral-1.4	2,43	1,41	54,01
Cedege	Cedral-1.5	2,85	1,65	61,99
Cedege	Cedral-2.1	2,2	1,28	45,56
Cedege	Cedral-2.2	2,7	1,57	56,38
Cedege	Cedral-2.3	2,25	1,31	47,77
Cedege	Cedral-2.4	3,03	1,75	62,11
Cedege	Cedral-2.5	3,25	1,89	70,13
Cedege	Rodriguez-1	2,58	1,49	52,87
Cedege	Rodriguez-2	3,73	2,16	78,43
Cedege	Rodriguez-3	3,1	1,8	67,43
Cedege	Rodriguez-4	2,45	1,42	54,14
Cedege	Rodriguez-5	2,4	1,39	52,2
Cedege	Playas-1	2,18	1,26	47,31
Cedege	Playas-2	2,4	1,39	50,12
Cedege	Playas-3	2,03	1,17	41,58
Cedege	Volante-1	2,43	1,41	49,79
Cedege	Volante-2	2,23	1,29	47,62
Cedege	Volante-3	2,28	1,32	51,86
Cedege	Volante- 4	2,2	1,28	48,62
Cedege	Volante-5	2,08	1,2	43,69
Cedege	Silos-1	2,15	1,25	45,27
Cedege	Silos-2	2,03	1,17	41,93

**Cuadro 2. Conteo de microorganismos**

SECTOR	BACTERIA	HONGOS	ACTINOMICETOS	LEVAD-CELULO	FBN	SDF
Campoverde-1	5,41	4,98	8,8	1,29	4,29	4,09
Campoverde-2	6,33	5,83	9,59	1,51	5,02	4,79
Campoverde-3	6,01	5,53	9,77	1,43	4,76	4,54
Campoverde-4	5,68	5,23	9,24	1,35	4,5	4,29
Campoverde-5	4,22	3,88	6,86	1,01	3,35	3,19
Cedral-1.1	4,76	4,38	7,74	1,14	3,78	3,6
Cedral-1.2	5,57	5,13	8,44	1,33	4,42	4,21
Cedral-1.3	5,28	4,86	8,6	1,26	4,19	4
Cedral-1.4	5	4,6	8,13	1,19	3,96	3,78
Cedral-1.5	3,71	3,42	6,04	0,89	2,94	2,81
Cedral-2.1	5,63	5,18	9,15	1,34	4,46	4,25
Cedral-2.2	6,58	6,06	9,98	1,57	5,22	4,98
Cedral-2.3	6,25	5,75	9,57	1,49	4,95	4,72
Cedral-2.4	5,91	5,44	9,61	1,41	4,68	4,47
Cedral-2.5	4,39	4,04	7,14	1,05	3,48	3,32
Rodriguez-1	4,81	4,43	7,82	1,15	3,81	3,64
Rodriguez-2	5,63	5,18	8,53	1,34	4,46	4,25
Rodriguez-3	5,34	4,91	8,68	1,27	4,23	4,04
Rodriguez-4	5,05	4,65	8,21	1,2	4	3,82
Rodriguez-5	3,75	3,45	6,1	0,89	2,97	2,84
Playas-1	6,02	5,54	9,79	1,44	4,77	4,55
Playas-2	7,04	6,48	9,38	1,68	5,59	5,33
Playas-3	6,68	6,15	8,9	1,59	5,3	5,05
Volante-1	5,24	4,82	8,53	1,25	4,16	3,96
Volante-2	6,13	5,64	9,29	1,46	4,86	4,64
Volante-3	5,82	5,36	9,46	1,39	4,61	4,4
Volante- 4	5,5	5,07	8,95	1,31	4,36	4,16
Volante-5	4,09	3,76	6,65	0,97	3,24	3,09
Silos-1	5,54	5,1	9,01	1,32	4,39	4,19
Silos-2	6,48	5,97	8,63	1,55	5,14	4,9



Cuadro 3. Forma y tipo de colonia

PROPIETARIO	ZONA	SECTOR	Textura	Color Interno	Forma de colonia	Color Externo y contorno
Hugo Espin	Cedege	Campoverde-1	Algodonosa	Blanco Cremoso	Circular	Gris Pálido
Ruiz Alberto 4	Cedege	Campoverde-2	Algodonosa	Blanco Cremoso	Circular	Gris Pálido
Avero Lucio	Cedege	Campoverde-3	Algodonosa	Blanco Cremoso	Circular Irregular	Gris Pálido
Fierro Mario	Cedege	Campoverde-4	Algodonosa	Verde Crema	Circular Irregular	Verde Claro
Jimenez Julio	Cedege	Campoverde-5	Algodonosa	Café	Circular	Café
Raul Marmolejo	Cedege	Cedral-1.1	Polvorienta	Verde Crema	Circular	Verde Claro
Rile Camilo	Cedege	Cedral-1.2	Polvorienta	Verde Crema	Circular	Verde Claro
Rile Camilo 2	Cedege	Cedral-1.3	Polvorienta	Blanco Cremoso	Circular	Gris Pálido
Tayron Camino	Cedege	Cedral-1.4	Polvorienta	Café	Circular	Café
Juan Carlos	Cedege	Cedral-1.5	Polvorienta	Blanco Cremoso	Circular Irregular	Gris Pálido
Henry Luis Lara	Cedege	Cedral-2.1	Lanosa	Café	Circular	Café
Marcos Garzon	Cedege	Cedral-2.2	Lanosa	Blanco Cremoso	Circular Irregular	Gris Pálido
Elba Camilo	Cedege	Cedral-2.3	Lanosa	Blanco Cremoso	Circular Irregular	Gris Pálido
Humberto Cherne	Cedege	Cedral-2.4	Lanosa	Blanco Cremoso	Circular	Gris Pálido
Wuacho Macias	Cedege	Cedral-2.5	Lanosa	Verde Crema	Circular	Verde Claro
Jairo Melendez	Cedege	Rodriguez-1	Filamentosa	Verde Crema	Circular	Verde Claro
Maria Galarza	Cedege	Rodriguez-2	Filamentosa	Verde Crema	Circular	Verde Claro
Ruiz Alberto	Cedege	Rodriguez-3	Filamentosa	Blanco Cremoso	Circular	Gris Pálido
Ruiz Alberto 2	Cedege	Rodriguez-4	Filamentosa	Blanco Cremoso	Circular	Gris Pálido
Ruiz Alberto 3	Cedege	Rodriguez-5	Filamentosa	Blanco Cremoso	Circular	Gris Pálido
Fernando Gaibor	Cedege	Playas-1	Algodonosa	Blanco Cremoso	Circular Terciopelo	Gris Pálido
Ruiz Alberto 5	Cedege	Playas-2	Algodonosa	Verde Crema	Circular Terciopelo	Verde Claro
Jovani Acurio	Cedege	Playas-3	Algodonosa	Blanco Cremoso	Circular Terciopelo	Gris Pálido
M-01 RC	Cedege	Volante-1	Polvorienta	Blanco Cremoso	Irregular	Gris Pálido
M-02M	Cedege	Volante-2	Polvorienta	Amarillo Cremoso	Irregular	Amarillo
M-03F	Cedege	Volante-3				
M-04 A	Cedege	Volante- 4	Polvorienta	Café	Circular Irregular	Café
M-05P	Cedege	Volante-5	Polvorienta	Blanco Cremoso	Circular Irregular	Gris Pálido
M-06LF	Cedege	Silos-1	Filamentosa	Blanco Cremoso	Ovalada	Gris Pálido
M-07P	Cedege	Silos-2				

Cuadro 4. Géneros Reportados

SECTOR	GENERO 1	GENERO 2	GENERO 3	GENERO 4	GENERO 5	GENERO 6	GENERO 7	GENERO 8	GENERO 9	GENERO 10	GENERO 11	GENERO 12	GENERO 13	GENERO 14	GENERO 15	GENERO 16	GENERO 17
Campoverde-1	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium		Curvularia	Trichoderma			Rhizophagus							
Campoverde-2	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium		Curvularia	Trichoderma			Rhizophagus							
Campoverde-3	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium		Curvularia	Trichoderma			Rhizophagus							
Campoverde-4	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium		Curvularia	Trichoderma			Rhizophagus							
Campoverde-5	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium		Curvularia	Trichoderma			Rhizophagus							
Cedral-1.1	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-1.2	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-1.3	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-1.4	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-1.5	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-2.1	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-2.2	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-2.3	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-2.4	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Cedral-2.5	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium	Aspergillus	Curvularia								Saccharomyces			
Rodriguez-1	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium				Verticillium		Rhizophagus					Mucor		
Rodriguez-2	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium				Verticillium		Rhizophagus					Mucor		
Rodriguez-3	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium				Verticillium		Rhizophagus					Mucor		
Rodriguez-4	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium				Verticillium		Rhizophagus					Mucor		
Rodriguez-5	Phytophthora	Phytium	Alternaria	Fusarium				Verticillium		Rhizophagus					Mucor		
Playas-1	Phytophthora	Phytium			Aspergillus				Botrytis		Rhizoctonia					Glomus	
Playas-2	Phytophthora	Phytium			Aspergillus				Botrytis		Rhizoctonia					Glomus	
Playas-3	Phytophthora	Phytium			Aspergillus				Botrytis		Rhizoctonia					Glomus	
Volante-1	Phytophthora	Phytium	Alternaria		Aspergillus							Rhizopus			Mucor		
Volante-2	Phytophthora	Phytium	Alternaria		Aspergillus							Rhizopus			Mucor		
Volante-3	Phytophthora	Phytium	Alternaria		Aspergillus							Rhizopus			Mucor		
Volante-4	Phytophthora	Phytium	Alternaria		Aspergillus							Rhizopus			Mucor		
Volante-5	Phytophthora	Phytium	Alternaria		Aspergillus							Rhizopus			Mucor		
Silos-1	Phytophthora	Phytium			Aspergillus			Verticillium					Penicillium				Gigaspora
Silos-2	Phytophthora	Phytium			Aspergillus			Verticillium					Penicillium				Gigaspora