

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS EN CONSERVACIÓN
DE SUELOS Y AGUA



DIVERSIDAD DE FUNGI EN CINCO TIPOS DE USO DE SUELO
EN EL CENTRO DE INVESTIGACION Y PRODUCCIÓN
TULUMAYO

Tesis

Para optar el título de:

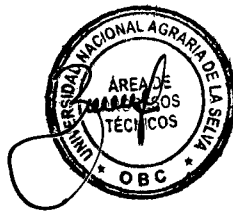
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

ROY STARSKY SUAREZ VELA

PROMOCIÓN 2010 – II

Tingo María – Perú

2014



**T
CSA**

Suarez Vela, Roy Starsky

Densidad de Fungi en cinco tipos de uso de suelo en el centro de Investigación y Producción tulumayo

60 páginas; 08 cuadros; 06 fgrs.; 26 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Conservación de Suelos y Agua) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

**1. FUNGI 2. TIPOS DE USO DE SUELOS 3. MICROCULTIVO
4. RECuento EN PLACA 5. DIVERSIDAD 6. FRECUENCIA**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de enero del 2014, a horas 11:25 a.m. en la Sala de Sesiones del Departamento Académico de Conservación de Suelos y Agua, para calificar la Tesis titulada:

“DIVERSIDAD DE FUNGI DE CINCO TIPOS DE USO DE SUELO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN TULUMAYO”

Presentado por el Bachiller: **ROY STARSKY SUÁREZ VELA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

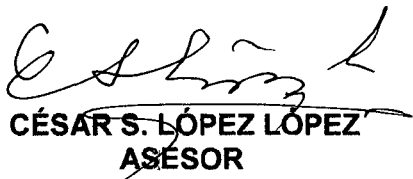
Tingo María, 19 de noviembre del 2014.


Blga. MARIELA MORILLO ALVA
PRESIDENTE




Ing. M.Sc. JOSÉ LEVANO CRISÓSTOMO
VOCAL


Ing. M.Sc. LADISLAO RUIZ RENGIFO
VOCAL


Dr. CÉSAR S. LÓPEZ LÓPEZ
ASÉSOR

DEDICATORIA

A Dios, porque el Señor es mi fuerza
y mi protección, Él es mi salvación.

A mis padres, Luis y Nelly, por el amor incondicional que siempre me han dado, por sus consejos y por sus grandes esfuerzos que hicieron posible mi formación como profesional.

A mi abuelita, Rosa Emilia, y a mis hermanos: Erick y Luis por sus palabras de aliento.

A mi hija Camila Fernanda, motivo de mi superación.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyeron a mi formación profesional.
- Al Ing. M. Sc. Nelino Florida Rofner y al Mblgo. M. Sc. Cesar Samuel López López, por su valiosa colaboración y supervisión de la tesis.
- Al Ing. Richard Sias Rodríguez por su valioso apoyo en el laboratorio de Microbiología General y contribuir en la ejecución del presente trabajo.
- A mi querido hermano Erick Junior Morales Vela, por su apoyo para poder culminar este trabajo.
- A los miembros del jurado de tesis, Blga. Mariella Morillo Alva, Ing. Msc. José Levano Crisóstomo, y al Ing. Ladislao Ruiz Rengifo, por su colaboración en el presente trabajo.
- Al Centro de Investigación y Producción Tulumayo por su apoyo en la ejecución y dirección del presente trabajo.
- A mis amigos, Susana Villacorta Jara, Andrea Argandoña, Demetrio Ángelo Lama Isminio, Yovan López García, Levi Trujillo Salas, Fernando Ore Díaz, Randy Gonzales Vásquez, quienes me brindaron su apoyo en la realización del presente trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos:.....	2
1.1.1. General	2
1.1.2. Específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Diversidad de fungi	3
2.2. Clasificación de fungi	5
2.2.1. División Oomycota (Oomicetes).....	5
2.2.2. División Chytridiomycota (Quitridos)	6
2.2.3. División Zygomycota (Zigomicetes).....	6
2.2.4. División Ascomycota (Ascomicetes).....	7
2.2.5. División Basidiomycota (Basidiomicetes).....	7
2.2.6. División Deuteremycota (Hongos imperfectos)	8
2.2.7. Principales grupos de fungi del suelo.....	8
2.3. Generalidades de los fungi del suelo	8
2.3.1. Fungi del suelo como indicadores microbiológicos	10
2.4. El suelo como hábitat microbiano	11
2.5. Calidad de suelo	12
2.6. Estudios similares.....	13

2.6.1. Diversidad de géneros de hongos del suelo en tres campos con diferente condición agrícola en La Laguna, México.....	13
2.6.2. Aislamiento e Identificación de fungi y Bacterias en abono orgánico de Bocashi.....	14
2.6.3. Hongos microscópicos del suelo de áreas cafetaleras y de bosque mesofilo de montaña del centro del Estado de Veracruz, México.....	15
2.7. Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelos.....	16
2.7.1. Tipos de análisis.....	16
2.7.2. Niveles críticos.....	17
2.7.3. Características del suelo evaluadas.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Lugar de ejecución.....	24
3.1.1. Toma de muestras.....	24
3.1.2. Análisis de suelos, aislamiento e identificación de fungi ...	24
3.2. Descripción ambiental de la zona de estudio.....	24
3.2.1. Suelos.....	25
3.2.2. Geología.....	25
3.2.3. Fisiografía.....	25
3.2.4. Geomorfología.....	26
3.2.5. Accesibilidad.....	26
3.3. Componentes en estudio (Tipos de uso de suelo).....	27
3.4. Metodología.....	27

3.4.1. Muestreo y análisis de suelos	27
3.4.2. Aislamiento, identificación y recuento de fungi.....	28
3.4.3. Preparación del medio de cultivo: Rosa de Bengala	29
3.4.4. Aislamiento de fungi.....	29
3.4.5. Identificación de fungi.....	30
IV. RESULTADOS	33
4.1. Propiedades físicas y químicas de los suelos en estudio.	33
4.2. Géneros fungi encontrados y densidades por tipo de uso de suelo	34
4.3. Taxonomía de la especie: Aislamiento e identificación.....	37
V. DISCUSIÓN	43
5.1. De los indicadores físicos	43
5.2. De los indicadores químicos.....	44
5.3. De los indicadores biológicos	46
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES	53
VIII. ABSTRACT	54
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
X. ANEXOS	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Principales grupos de fungi del suelo.....	9
2. Clasificación de la textura, calificativo y probables efectos en el suelo	19
3. Valores del pH, su calificativo y efectos en el suelo.....	20
4. Niveles de materia orgánica, Nitrógeno, Fosforo y Potasio.....	23
5. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución en campo del experimento (Junio – Octubre de 2012).....	26
6. Características principales de los cinco tipos de uso de suelo del Centro de Investigación y Producción Tulumayo.	33
7. Géneros fungi encontrados por tipo de uso de suelo.....	34
8. Densidad de células de fungi por gramo de suelo.	35

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía	Página
1. Muestra aislada en nivel de cultivo de <i>Geotrichum</i>	37
2. Muestra aislada en nivel de cultivo de <i>Verticillum</i>	38
3. Muestra aislada en nivel de cultivo de <i>Fusarium</i>	39
4. Muestra aislada en nivel de cultivo de <i>Monosporium</i>	40
5. Muestra aislada en nivel de cultivo de <i>Aspergillus</i>	41
6. Muestra aislada en nivel de cultivo de <i>Trichoderma</i>	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Muestra identificada de <i>Geotrichum</i> , nivel microscópico (100X).....	37
2. Muestra identificada de <i>Verticillum</i> , nivel microscópico (100X).....	38
3. Muestra identificada de <i>Fusarium</i> , nivel microscópico (100X)	39
4. Muestra identificada de <i>Monosporium</i> , nivel microscópico (100X).....	40
5. Muestra identificada de <i>Aspergillus</i> , nivel microscópico (100X).....	41
6. Muestra identificada de <i>Trichoderma</i> , nivel microscópico (100X)	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Página
1. Géneros de fungi encontrados por cada tipo de uso de suelo y su densidad de células por gramo de suelo.....	36

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo entre Junio y Octubre del año 2012, en la localidad de Tulumayo, ubicado en el distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con la finalidad de evaluar los géneros más frecuentes de Fungi asociados a cinco tipos de uso de suelo del centro de investigación y producción Tulumayo (CIPTALD), se recolectaron muestras de suelo de cada sistema de uso (aprox. 2500 m²). Para ello se realizó un recorrido a las parcelas y se definieron las zonas de muestreo que guardaban homogeneidad en su entorno, color de suelo, topografía y tipo de cultivo principalmente. El método de muestreo utilizado fue el de zig-zag. La muestra recolectada fue de 1 Kg., a una profundidad de 20 cm. Las muestras recién llegadas al laboratorio fueron colocadas en recipientes de vidrio con la tapa abierta y desecadas a 103° C /24 horas, se dejaron enfriar y fueron colocadas las tapas respectivas. Luego se procedió a aislar hongos viables con el método de recuento en placa, para la identificación de Fungi se realizó la técnica del microcultivo y el uso del Manual de Fungi Imperfecta de BARNER (2002). De los 05 tipos de uso de suelo se lograron aislar 06 Géneros de Fungi: *Geotrichum*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Monosporium*, *Aspergillus* y *Trichoderma*, siendo el tipo de uso de suelo Agrícola 3 (Papaya) con mayor diversidad de Fungi; el género *Geotrichum*, fue el que tuvo mayor frecuencia (100%), encontrándose así en todos los tipos de uso de suelo estudiados, seguido por el género de *Monosporium* (80%), *Verticillium* (40%), *Fusarium* (40%), *Aspergillus* (20%) y *Trichoderma* (20%).

I. INTRODUCCIÓN

Por la gran diversidad de hongos microscópicos, es un reto mayúsculo determinar la magnitud de su riqueza en el ambiente edáfico y en los restos vegetales. Esta tarea sólo será posible mediante la realización de proyectos a largo plazo en los que se cuente con la colaboración de científicos expertos en los diferentes grupos taxonómicos y con el apoyo de las instituciones comprometidas con el conocimiento y uso racional de la biodiversidad.

En el suelo se desarrollan hongos de todos los grupos taxonómicos, entre los cuales, los más abundantes y diversos son los hongos microscópicos. Además de participar en la mineralización de los restos orgánicos, los hongos del suelo mejoran su estructura y aireación mediante la agregación de partículas.

Entre los factores que influyen en la diversidad de las especies edáficas están: la cobertura vegetal, el manejo de los agroecosistemas, las perturbaciones naturales e inducidas, los cambios estacionales, la cantidad de materia orgánica y las características físicas y químicas del suelo.

Este estudio determina la diversidad de Fungí microscópicos asociados a cinco tipos de uso de suelo del centro de investigación y

producción Tulumayo (CIPTALD) en el distrito de José Crespo y Castillo, que servirían como indicadores de la calidad de un suelo, puesto que los hongos para los cultivos se relacionan con un incremento en la cantidad de raíces, una protección al ataque de fitopatógenos y un aporte importante de elementos básicos para el desarrollo y producción.

Ante ello surge la interrogante ¿Qué diversidad de Fungí se encontrarían en cinco tipos de uso de suelo en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo?

1.1. Objetivos:

1.1.1. General

Evaluar la diversidad de Fungí en cinco tipos de uso de suelo, en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo.

1.1.2. Específicos

- Determinar las propiedades físicas y químicas de los suelos en estudio.

- Identificar los géneros más frecuentes de Fungí en los cinco tipos de uso de suelo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Diversidad de Fungi

El estudio de la diversidad de microorganismos en suelos ha adquirido importancia debido a que explica el éxito de cultivos agrícolas en forma orgánica y sustentable, así como el manejo de algunas enfermedades de plantas causadas por hongos que habitan el suelo (Mäder *et al.* ,2002 y Mazzola, 2004, citados por SAMANIEGO- GAXIOLA *et al.* , 2007).

Para Odum (1969), Baker y Cook (1974), citados por SAMANIEGO-GAXIOLA *et al.* (2007), una mayor diversidad de especies le confiere una estabilidad y madurez a los ecosistemas permitiendo alcanzar un control biológico natural de la microbiota del suelo en contra de los hongos fitopatógenos.

La diversidad de hongos ha sido cuantificada en estudios realizados en diferentes regiones geográficas según Rai *et al.* (1969), Rai y Chowdhery (1978), Steinke (2000), Venkateswara *et al.* (2001), Ananda y Sridhar (2002), Abdel-Wahab (2005), Gareth y Abdel-Wahab (2005), Manoharachary *et al.* (2005), citados por SOSA-RODRIGUEZ *et al.* (2009), estableciendo que éstos pueden habitar varios nichos distintos en dichos ecosistemas y cumplir con funciones tales como: fragmentación de las hojas de

los árboles de mangle, degradación de madera y de materia orgánica en los sedimentos.

En el suelo se desarrollan hongos de todos los grupos taxonómicos, entre los cuales, los más abundantes y diversos son los hongos microscópicos. Además de participar en la mineralización de los restos orgánicos, los hongos del suelo mejoran su estructura y aireación mediante la agregación de partículas (TISDALL *et al.*, 1997). Entre los factores que influyen en la diversidad de las especies edáficas están: la cobertura vegetal, el manejo de los agroecosistemas, las perturbaciones naturales e inducidas, los cambios estacionales, la cantidad de materia orgánica y las características físicas y químicas del suelo (TISDALL *et al.*, 1997).

En el estudio realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi donde se evaluó la distribución de las poblaciones de hongos, actinomicetos y bacterias, bajo diferentes usos de la tierra, se llegó a la conclusión de que los suelos bajo bosque presentan el más alto índice de diversidad y de riqueza biológica, como también la tasa más alta de producción de CO₂, en tanto que la mayor densidad poblacional fue aislada en suelos de piedemonte y valles, donde los últimos presentan el número más alto de hongos y bacterias. Los suelos bajo pasto *Braquiaria* registraron la tasa más alta de producción de bióxido de carbono Alexander (1980), IGAC (1993), citados por MORA (2006).

La velocidad de multiplicación depende de la especie, pero principalmente, de las condiciones del medio en que viven. Las condiciones

óptimas se dan en una temperatura de 25 a 30 °C, con riquezas en minerales, suficiente humedad y materia orgánica. Este grupo lo integran las bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras (ARIAS, 2001).

La distribución de los fungi está determinada por la disponibilidad de carbono orgánico, debido a que los fungi del suelo son fundamentalmente organismos saprofitos que crecen en tejidos muertos y por lo general, los fungi se encuentran en la capa superior del suelo (de 0 a 15 centímetros), en un amplio rango de pH, pero son más tolerantes a suelos ácidos que otros microorganismos (COYNE, 2000).

2.2. Clasificación de Fungi

2.2.1. División Oomycota (Oomicetes)

La división Oomycetes se compone de hongos que se parecen a algas. Abarca desde organismos unicelulares hasta complejas masas de hifas que no están tabicadas por septos (micelios no septados). Además de producir oosporas, los oomicetes forman zoosporas que se mueven por medio de dos flagelos. Se incluyen en la división los mohos acuáticos, las royas blancas y los mildius vellosos. La mayoría de los mohos acuáticos viven sobre materia orgánica muerta, aunque *Saprolegnia parasítica* parasita peces vivos. Las royas blancas y los mildius vellosos, pertenecientes al orden Perenosporales, son parásitos de plantas. En algunos mildius vellosos, por ejemplo en los géneros *Phytophthora* y *Peronospora*, los receptáculos se parecen a los

conidios y funcionan como tales, según Mahon (1995), citado por RENGIFO (2010).

2.2.2. División Chytridiomycota (Quitridos)

Los quitridiomicetes son considerados parientes cercanos de los oomicetes. En algunos sistemas de clasificación se colocan entre los protistas, en lugar de entre los hongos, según Mahon (1995), citado por RENGIFO (2010).

Los quitridios son los más primitivos hongos y son mayormente saprofitos (degradando quitina y queratina). Muchos quitridios son acuáticos (la mayoría de agua dulce). Existen aproximadamente 1.000 especies, en 127 géneros, distribuidos en 5 órdenes (HIBBETT, 2007).

2.2.3. División Zygomycota (Zigomicetes)

Se caracterizan por formar zigosporas con gruesas paredes, de origen sexual y esporangiosporas no nadadoras, de origen asexual. El moho negro del pan (*Rhizopus nigricans*), produce masas de hifas sobre pan, fruta y otros alimentos envejecidos. Otros son parásitos de las moscas y de otros insectos. Tienen esporangiosporas sencillas, dentro de cada uno de estos receptáculos se desarrollan unas estructuras que llegan a independizarse y a funcionar como conidios. Esta división también comprende hongos parásitos de amebas, nematodos y artrópodos, según Mahon (1995), citado por RENGIFO (2010).

2.2.4. División Ascomycota (Ascomicetes)

Con forma de saco, producen un número determinado de ascosporas en el interior de unas bolsas semejantes a vesículas, denominadas ascas. Con la excepción de algunas levaduras y otros pocos organismos, los ascomicetes tienen hifas bien desarrolladas, por lo general con un único núcleo en cada hifa. Ciertas células se transforman en binucleadas poco antes de la transformación de los sacos esporales. La unión de los núcleos se da en las ascas jóvenes; tras la posterior división, suelen producirse ocho núcleos, los cuales darán lugar a las ascosporas. Algunos ascomicetes tienen una sola ascospora; otros pueden tener varios cientos, según Mahon (1995), citado por RENGIFO (2010).

2.2.5. División Basidiomycota (Basidiomicetes)

La división Basidiomicetes comprende numerosos y variados tipos de hongos, cuyas estructuras reproductoras son basidios que se localizan en las puntas de las hifas, sobre unos salientes con forma de tallo. Lo normal es que, en cada basidio, se formen cuatro basidiosporas. Los basidios pueden ser con forma de masa, cilíndricos u ovals, según Mahon (1995), citado por RENGIFO (2010).

Cuando son de carácter heterotálico, el micelio primario sufre dicariorización (somatogamia o espermatización) produciendo hifas dicarióticas que corresponden al micelio secundario. En los hongos de carácter homotálico una basidiospora produce el micelio dicariótico. Hay presencia de quitina en las

paredes celulares, y aparecen unas estructuras llamadas fibulas, muy parecidas a los uncínulos de los ascomicetos (HIBBETT, 2007).

2.2.6. División Deuteremycota (Hongos imperfectos)

Son hongos sin ciclos sexuales conocidos. Entre sus miembros se encuentran parásitos que enferman a las plantas y animales. Las enfermedades humanas más comunes por este grupo son infecciones de la piel y de las membranas mucosas. Algunos revisten la importancia económica porque se emplean para producir ciertos quesos y antibióticos (penicilina), según Mahon (1995), citado por RENGIFO (2010).

2.2.7. Principales grupos de Fungí del suelo

Según Coyne (2000), los principales grupos de Fungí en el suelo se muestran en el Cuadro 1:

2.3. Generalidades de los Fungi del suelo

Su población se estima de 5×10^3 a 9×10^5 por gramo de suelo seco, actúan degradando la celulosa, o como depredadores de otros organismos (nematodos, bacterias, protozoos y otros fungís). Existen fungís benéficos y otros patógenos que ocasionan enfermedades a las plantas y animales, capaces de formar una asociación hongo-raíz, con lo que se crea una simbiosis entre planta y fungí llamada micorriza (ARIAS, 2001).

El hongo también desarrolla un micelio externo que, a modo de sistema radical complementario y altamente efectivo, coloniza el suelo que rodea la raíz y ayuda a la planta a adquirir nutrientes minerales y agua. Recientemente se ha comprobado que las hifas del hongo en conjunto con otros microorganismos del suelo, contribuyen a la formación de agregados estables necesarios para mantener la estructura y, por tanto, la calidad del suelo, según Barea (1991), citado por LORELI *et al.* (2008).

Cuadro 1. Principales grupos de Fungis del suelo

Grupo	Aspecto	Géneros de suelo
Mixomicetos	Plasmodio	<i>Physarum</i>
Oomicetos	Unicelular	<i>Pythium</i>
	Hifas aseptadas	
Zigomicetos	Hifas aseptadas	<i>Mucor</i>
	Hifas septadas	<i>Rhizopus</i>
Ascomicetos	Hifas septadas	<i>Saccharomyces</i>
Basidiomicetos	Hifas septadas	<i>Boletus</i>
		<i>Aspergillus</i>
		<i>Fusarium</i>
		<i>Penicillium</i>
Micelios estériles	Hifas septadas	<i>Rhizoctonia</i>

Fuente: COYNE (2000)

Su actividad les permite explorar un área mayor de suelo por medio de las cadenas de fungis (hifas) y extraer nutrientes, sobre todo fosforo para

suministrar la planta. Son resistentes a la acidez y reducen el ataque y las infecciones que causan los hongos patógenos. De esta manera, las hifas cubren las raíces de árboles y de otras plantas favoreciendo la absorción de agua y nutrientes inorgánicos, especialmente el fósforo (ARIAS, 2001).

2.3.1. Fungi del suelo como indicadores microbiológicos

Es un indicador que refleja la población potencial de los hongos en un determinado suelo (unidades formadoras de colonias por gramo del sustrato), especialmente aquellos que ocupan diferentes nichos o hábitats en forma saprofítica. La función básica de los hongos es la descomposición y mineralización de los residuos orgánicos frescos o recién incorporados al suelo, por esto se les conoce como descomponedores primarios que mediante su metabolismo libera gran cantidad de enzimas capaces de destruir compuestos de estructuras complejas, para así obtener su fuente energética y alimenticia (ACUÑA, 2006).

El número de hongos del suelo tiene una estrecha relación con las propiedades físicas relacionadas con la función filtrante del suelo: textura, estructura, porosidad, aireación y retención de humedad. En cuanto a parámetros químicos, se favorece la actividad de los hongos a un pH del suelo medianamente ácido, una acidez intercambiable intermedia, altos contenidos de materia orgánica y alta disponibilidad de elementos esenciales (ACUÑA, 2006).

En los suelos existen aproximadamente 250.000 especies; sólo unas pocas, alrededor de 100, pueden colonizar al hombre produciendo unas enfermedades llamadas micosis. En los suelos cultivados los hongos son mucho más numerosos entre los 7 – 15 cm y prefieren el clima templado que el frío o calor excesivo (MADIGAN *et al.*, 2004).

2.4. El suelo como hábitat microbiano

El suelo es un organismo vivo: un consorcio de células vivas en una matriz orgánico-mineral. Ni las células vivas ni la composición de esta matriz son constantes: ambas varían con el tiempo y el lugar, los factores que influyen en la distribución microbiana del suelo pueden ser intrínsecos o extrínsecos. Los factores intrínsecos están relacionados con la estructura y la función de los microorganismos propiamente dichos, entre estos se incluyen: 1) los mecanismos de persistencia (por ejemplo, las esporas), 2) el tamaño, 3) la motilidad, 4) las características estructurales (tallos, zarcillos, filamentos) y 5) las cualidades bioquímicas (COYNE, 2000).

Los factores extrínsecos proceden del suelo y el ambiente. Se trata de las características generales del entorno físico, entre las cuales destacan: 1) la estructura del suelo, 2) la atmosfera del suelo, 3) las precipitaciones y el agua del suelo, 4) el pH del suelo, 5) la temperatura atmosférica y del suelo, 6) el potencial de reducción/oxidación del suelo, 7) la radiación solar y 8) el viento y la humedad relativa (COYNE, 2000).

2.5. Calidad de suelo

La calidad y la salud del suelo son conceptos equivalentes, no siempre considerados sinónimos, según Doran y Parkin, (1994), citados por BAUTISTA (2004).

La calidad debe interpretarse como la utilidad del suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo según Carter *et al.* (1997), citados por BAUTISTA (2004). El estado de las propiedades dinámicas del suelo como contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular constituyen la salud del suelo como lo indica Romig *et al.* (1995), citado por BAUTISTA (2004).

El término calidad del suelo se empezó a acotar al reconocer las funciones del suelo: (1) promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible); (2) atenuar contaminantes ambientales y patógenos (calidad ambiental); y (3) favorecer la salud de plantas, animales y humanos según Doran y Parkin (1994), Karlen *et al.* (1997), citados por BAUTISTA (2004).

2.6. Estudios similares

2.6.1. Diversidad de géneros de hongos del suelo en tres campos con diferente condición agrícola en La Laguna, México

En La Laguna, Coahuila-Durango, México (zona con una precipitación anual entre 80 a 250 mm) se estudió la estructura de géneros de hongos del suelo en 3 campos de cultivo agrícola. Del suelo de Tierra Blanca, una huerta de nogal de 51 años, fueron aislados 23 géneros de hongos y de otros 2 suelos, una huerta de nogal de 14 años, nombrada El Chupón y un campo con cultivo de alfalfa, denominado San Jorge, se aislaron 12 géneros. Para cada género se calculó su valor índice de importancia (V II) (SAMANIEGO- GAXIOLA *et al.*, 2007).

El género *Fusarium* tuvo el mayor V II en los 3 suelos estudiados (71-98). La diversidad (calculada con el índice de Shannon) de géneros fue diferente para cada suelo de acuerdo con intervalos de confianza (95%), con valores de 1.89, 1.72 y 1.19 para Tierra Blanca, El Chupón y San Jorge, respectivamente. Se calcularon índices ecológicos adicionales, como Simpson, máxima riqueza (H' máx.) y regularidad (J'). Los valores del índice de Simpson y de J' fueron similares en Tierra Blanca y San Jorge, pero sólo H' máx. fue similar entre El Chupón y San Jorge (SAMANIEGO- GAXIOLA *et al.*, 2007).

El índice de similitud de Shoresen fue igual al comparar Tierra Blanca con El Chupón o Tierra Blanca con San Jorge (51.4), pero distinto entre el Chupón y San Jorge (58.3). El índice β para las combinaciones Tierra Blanca

vs. San Jorge y Tierra Blanca vs. El Chupón fueron de 0.43, pero para San Jorge vs. El Chupón fue de 0.83 (SAMANIEGO- GAXIOLA *et al.*, 2007).

Los géneros de hongos del suelo que se encontraron en La Laguna coinciden en 67-75% con los encontrados en suelos desérticos de Israel, pero en La Laguna la estructura de los géneros de hongos es distinta; aquí domina *Fusarium* y aparecen nuevos géneros, como *Trichoderma*. Los cambios en la micobiota del suelo pueden haber ocurrido por la actividad agrícola en los últimos 50 años (SAMANIEGO- GAXIOLA *et al.*, 2007).

2.6.2. Aislamiento e Identificación de Fungi y Bacterias en abono orgánico de Bocashi

La investigación se desarrolló en el distrito de Daniel Alomía Robles, en el sector de Pendencia para la elaboración y toma de muestras del abono orgánico de Bocashi, para aislar e identificar la población fúngica y bacteriana se ejecutó en el laboratorio de Microbiología General, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS); ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco (RENGIFO, 2010).

Para aislar e identificar los Fungis y Bacterias en primer lugar; se preparó el abono orgánico bocashi, al mes y medio se procedió a extraer la muestra en frascos de vidrio esterilizados, para aislar fungí y bacterias en el laboratorio de microbiología general de la UNAS. Para el aislamiento de fungí y bacteria se usó 10 g. de muestra de bocashi, realizando diluciones; de la última

dilución para sembrar bacterias se usó medio M77 y para Fungi medio Rosa de Bengala más Ceftriaxona de 1g. Para la identificación de bacterias se realizó la diferenciación bioquímica del medio M77 y para Fungi con la técnica del microcultivo (RENGIFO, 2010).

Se logró aislar e identificar 04 géneros de fungi (*Trichoderma sp*, *Aspergillus sp*, *Fusarium sp*, *Rhizopus sp*), de los cuales los dos últimos son géneros que presentan capacidad patogénica capaces de afectar a los vegetales. Así mismo se logró aislar e identificar 02 géneros de bacterias gram negativas (*Pseudomonas sp*, *Rhizobium sp*) (RENGIFO, 2010).

2.6.3. Hongos microscópicos del suelo de áreas cafetaleras y de bosque mesófilo de montaña del centro del Estado de Veracruz, México

Son pocos los trabajos sobre la diversidad de los hongos en los suelos del estado de Veracruz, destaca la contribución de Maggi y Persiani (1984), en la que valoraron la abundancia y diversidad de los hongos de suelos de la zona cafetalera del municipio de Coatepec. En la presente aportación se encontraron 319 especies de las cuales 81 fueron incluidas en el trabajo de Maggi y Periani y 284 han sido determinadas por los autores. Todos los hongos fueron aislados mediante la técnica de lavado de partículas a través de microtamices, metodología que permite captar una amplia expresión de la diversidad de la especies del suelo (HEREDIA, 1994).

Las muestras fueron colectadas en fincas cafetaleras del municipio de Coatepec Ixhuatlán de los Reyes y Huatusco y en zonas con bosque mesófilo de varias localidades de los municipios de Xalapa y Coatepec. De las 319 especies, el 81 % corresponde a hongos anamorfos, 15 % son ascomicetos y 4 % zygomycetos. Entre los anamorfos destacan por su abundancia los géneros: *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Acremonium*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Cylindrocarpon* y *Humicola*. Con relación a los ascomicetos, los géneros *Chaetomium* y *Talaromyces* son los mejor representados (HEREDIA, 1994).

Entre los hongos identificados se incluyen importantes fitopatógenos; diversas especies de *Fusarium* destacan por su agresividad para causar marchitamientos y enfermedades sistémicas. De gran interés son las especies *F. oxysporum*, *F. solani* y *F. moniliforme* las cuales están ampliamente distribuidas en todo tipo de suelos, en donde pueden permanecer como saprobios en los restos orgánicos y bajo determinadas condiciones actuar como patógenos ante la presencia de un hospedero susceptible Agrios (1985), citado por HEREDIA (1994).

2.7. Niveles críticos para la interpretación de análisis de suelos

2.7.1. Tipos de análisis

Según Mansilla (2002), se pueden considerar 3 tipos de análisis: Simple o de fertilidad, completo o de caracterización y los especiales.

- Análisis simple o de Fertilidad: Comprende de pH, C.E., materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio disponibles.

- Análisis de caracterización o completo: Comprende el análisis de fertilidad y adicionalmente, los análisis de textura, calcáreo total y la capacidad de intercambio catiónico y cationes cambiabiles.

- Análisis especiales: Se realizan cuando se tiene algún interés especial por alguna característica del suelo no incluida en el análisis como por ejemplo análisis de sales solubles y B en el caso de suelos salinos y acidez o aluminio cambiabiles en el caso de suelos ácidos.

2.7.2. Niveles críticos

Para Mansilla (2002), los análisis de suelos constituyen una herramienta muy importante en el diagnóstico de su fertilidad y en la determinación de su probabilidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes. De acuerdo a ello se han considerado usualmente tres niveles críticos: BAJO, MEDIO Y ALTO. Cuando un suelo es considerado dentro del nivel BAJO, implica que hay una alta probabilidad de respuesta a la aplicación del fertilizante portador del nutriente en cuestión, mientras que en suelos considerados dentro del nivel ALTO, la probabilidad de respuesta será baja.

2.7.3. Características del suelo evaluadas

a) Textura

SAGAN (2002), la textura de un suelo es la proporción de los tamaños de los grupos de partículas que lo constituyen y está relacionada con el tamaño de las partículas minerales que lo forman y se refiere a la proporción relativa de los tamaños de varios grupos de partículas de un suelo. Esta propiedad ayuda a determinar la facilidad de abastecimiento de los nutrientes, agua y aire que son fundamentales para la vida de la planta. Los nombres de las clases de textura se utilizan para identificar grupos de suelos con mezclas parecidas de partículas minerales.

Los suelos arenosos son inertes desde el punto de vista químico, carecen de propiedades coloidales y de reservas de nutrientes. En cuanto a las propiedades físicas presentan mala estructuración, buena aireación, muy alta permeabilidad y nula retención de agua. Por el contrario los suelos arcillosos son muy activos desde el punto de vista químico, adsorben iones y moléculas, flocculan (la fracción arcilla permanece inmóvil) y dispersan (migran), muy ricos en nutrientes, retienen mucha agua, bien estructurados, pero son impermeables y asfixiantes. Los suelos limosos tienen nula estructuración, sin propiedades coloidales, son impermeables y con mala aireación. Los suelos francos son los equilibrados con propiedades compensadas.

Además, es una característica que nos va a permitir verificar en cierta forma la validez de otros análisis químicos como la CIC por ejemplo, así como predecir las posibilidades de manejo (riego, implementos agrícolas), hacer recomendaciones para el momento de aplicación (fraccionamiento de fertilizantes) así como la adición de enmiendas cálcico-magnésicas (MANSILLA, 2002).

Cuadro 2. Clasificación de la textura, calificativo y probables efectos en el suelo

Clase Textural	Calificativo	Probables Efectos
Arena, Arena franca	Textura gruesa	Lixiviación, baja CIC y baja retención de agua
Franco Arenoso	Textura moderadamente gruesa	
Franco, Franco limoso, limoso	Textura media	Suelo pesado, excesiva retención de agua, escasa aireación
Franco arcilloso a arcilloso	Textura fina	

Fuente: MANSILLA (2002)

b) Reacción del suelo

Para Silvia (2000), el pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de un suelo, y afecta la disponibilidad de los nutrientes, la actividad

de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo. Factores importantes que afectan el pH edáfico son temperatura y precipitaciones.

Es una característica que permitirá en primer lugar tomar la decisión de elegir el método adecuado para el análisis de CIC. Igualmente, es un valor muy importante en la predicción de las limitaciones que tendrá un suelo y su manejo así como en la verificación de la validez de otros análisis como por ejemplo P disponible y CIC (MANSILLA, 2002).

Cuadro 3. Valores del pH, su calificativo y efectos en el suelo

pH	Calificativo	Efectos
< 4.5	Extremadamente ácido	Baja disponibilidad de P, Ca, Mg por exceso de Al, Mn y Fe
4.5 - 5.0	Muy fuertemente ácido	Baja disponibilidad de P, Ca, Mg por exceso de Al, Mn y Fe
5.1 - 5.5	Fuertemente ácido	
5.6 - 6.0	Moderadamente ácido	
6.1 - 6.5	Ligeramente ácido	
6.6 - 7.3	Neutro	Alta disponibilidad de nutrientes
7.4 - 7.8	Ligeramente alcalino	Exceso de sales
7.9 - 8.4	Moderadamente alcalino	
Mayor de 8.5	Fuertemente alcalino	Exceso de sodio

Fuente: MANSILLA (2002)

c) Materia orgánica y macronutrientes primarios

GARCIA, M. (2003), los elementos orgánicos contenidos en el suelo, están constituidos de una manera natural por restos vegetales y animales.

Según Mansilla (2002), la materia orgánica es determinada a través del contenido de C fácilmente oxidable (Método de Walkley – Black), asumiendo que todo material orgánica del suelo contiene 58 % de C, por lo que para calcular la materia orgánica se multiplica el % C del suelo por el factor 1.724 que resulta del cociente 100/58.

El N no es determinado analíticamente en el laboratorio por razones prácticas y de costo, desde que el mayor porcentaje del N total del suelo se encuentra en forma orgánica (95%) y una pequeña parte en forma inorgánica (5%). Por ello se considera universalmente que el porcentaje de N en la materia orgánica del suelo es del 5%, por lo que teniendo el porcentaje de materia orgánica, sólo se toma el 5% para reportar el contenido de N:

$$\%N = \%M.O. \times 0.05$$

Sin embargo, Quevedo (s/f) reporta que se han encontrado valores de 7 y 11 % para los casos particulares de suelos de nuestra costa y sierra.

SILVIA (2000), el clima es el factor simple más importante, el cual determina el ordenamiento de las plantas en una localidad dada, la cantidad de material vegetal producido y la intensidad de la actividad microbiana en el suelo. Por lo tanto este factor juega un rol destacado en determinar niveles de materia orgánica. Se han dado explicaciones para el descenso en el suelo del contenido de materia orgánica con un incremento de la temperatura media anual.

El P es determinado por el método de Olsen que emplea como solución extractora el bicarbonato de Na (NaHCO_3) 0.5 M de pH 8.5 solución que ha probado ser eficiente tanto para suelos ácidos como alcalinos. Los niveles críticos que se darán posteriormente, sólo tienen validez para suelos analizados con este extractante, pues otros extractantes como el de Bray – Kurtz por ejemplo, extraen cantidades diferentes de P disponible.

ROLDAN, M. (2004), después del nitrógeno y el calcio, el potasio es el elemento absorbido en mayores cantidades por las plantas. Las funciones que desempeña en estas no están bien definidas, ya que no se le ha encontrado formando parte de compuestos estructurales, pero se sabe que desempeña un papel importante en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, regula la transpiración y el contenido de agua de las células, es cofactor enzimático e interviene en la fotosíntesis. El contenido en la planta varía de 0,6 a 6%.

El K disponible se extrae con H_2SO_4 6 N y al igual que en el caso del P, los niveles críticos son válidos sólo cuando los suelos se analizan por este método.

Cuadro 4. Niveles de materia orgánica, Nitrógeno, Fosforo y Potasio

Nivel	Cantidad en el suelo			
	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (Kg.Ha ⁻¹ .K ₂ O)
Bajo	< 2	< 0.1	< 7	< 300
Medio	2 – 4	0.1 - 0.2	7 – 14	300 – 600
Alto	> 4	> 0.2	> 14	> 600

Fuente: MANSILLA (2002)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Toma de muestras

La recolección de muestras de suelo se realizó en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo (18L: 385469, UTM: 8990761), ubicado en el km. 26 de la carretera Marginal Tingo María – Aucayacu, en el distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

3.1.2. Análisis de suelos, aislamiento e identificación de fungi

El análisis físico-químico de los suelos fue realizado en el laboratorio de suelos de la especialidad de conservación de suelos y agua; el aislamiento e identificación de fungi fue realizado en el Laboratorio de Microbiología General, ambos laboratorios ubicados en la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.2. Descripción ambiental de la zona de estudio

La zona de estudio de acuerdo al mapa ecológico y el sistema Holdridge, corresponde a la formación de bosque muy húmedo pre montado tropical (Bmh – pt), donde se desarrollan y cultivan especies de gran valor

alimenticio, medicinales y comerciales (VILLOTA, 1991). Con precipitación pluvial promedio anual 3300 mm y temperatura media anual de 24 °C, siendo los meses de mayor precipitación en los meses de Noviembre a Marzo.

3.2.1. Suelos

Son suelos desarrollados de materiales aluviales antiguos, ubicadas en terrazas bajas, medias, plano de buen drenaje, moderadamente profundos, de drenaje y permeabilidad moderada, son de reacción moderadamente acida neutra, con alto contenido de materia orgánica en la superficie y bajo en los horizontes inferiores (1 – 2%), contenido medio de saturación de bases.

3.2.2. Geología

Son suelos oxisoles de perfiles maduros bien desarrollados y en menor grado por limonitas y lutitas en proceso de edafización avanzada; pero en las zonas con pendientes más suaves a plano, están constituidos por suelos intrazonales, con material detrítico fino y/o grueso derivado de estas mismas rocas.

3.2.3. Fisiografía

Se caracteriza por su topografía plana con pendientes que varían entre 0 a 4%, las mismas que están conformadas por la llanura de inundación

del río Huallaga y afluentes; están compuestas por sedimentos fluviónicos recientes, producto de la inundación periódica.

3.2.4. Geomorfología

Está representado por llanuras aluviales y fluviales, constituido en la margen derecha del río Huallaga. Comprende secuencias litológicas principalmente de naturaleza sedimentaria.

3.2.5. Accesibilidad

Cuadro 5. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución en campo del experimento (Junio – Octubre de 2012).

Meses	Temperatura (° C)			Humedad (%)		Precipitación (mm)
	Max.	Min.	Media.	Max.	Min.	
Junio	30.80	19.50	25.15	96.20	70.00	158.50
Julio	31.60	19.30	25.45	95.10	62.50	31.20
Agosto	31.40	19.40	25.40	95.40	69.50	194.60
Setiembre	30.40	20.70	25.55	94.70	73.00	245.20
Octubre	31.70	21.10	26.40	93.70	70.20	191.90
Total	155.90	100.00	127.95	475.10	345.20	821.40
Promedio	31.18	20.00	25.59	95.02	69.04	164.28

Fuente: Estación meteorológica F.R.N.R. "José Abelardo Quiñones". UNAS. Tingo María.

La vía de acceso principal a la zona de trabajo es a través de la carretera Fernando Belaunde Terry, vía asfaltada Tingo María – Aucayacu, a 30 minutos de recorrido en vehículo motorizado.

3.3. Componentes en estudio (Tipos de uso de suelo)

a. Agrícola 1 (Cultivo Perenne): Cacaotal (*Theobroma cacao* L.) – 08 años de edad aproximadamente.

b. Pastos (Cultivado): *Brachiaria* (*Brachiaria* sp.) – 30 años aproximadamente.

c. Agrícola 2: Plátano (*Musa paradisiaca*) – 04 meses aproximadamente.

d. Cobertura Forestal: Bolaina blanca (*Guazuma crinita* C.) – 03 años aproximadamente.

e. Agrícola 3: Papaya (*Carica papaya*) – 04 meses aproximadamente.

3.4. Metodología

3.4.1. Muestreo y análisis de suelos

El análisis físico-químico de los suelos fue realizado en el laboratorio de suelos de la especialidad de conservación de suelos y agua, de

la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para lo cual se recolectaron muestras de suelo de cada sistema de uso (aprox. 2500 m²). Para ello se realizó un recorrido a las parcelas y se definieron las zonas de muestreo que guardaban homogeneidad en su entorno, color de suelo, topografía y tipo de cultivo principalmente. El método de muestreo utilizado fue el de zig-zag.

Los análisis realizados fueron: textura (Método del Hidrómetro), pH en agua relación 1:1 (Método potenciométrico), materia orgánica (método de Walkley-Black), P disponible (método de Olsen) y K disponible (desplazamiento con H₂SO₄ 6N).

3.4.2. Aislamiento, identificación y recuento de Fungi

Durante los meses de Junio y Julio del año 2012, fueron recolectadas muestras de suelo compuesto por cada sistema de uso (Agrícola 1, Pastos, Agrícola 2, Cobertura Forestal y Agrícola 3), utilizando el método del zig-zag.

La muestra recolectada fue de 1 Kg., a una profundidad de 20 cm. Las muestras recién llegadas al laboratorio fueron colocadas en recipientes de vidrio con la tapa abierta y desecadas a 103 °C /24 horas, se dejaron enfriar y fueron colocadas las tapas respectivas.

Luego se procedió a aislar hongos viables con el método de recuento en placa, para ello realizamos el siguiente protocolo:

3.4.3. Preparación del medio de cultivo: Rosa de Bengala

En un matraz Erlenmeyer se adicionaron 400 ml de agua destilada, 12.88 g de Rosa de Bengala, 2 g de Agar para que la mezcla se vuelva consistente y se colocó a baño maría durante 30 minutos.

Se retiró del baño maría a la solución de Rosa de bengala y se le colocó algodón, papel kraft, se le amarró y llevó a la autoclave por 20 minutos.

3.4.4. Aislamiento de fungi

– A 10 matraces Erlenmeyer de 250 ml se agregaron 90 ml de agua destilada en cada uno de ellos.

– En los 10 matraces Erlenmeyer se adicionaron 0.1 g de pectona, luego se taparon con algodón, papel kraft y amarrados con una pita para ser llevados al autoclave, durante 20 minutos.

– Se pesaron 10 g de suelo de cada muestra de suelo y colocados en los matraces con caldo pectona, agitados y filtrados para posteriormente tomar 1 ml de cada uno y colocarse en tubos de ensayo.

– En un matraz Erlenmeyer se preparó la pectona universal 0.2 g en 200 ml de agua destilada, para ser llevados a 20 tubos de ensayo donde se adicionaron 9 ml de la solución por cada tubo de ensayo y tapados con algodón.

- Se realizaron diluciones decimales hasta 10^{-3} en los tubos de ensayo. De estas diluciones, se tomó 1 ml y se sembró en placas con el medio rosa de bengala más ceftriaxona de 1g. (antibacteriano).
- Se incubaron por 72 horas a temperatura ambiente.
- Los Fungí con capacidad de formar colonias fueron repicados para obtener cepas puras y proceder a su identificación y clasificación morfológica, a través de microcultivos de cada colonia.
- Finalmente se aplica la siguiente fórmula para determinar el número de Fungi por gramo de suelo:

$$\frac{\# \text{ De Fungi}}{\text{g. de suelo}} = \# \text{ de colonias fungi desarrollado} \times \text{inóculos} \times fD$$

fD = factor de dilución

3.4.5. Identificación de fungi

Para la identificación de fungi se realizó la técnica del microcultivo de acuerdo al siguiente procedimiento y el uso del Manual de Fungi Imperfecta de BARNER (2002).

- En 10 placas Petri fueron colocados dentro de cada uno de ellas un soporte de vidrio en forma de herradura, un porta y un cubre todos estériles (Estas fueron las placas de microcultivo).

- En una placa petri con medio de agar de Sabouraud-glucosa 4% fue dividido en cubitos de 20x20x10 mm. Cada cubito fue colocado dentro de cada una de las placas de microcultivo.

- Elegida la colonia de fungi, con la ayuda de una asa micológica, tomar un inóculo de la misma y trasladarla sobre el cubito de medio de Sabouraud que se ha colocado sobre el porta dentro de la placa de microcultivo.

- Colocar el cubre sobre el cubito de agar, poner dentro de la placa un algodón húmedo.

- La placa de microcultivo se llevó a incubación a temperatura ambiente por 05 días, cada día se verifico si el algodón aún seguía húmedo.

- Al término de la incubación, se retiró suavemente con ayuda de una pinza el cubre de la placa del microcultivo y se colocó sobre un porta limpio y desengrasado al que se le colocó previamente 3 gotas de azul de Amann. Con papel secante, se absorbió el exceso del colorante, fue sellado el lado lateral con esmalte de uñas transparente (Se obtuvo una primera preparación en base al cubre del microcultivo, finalmente fue llevado y se observó en el microscopio).

- Finalmente se eliminó el cubito de medio Sabouraud y fue llevado a un recipiente con solución sulfocrómica, se retiró el porta de la placa del microcultivo y se le agrego 3 gotas de azul de Amann, se le añadió un

cubre limpio y desengrasado. Con papel secante, se absorbió el exceso del colorante, Fue sellado el lado lateral con esmalte de uñas transparente (Se obtuvo una segunda preparación en base al cobre del microcultivo, finalmente fue llevado y se observó en el microscopio).

IV. RESULTADOS

4.1. Propiedades físicas y químicas de los suelos en estudio.

Cuadro 6. Características principales de los cinco tipos de uso de suelo del Centro de Investigación y Producción Tulumayo.

(*)	Agrícola 1	Pastos	Agrícola 2	Forestal	Agrícola 3
Característica del suelo a 20 cm. de profundidad					
Clase Textural	Franco	Franco arcilloso	Franco	Franco	Franco arcilloso
Materia orgánica (%)	4.46	2.6	2.1	3.0	2.3
pH	6.31	5.88	7.21	6.63	7.45
P (ppm)	15.2	7.10	9.41	8.71	6.93
K (ppm)	143	120	226	105	178

Fuente: Elaboración propia

(*) = Tipos de uso de suelo

En el cuadro 6, podemos observar dos clases texturales, la primera clase textural es Franco, presente en los tipos de uso de suelo Agrícola 1, Agrícola 2 y Forestal; la segunda clase textural es Franco arcillosa, presente en los tipos de uso de suelo Pastos y Agrícola 3; las características químicas están dadas por una reacción ligeramente ácida (pH 6.31) para el tipo de uso de suelo Agrícola 1, moderadamente ácido (pH 5.88) para Pastos, neutro (pH 7.21) para Agrícola 2, neutro (pH 6.63) para Forestal y ligeramente alcalino (pH

7.45) para Agrícola 3; contenido medio de materia orgánica en los tipos de uso de suelo de Pastos (2.6 %), Agrícola 2 (2.1 %), Forestal (3.0 %), Agrícola 3 (2.3 %) y alto contenido de materia orgánica en el tipo de uso de suelo Agrícola 1 (4.46 %); alto contenido de fósforo disponible para Agrícola 1 (15.2 ppm), contenido medio de fósforo disponible para Pastos (7.10 ppm), Agrícola 2 (9.41 ppm) y Forestal (8.71 ppm); bajo contenido de fósforo disponible para Agrícola 3 (6.93 ppm); contenido medio de Potasio disponible para los cinco tipos de uso de suelo con valores para Agrícola 1 (143 ppm), Pastos (120 ppm), Agrícola 2 (226 ppm), Forestal (105 ppm) y Agrícola 3 (178 ppm).

4.2. Géneros fungi encontrados y densidades por tipo de uso de suelo

Cuadro 7. Géneros fungi encontrados por tipo de uso de suelo.

Usos de Suelo	<i>Geotrichum</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Monosporium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Trichoderma</i>
Agrícola 1	Pte.	Pte.	-	-	-	-
Pastos	Pte.	-	Pte.	Pte.	-	-
Agrícola 2	Pte.	-	-	Pte.	Pte.	-
Forestal	Pte.	Pte.	-	Pte.	-	-
Agrícola 3	Pte.	-	Pte.	Pte.	-	Pte.

Fuente: Elaboración propia

Pte = Presente

En el cuadro 7, el género *Geotrichum* está presente en los cinco tipos de uso de uso de suelo, el género *Verticillium* está presente solamente en el tipo de uso de suelo Agrícola 1 y Forestal; el género *Fusarium* solo fue encontrado en el uso de suelo de Pastos y Agrícola 3; el género *Monosporium*

está presente en casi todos los tipos de uso de suelo, menos en el de Agrícola 1; el género *Aspergillus* solo está presente en el tipo de uso de suelo Agrícola 2; el género *Trichoderma* solo estuvo presente en el tipo de uso de suelo Agrícola 3.

Cuadro 8. Densidad de células de fungí por gramo de suelo.

Fungí: # de células/g de suelo x 10 ³							
	<i>Geotrichum</i>	<i>Verticillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Monosporium</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Trichoderma</i>	Total
Agrícola 1	6	3	-	-	-	-	9
Pastos	4	-	2	3	-	-	9
Agrícola 2	3	-	-	1	2	-	6
Forestal	3	1	-	1	-	-	5
Agrícola 3	2	-	2	2	-	3	9
Total	18	4	4	7	2	3	38

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 8, sobre el número de células por gramo de suelo por género, que se muestra en el total de la parte horizontal, el género *Geotrichum* fue el que obtuvo el mayor valor con 18×10^3 células/g de suelo, seguidos por los géneros de *Monosporium* 7×10^3 células/g de suelo, *Fusarium* 4×10^3 células/g de suelo, *Verticillium* 4×10^3 células/g de suelo, *Trichoderma* 3×10^3 células/g de suelo y *Aspergillus* 2×10^3 células/g de suelo; respecto al número de células por gramo de suelo que se muestra en el total de la parte vertical del cuadro 8, los tipos de uso de suelo Agrícola 1, Pastos y Agrícola 3 obtuvieron un mismo valor de 9×10^3 células/g de suelo,

para Agrícola 2 un valor de 6×10^3 células/g de suelo y para Forestal 5×10^3 células/g de suelo.

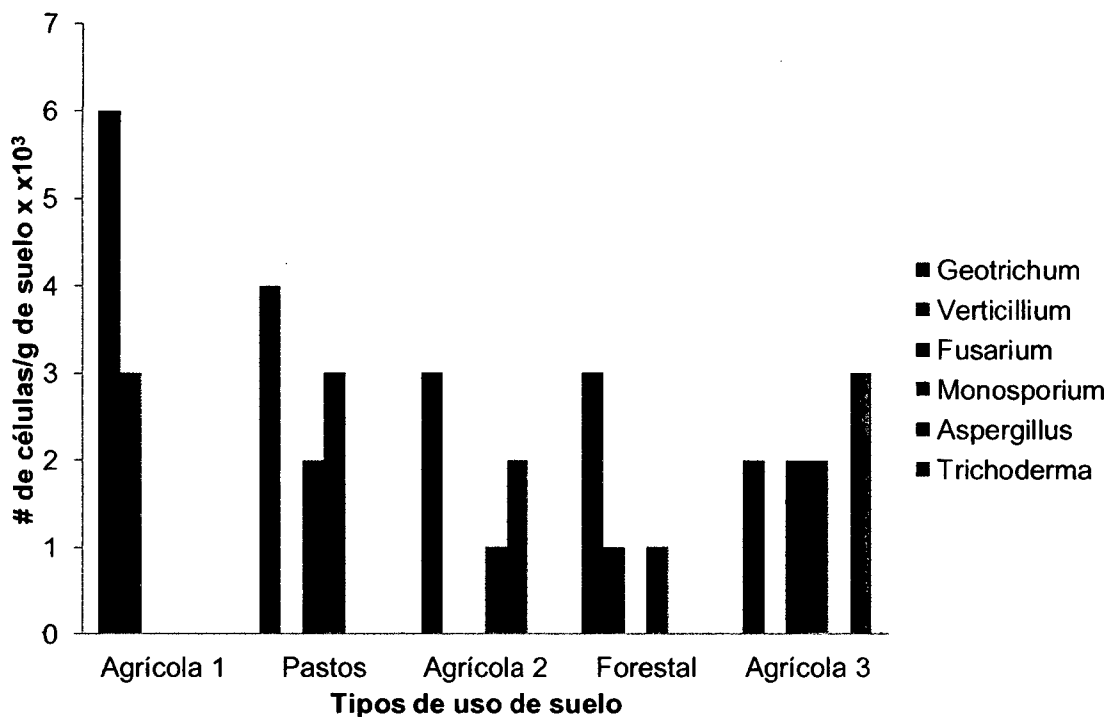


Gráfico 1. Géneros de fungi encontrados por cada tipo de uso de suelo y su densidad de células por gramo de suelo.

4.3. Taxonomía de la especie: Aislamiento e identificación



Fotografía 1. Muestra aislada en nivel de cultivo de *Geotrichum*

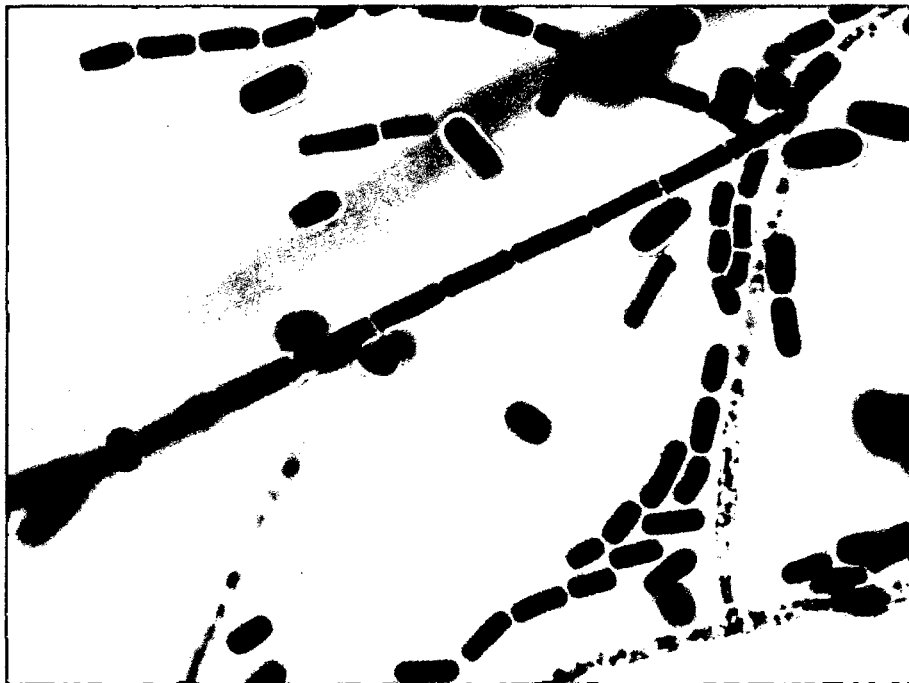
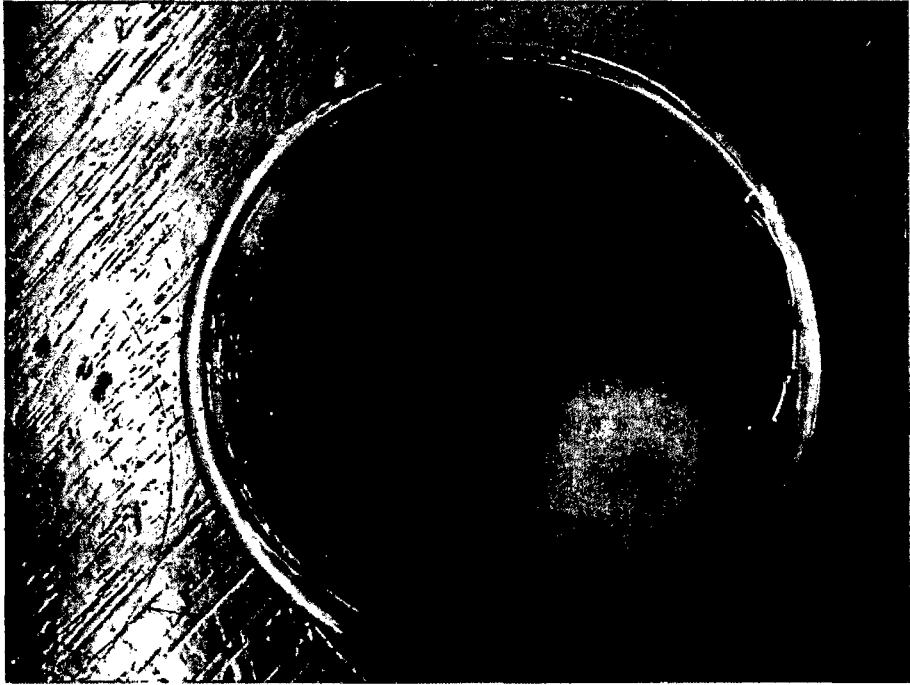


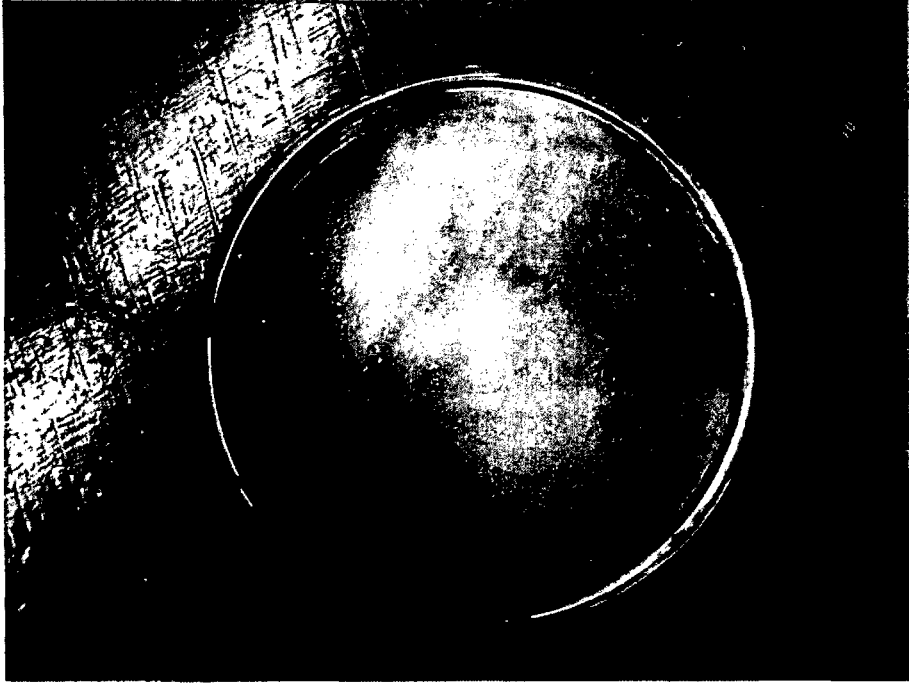
Figura 1. Muestra identificada de *Geotrichum*, nivel microscópico (100X)



Fotografía 2. Muestra aislada en nivel de cultivo de *Verticillium*



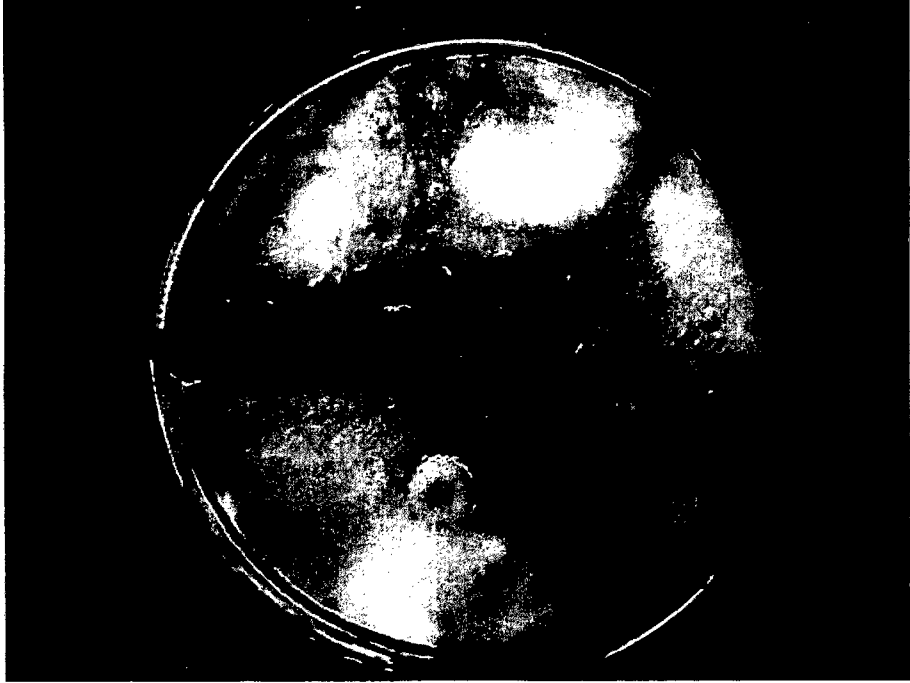
Figura 2. Muestra identificada de *Verticillium*, nivel microscópico (100X)



Fotografía 3. Muestra aislada en nivel de cultivo de *Fusarium*



Figura 3. Muestra identificada de *Fusarium*, nivel microscópico (100X)



Fotografía 4. Muestra aislada en nivel de cultivo de *Monosporium*

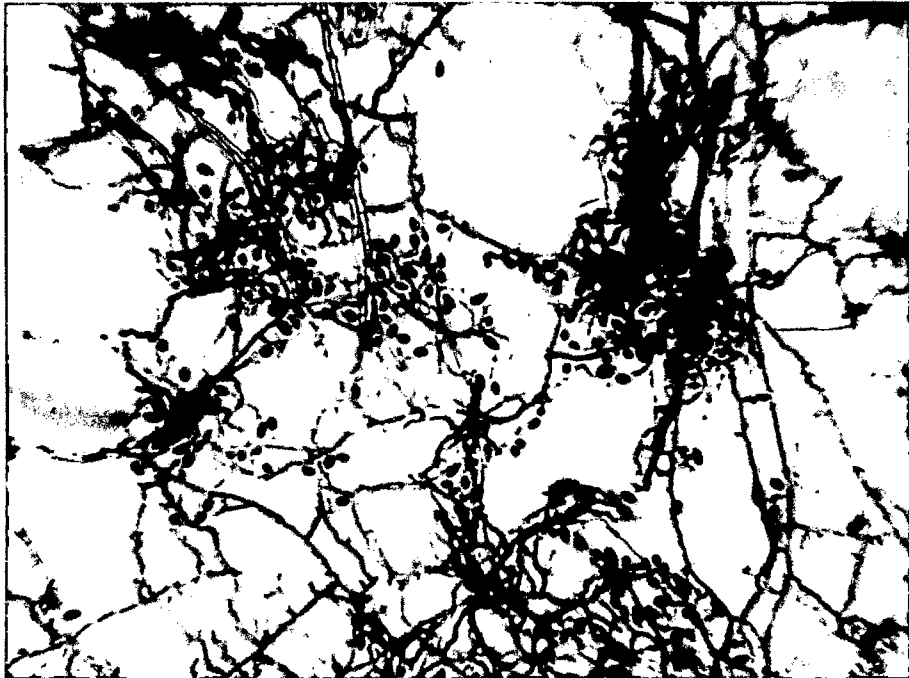
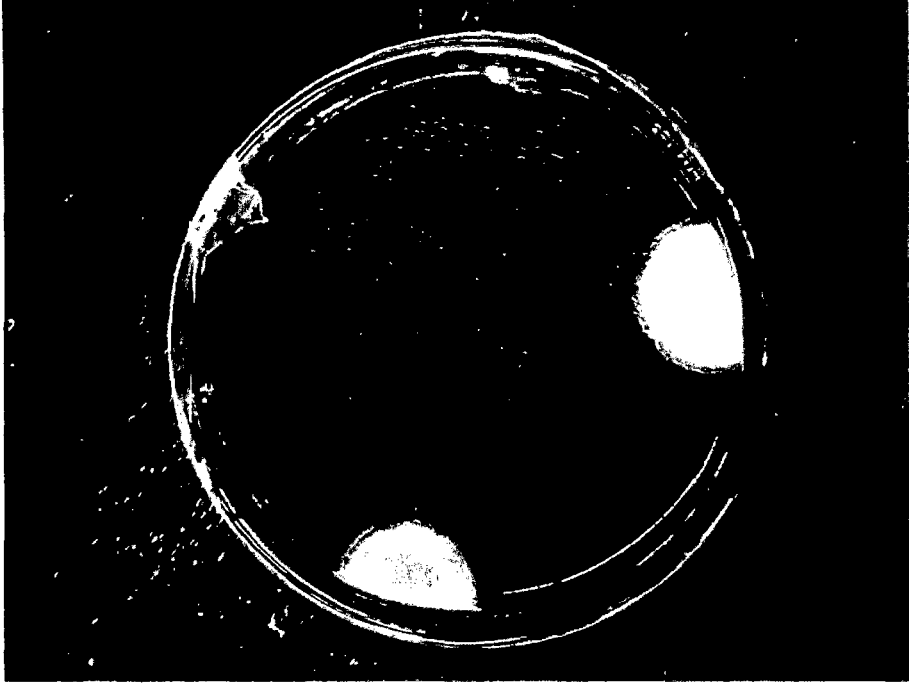


Figura 4. Muestra identificada de *Monosporium*, nivel microscópico (100X)



Fotografía 5. Muestra aislada en nivel de cultivo de *Aspergillus*



Figura 5. Muestra identificada de *Aspergillus*, nivel microscópico (100X)



Fotografía 6. Muestra aislada en nivel de cultivo de *Trichoderma*



Figura 6. Muestra identificada de *Trichoderma*, nivel microscópico (100X)

V. DISCUSIÓN

5.1. De los indicadores físicos

El primer indicador físico que se determinó en los cinco tipos de uso de suelo fue la textura del suelo, mediante el método del hidrómetro de Bouyocous (Cuadro 6), donde se le clasificó de acuerdo al porcentaje de partículas mediante el triángulo de textura de suelos. Obteniendo las siguientes clases texturales Franco y Franco arcilloso. Según SAGAN (2002), los nombres de las clases de textura se utilizan para identificar grupos de suelos con mezclas parecidas de partículas minerales. Los suelos minerales pueden agruparse de manera general en tres clases texturales que son: arena, limo y las arcillas, y se utiliza una combinación de estos nombres para indicar los grados intermedios.

La textura del suelo en cinco tipos de uso de suelo (Cuadro 6); podemos observar que los mejores suelos de acuerdo a su clase textural son las de Agrícola 1, Agrícola 2 y Forestal, con una textura Franco, el cual es un suelo equilibrado con propiedades compensadas, seguidos de Pastos y Agrícola 3 donde predomina el Franco arcilloso, un suelo de calidad regular. Según SAGAN (2002), los suelos arenosos son inertes desde el punto de vista químico, carecen de propiedades coloidales y de reservas de nutrientes; en

cuanto a las propiedades físicas presentan mala estructuración, buena aireación, muy alta permeabilidad y nula retención de agua. Por el contrario los suelos arcillosos son muy activos desde el punto químico, adsorben iones y moléculas, flocculan (la fracción arcilla permanece inmóvil) y dispersan (migran), muy ricos en nutrientes, retienen mucha agua, bien estructurados, pero son impermeables y asfixiantes. Los suelos limosos tienen nula estructuración, sin propiedades coloidales, son impermeables y con mala aireación. Los suelos francos son los equilibrados con propiedades compensadas.

5.2. De los indicadores químicos

El porcentaje de materia orgánica del suelo (Cuadro 6), nos muestra que en los tipos de uso de suelo Agrícola 1 el promedio de materia orgánica fue (4.46%), Forestal (3.0%), Pastos (2.6%), Agrícola 3 (2.3%) y Agrícola 2 (2.1%). El tipo de uso de suelo Agrícola 1 tiene mayor contenido de materia orgánica, valor que se asemeja al de un suelo ideal (Cuadro 4); sin embargo, Forestal, Pastos, Agrícola 3 y Agrícola 2 tienen un contenido medio de materia orgánica. Esto se debe al clima cálido y a la actividad del hombre. Según GARCIA (2003), los elementos orgánicos contenidos en el suelo están constituidos de una manera natural por restos vegetales y animales. Los datos para la clasificación se representa como sigue: de < 2 % de materia orgánica contenido bajo, 2 – 4% contenido medio y > 4% suelo orgánico con contenido alto de materia orgánica. Según SILVA (2000), los suelos de las zonas de climas cálidos y aquellos intervenidos por el hombre generalmente tienen contenidos bajos de materia orgánica.

La reacción del suelo (pH) (Cuadro 6), podemos observar que los tipos de uso de suelo Agrícola 1, Agrícola 2 y Forestal presenta valores muy similares al de un suelo ideal de buena calidad (6.31, 6.63 y 7.21), óptimos para el crecimiento de la mayoría de los cultivos, valores fuera de estos rangos pueden afectar la disponibilidad de nutrientes en las plantas. Sin embargo los tipos de uso de suelo Pastos y Agrícola 3 (5.88 y 7.45), son valores que se encuentran fuera de los rangos y por tanto no son lo ideal para un suelo de buena calidad, CHEN (2000), De acuerdo a USDA (1999), la disponibilidad de los nutrientes se ve afectada por cambios en la solubilidad de los minerales del suelo. La mayor parte de los minerales son más solubles en suelos ácidos que en suelos neutros o ligeramente básicos. Según MANSILLA (2002), la mayor disponibilidad, para el caso de la mayor parte de los nutrientes se halla entre pH 6.0 y 7.0.

Los valores de pH encontrados en el uso de suelo Agrícola 1 (Cacao), están dentro del rango de 6.0 a 6.5, como lo señala LAMA, (2003); el cual permitirá que el cacao se desarrolle eficientemente permitiendo obtener buenos rendimientos. Sin embargo, también se adapta a rangos extremos desde los muy ácidos hasta los muy alcalinos cuyos valores oscilan de pH 4.5 hasta el pH de 8.5, donde la producción es decadente o muy deficiente, en estos suelos se debe aplicar correctivos.

El fósforo disponible, (Cuadro 6), para el tipo de uso de suelo Agrícola 1 (15.2), tiene un valor como indicador de buena calidad; sin embargo, los tipos de uso de suelo Pastos, Agrícola 2 y Forestal tienen valores

medios (7.10ppm, 9.41ppm y 8.71 ppm), y por último Agrícola 3 (6.93 ppm), con un nivel bajo no muy preponderante para un suelo de buena calidad. Según MANSILLA (2002), los niveles relativos de fósforo son: <7 ppm bajo, 7 – 14 ppm medio y >14 ppm alto.

El potasio disponible (Cuadro 6) para los cinco tipos de uso de suelo tiene un bajo contenido, lo que nos indica que han sufrido pérdidas por lavado y por explotación agrícola. Según MANSILLA (2002), los suelos que tienen potasio <300 Kg.Ha⁻¹, son suelos pobres, los de 300 – 600 Kg.Ha⁻¹ son suelos medios y los que tiene >600 Kg.Ha⁻¹ son suelos ricos. Así mismo ROLDAN (2004), el potasio desempeña un papel importante en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, regula la transpiración y el contenido de agua de las células. Es cofactor enzimático e interviene en la fotosíntesis. En general suelos derivados de rocas básicas y suelos muy intemperizados son los que tienen menores contenidos.

5.3. De los indicadores biológicos

La vegetación así como los exudados que producen algunas raíces, cambian las propiedades físicas y químicas de los suelos; en particular, la estructura, la porosidad, el pH y el potencial redox, factores que en su conjunto actúan de un modo u otro para influir sobre la densidad y la actividad de los microorganismos según lo señala IGAC, (1993), de esta manera en nuestros resultados las raíces del cultivo de papaya estarían influyendo en que

exista mayor diversidad de géneros fungi, donde nuestro valor de pH es ligeramente alcalino.

La edad de la planta también altera la flora edáfica, pues parece que los microorganismos responden más a las secreciones de la raíz que a los tejidos en descomposición; por otra parte, la forma de enraizamiento de las plantas modifica algunas propiedades del suelo. En este sentido es notorio el papel de los pastos *Brachiaria*, especialmente en la modificación de la estructura, favoreciendo el crecimiento de los microorganismos así como sus funciones, según lo señala IGAC (1993), coincidiendo así con nuestros resultados obtenidos en el uso de suelo de Pastos (*Brachiaria*), ya que dentro de los géneros encontrados el número de células/g de suelo es mayor o igual a los otros cultivos evaluados.

El género con mayor frecuencia en los cinco tipos de uso de suelo fue el género *Geotrichum*, ya que este género se caracteriza por ser cosmopolita, encontrándose así en diferentes tipos de usos de suelo; encontrándose mayor número de fungi en el uso de suelo Agrícola 1 (Cultivo perenne), esto posiblemente estaría influenciado por el mayor contenido de materia orgánica y fosforo que se observa en el cuadro 6; coincidiendo así con TISDALL *et al.*, (1997), quien señala que entre los factores que influyen en la diversidad de las especies edáficas están: la cobertura vegetal, el manejo de los agroecosistemas, las perturbaciones naturales e inducidas, los cambios estacionales, la cantidad de materia orgánica y las características físicas y químicas del suelo.

El género *Verticillium* fue encontrado presente en los usos de suelo Agrícola 1 (Cultivo perenne) y Cobertura Forestal (Bosque cultivado), esto posiblemente esté relacionado con el mayor contenido de materia orgánica y fosforo disponible, tal como se muestra en el cuadro 6.

En los usos de suelo de Pastos (*Brachiaria*) y Agrícola 3 (Papaya) se encontró el género de *Fusarium* considerado como un hongo fitopatógeno, el cual destaca por su agresividad por causar marchitamientos y enfermedades sistémicas, la mayoría de las especies son saprofitas y son unos miembros relativamente abundantes de la microbiota del suelo Agrios (1985), citado por HEREDIA (1994), así mismo esto posiblemente esté relacionado con el mayor contenido de arcilla, tal como se presenta en el cuadro 6.

Solo se logró identificar el género *Trichoderma* en el uso de suelo Agrícola 3 (Papaya), género cuyas especies pueden parasitar o ejercer otros efectos antagónicos sobre algunos hongos fitopatógenos incluyendo *Phymatotrichopsis* y *Rhizoctonia*. *Trichoderma* es un género típico de bosques, no obstante en la zona desértica de Arizona, EUA su presencia fue asociada con suelos cultivados con vid *Vitis vinífera* L., a la cual se le aplicaron fertilizantes ácidos durante 10 años (Olsen *et al.*, 1988). Tal vez en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo el cultivo de Papaya este favoreciendo el establecimiento de *Trichoderma*.

El género *Aspergillus* fue encontrado solo en el uso de suelo Agrícola 2 (Plátano), sabiendo que el hábitat natural del *Aspergillus* son el heno

y el compostaje, mientras las condiciones ambientales sean favorables para su crecimiento, que incluyen alta humedad y alta temperatura De Hoog (1995), citado por RENGIFO (2010), no obstante las condiciones climáticas (altas precipitaciones y temperatura promediadas en 31 °C), que se dan en la zona del Centro de Investigación y Producción Tulumayo podrían estar influyendo en el crecimiento de *Aspergillus*.

Un recuento detallado de los géneros de hongos del suelo, tanto de los suelos estudiados en este trabajo como de los suelos en general, implicaría el incremento de los sitios de muestreo, de placas sembradas con suelo por sitio muestreado, de muestreo durante el año; del uso de diferentes medios de cultivo, así como poner en práctica más métodos de aislamiento (dilución, lavado de suelo, separación de suelo por tamaño de partícula) y aumentar la temperatura de incubación de las placas, entre otros. De tal manera que el uso de técnicas moleculares podría permitir diferenciar más del 80% de especies de hongos en el suelo, que por medios convencionales no es posible hacerlo (Bridge y Spooner, 2001).

Finalmente podemos señalar de acuerdo a PELCZAR Y REID (1996), que los Fungí están adaptados fisiológicamente a vivir en condiciones más severas que la mayor de los microorganismos. Pueden crecer, por ejemplo, sobre sustratos que contienen concentraciones de azúcares que las bacterias no toleran, ya que los fungí no son tan sensibles como las bacterias a las presiones osmóticas elevadas. Soportan y crecen en concentraciones de ácido relativamente altas. Pueden resistir desviaciones del pH de 2,0 a 9,0,

aunque el pH óptimo para la mayoría de las especies se encuentra alrededor de 5,6. Aunque necesitan humedad para su crecimiento y pueden obtener agua tanto de la atmosfera como del medio, los mohos sobreviven en ambientes deshidratados que serían inhibitorios para la mayor parte de las bacterias. Cuando el medio se deseca, los hongos forman esporas resistentes o pasan al estado de latencia.

VI. CONCLUSIONES

1. El género *Geotrichum*, fue el que tuvo mayor frecuencia (100%), encontrándose así en todos los tipos de uso de suelo estudiados, presente en las clases texturales franco y franco arcilloso, con características químicas de pH con valores máximos de 7.45 y 7.21 (neutro y ligeramente alcalino), 6.63 (neutro), 6.31 y 5.88 (moderadamente ácida), materia orgánica que van de 4.46% a 2.1%, Fosforo disponible desde 15.2 ppm a 6.93 ppm y Potasio disponible de 226 ppm hasta valores mínimos de 105 ppm, lo cual demuestra que es un género cosmopolita.

2. El género *Verticillium*, fue encontrado presente en los usos de suelo Agrícola 1 (Cultivo perenne), con clase textural Franco, pH 4.5 (ligeramente ácido), contenido de materia orgánica de 4.46%, Fosforo disponible 15.2 ppm, Potasio disponible de 143 ppm y Cobertura Forestal (Bosque cultivado), con clase textural Franco, pH 6.63 (neutro), contenido de materia orgánica de 3.30%, Fosforo disponible 8.71 ppm, Potasio disponible de 226 ppm, definiendo que su presencia se debe al mayor contenido de materia orgánica y fosforo disponible en estos tipos de uso de suelo.

3. Para el género *Fusarium* considerado como un hongo fitopatígeno, estuvo presente en los usos de suelo de Pastos (*Brachiaria*), con

clase textural Franco arcilloso, pH 5.88 (moderadamente ácido), contenido de materia orgánica de 2.6 %, Fosforo disponible 7.10 ppm, Potasio disponible de 120 ppm y Agrícola 3 (Papaya), con clase textural Franco arcilloso, pH 7.45 (ligeramente alcalino), contenido de materia orgánica de 2.3%, Fosforo disponible 6.93 ppm, Potasio disponible de 178 ppm, debiendo su presencia a un contenido alto de arcilla.

4. Dentro de los tipos de uso de suelo Pastos (*Brachiaria*), Agrícola 2, Forestal y Agrícola 3 se encontró presente el género *Monosporium*, los cuales manifiestan un contenido bajo de Fosforo a diferencia del tipo de uso de suelo Agrícola 1 que muestra un alto contenido de este elemento, el cual estaría posiblemente limitando la presencia de este género.

5. Los géneros *Aspergillus* y *Trichoderma* solo están presentes en los tipos de uso Agrícola 2 y Agrícola 3, los cuales presentan cualidades químicas similares, a diferencia de la clase textural, las condiciones climáticas (altas precipitaciones y temperatura promediadas en 31 °C), que se dan en la zona del Centro de Investigación y Producción Tulumayo influyen el crecimiento de estos géneros.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar realizando evaluaciones sobre la diversidad de fungi en los otros tipos de uso de suelo del CIPTALD, y así generar una base de datos acerca de estos microorganismos.

2. Los muestreos de suelo para este tipo de estudio, se deberán realizar en un periodo en el que clima es más estable y durante el cual el suelo no fue disturbado.

3. Tener muy en cuenta la profundidad necesaria del muestreo, puesto que de ello dependerá la variación de los resultados.

4. Perfeccionar las técnicas de cultivo en placas, empleando instrumentos más sofisticados para el aislamiento e identificación de fungi.

VIII. ABSTRACT

The research was conducted between June and October of 2012. This took place in Tulumayo town, located in district of Jose Crespo y Castillo, province of Leoncio Prado, at the region Huánuco. This research was made in order to evaluate the most common genres of Fungi associated with five types of land use of Tulumayo research and production center (CIPTALD). Soil samples from each system uses (Approx. 2500 m²) were collected. For this, a journey to the plots was made. Also, sampling areas with homogeneity in their environment, the color of soil topography and predominant type of crop were defined. The sampling method use was the zig-zag. The collected sample was 1 Kg. with 20 cm. of depth. The arrived samples to laboratory were placed in glass containers with lid open and were also dried at 103 °C/ 24 h. Then, these were cooled and placed at the respective covers. Then, viable fungi were isolated with plate count method. For the identification of Fungi, microculture technique and Imperfect of Fungi Manual of BARNER (2002) were used. From the five types of land uses six Fungi genre were able to be isolated: *Geotrichum*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Monosporium*, *Aspergillus* and *Trichoderma*. The type of land use Agricola 3 (Papaya) was the one with more diversity of Fungi. The genre *Geotrichum* was the one higher frequency (100%), besides being found in all studied land use types. These were followed by the *Monosporium* gender (80%), *Verticillium* (40%), *Fusarium* (40%), *Aspergillus* (20%) and *Trichoderma* (20%).

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA, O., W. PEÑA, SERRANO, E., POCASANGRE, L.E., ROSALES, F., DELGADO, E., TREJOS, J., y SEGURA, A. Importancia de los microorganismos en la calidad y salud de suelos bananeros. In Reunião Internacional para a Cooperação nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na America Tropical (20, 2006, Santa Catarina, Brasil). 2006. Joinville, Santa Catarina, ACORBAT. p. 222 - 233.
- ARIAS, J.C. 2001. Suelos Tropicales – I. reimpresión de la I. ed. – San José. C.R: EUNED 2007. 188 p.
- BARNETT, H.L., 1960. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Second Edition- Burgess Publishing Company. March 1960. 225 p.
- BAUTISTA, C. A., ETCHEVERS, J., DEL CASTILLO, R.F., Gutiérrez, C. 2004. La calidad de suelos y sus indicadores. [En línea]: Ecosistemas, (<http://www.aeet.org>, Journal, 18 Ago. 2012).
- BREWING 2007. Microbiologic. Brewing Microbiology, 3^a edición. Sacerdote y Campbell, ISBN 0-306-47288-0

- CHEN, Z. 2000. Relationship between heavy metal concentrations in soils of Taiwan and uptake by crops. [En línea]: (<http://www.fftc.agnet.org/>, 15 Jun. 2014)
- COYNE, M. 2000. Microbiología del suelo: Un enfoque exploratorio. Editorial Paraninfo. ITP An Internacional Publishing company.
- GARCIA, M. 2003. Estudio edafológico. [En línea]: (<http://www.edafologia.usda.gov/sqi/assessment/files/KitSpanish.pdf>, 15 Jun. 2014)
- HEREDIA, A.G. 1994. Hongos Microscopicos del Suelo de Areas Cafetaleras y de Bosque Mesofilo de Montaña del Centro del Estado, Veracruz, México, Instituto Italo-Latino Americano, pp. 10-26.
- HIBBETT, D.S. 2007. A higher level phylogenetic classification of The Fungi. [En línea]: Mycol, (<http://es.wikipedia.org/wiki/Chytridiomycota>, Fungí, 03 Oct. 2012).
- LORELY, C., MIRABAL, A., ORTEGA, E. 2008. Comunidad microbiana asociada a los Hongos Micorrizógenos Arbusculares (HMA). [En línea]: Cultivos Tropicales, (<http://redalyc.uaemex.mx>, Journals, 16 Ago. 2012).

- MANSILLA, L. 2002. Manual para la interpretación de análisis de suelos. Niveles críticos. Facultad de Agronomía, Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva 10 p.
- MADIGAN, M.T., MARTINKO, J.M., PARKER J. 2004. Biología de los microorganismos. PEARSON EDUCACION S.A. Madrid España. Décima Edición. P. 986
- MEDINA, G.H., GARCIA, G.J., NUÑEZ, A.D. 2007. El método del hidrómetro: Base Teórica para su empleo en la determinación de la distribución del tamaño de partículas del suelo. [En línea]: Revistas Ciencias Técnicas Agropecuarias, (<http://redalyc.uaemex.mx>, Journals, 16 Ago. 2012).
- M.J. PELCZAR y R.D. REID. 1996. Microbiología. EDICIONES DEL CASTILLA, S.A. Madrid, España. Segunda Edición. P. 651.
- MORA, J.R., 2006. La actividad microbiana: Un indicador integral de la calidad del suelo. [En línea]: Revista Luna Azul, (<http://lunazul.ucaldas.edu.co>, Colección, 15 Ago. 2012).
- RENGIFO, M. 2010. Aislamiento e identificación de Fungí y Bacterias en abono orgánico de Bocashi. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, Mención Conservación de Suelos y Agua. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 64 p.

- ROLDAN, M. VENIALGO, C., GUTIERREZ, N. 2004. Potasio disponible de reserva y energía de reemplazamiento en suelos y el nivel en rye grass. Universidad Nacional del Nordeste. Catedra de conservación y manejo del suelo. Argentina. A-072.
- SAGAN, M. 2002. Departamento de Edafología y Química. In: Universidad de Granada. España – Unidad docente e investigadora de la Facultad de Ciencias. [En Línea]:
(<http://www.sagangea.org/hojareduselo/14hoja.html> documento, 15 Jun. 2014)
- SAMANIEGO-GAXIOLA, J.A., CHEW-MADINAVEITIA, Y. 2007. Diversidad de géneros de hongos del suelo en tres campos con diferente condición agrícola en La Laguna, México [En Línea]: Revista Mexicana de Biodiversidad, (<http://www.revistas.unam.mx>, Journals, 16 Ago. 2012).
- SILVA, A. 2000. La materia orgánica del suelo. Notas Técnicas N° 16. Facultado de Agronomía. Uruguay. 1992. 16 p.
- SOSA-RODRIGUEZ T., SANCHEZ-NIEVES J., MELGAREJO L.M. 2009. Papel funcional de los hongos en ecosistemas de manglar. [En línea]: Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, (<http://www.invemar.org.co>, Boletín, 16 Ago. 2012).
- TISDALL, J.M., S.E. Smith y P. Rengasam. 1997. Aggregation of soil by fungal hyphae. Australian Journal of Soil Research 35:55-60.

UNAM, 2012. Protocolo de prácticas de Microbiología Experimental. [En línea]:
Biblioteca digital, (<http://www.unam.mx>, Anexos, 17 Ago. 2012).

USDA, 1999. Guía para la evaluación de localidad y salud del suelo. [En línea]:
FAO, (<http://soils.usda.gov/sgl.assessment/files/KitSpanish.pdf.1>, 15
Jun. 2014)

VILLOTA, H. 1991. Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y
zonificación Física de las Tierras. IGAC – Bogotá. 212 p.

X. ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO

Apéndice 1. Tipos de uso de suelo



Foto 1. Agrícola 1 (*Theobroma cacao* L.): 08 años de edad aproximadamente.



Foto 2. Pastos (*Brachiaria* sp.) – 30 años aproximadamente



Foto 3. Agrícola 2 (*Musa paradisiaca*): 04 meses aproximadamente.



Foto 4. Cobertura Forestal (*Guazuma crinita* C.): 03 años aprox.



Foto 5. Agrícola 3 (*Carica papaya*): 03 meses aproximadamente.

Apéndice 2. Aislamiento, identificación y recuento de fungi

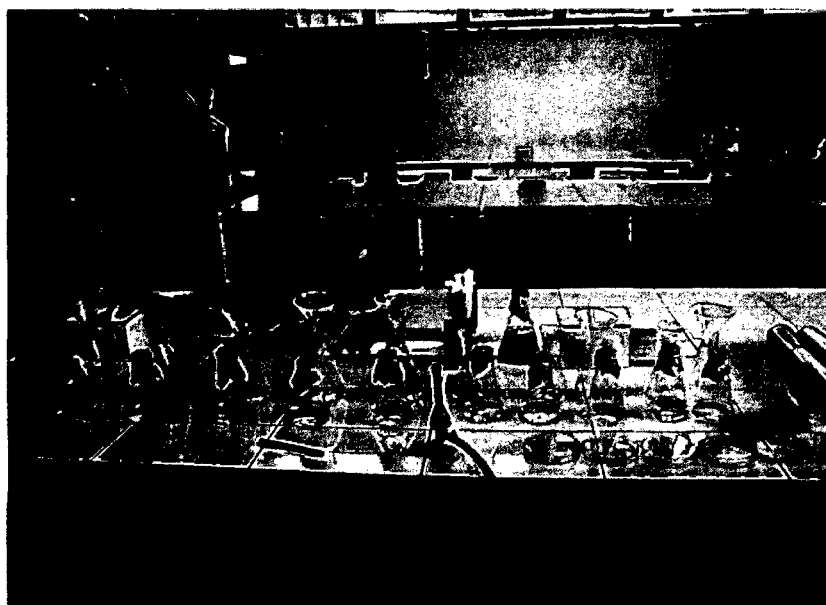


Foto 6. Preparación del medio de cultivo Rosa de bengala y caldo pectona.

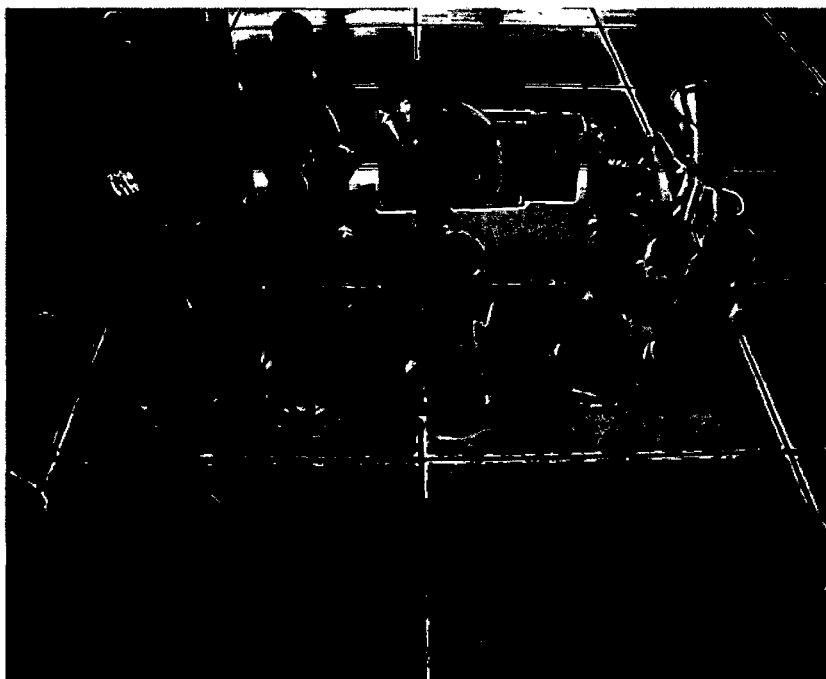


Foto 7. Preparación para las diluciones y placas con el medio Rosa de bengala

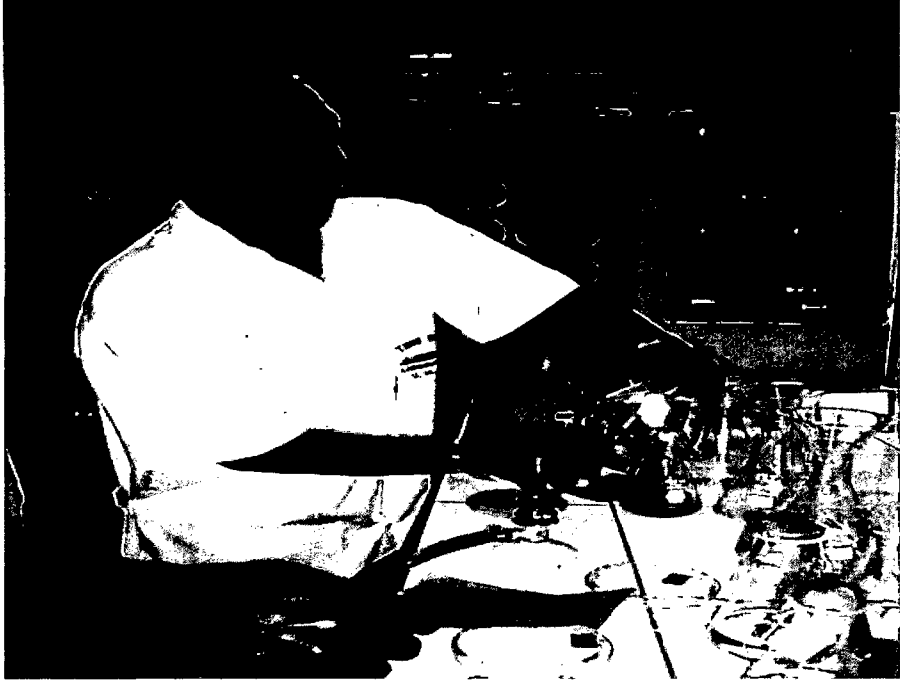


Foto 8. Realizando el filtrado de las muestras de suelo.

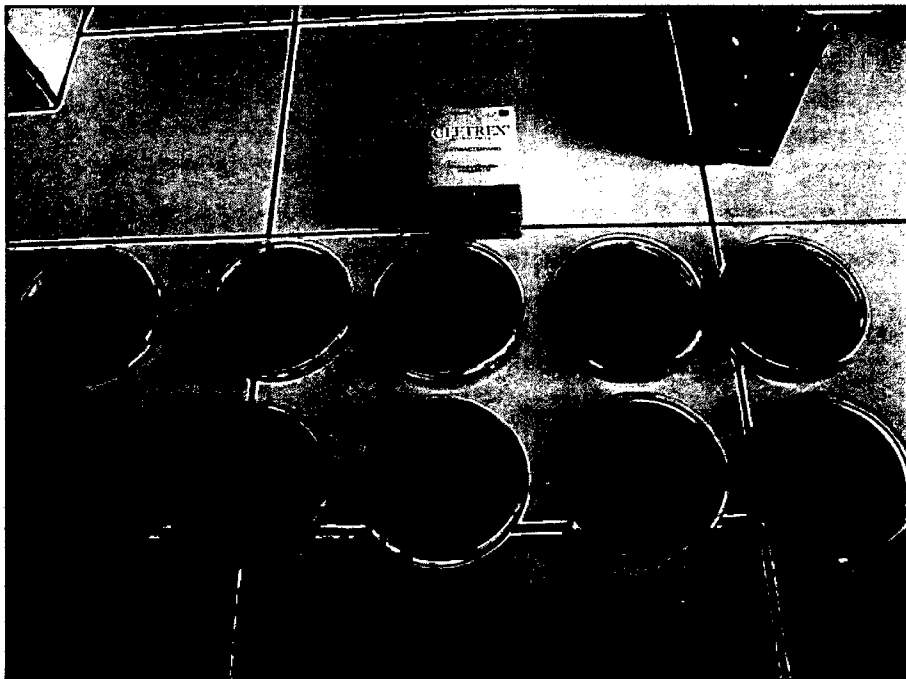


Foto 9. Placas listas con rosa de bengala y Ceftriaxona de 1 g.



Foto 10. Incubación de las placas durante 72 horas.



Foto 11. Colonias formadas después de 72 horas listas para realizar los microcultivos

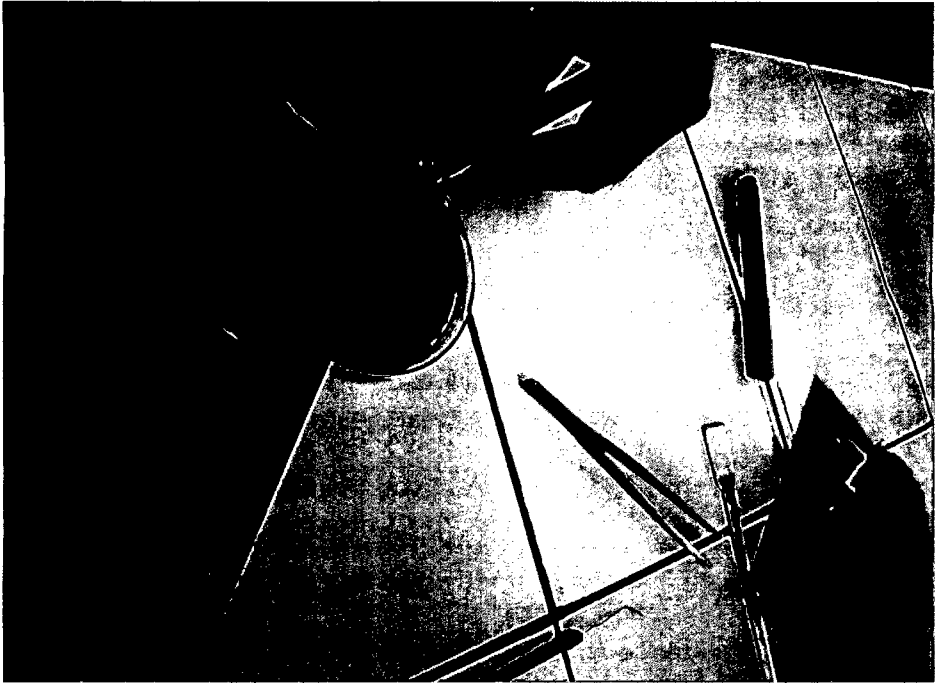


Foto 12. Placa petri con medio agar de Sabouraud-glucosa al 4%.

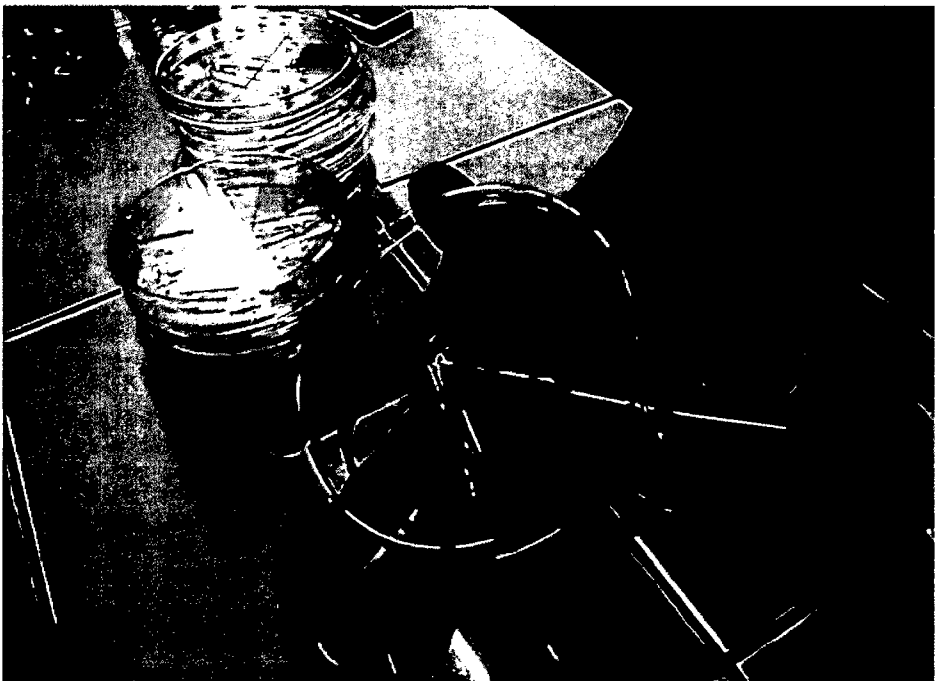


Foto 13. Cubitos de 20x20x10 mm de agar de Sabouraud colocados en las placas.



Foto 14. Colonias elegidas para ser trasladadas sobre los cubitos de medio de Sabouraud.



Foto 15. Colocación del inculo de cada colonia dentro de las placas

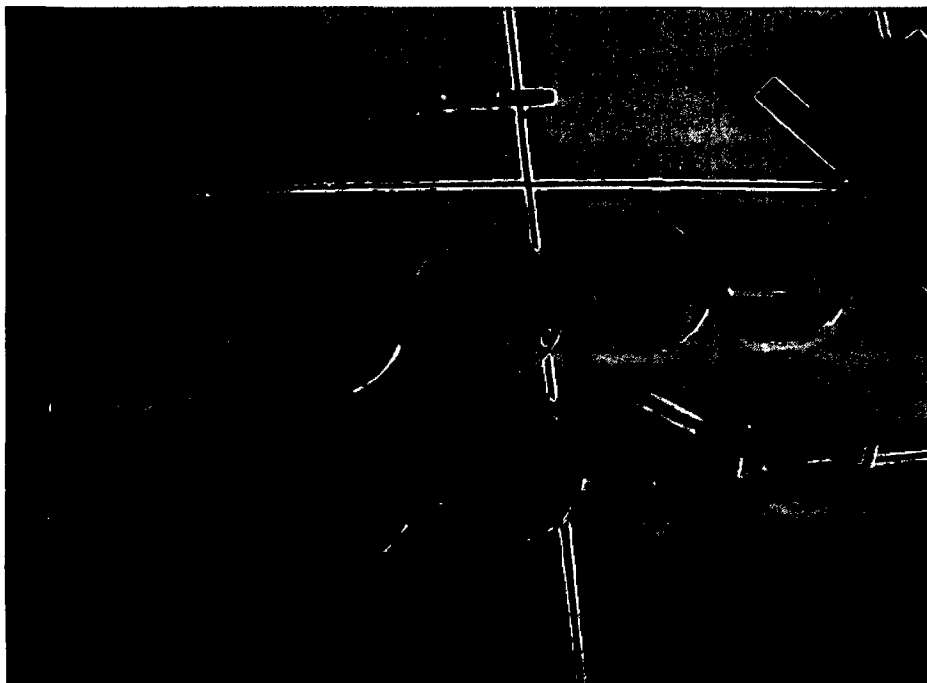


Foto 16. Placas listas con los inóculos para ser llevadas a incubación.

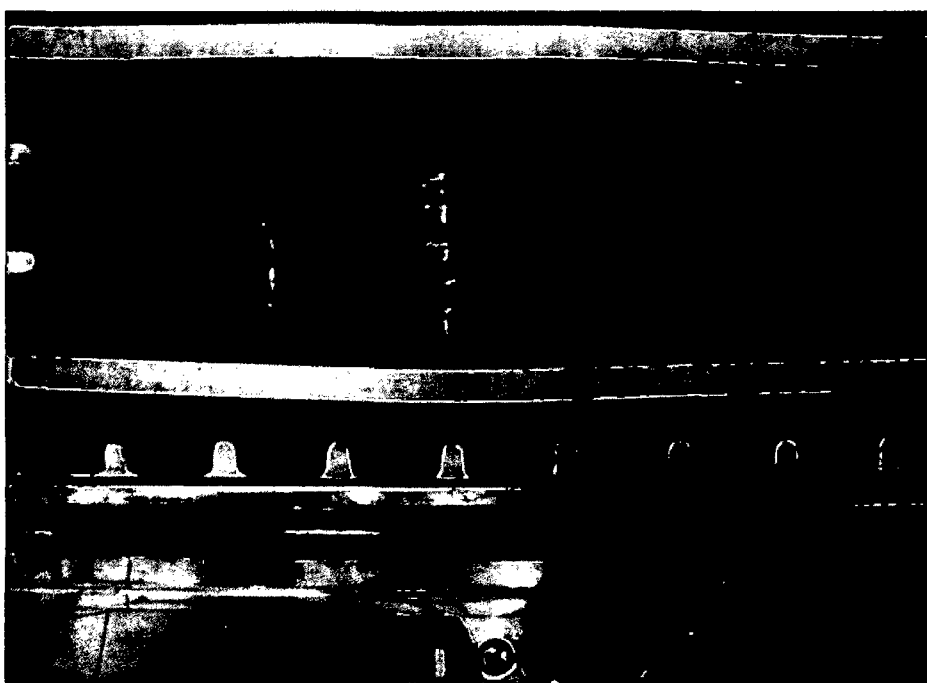


Foto 17. Placas llevadas a incubación a temperatura ambiente por cinco días.