

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

**Trabajo de fin de carrera previo a la obtención del Título
de Ingeniero Ambiental**

**IDENTIFICACIÓN, REPRODUCCIÓN E INOCULACIÓN
DE HONGOS DEL SUELO DEL PARQUE
METROPOLITANO GUANGÜILTAGUA EN EUCALIPTO
UTILIZANDO TÉCNICAS DE COMPOSTAJE**

Autora: Iris Fernanda Espinoza Gracia

Directora: Ing. Laura Huachi Espín

Quito – Ecuador

2009

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a todas las personas que hicieron posible su realización, sin su apoyo y confianza no se habría concretado.

A mis padres, Raúl e Iris que con su inmenso amor, su apoyo constante, sus consejos oportunos y su dedicación permanente me han proporcionado las herramientas necesarias para ser la persona que soy. A mis hermanos Alejandro y David que con su amor, amistad y constante apoyo, me incentivan a una mejora constante.

A mi tío y Padrino Fernando, que con sus consejos y cariño me ha guiado desde pequeña.

A mis abuelitos Gonzalo, Nelly A., Ángel y Nelly R. que me han brindado su amor, su ternura y siempre han sido un ejemplo y orgullo para mí, desde donde se encuentran son mis ángeles que siempre me protegen y guían.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se realizó con ayuda y apoyo de muchas personas a las que estoy inmensamente agradecida ya que sin ellos no lo habría logrado, voy a nombrarlos y espero no olvidarme de alguno.

- A la Universidad Internacional SEK por todo el bagaje de conocimiento y experiencias que he podido acumular en su campus durante estos cinco años que los he disfrutado a cabalidad.
- A la Ingeniera Laura Huachi por su dirección, paciencia, comprensión, dedicación, confianza y amistad demostradas para llevar a buen fin este proyecto.
- A la Ingeniera Teresa Guerrero y a la Doctora Karla Garcés por su constante guía y tiempo brindado para la correcta elaboración del proyecto.
- A mis queridos profesores: Ingeniera Katty Coral, Ingeniero Santiago Gómez, Doctor Carlos Ordóñez, Ingeniero Fabio Villalba e Ingeniero Ignacio Manríquez, por su apoyo, consejos y paciencia durante estos cinco años de carrera.
- Al Consorcio Ciudad Ecogestión y en especial al Ingeniero Esteban Oviedo por su ayuda y apoyo en la realización de este proyecto.
- A mi asistente de Tesis, Soledad Tello y mis colaboradores en el vivero del Parque Metropolitano Guanguiltagua, quienes siempre me ayudaron incondicionalmente en todos los trabajos realizados.
- A mis padres y hermanos por su paciencia, por su entrega e inmenso amor, que me han permitido alcanzar exitosamente esta meta.
- A mi tío, Doctor Fernando Espinoza quien con su conocimiento y vasta experiencia me guía y apoya siempre.
- A mi novio por su cariño y apoyo durante esta etapa importante de mi vida.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 <i>Objetivo General</i>	2
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.3 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE.....	3
1.4 HIPÓTESIS	3
CAPITULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 GENERALIDADES DEL PARQUE METROPOLITANO GUANGÜILTAGUA	4
2.1.1 <i>Administración</i>	5
2.1.2 <i>Características Naturales</i>	5
2.2 ESPECIE <i>Eucalyptus globulus</i>	6
2.2.1 <i>Aspectos Generales</i>	6
2.2.2 <i>Mecanismos de Crecimiento (FAO, 1956)</i>	7
2.2.3 <i>Características Climáticas (FAO, 1956)</i>	8
2.2.4 <i>Características del Suelo (FAO, 1956)</i>	8
2.2.5 <i>Efectos ambientales del Eucalyptus globulus</i>	8
2.2.5.1 Efecto sobre el ciclo del agua.....	8
2.2.5.2 Efecto sobre el suelo y sus nutrientes.....	9
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CELULOSA Y LIGNINA	10
2.3.1 <i>Degradación de la Celulosa</i>	11
2.3.2 <i>Degradación de la lignina</i>	11
2.4 LOS MICROORGANISMOS (CURTIS, 2001)	12
2.4.1 <i>Los microorganismos en el suelo</i>	13
2.5 LOS HONGOS (CURTIS, 2001), (FREEMAN, 1985)	14
2.5.1 <i>Los Hongos y el Suelo (Atlas, 2002)</i>	20
2.6 TAXONOMÍA, NOMENCLATURA Y CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS	21
2.6.1 <i>Taxonomía (Agrios, 1995)</i>	21
2.6.2 <i>Nomenclatura (Agrios, 1995)</i>	22
2.6.2.1 Nombre científico de los microorganismos.....	23
2.7 CATEGORÍAS TAXONÓMICAS	24
2.8 IDENTIFICACIÓN DE HONGOS	27
2.9 MÉTODOS DE ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LOS HONGOS.....	27

2.9.1	<i>Tinción (Martínez, et.al, 2002)</i>	28
2.9.2	<i>Montaje Directo (Martínez, et.al, 2002)</i>	28
2.10	EL COMPOSTAJE	28
2.10.1	<i>Microorganismos y Compostaje (Moreno, 2008)</i>	31
2.10.1.1	Hongos en compostaje (Moreno, 2008)	32
2.10.2	<i>Variables Ambientales que Condicionan el Proceso de Compostaje</i>	33
CAPITULO III.....		35
3.	METODOLOGÍA	35
3.1	UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	35
3.1.1	<i>Localización</i>	35
3.1.2	<i>Características del Sitio</i>	35
3.1.3	<i>Topografía y Suelos</i>	35
3.2	MATERIAL EXPERIMENTAL	36
3.2.1	<i>Equipos y Herramientas</i>	36
3.3	MÉTODOS GENERALES DE ANÁLISIS.....	37
3.3.1	<i>Factores en Estudio</i>	37
3.3.2	<i>Tratamientos en Estudio</i>	37
3.3.3	<i>Variables en Estudio</i>	37
3.3.4	<i>Análisis Estadístico</i>	38
3.3.4.1	Diseño experimental	38
3.3.4.2	Número de repeticiones	38
3.3.4.3	Parcelas.....	38
3.3.4.4	Área total del ensayo	38
3.3.4.5	Disposición en el campo.....	39
3.4	MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO	40
3.4.1	<i>Fase de Campo</i>	40
3.4.1.1	Identificación de los puntos de muestreo	40
3.4.1.2	Muestreo	40
3.4.1.3	Transporte.....	40
3.4.1.4	Delimitación del área para composteras.....	40
3.4.1.5	Recolección de hojas de eucalipto.....	40
3.4.1.6	Diseño y Construcción de las composteras	41
3.4.1.7	Envío de muestras a laboratorios.....	42
3.4.1.8	Inoculación	42
3.4.1.9	Optimización del proceso.....	42
3.4.1.10	Control del proceso.....	43
3.4.2	<i>Fase de Laboratorio</i>	43
3.4.2.1	Preparación de medios y diluciones	43
3.4.2.2	Siembra de fondo en caja petri	43
3.4.2.3	Aislamiento.....	44
3.4.2.4	Técnicas para la identificación de hongos en laboratorio	44

3.4.2.5	Conservación de cepas fúngicas.....	45
3.4.2.6	Uso de bibliografía para identificación.....	46
CAPITULO IV.....		47
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1	IDENTIFICACIÓN DEL GÉNERO DE LOS HONGOS AISLADOS.....	47
4.1.1	<i>Trichoderma sp.</i>	47
4.1.1.1	Taxonomía del género.....	47
4.1.1.2	Características morfológicas del género.....	48
4.1.1.3	Caracterización e importancia del género.....	49
4.1.2	<i>Penicillium sp.</i>	50
4.1.2.1	Taxonomía del género.....	51
4.1.2.2	Características morfológicas del género.....	51
4.1.2.3	Caracterización e importancia del género.....	53
4.1.3	<i>Aspergillus sp.</i>	54
4.1.3.1	Taxonomía del género.....	54
4.1.3.2	Características morfológicas del género.....	55
4.1.3.3	Caracterización e importancia del género.....	57
4.1.4	<i>Rhizopus sp.</i>	58
4.1.4.1	Taxonomía del género.....	58
4.1.4.2	Características morfológicas del género.....	59
4.1.4.3	Características e importancia del género.....	60
4.2	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE NUTRIENTES.....	61
4.2.1	<i>Materia Orgánica</i>	61
4.2.2	<i>Fósforo</i>	62
4.2.3	<i>Potasio</i>	64
4.2.4	<i>Calcio</i>	65
4.3	RESULTADOS DE LA EVALUACION DE VARIABLES EN COMPOSTERAS.....	67
4.3.1	<i>Variable Potencial Hidrógeno</i>	67
4.3.2	<i>Variable Conductividad Eléctrica</i>	69
4.3.3	<i>Variable Temperatura</i>	71
4.4	RESULTADOS DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO.....	73
4.5	RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIANO EN LAS COMPOSTERAS.....	74
4.6	CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN COMPOST DE EUCALIPTO.....	76
CAPITULO V.....		79
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1	CONCLUSIONES.....	79
5.2	RECOMENDACIONES.....	82
GLOSARIO.....		84
BIBLIOGRAFÍA.....		87

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS	18
TABLA 2. ALGUNOS GÉNEROS REPRESENTATIVOS DE LOS HONGOS FILAMENTOSOS DEL SUELO.....	20
TABLA 3. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO.....	35
TABLA 4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	35
TABLA 5. CUADRO DE TRATAMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN. PMG. 2008.	37
TABLA 6. RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN DE COLONIAS DE <i>Trichoderma Sp.</i>	48
TABLA 7. RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN DE COLONIAS DE <i>Penicillium sp.</i>	52
TABLA 8. RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN DE COLONIAS DE <i>Aspergillus sp.</i>	55
TABLA 9. RESULTADO DE LA OBSERVACIÓN DE COLONIAS DE <i>Rhizopus Sp.</i>	59
TABLA 10. RESULTADOS INICIALES Y FINALES DEL ANÁLISIS DE MATERIA ORGÁNICA PRESENTE EN EL COMPOST. PMG 2009	61
TABLA 11. RESULTADOS INICIALES Y FINALES DEL ANÁLISIS DE FÓSFORO PRESENTE EN EL COMPOST. PMG 2009	62
TABLA 12. RESULTADOS INICIALES Y FINALES DEL ANÁLISIS DE POTASIO PRESENTE EN EL COMPOST. PMG 2009	64
TABLA 13. RESULTADOS INICIALES Y FINALES DEL ANÁLISIS DE CALCIO PRESENTE EN EL COMPOST. PMG 2009	65
TABLA 14. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA POTENCIAL HIDRÓGENO. PMG 2009.....	67
TABLA 15. PROMEDIOS Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA PARA POTENCIAL HIDRÓGENO CON EL USO DE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%. PMG 2009	67
TABLA 16. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA. PMG 2009	69
TABLA 17. PROMEDIOS Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA PARA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA CON EL USO DE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%. PMG 2009	69
TABLA 18. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA TEMPERATURA. PMG 2009	71
TABLA 19. PROMEDIOS Y RANGOS DE SIGNIFICANCIA PARA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA CON EL USO DE LA PRUEBA DE TUKEY AL 5%. PMG 2009	71
TABLA 20. RELACIÓN C/N INICIAL Y FINAL DEL COMPOST. PMG 2009.....	73
TABLA 21. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS INICIALES DE CARGA MICROBIANA DE LAS COMPOSTERAS	74
TABLA 22. RESULTADO DE LOS ANÁLISIS FINALES DE CARGA MICROBIANA DE LAS COMPOSTERAS	75
TABLA 23. CARACTERIZACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN COMPOST DE EUCALIPTO	77

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. <i>Trichoderma</i>	47
FOTOGRAFÍA 2. SUPERFICIE DE UN MEDIO DE CULTIVO CON <i>Trichoderma sp.</i>	48
FOTOGRAFÍA 3. REVERSO DE UN MEDIO DE CULTIVO CON <i>Trichoderma sp.</i>	48
FOTOGRAFÍA 4. <i>Trichoderma sp.</i> AL MICROSCOPIO (40X).....	49
FOTOGRAFÍA 5. <i>Penicillium sp.</i>	50
FOTOGRAFÍA 6. SUPERFICIE DEL MEDIO DE CULTIVO CON <i>Penicillium sp.</i>	51
FOTOGRAFÍA 7. REVERSO DEL MEDIO DE CULTIVO CON <i>Penicillium.</i>	51
FOTOGRAFÍA 8. <i>Penicillium sp.</i> , OBSERVADO AL MICROSCOPIO (40X).....	53
FOTOGRAFÍA 9. <i>Aspergillus sp.</i>	54
FOTOGRAFÍA 10. SUPERFICIE DE UN MEDIO DE CULTIVO CON <i>Aspergillus sp.</i>	55
FOTOGRAFÍA 11. REVERSO DE UN MEDIO DE CULTIVO CON <i>Aspergillus sp.</i>	55
FOTOGRAFÍA 12. <i>Aspergillus sp.</i> , AL MICROSCOPIO (40X).....	56
FOTOGRAFÍA 13. <i>Rhizopus sp.</i>	58
FOTOGRAFÍA 14. SUPERFICIE DE UN MEDIO DE CULTIVO CON <i>Rhizopus sp.</i>	59
FOTOGRAFÍA 15. REVERSO DE UN MEDIO DE CULTIVO CON <i>Rhizopus sp.</i>	59
FOTOGRAFÍA 16. <i>Rhizopus sp.</i> AL MICROSCOPIO (40X).....	60

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. HIFAS (CARRILLO, 2003)	15
ILUSTRACIÓN 2, CUERPOS FRUCTÍFEROS CON ESPORAS EXTERNAS (CARRILLO, 2003).....	15
ILUSTRACIÓN 3. CUERPOS FRUCTÍFEROS CON ESPORAS INTERNAS (CARRILLO, 2003)	16
ILUSTRACIÓN 4. TIPOS DE ESPORAS (CARRILLO 2003)	16
ILUSTRACIÓN 5. ESTRUCTURA DE UN GAMETANGIO (CARRILLO, 2003).....	17
ILUSTRACIÓN 6. ESTRUCTURAS: ESPORANGIO Y ESPORANGÍOFORO (CARRILLO, 2003).....	17
ILUSTRACIÓN 7. <i>Trichoderma sp.</i> (BARNETT, 2008)	49
ILUSTRACIÓN 8: <i>Penicillium sp.</i> (BARNETT, 2008).....	53
ILUSTRACIÓN 9. ESTRUCTURA DEL GÉNERO <i>Penicillium sp.</i> (LARONE, 1995).....	53
ILUSTRACIÓN 10. <i>Aspergillus sp.</i> (BARNETT, 2008).....	56
ILUSTRACIÓN 11. ESTRUCTURA DE <i>Aspergillus sp.</i> (LARONE, 1995).....	57
ILUSTRACIÓN 12. <i>Rhizopus sp.</i> (BARNETT, 2008).....	60

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. COMPORTAMIENTO DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS TRATAMIENTOS AL INICIO Y FIN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE. PMG 2009.....	61
GRÁFICO 2. COMPORTAMIENTO DE FÓSFORO EN LOS TRATAMIENTOS AL INICIO Y FIN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE. PMG 2009.....	63
GRÁFICO 3. COMPORTAMIENTO DE POTASIO EN LOS TRATAMIENTOS AL INICIO Y FIN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE. PMG 2009.....	64
GRÁFICO 4. COMPORTAMIENTO DEL CALCIO EN LOS TRATAMIENTOS AL INICIO Y FIN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE. PMG 2009.....	66
GRÁFICO 5. PROMEDIOS DE COMPORTAMIENTO PARA POTENCIAL HIDROGENO EN COMPOST. PMG 2009.....	68
GRÁFICO 6. PROMEDIOS DE COMPORTAMIENTO PARA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN COMPOST. PMG 2009	69
GRÁFICO 7. PROMEDIOS DE COMPORTAMIENTO PARA TEMPERATURA EN COMPOST. PMG 2009	71
GRÁFICO 8. RESULTADO DE LA RELACIÓN C/N INICIAL Y FINAL DEL COMPOST. PMG 2009	73

RESUMEN

El estudio se realizó en el Parque Metropolitano Guanguiltagua con el objetivo de probar la eficiencia de diferentes dosis de hongos aislados del suelo del Parque en pilas de compost, en base a *Eucalyptus globulus*.

Se elaboraron doce pilas de compost, utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). El ensayo estuvo compuesto por tres repeticiones, cuatro tratamientos y tres dosis de cocktail de hongos, 25 cm³/L, 50 cm³/L y 100 cm³/L.

Se determinó que la dosis de 50 cm³/L presenta mejores resultados en el proceso de biotransformación para materia orgánica y ciertos nutrientes. También proporciona microorganismos eficientes para el proceso.

Los rangos de pH y CE, los microorganismos presentes y las características del producto final demuestran que la utilización del compost a base de eucalipto contribuye al mejoramiento de los suelos del Parque, si se aplica y maneja de manera adecuada.

Se realizó también, la identificación de especies fúngicas aisladas en un anterior proyecto y se obtuvieron los géneros *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* y *Rhizopus sp.* con su respectiva caracterización.

Se concluyó que el compost obtenido a base de eucalipto es de buena calidad y aporta al mejoramiento de los suelos del Parque de una manera económica, eficiente y rápida.

También se concluyó que al aplicar microorganismos propios del Parque en el proceso de compostaje, se contribuye a la conservación de su ecosistema.

Descriptores

Parque Metropolitano Guanguiltagua, hojas Eucalipto, cocktail de hongos, dosis, biotransformación, compost, microorganismos, *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* y *Rhizopus sp.*

ABSTRACT

The study was conducted in the Metropolitan Park Guangüiltagua in order to test the efficiency of different doses of fungi isolated from the soil of the Park in compost heaps, based on *Eucalyptus globulus*.

Twelve compost heaps were prepared and arranged on the field using a Randomized Complete Block Design (DBCA). The test consisted in three replications, four treatments, and three doses of fungal cocktail, 25 cm³/L, 50 cm³/L y 100 cm³/L.

It was determined that the 50 cm³/L doses provide better results in the process of biotransformation of organic matter and some nutrients. It also supplies efficient microorganisms to the process.

The ranges of pH and electric conductivity, microorganisms and the final product characteristics showed that the use of Eucalyptus-based compost helps improve the Park soil, if applied and managed properly.

An identification of fungal species isolated in a previous project was also made, and the genera obtained were *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* and *Rhizopus sp.* with their respective characterization.

The compost derived from Eucalyptus has good quality and contributes to the improvement of the Park soils in an economical, efficient and fast way.

When microorganisms from the Park are applied in the composting process, it helps to preserve its ecosystem.

Key Words

Metropolitan Park Guangüiltagua, Eucalytus leaves, fungal cocktail, doses, biotransformation, compost, microorganisms, *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Parque Metropolitano se encuentra ubicado en la Loma Guanguiltagua, al norte de Quito, tiene una extensión aproximada de 571,176 ha; se encuentra a una altura de 2.988 m.s.n.m.; con una temperatura promedio durante todo el año entre 12 y 18 °C, en época fría y en épocas calientes entre 16 y 22 °C.

El Consorcio Ciudad-Ecogestión se encuentra a cargo de la administración del Parque desde marzo de 2007, con el propósito de preservar el recurso natural. En el Parque se están elaborando programas y proyectos para cumplir con las diferentes necesidades tanto del ambiente como de la ciudadanía. Dentro de los proyectos que se están ejecutando se contempla la recuperación ecológica, y entre los programas, el de educación ambiental y ciudadanía.

Este Parque es la mayor reserva de bosque (plantación) manejado como un parque urbano existente en el país. Gran parte de su área está cubierta por distintas especies de eucalipto, constituyendo así uno de los principales pulmones de la ciudad.

El eucalipto es una especie introducida en la zona, y debido a sus características, ha causado distintos problemas en el equilibrio natural del Parque. Esta especie de árbol posee resinas que son tóxicas para otras especies vegetales y animales, acelera la salinización del suelo, además absorbe el agua de otras especies vegetales y del suelo.

El Consorcio CIUDAD- Ecogestión realizó un convenio con la Universidad Internacional SEK, entre otras, para la realización de trabajos de fin de carrera previos a la obtención del título de Ingeniería Ambiental. Una de estas tesis fue; “Biodegradación de las hojas de la especie *Eucalyptus globulus* en el Parque Metropolitano Guanguiltagua de Quito mediante un proceso compostaje y su posible utilización en el mejoramiento de las características del suelo de la zona”, en la que se aislaron especies fúngicas degradadoras de hojas de la especie *Eucalyptus globulus*, para su posterior utilización en compostaje.

A partir de este estudio, el Consorcio y la Universidad Internacional SEK, vieron la necesidad de hacer una nueva investigación como trabajo de fin de carrera, en la que se

identifiquen las especies fúngicas aisladas del suelo del Parque y se pruebe la eficiencia de dosis más elevadas de cocktail de estos hongos en el proceso de compostaje.

En varias ciudades del país se han realizado diferentes estudios sobre la obtención y aplicación del compost. Debido a que es un método económico y sencillo de aplicar, muchas empresas y municipios han resuelto añadir esta técnica a sus procesos. La administración del Parque Metropolitano Guanguiltagua decidió aplicar este método de obtención de abono como tratamiento de los desechos sólidos orgánicos generados en los kioscos de venta de alimentos y en el mantenimiento de zonas verdes y boscosas.

En el vivero de este Parque se produce abono orgánico que contiene un alto porcentaje de restos de Eucalipto, alrededor de 3 m³ al mes, por lo que se hace necesario optimizar el proceso de compostaje con la ayuda de hongos propios de este sitio.

Por todas las razones expuestas, se llevó a cabo esta investigación que tuvo una parte de trabajo en laboratorio y otra de aplicación en el campo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Probar la eficiencia de diferentes dosis de hongos aislados del suelo del Parque Metropolitano Guanguiltagua en pilas de composta, en base a *Eucalyptus globulus*

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los géneros de los hongos aislados en el Parque Metropolitano Guanguiltagua.
- Reproducir a nivel de laboratorio los hongos aislados del suelo.
- Determinar la carga microbiana inicial y final del material a compostar.
- Determinar el contenido de nutrientes al inicio y final del material a compostar.
- Evaluar la temperatura, pH y conductividad eléctrica en los tratamientos.
- Determinar la relación C/N (Carbono, Nitrógeno) y contenido de materia orgánica al final del proceso.

1.3 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El Parque Metropolitano Guanguiltagua, casi en la totalidad de sus zonas plantadas (385 ha), está cubierto por eucalipto, el cual debido a sus propiedades ha causado gran impacto en la calidad del suelo. Este proyecto utilizará la aplicación de hongos aislados del suelo del Parque para acelerar la biotransformación del eucalipto en el compostaje, y de esta manera mejorar la calidad del suelo de una manera económica, eficiente y rápida.

Para acelerar y optimizar el proceso de compostaje es de gran importancia profundizar el estudio de los hongos aislados; por esto, se realizará la identificación de los géneros de estos hongos y se probarán mayores dosis de cocktail, mezcla de diferentes especies fúngicas a partir del proyecto anteriormente mencionado.

1.4 HIPÓTESIS

Se ha encontrado la dosis adecuada de cocktail para acelerar y optimizar la degradación de las hojas de *Eucalyptus globulus* en el proceso de compostaje.

H₀= Dosis diferentes tienen el mismo comportamiento durante el proceso de compostaje.

H_a= Dosis diferentes tienen distinto comportamiento durante el proceso de compostaje.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL PARQUE METROPOLITANO GUANGÜILTAGUA

El Parque Metropolitano Guanguiltagua (PMG) esta ubicado al nororiente del Distrito Metropolitano. Debido a su extensión, es considerado uno de los mayores parques urbanos existentes en Latinoamérica.

Es un área natural dentro de la cual se unen distintos elementos como grupos humanos, flora, fauna, y zonas de recreación. Constituye un sitio muy atractivo para la población, por lo que cumple con varias funciones, como conservación de la biodiversidad, zonas de esparcimiento e investigación científica. El parque tiene una concurrencia aproximada de 20000 visitantes los fines de semana; en feriados y vacaciones esta cifra se duplica. (Vasco, 2006)

Los datos detallados a continuación pertenecen al Plan Maestro del PMG de la Dirección Metropolitana de Territorio y Vivienda bajo la dirección del Arquitecto Diego Carrión, Junio 2002.

El Municipio de Quito y la Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable, con el fin de concretar los planes, programas y proyectos de interés ambiental para aplicarse en el Distrito, creó la Corporación de Salud Ambiental, Vida para Quito, la cual es una identidad de derecho privado sin fines de lucro, para realizar obras que mejoren la salud ambiental de la ciudad y de sus habitantes, encargada de administrar los recursos donados así como obtenidos y ejecutar proyectos ambientales a favor de la ciudad.

Su creación fue aprobada por el Consejo Metropolitano mediante resolución No.358 del 28 de Junio del 2001. El Ministerio del Ambiente aprobó el estatuto de la Corporación mediante Acuerdo Ministerial No.067 el 31 de Octubre del 2001.

2.1.1 ADMINISTRACIÓN

El Parque Metropolitano Guanguiltagua, es administrado en la actualidad, por el Consorcio Ciudad-Ecogestión desde el 2 de Marzo del 2007. El Consorcio pretende convertir al PMG, en un referente nacional e internacional de gestión, con la colaboración de la comunidad, el gobierno local y el sector privado. (Caicedo, 2008)

Entre los principales objetivos del Consorcio Ciudad Ecogestión, se encuentran:

- Mantener al PMG como un espacio público incluyente, gratuito, abierto a toda la ciudadanía, y manejado con clara normatividad.
- Realizar programas de educación ambiental, recreación, cultura y turismo, a toda la ciudadanía.
- Implementar un programa de manejo ambiental, para todas las actividades que se realicen en su interior.
- Construir edificaciones e infraestructuras, acordes con el entorno natural, que satisfagan necesidades y causen el menor impacto ambiental y visual.
- Reducir el actual uso intensivo de agua en el PMG, mediante una zonificación y organización de los accesos y circulación interna.

2.1.2 CARACTERÍSTICAS NATURALES

El territorio del parque tiene una limitada cobertura de suelo vegetal característica del territorio, debido a los procesos erosivos y a un inadecuado sistema de cultivo superficial al que ha estado sometido. Las quebradas que se encuentran dentro del Parque, conjuntamente con la canalización de la ciudad constituyen el drenaje del área. (Caicedo, 2008)

En el Parque iniciaron un proceso de sustitución del bosque de eucalipto por especies nativas de la región, debido a que se quiere aportar a la restitución de la flora y fauna andina. (Manríquez, *et.al*, 2009)

- **Fauna**

El PMG cuenta con una gran diversidad de especies de fauna pese a su ubicación urbana. Se han realizado inventarios dentro del Parque entre los cuales cabe mencionar el inventario de avifauna, en donde se identifican 21 familias y 60 especies aproximadamente, dentro las

más llamativas se destacan 10 especies de colibríes, 7 especies de tangaras y 1 especie de pájaro carpintero. (Caicedo, 2008)

Se ha confirmado la presencia de venados de cola blanca, que están en riesgo de extinción en el Ecuador. (Consortio Ciudad Ecogestión, 2009)

- **Flora**

Gran parte del área del PMG se encuentra cubierta por bosques, del cual un 60 % es *Eucalyptus globulus*, y 20 % *Pinus spp*; estas dos especies son introducidas, por lo que han causado un desequilibrio en el ecosistema natural del Parque. En un menor porcentaje se encuentran tréboles y ciertas especies ornamentales y nativas, entre las cuales se pueden nombrar: Polilepys, Fucsia, Falso arupo, Tocte, Pumamaqui y Flor de mayo. (Consortio Ciudad Ecogestión, 2009)

2.2 ESPECIE *Eucalyptus globulus*

2.2.1 ASPECTOS GENERALES

El *Eucalyptus globulus* es una de las especies más conocidas dentro del género *Eucalyptus*. Se lo conoce comúnmente como eucalipto, sin embargo en Tasmania, de donde es originario, se lo conoce como árbol de goma o goma azul. Es un árbol perennifolio¹ de la familia de las mirtáceas. (FAO, 1956)

Árbol de gran tamaño, sólido y robusto, que puede llegar a medir de 45 a 65 m. de altura. Su follaje es medianamente denso, con grandes hojas colgantes. Su corteza se desprende anualmente en largas tiras, dejando al descubierto a una nueva corteza lisa de color grisáceo, que posteriormente se torna gris amarillento y con la edad se quiebra en anchas placas longitudinales. Tiene una raíz muy poderosa y agresiva, que le proporciona al árbol un anclaje adecuado ante los agentes atmosféricos.

1. ¹ Perennifolio: Que tiene hojas durante todo el año. (Real Academia Española, 2001)

El eucalipto contiene abundantes aceites esenciales, que representan del 0.75 al 1.25 % del peso del follaje. Estos aceites son usados en la industria química, farmacéutica y confitería. También es muy conocido por tener cualidades medicinales, en enfermedades de las vías respiratorias. (Montoya, 1995)

El eucalipto es una especie introducida en 1865, en las llanadas entre los 1600 y 3500 m de elevación, y se ha convertido en una las principales fuentes madereras. Debido a ciertas cualidades que posee el eucalipto, como producción de madera, fijación de dunas, lindes de caminos, etc, muchas de sus especies han sido introducidas y cultivadas fuera de su área de distribución natural en muchos países alrededor del mundo. (FAO, 1956)

2.2.2 MECANISMOS DE CRECIMIENTO (FAO, 1956)

Diferentes familias de plantas han desarrollado órganos protectores subterráneos, los cuales les permiten emitir nuevos brotes en caso que la parte aérea de la planta sea destruida, en el caso del eucalipto su órgano subterráneo es conocido con el nombre de lignotubérculo². El lignotubérculo se desarrolla en forma de pequeñas protuberancias en las axilas de los cotiledones, o también en los primeros pares de hojas. Sirven también de reserva y acumulan sustancias alimenticias.

Dos de las características más importantes de crecimiento del eucalipto, son los brotes indefinidos y las yemas desnudas. Estas características permiten que el brote del eucalipto crezca continuamente, en altura o en largo. La punta delicada de crecimiento sigue produciendo pares de hojas con intervalos regulares, constituyendo un brote indefinido. En la axila de cada hoja hay una yema desnuda, que es otra punta de crecimiento que puede producir inmediatamente otra rama de segundo orden. En caso de que el ápice madre de crecimiento se destruya, esta segunda punta de crecimiento puede asumir las funciones del brote principal en cuestión de días.

Existen ciertos limitantes para el crecimiento normal del eucalipto, como son las heladas, las bajas temperaturas, los vientos fuertes y las sequías. La sombra no le favorece, por lo que soporta mal la cubierta o la competencia de otras especies.

² Lignotubérculo: Engrosamiento en la base del tallo, tiene un papel importante en el rebrote de algunas especies. (Lloret, 2009)

2.2.3 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS (FAO, 1956)

El eucalipto prefiere climas templado-húmedos, sin heladas. La temperatura media debe ser superior a 3 °C con un óptimo entre 10 y 15,5 °C. La pluviosidad anual debe ser entre 500 y 1520 mm.

El *Eucalyptus globulus* es la especie de eucalipto que más acogida ha tenido en los países del trópico y del subtropical.

2.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO (FAO, 1956)

El *Eucalyptus globulus* es poco exigente en cuanto al tipo de suelo, sin embargo para su óptimo desarrollo prefieren suelos con pH entre 5 y 7,2. Se desarrolla bien en suelos silíceos y poco arcillosos así como en suelos calcáreos con lavado previo de carbonatos.

Este árbol debido a su vigor y plasticidad es capaz de crecer satisfactoriamente en suelos escasos o poco profundos. Sin embargo, se ha observado que a mayores profundidades se presenta un mejor crecimiento. Gracias a sus cualidades le es posible tomar nutrientes que están a gran profundidad.

2.2.5 EFECTOS AMBIENTALES DEL *Eucalyptus globulus*

2.2.5.1 Efecto sobre el ciclo del agua

Este árbol utiliza grandes volúmenes de agua para producir en poco tiempo una importante cantidad de biomasa. La cantidad de interceptación se rige por la superficie en que puede retenerse el agua y la disposición de las hojas en la cubierta de copas. No obstante, la cantidad interceptada depende de las condiciones climáticas locales. (Davidson, 1993)

Las zonas de captación arboladas por lo general reducen más la cantidad de agua que las cuencas no arboladas. Sin embargo, regulan el flujo de agua de forma más eficiente, ya que impiden que se produzcan niveles extremos del caudal hídrico, que son característicos de las cuencas deforestadas en las zonas de abundantes lluvias. (Anón, 1992). La mayoría de los eucaliptos intercepta un 10 a 25% de lluvia, dependiendo de ciertas condiciones referentes a su especie. (Davidson, 1993)

Existen diversos modos de interceptación del agua de precipitación, entre ellos se encuentra la absorción a través de las raíces, en la que *Eucalyptus globulus* es muy eficaz

debido al fuerte desarrollo de su sistema radicular, por lo que compite ventajosamente con la vegetación que le rodea y puede afectar al nivel freático.

La velocidad de escorrentía³ depende de las condiciones de la superficie del suelo. Las condiciones pueden ser: pendiente, porosidad del suelo, condiciones de humedad del suelo y hojarasca presente antes de la lluvia. (Davidson, 1993)

2.2.5.2 Efecto sobre el suelo y sus nutrientes

La energía erosiva de la lluvia debajo de las copas depende de la superficie foliar: las hojas grandes producen gotas grandes que producen un impacto de mayor energía en el suelo. Sin embargo, las actividades que se realizan en la superficie de estos suelos son más importantes, actividades como: eliminación de la cubierta vegetal muerta, el pastoreo, el pisoteo del ganado, la compactación del suelo por el hombre, las actividades de recolección y de explotación maderera, etc. (Montoya, 1995)

Se afirma que las plantaciones de eucalipto son los principales causantes de la pérdida de nutrientes en el suelo, sin embargo, estudios han demostrado que los factores que pueden incidir de mayor manera en esta pérdida pueden ser: el proceso de explotación maderera, presencia de escorrentía y la erosión del suelo.

Se ha observado que las plantaciones de eucaliptos pueden llegar a aumentar el estado de los nutrientes del suelo cuando se plantan en sitios degradados o deforestados. Sin embargo, si se efectúan extracciones muy repetidas, también se eliminan los nutrientes. También, se pueden presentar pérdidas en caso de que los residuos de la tala de árboles se quemen. (Montoya, 1995)

El mantenimiento del ciclo de los nutrientes es crucial para la productividad a largo plazo de los suelos con plantaciones de eucalipto, además de lo fundamental que es el no eliminar el follaje y la hojarasca⁴ del sitio. Sin embargo, la presencia de esta hojarasca aumenta la toxicidad de los suelos en cuanto a lo que concierne a la germinación de semillas y

³ Escorrentía: Agua de lluvia que fluye por la superficie de un terreno. (Real Academia Española, 2001)

⁴ Hojarasca: Conjunto de hojas que han caído de los árboles. (Real Academia Española, 2001)

crecimiento de otras especies, reduciendo así sus posibilidades de rendimiento debajo o cerca de plantaciones de eucalipto. (Davidon, 1993)

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CELULOSA Y LIGNINA

La celulosa es el compuesto orgánico de origen natural más abundante en la corteza terrestre, existe en todo el reino vegetal como uno de los componentes principales de la pared celular. Es un polímero⁵ de la D-glucopiranososa, esencialmente contiene uniones glucosídicas β 1.4. En las plantas se encuentra en forma cristalina. (Martínez, *et.al*, 2002)

El termino celulasa⁶ describe un complejo enzimático que actúa en dos etapas distintas. En el primero, hay pérdida de la estructura cristalina que es en parte causado por la degradación de los enlaces glucosídicos, pero también por la degradación de los enlaces de hidrógeno entre las moléculas. La segunda etapa es la hidrólisis⁷ de la celulosa a celobiosa⁸. Esta es a su vez, hidrolizada por la enzima celobiasa a glucosa, la cual es absorbida por el desintegrador o entra a la fuente de carbono soluble. El microorganismo que realiza esta degradación varía según el medio. (Campbell, 1987)

El tercer componente más abundante de los tejidos vegetales es la lignina. Son polímeros de los p-hidroxifenilpropanos y son muy difíciles de degradar, ya sea biológica o químicamente. Posee una fuerte resistencia a la hidrólisis ácida. Es insoluble en agua caliente, solventes orgánico neutros, y soluble con alcálisis. Posee una estructura aromática. (Martínez, *et.al*, 2002)

La degradación de la lignina parece ser principalmente por división oxidativa del anillo y no por hidrólisis. Esto da origen a productos alifáticos y aromáticos de bajo peso molecular. También hay muchas reacciones en las que están implicadas las cadenas laterales, tales como

⁵ Polímero: Una molécula grande compuesta por muchas subunidades moleculares similares o idénticas. (Curtis 2001)

⁶ Celulasa: Enzima extracelular que hidroliza la celulosa. (Atlas, 2002)

⁷ Hidrólisis: Ruptura de una molécula en dos por la adición de iones H^+ y OH^- a partir del agua. (Curtis 2001)

⁸ Celobiosa: Disacárido que se obtiene por hidrólisis de la celulosa. (Linstromberg, 1979)

la desmetilación y la descarboxilación oxidativa. Gran parte de la lignina pasa a la fracción de humus de la materia orgánica del suelo.

La celulosa y la lignina son los componentes principales de la madera, que es un producto de carbono importante en la biosfera y una de las principales materias primas utilizadas por el hombre. (Campbell, 1987)

2.3.1 DEGRADACIÓN DE LA CELULOSA

La tasa a la cual se metaboliza la celulosa está dada por varios factores del medio ambiente y los suelos que varían en sus características físico-químicas. En cuanto a los factores del suelo se tiene a la importancia de la presencia de nitrógeno orgánico debido a que es un factor limitante en el suelo. El suministro de fósforo es esencial ya que es adecuado para la digestión microbológica, la deficiencia de este mineral puede causar una baja actividad microbiana por la descomposición del polisacárido⁹. Los factores medio ambientales son la temperatura, la aireación, la humedad, el pH y la presencia de otros carbohidratos. (Martínez, *et.al*, 2002)

Los microorganismos desintegradores pueden producir la enzima celulasa que cataliza la hidrólisis del polímero al dímero celobiosa. En condiciones aeróbicas muchos hongos son importantes para la degradación de la celulosa como los son: *Chaetomium*, *Penicillium*, *Trichoderma*. (Campbell, 1987)

2.3.2 DEGRADACIÓN DE LA LIGNINA

La degradación de lignina ocurre en presencia de oxígeno y glucosa. El sistema enzimático contiene peroxidasas¹⁰ que catalizan la ruptura oxidativa de los enlaces b-O-4 éter y los C-C de la lignina y requieren H₂O₂ proveniente de la oxidación por la glucosa oxidasa. La formación de peroxidasas es promovida por la limitación de nitrógeno y la descomposición de la lignina. (Alcalá, 2003)

⁹ Polisacárido: Polímero de carbohidratos de cadena larga compuesto por monómeros (monosacáridos); incluyen almidón y celulosa. (Curtis, 2001)

¹⁰ Peroxidasas: Enzimas que catalizan la oxigenación de compuestos orgánicos de H₂O₂ (Stanier, 1996)

La lignina en la madera confiere una protección a la celulosa y hemicelulosa¹¹ contra el ataque enzimático. Existe una gran cantidad de organismos (bacterias y hongos) con las enzimas hidrolíticas necesarias para degradar la celulosa y hemicelulosa, pero en lo referente al ataque y mineralización de la lignina el número de organismos es mucho más limitado. Los pocos organismos descritos capaces de degradar y mineralizar la lignina son un grupo de basidiomicetes, debido a que poseen un complejo de enzimas oxidasas y peroxidasas que catalizan las primeras reacciones que rompen uniones dentro de la compleja molécula de lignina, generando moléculas más pequeñas, y luego hay una incorporación de estos productos de degradación a los ciclos metabólicos del organismo que como producto final dan CO₂. (Papinutti, *et.al*, 2003)

Los hongos son de vital importancia en la descomposición de hojas, plantas muertas, árboles y otros residuos orgánicos lignocelulíticos presentes en el suelo. La capacidad que poseen estos al descomponer lignina es muy importante debido a que posee una enzima oxidante, peroxidasa, que ayuda a romper los grupos aromáticos en la lignina. Esta capacidad no poseen las bacterias. (Carpenter, 1969)

Los grupos de hongos destructores de madera son grandes aportadores en la degradación de la lignina, entre estos tenemos a los causantes de la podredumbre parda que degradan celulosa y hemicelulosa, dejando como residuo la lignina, la cuál es degradada por los causantes de la podredumbre blanca. (Papinutti, *et.al*, 2003)

2.4 LOS MICROORGANISMOS (Curtis, 2001)

Se cree que aparecieron en el proceso evolutivo como producto de la transformación de la materia orgánica en materia viva. Son formas de vida microscópica que debido a la selección natural se fueron diversificando y especializando.

¹¹ Hemicelulosa: Es un polisacárido constituyente principal de vegetales que se incorporan al suelo, representan una importante fuente de energía y nutrientes para la microflora, también constituyen una gran parte del tejido vegetal. (Martinez, 2002)

Se clasifican en:

- Procariotas: Archeobacterias, Cianobacterias y Bacterias
- Eucariotas: Algas, Hongos y Protozoarios

Los microorganismos son muy importantes en el recambio de materia, debido a que cumplen un papel importante en los ciclos de nitrógeno, azufre, oxígeno, y hierro.

2.4.1 LOS MICROORGANISMOS EN EL SUELO

El suelo es generalmente un hábitat favorable para la proliferación de microorganismos y en las partículas que lo forman se desarrollan microcolonias. Los microorganismos son más abundantes en el suelo que en otros hábitats como en agua dulce o marina. Los aislados del suelo comprenden virus, bacterias, hongos, algas y protozoos. Estos microorganismos se encuentran en la primera capa de la superficie del suelo, que tiene grandes concentraciones de materia orgánica, lo cual favorece al desarrollo de microorganismos heterótrofos. (Atlas, 2002)

Los microorganismos del suelo pueden dividirse en dos grupos: (Andocilla, 2003)

- Las especies nativas o autóctonas¹² que son residentes verdaderos

Aquella parte de la comunidad microbiana que puede presentarse en estado residente y perdurar por largos periodos sin tener actividad metabólica, sin embargo en determinado momento proliferan y participan en funciones bioquímicas de la comunidad. Utilizan las sustancias húmicas refractarias.

- Los organismos invasores o alóctonos¹³.

Estas no participan de manera significativa en las actividades de la comunidad, entran con la precipitación y pueden permanecer por algún tiempo como formas inactivas e incluso crecen en periodos cortos pero no contribuyen en las transformaciones o interacciones ecológicas.

¹² Autóctona/o: Que ha nacido o se ha originado en el mismo lugar donde se encuentra (Real Academia Española, 2001)

¹³ Alóctono/a: Que no es originario del lugar donde se encuentra. (Real Academia Española, 2001)

Ciertos microorganismos del suelo pueden ser oportunistas o también conocidos como zimógenos, estos son incapaces de utilizar los compuestos húmicos, pero muestran una actividad intensa y un crecimiento rápido sobre sustratos fácilmente utilizables que están disponibles en forma de manto vegetal, excrementos animales y restos animales muertos. Algunos de los géneros más frecuentes de bacterias y hongos zimógenos son: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Penicillium*, *Aspergillus* y *Mucor*. Sin embargo zimógeno no es sinónimo de alóctono, debido a que los primeros aunque solo estén activos de manera intermitente, son verdaderas formas autóctonas del suelo. (Atlas, 2002)

Los microorganismos necesitan de ciertas condiciones para su supervivencia y crecimiento como son, agua, acidez, materiales alimenticios, pH adecuado, humedad, aireación, tensión de oxígeno suficiente, una temperatura óptima, entre otras. (Burdon, 1971)

2.5 LOS HONGOS (Curtis, 2001), (Freeman, 1985)

Los hongos son organismos eucarióticos, unicelulares o multicelulares. Su alimentación es osmotrófica¹⁴ debido a que absorben las moléculas disueltas resultantes de una digestión externa. Los hongos secretan enzimas digestivas sobre su fuente de alimento, y los nutrientes que absorben son orgánicos. Los hongos son heterótrofos, y pueden ser saprofitos¹⁵, parásitos facultativos, parásitos obligatorios o micorrízicos; su sustancia de reserva es el glucógeno¹⁶.

Un filamento fúngico se llama hifa (Ilustración 1), y el conjunto de hifas se llama micelio. Las paredes de las hifas se componen de quitina. Las estructuras visibles de algunos de los hongos se las llama cuerpos fructíferos o fructificaciones (Ilustraciones 2 y 3), estas estructuras son hifas fuertemente compactadas, que se especializan en la producción de esporas (Ilustración 4). El micelio se forma por la germinación de una sola espora, la cual tiene un crecimiento muy particular debido a que se produce solo en los extremos de las hifas.

¹⁴ Osmotrófica: Alimentación basada en la absorción de moléculas orgánicas del ambiente. (Curtis, 2001)

¹⁵ Saprofitos: Cualquier organismo que no puede obtener su alimento mediante la fotosíntesis, y en su lugar se nutre de restos de materia vegetal o animal en putrefacción. (Encarta, 2009)

¹⁶ Glucógeno: Carbohidrato complejo (polisacárido); una de las principales sustancias alimenticias almacenadas en la mayoría de los animales y hongos; se convierte en glucosa por hidrólisis. (Curtis, 2001)

El crecimiento del micelio reemplaza la movilidad del hongo, poniéndolo en contacto con nuevas fuentes de alimento.

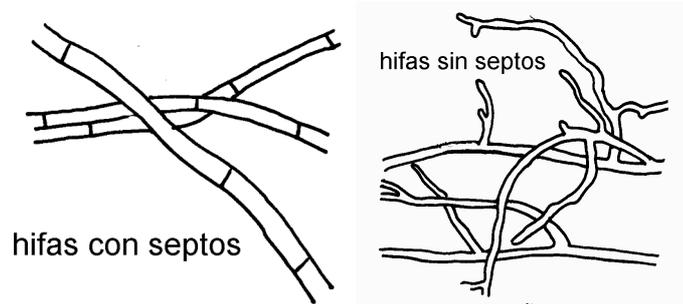


Ilustración 1. Hifas (Carrillo, 2003)

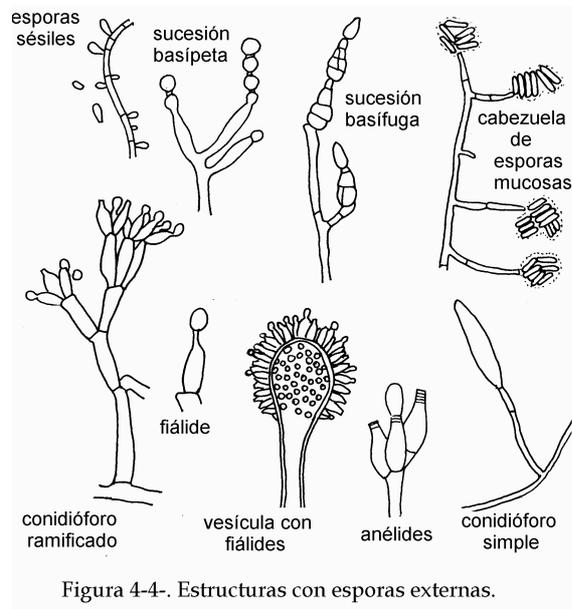


Figura 4-4-. Estructuras con esporas externas.

Ilustración 2, Cuerpos Fructíferos con esporas externas (Carrillo, 2003)

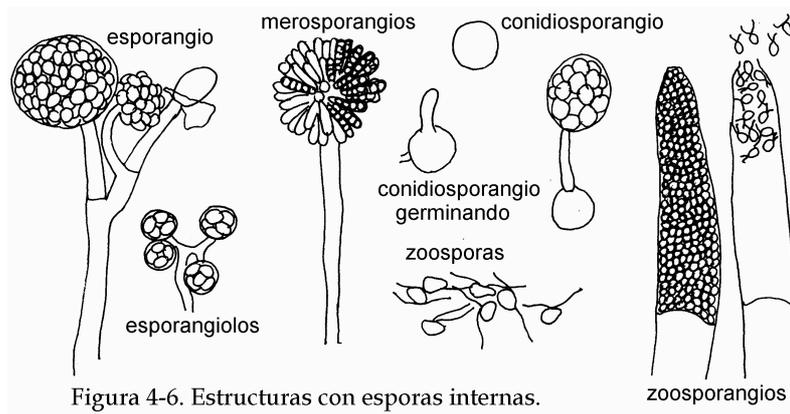


Ilustración 3. Cuerpos fructíferos con esporas internas (Carrillo, 2003)

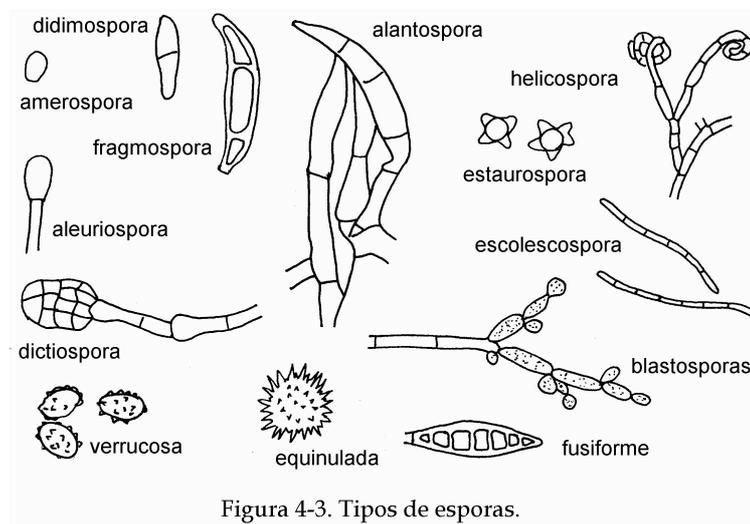


Ilustración 4. Tipos de esporas (Carrillo 2003)

Los hongos se reproducen de manera sexual y asexual. La reproducción sexual de algunos hongos se realiza por la especialización de partes de las hifas en la formación de gametangios¹⁷ (Ilustración 5), el contenido de estos están separados de la hifa por una membrana y pared celular conocida como septum¹⁸. La reproducción sexual puede suceder de

¹⁷ Gametangios: Estructura unicelular o multicelular en la cual se producen los gametos. (Curtis, 2001)

¹⁸ Septum o tabique: Partición o pared transversal que divide una estructura, tal como la hifa de un hongo, en compartimientos o células. (Curtis, 2001)

las siguientes maneras: a) por fusión de los gametos liberados del gametangio, b) por fusión de gametangios, c) por fusión de hifas no especializadas. La reproducción asexual por el otro lado ocurre por la fragmentación de las hifas, donde cada fracción se convierte en un nuevo individuo, o por producción de conidios o esporas. En ciertos hongos las esporas se producen en esporangios¹⁹ (Ilustración 6), que se encuentran en hifas especializadas llamadas esporangióforos²⁰ (Ilustración 6). Las esporas por lo regular se hallan rodeadas por una pared dura y resistente. Las esporas pueden soportar temperaturas extremas y periodos de sequía, además que pueden permanecer suspendidas por largos periodos de tiempo y viajar a grandes distancias.

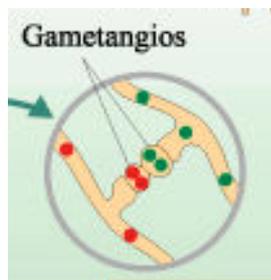


Ilustración 5. Estructura de un gametangio (Carrillo, 2003)

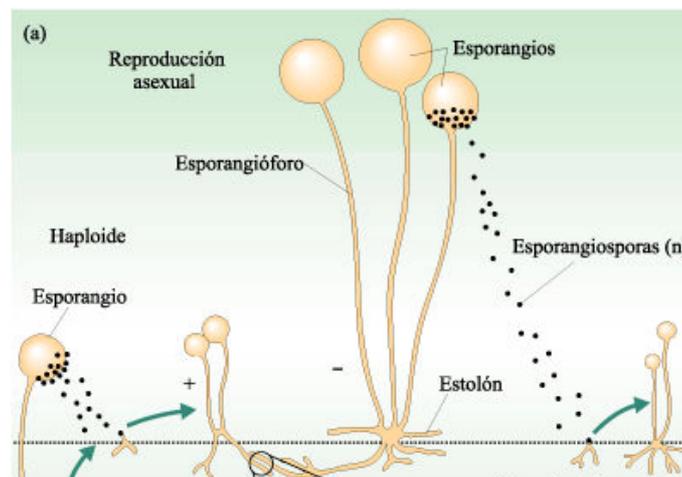


Ilustración 6. Estructuras: Esporangio y Esporangióforo (Carrillo, 2003)

Los hongos se clasifican en cuatro grupos principales y uno adicional:

¹⁹ Esporangios: Estructura unicelular o multicelular en la cual se producen esporas. (Curtis, 2001)

²⁰ Esporangióforo: Hifa o rama especializada que lleva uno o más esporangios. (Curtis, 2001)

Tabla 1. Clasificación de los Hongos

Grupo	Phylum	Nombre Común	Características Diferenciales	Enfermedades	Importancia o Uso
Quitridiomycetos	<i>Chytridiomycota</i>	-	Talo cenocítico ²¹ ; esporas flageladas	Parasitan algunas algas y plantas	-
Cigomicetos	<i>Zygomycota</i>	Mohos del pan	Hifas cenocíticas; Formación de cigosporas ²² .	Descomposición de alimentos. Parásitos débiles y facultativos de plantas y algunos animales	Producción de alimentos fermentados, enzimas, ácidos orgánicos, formación de micorrizas.
Ascomycetos	<i>Ascomycota</i>	Hongo de saco	Formación de esporas asexuales (conidios); esporas asexuales en ascos ²³ , formación de ascocarpos ²⁴ ; hifas divididas por tabiques perforados; formación de dicariones ²⁵ .	Sarna del manzano, mildew de las frutas, roya del castaño, enfermedad del olmo holandés, ergot.	Como alimentos (trufas); industria de la fabricación de vino, cerveza, y productos de panificación (levaduras); usos medicinales.

²¹ Cenocítico/a: Organismo o parte de un organismo que consiste en muchos núcleos en un citoplasma común. No septada. (Curtis, 2001)

²² Cigospora: Esporas resistentes que resultan de la fusión de los gametangios. (Curtis, 2001)

²³ Asco: Célula especializada dentro de la cual se fusionan dos núcleos haploides que producen un cigoto. Éste se divide inmediatamente por meiosis; en la madurez, un asco contiene ascosporas que generalmente son múltiples de cuatro. (Curtis, 2001)

²⁴ Ascocarpos: Estructuras complejas que forman los ascos. (Curtis, 2001)

²⁵ Dicariones: Con núcleos de a pares pero no fusionados. (Curtis, 2001)

Basidiomicetos	<i>Baidiomycota</i>	Hongos de clava, setas	Formación de basidiocarpos ²⁶ , esporas sexuales en basidios; hifas divididas por tabiques perforados: formación de dicariones	Royas y carbones, enfermedades a árboles forestales u ornamentales, o por destruir madera, herrumbre del trigo, tizne del maíz.	Alimento (setas). Producción de hongos comestibles; medicamentos, formadores de ectomicorrizas
Deuteromicetos	<i>Deuteromycota</i>	Hongos imperfectos*	Hifas septadas; Hongos sin ciclo sexual, formación de conidios	Tiña, muguet; parásitos de animales y plantas; dermatofitos; productores de micotoxinas, infecciones fúngicas, dermatomicosis.	Quesos, antibióticos, producción de metabolitos secundarios; control biológico

*No tiene categoría sistemática

Fuente: Curtis, 2001; Agrios, 1995

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

²⁶ Basidiocarpo: Cuerpo fructífero en donde se producen las esporas. (Curtis, 2001)

Los hongos, juntamente con las bacterias son causantes de la putrefacción y degradación de la materia orgánica, se sabe que sin ellos la materia orgánica se acumularía indefinidamente. Las investigaciones demuestran que aproximadamente 20 cm. superficiales de suelo fértil contienen casi 5 toneladas métricas de hongos y bacterias por hectárea.

Los hongos desempeñan un papel importante en los constantes cambios que ocurren en el medio ambiente, debido a su propagación y gran abundancia. Son los agentes responsables de muchas de las degradaciones que sufre la materia orgánica, además destruyen alimentos, fibras textiles, cueros, y ciertos productos manufacturados con materias primas susceptibles a su ataque. Son también agentes patógenos y causan muchas enfermedades en los vegetales, así como en el hombre y los animales. (Agrios, 1995)

2.5.1 LOS HONGOS Y EL SUELO (Atlas, 2002)

Los hongos constituyen una de las proporciones más elevadas de la biomasa microbiana del suelo. La mayor parte de ellos se encuentran como organismos autóctonos, sin embargo también se pueden encontrar hongos como formas alóctonas. Se encuentran principalmente en los 10 cm superiores del suelo y raramente se encuentran por debajo de los 30 cm. Se debe tomar en cuenta el tipo de suelo; la mayor abundancia se da en suelos ácidos y bien aireados.

Los hongos imperfectos son aislados con mayor frecuencia en el suelo, como por ejemplo, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Trichoderma*, también son muy abundantes, diferentes especies de ascomicetes y basidiomicetes

Tabla 2. Algunos géneros representativos de los hongos filamentosos del suelo

Hongos Inferiores	<i>Rhizopus, Mucor, Allomyces, Saprolegnia, Pythum</i>
Basidiomicetes	<i>Agaricus, Amanita, Coprinus, Rhizoctonia, Russula, Boletus</i>
Ascomicetes	<i>Morchella</i>
Hongos Imperfectos	<i>Phoma, Cephalosporium, Geotrichum, Aspergillus, Penicillium, Aureobasidium, Cladosporium, Helminthosporium, Alternaria, Fusarium, Trichoderma, Athrobotrys</i>

Fuente: Atlas, 2002

Elaborado por: Iris Espinoza

Los hongos son uno de los principales degradadores de la materia orgánica. Mejoran la estructura del suelo, debido a que son capaces de atacar a la materia orgánica compleja, como: azúcares, ácidos orgánicos, celulosa, grasas, almidón, pectina, lignina, entre otros.

Muchos de los hongos que existen en el suelo son beneficiosos para las plantas. Forman micorrizas con ciertas especies vegetales, constituyendo así una asociación simbiótica que aporta en la fertilidad del suelo. También aumentan los nutrientes que pueden ser asimilables por las plantas.

En el caso de los suelos forestales, los hongos actúan sobre los restos de las hojas, formando una red de hifas. Los hongos filamentosos realizan una importante transformación de la materia orgánica en medios ambientes aireados. Actúan como agentes de control biótico, debido a que aportan con la disminución de los microorganismos indeseables que se encuentran en el suelo.

2.6 TAXONOMIA, NOMENCLATURA Y CLASIFICACION DE LOS HONGOS

Los nombres científicos en el mundo biológico obedecen a sistemas o a la sistemática, la cual puede definirse como la ciencia que trata de crear un ordenamiento de las especies dentro de cada una de las principales categorías de organismos. (Agrios, 1995)

2.6.1 TAXONOMÍA (Agrios, 1995)

Es un término que se relaciona con la sistemática, se refiere a la clasificación o agrupamiento sistemático de los organismos en grupos o categorías llamadas taxa. La taxonomía se divide en tres partes:

1. Clasificación: agrupamiento ordenado de unidades en grupos dentro de unidades.
2. Nomenclatura: la denominación de las unidades definidas por la clasificación.
3. Identificación: los microorganismos se identifican comparando las características de las unidades desconocidas y las conocidas.

La taxonomía tiene como propósito:

- Nombrar a los organismos conforme a un sistema aceptado internacionalmente, tratando de evitar confusiones, de manera que los micólogos puedan interrelacionarse.
- Indicar relaciones entre los hongos.

Para la clasificación de los hongos se utilizan las mismas reglas de nomenclatura y los mismos grupos de categorías usados en la clasificación de las plantas y se sigue el sistema binomial de Linné.

2.6.2 NOMENCLATURA (Agrios, 1995)

Se encarga de arreglar los nombres de los taxones²⁷, y es una subdisciplina de la taxonomía. Botánicos y zoólogos lograron establecer y formular reglas para denominar a los organismos, por esta razón en 1900 se publicó por primera vez el “Código Internacional de Nomenclatura Zoológica”. Sin embargo, se encontraron varios conceptos divergentes, y en 1947 se adoptó oficialmente el “Código Internacional de Nomenclatura”.

Para nombrar a los microorganismos los taxónomos se deben atener a las reglas escritas en estos Códigos Internacionales de Nomenclatura. Existen algunos principios de nomenclatura que constan en todos los códigos, y son los siguientes:

1. Cada clase distinta de organismos se designa como una especie.
2. Las especies se nombran por dos vocablos latinos para ajustarse a una denominación internacional característica (sistema binomial de nomenclatura).
3. La aplicación de nombres está reglamentada.
4. Una ley de prioridad asegura el uso del nombre legítimo más antiguo posible.
5. Se requiere la designación de categorías para clasificar los organismos.

²⁷ Taxón: Cada una de las subdivisiones de la clasificación biológica, desde la especie, que se toma como unidad, hasta el filo o tipo de organización. (Real Academia Española, 2001)

6. Se establecen criterios para la publicación efectiva de nuevos nombres específicos así como una guía para definir los nuevos.

2.6.2.1 Nombre científico de los microorganismos

El objetivo del nombre científico es el de poseer un único nombre que deba ser utilizado en todo el mundo, en cualquier lengua, para un único taxón. Los nombres científicos son en latín.

1. Los microorganismos de cada “clase distinta” se reconoce como una *especie* (plural *especies*).
2. Según el sistema binomial, cada tipo de microorganismos recibe un nombre formado por dos palabras. La primera palabra del nombre es el género y siempre se escribe la primera letra con mayúscula. El nombre del género es una palabra latina o griega, una nueva palabra compuesta de raíces latinas o griegas, o el nombre latinizado de una persona. Se usa siempre como un sustantivo en lengua latina y puede ser masculino, femenino o neutro. Los nombres propios de los organismos se escriben en cursiva.

La segunda palabra del nombre de un microorganismo, la especie, se escribe con letra minúscula en cursiva y suele ser descriptivo.

3. Se puede añadir a continuación del nombre binomial el nombre entero o abreviado del científico que describió la especie.
4. En ocasiones es conveniente subdividir un tipo en variedades, como en el caso que haya diferencias reconocidas dentro de la especie que no son suficientes para justificar la clasificación en una nueva especie.

El nombre genérico o específico son frecuentemente descriptivos del hongo y de forma general se derivan del griego o del latín, por ejemplo, *Aspergillus niger* es el nombre de la fase conidial de un ascomiceto, *Aspergillus* (hisopo) alude a la forma de los cuerpos esporíferos, y *niger* (negro) porque sus conidios tienen una pigmentación negra.

2.7 CATEGORIAS TAXONÓMICAS

El agrupamiento de las categorías utilizadas en la clasificación de los hongos es el siguiente: (Agrios, 1995)

Superreino

Reino

División

Clase

Orden

Familia

Género

Especie

El superreino es la mayor de las categorías, este incluye cinco reinos. El reino puede incluir muchas divisiones, cada división puede incluir muchas clases y así sucesivamente, hasta llegar a la especie que es la unidad de clasificación. Cada una de estas categorías puede dividirse en subgrupos tales como subdivisión, subclase, y suborden si es necesario. Las especies pueden ser subdivididas en variedades, cepas biológicas y razas fisiológicas o culturales.

El Comité Internacional de Nomenclatura Botánica establece que los nombres de las divisiones de los hongos terminan en *mycota*, las subdivisiones en *mycotina*, las clases en *mycetes*, las subclases en *mycetidae*, los órdenes en *ales* y las familias en *aceae*. Los géneros y las especies no tienen terminaciones regulares. Si se utiliza otro idioma que no sea el latín o griego, la terminación de la especie debe latinizarse. El nombre binomial que describe un hongo debe subrayarse o escribirse con otro tipo de letra.

Es de gran importancia describir las características genotípicas básicas del hongo. De la misma manera es importante el tipo de sustratos en los que el hongo crece y las condiciones de hábitat en las cuales se desarrolla debido a que esto puede resultar en diferentes expresiones fenotípicas.

En la naturaleza pocos hongos viven en estado de monocultivo²⁸. Debido a esto gran parte de ellos viven en comunidad de organismos expuestos a la competencia, los cuales tienen un efecto limitante en el grado de expresión de sus potencialidades genotípicas. (Agris, 1995)

Existen diferentes esquemas de clasificación, la siguiente es una de ellas: (Bisby, 2009)

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Dothideomycetes

Clase: Eurotiomycetes

Clase: Laboulbeniomycetes

Clase: Lecanoromycetes

Clase: Leotiomycetes

Clase: Lichinomycetes

Clase: Neoelectomycetes

Clase: Orbiliomycetes

Clase: Pezizomycetes

Clase: Pneumocystidomycetes

Clase: Saccharomycetes

Clase: Schizosaccharomycetes

Clase: Sordariomycetes

Clase: Taphrinomycetes

²⁸ Monocultivo: Cultivo único o predominante de una especie en determinada región o lugar. (Real Academia Española, 2001)

Phyllum: Basidiomycota

Clase: Agaricostilbomycetes

Clase: Atractiellomycetes

Clase: Classiculomycetes

Clase: Cryptomycocolacomycetes

Clase: Cystobasidiomycetes

Clase: Dacrymycetes

Clase: Entorrhizomycetes

Clase: Exobasidiomycetes

Clase: Microbotryomycetes

Clase: Mixiomycetes

Clase: Pucciniomycetes

Clase: Tremellomycetes

Clase: Ustilaginomycetes

Clase: Wallemiomycetes

Phyllum: Blastocladiomycota

Clase: Blastocladiomycetes

Phyllum: Chytridiomycota

Clase: Chytridiomycetes

Clase: Monoblepharidomycetes

Phyllum: Glomeromycota

Clase: Glomeromycetes

Phyllum: Microspora

Clase: Microsporea

Phyllum: Neocallimastigomycota

Clase: Neocallimastigomycetes

Phyllum: Zygomycota

2.8 IDENTIFICACIÓN DE HONGOS

Uno de los métodos para identificación de hongos es el uso de claves taxonómicas, la cual ha sido una de las herramientas fundamentales para lograr la determinación del género y en algunos casos la especie de los hongos. Se evalúa las características morfológicas²⁹ del hongo a nivel macro y microscópico. (Martínez, 2002)

Existen diferentes guías que ayudan a la identificación de los hongos. Sin embargo, se deben seguir ciertos pasos para poder realizar una correcta interpretación de los resultados de la observación de hongos, y así poder comparar dichos resultados con las guías. Para comenzar se deben observar ciertas características morfológicas de los hongos: (Llardén, 1961)

1. Se observa el desarrollo de las colonias: coloración, crecimiento, aspecto.
2. Una vez que las colonias se hayan desarrollado, se observa al microscopio para observar las estructuras del hongo.
3. Se deben realizar observaciones de sus características morfológicas.
4. Se realiza un estudio detallado de los cuerpos fructíferos (asexual o sexual); observar cómo nacen las esporas y como están dispuestas.

2.9 MÉTODOS DE ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LOS HONGOS

Es de gran importancia conocer la morfología de los microorganismos al momento de la identificación de los mismos.

²⁹ Morfología: Parte de la biología que trata de la forma de los seres orgánicos y de las modificaciones o transformaciones que experimentan. (Real Academia Española, 2001)

Existen diferentes técnicas que permiten la correcta observación e identificación de los hongos, como son: (Martínez, 2002)

- Cinta Adhesiva – impronta
- Tinciones
- Microcultivos
- Montaje Directo
- Descripción de las colonias

2.9.1 TINCIÓN (Martínez, *et.al*, 2002)

La tinción de los microorganismos es muy importante en los estudios taxonómicos, debido a que permite que se realicen observaciones bajo el microscopio.

Existen colorantes naturales y sintéticos. Las coloraciones se dividen en cuatro tipos, que son: coloraciones simples, coloraciones diferenciales, coloraciones de estructuras y coloraciones químicas. Los colorantes que se usan comúnmente en los hongos son: azul láctico, azul de lactofenol, y azul de Amann.

2.9.2 MONTAJE DIRECTO (Martínez, *et.al*, 2002)

En el montaje directo húmedo o examen en fresco, las muestras de la siembra se extienden directamente sobre la superficie de un portaobjetos y se lo tapa con un cubreobjetos; la muestra es observada al microscopio. En esta técnica no se utiliza ningún tipo de colorante.

2.10 EL COMPOSTAJE

El compostaje es un proceso biológico aeróbico o anaeróbico, en el cual se utiliza microorganismos que ayudan con la descomposición de desechos orgánicos, el resultado de este proceso es un humus o abono orgánico que contribuye con la mejora de la calidad del suelo. (Moreno, 2008)

En las operaciones agrícolas tradicionales de pequeña escala, la mayor parte de los desechos orgánicos se descomponen y reciclan como fertilizante. El compost implica simplemente una aceleración de procesos naturales de mineralización de la materia orgánica.

El compostaje, además de ser un método muy sencillo, tiene ventajas económicas y ecológicas. (Moreno, 2008)

Ventajas económicas:

- Reduce la cantidad de los desechos.
- Mejora las características físicas de estos y facilita su manipulación.
- La aplicación individual o a gran escala.
- La venta o uso del abono.
- Menor utilización de espacio.

Ventajas ecológicas:

- La mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo.
- Limita la demanda biológica de oxígeno de los desechos.
- El incremento de la actividad biológica.
- La disminución de cantidad de basura.
- La producción de abono orgánico que mejora la calidad del suelo.
- Reduce los agentes patógenos³⁰ de humanos, animales y plantas, eliminando las semillas de malas hierbas.

Existen dos formas de compostar, que son las siguientes: (Caicedo, 2007)

- **Compostaje aerobio**

Se descomponen sustratos orgánicos en presencia de oxígeno. Los principales productos de la biodegradación son dióxido de carbono, agua y calor.

³⁰ Patógenos: Organismos capaces de causar enfermedades en animales, plantas o microorganismos. (Atlas, 2002)

- **Compostaje anaerobio**

Descomposición de sustratos orgánicos en la ausencia de oxígeno, por lo cual la producción de energía es mucho menor por masa de materia orgánica que en el compostaje aerobio. Los principales productos de la biodegradación son: metano, dióxido de carbono y numerosos productos intermedios de bajo peso molecular como ácidos y alcoholes, los cuales pueden producir malos olores.

Los agentes que se deben tomar en cuenta al momento de realizar el compostaje son: la mezcla, movimiento, aireación y humedecimiento. (Caicedo, 2007)

Las composteras están organizadas en pilas, y su tamaño dependerá del caso. La temperatura del compost puede alcanzar valores entre 76 °C y 80°C, por esto en días fríos las pilas de compost desprenden vapor cuando son golpeadas. Cuando las temperaturas son demasiado elevadas los microorganismos empiezan a morir. (Ernest, 1987)

Para desarrollar proyectos de compostaje se necesita considerar las siguientes actividades: (Lugo, 2001)

a) Selección y ubicación del terreno:

- Distancia del proyecto a la fuente de recuperación de materia orgánica.
- Acceso a una carretera o camino fácilmente accesible.
- Terreno sin riesgos de inundación.
- Acceso a fuentes fijas de agua.
- Terreno con un tamaño y capacidad adecuada.
- Condiciones climáticas favorables.
- Terreno alejado de zonas con alta densidad poblacional o zonas exclusivamente residenciales.

b) Recuperación y transporte de la materia orgánica:

- Fuentes generales: barrios poblados o ciudades.
- Fuentes Específicas: mercados, camales, granjas agricultoras, agroindustrias, etc.

c) Actividades de pre-tratamiento:

- Recepción de los desechos de mejor calidad.
- Clasificación del material.
- Separación y recuperación de desechos sólidos reciclables.
- Trituración de los desechos orgánicos

d) Actividades de tratamiento:

- Mezcla de los desechos para el compost.
- Control técnico de procesos de descomposición: temperatura, pH, aireación, humedad, etc.
- Control higiénico: presencia de moscas, roedores, malos olores, etc.

e) Post-tratamiento del compost elaborado:

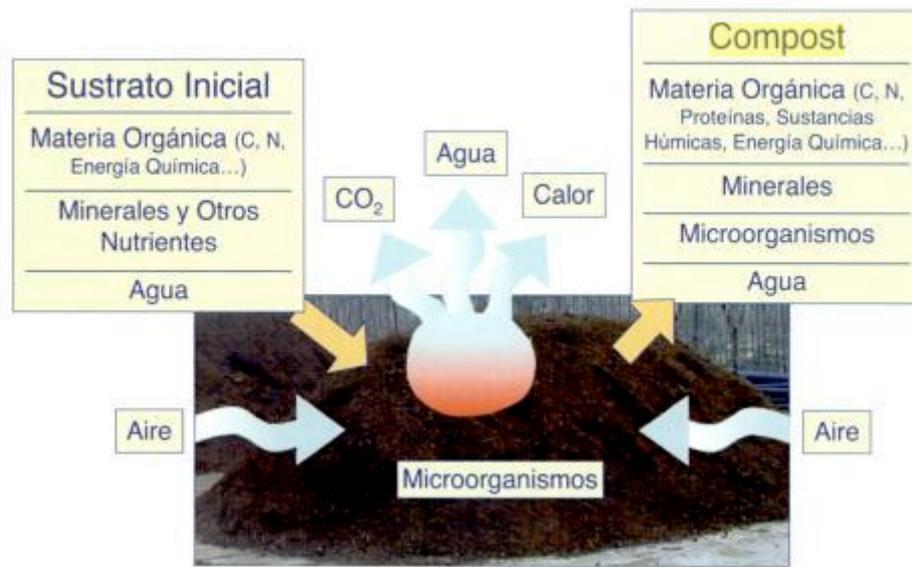
- Secado.
- Tamizado o cernido del compost.
- Ensacado y almacenado.
- Utilización y venta.

2.10.1 MICROORGANISMOS Y COMPOSTAJE (Moreno, 2008)

La pila de compostaje constituye un ecosistema en el que diversas poblaciones microbianas constituidas por bacterias, hongos y actinomicetos degradan secuencialmente la materia orgánica en presencia de oxígeno, generando un producto estable humificado³¹ junto con gases, agua y calor como residuos del metabolismo microbiano. El tipo predominante de microorganismo depende de las condiciones nutricionales y ambientales, en cuyas variaciones intervienen sus propias actividades. El compostaje es una compleja interacción entre materia orgánica, microorganismos, aireación y producción de calor.

Figura 1: Esquema general del proceso de compostaje

³¹ Humus: Porción orgánica del suelo que permanece tras la descomposición microbiana. (Atlas, 2002)



Fuente: Moreno, 2008

El conjunto de microorganismos que se desarrolla durante el compostaje puede afectar al proceso de una manera positiva o negativa. Entre los microorganismos beneficiosos se encuentran los que realizan la biotransformación de la materia orgánica en presencia de oxígeno, que conducen a la obtención de compost de buena calidad, los microorganismos degradadores de compuestos contaminantes, que permiten aplicar el compostaje en biodescontaminación, y los microorganismos que ejercen actividad antagónica frente a patógenos, que contribuyen a la actividad higienizante del proceso de compostaje. Entre los microorganismos que pueden afectar negativamente al proceso o a la calidad del producto se encuentran los implicados en la generación de olores y los patógenos.

Además de los microorganismos, la macrofauna del suelo como son: lombrices, artrópodos y miriápodos contribuyen al proceso de descomposición, disminuyendo el tamaño de las partículas orgánicas incrementando el radio área-volumen de los sustratos, para que así los microorganismos tengan acceso a ellos.

Las bacterias más destacadas del compost son *Bacillus stearothermophilus*, *Clostridium thermocellum*, *Thermospora* y *Thermoactinomyces*. Los hongos más activos son *Geotrichum*, *Aspergillus* y *Mucor*.

2.10.1.1 Hongos en compostaje (Moreno, 2008)

Muchos hongos viven exclusivamente sobre la materia orgánica en descomposición, y son incapaces de infectar a otros organismos vivos, a estos se los conoce como saprofitos

obligados. Otros pueden vivir sobre la materia orgánica en descomposición y también ser parásitos, se los denominan saprofitos facultativos. El tercer grupo sólo pueden vivir a expensas de otro ser vivo, y se los denomina parásitos obligados.

La fuente de energía y la fuente de carbono provienen de compuestos orgánicos, por esto desde un punto de vista nutricional se los considera quimioheterótrofos.

La mayoría de los hongos viven libres en el suelo o en el agua y obtienen energía por respiración o fermentación de materiales orgánicos solubles. En relación con la temperatura la gran mayoría crece entre los 0 a 35 °C, pero también hay ciertas cepas termófilas³² que se multiplican a partir de los 50 °C. Muchas especies pueden desarrollarse dentro de un amplio intervalo de pH tan bajos como 2.0 a 3.0 y muchas cepas aun son activas a pH de 9.0 o más.

2.10.2 VARIABLES AMBIENTALES QUE CONDICIONAN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Existen diferentes factores que condicionan el proceso de compostaje, y son los siguientes: (Caicedo, 2008) (InfoAgro, 2008)

- **Temperatura:**

Las temperaturas óptimas para el proceso se encuentran entre 35 °C y 55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. Se debe tomar en cuenta que la fabricación del compost se realiza en dos rangos térmicos: el rango mesofílico que va de 25 a 45 °C y el rango termofílico que va de 55 a 60 °C.

La aireación y el riego son dos métodos útiles para mantener temperaturas óptimas. Revolver frecuentemente el material también aporta considerablemente.

- **Humedad:**

En el proceso es importante que la humedad alcance un nivel óptimo entre el 40 y 60 %. Si es mayor, el agua ocupará todos los poros, produciendo que la materia

³² Termófilos: Organismos que tienen una temperatura óptima de crecimiento por encima de los 40 °C. (Atlas, 2002)

orgánica se pudra. Si es baja, la actividad de los microorganismos disminuye y el proceso es más lento.

- **pH:**

El pH óptimo del compostaje está situado en valores cercanos a la neutralidad, aunque se puede situar en un rango que va desde 5,5 a 8,5 pero hay que evitar los valores de pH extremos.

El pH actúa sobre los microorganismos. En el caso de los hongos, toleran un pH entre 5-8.

- **Relación C/N:**

El carbono y el nitrógeno son dos constituyentes básicos de la materia orgánica, es por esto, que en el proceso de compostaje deben estar equilibrados. Una relación C/N de 25:35 es óptima para el proceso, sin embargo esto dependerá del material que se va a utilizar.

- **Aireación:**

La descomposición es más rápida en condiciones óxicas que anóxicas. La mayor energía resulta disponible a partir de la respiración aerobia que de la fermentación. Vale recordar que los hongos son aerobios, y los actinomicetos también, por lo que la baja disponibilidad de oxígeno, disminuiría también la tasa de mineralización de los residuos.

La aireación de los residuos tiene también una trascendencia higiénico ambiental, ya que la oxidación de los compuestos volátiles tiende a reducir los malos olores. (Caicedo, 2008) (InfoAgro, 2008)

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El proyecto se realizará en el Parque Metropolitano Guangüiltagua.

3.1.1 LOCALIZACIÓN

Tabla 3. Localización del ensayo

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Parroquia:	Bellavista
Altitud:	2998 m.s.n.m.
Longitud:	00°10'98" S
Latitud:	78°27'82" E

Fuente: Dirección Metropolitana de territorio y Vivienda. Gerencia de Parques y Jardines.

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

Tabla 4. Características Climáticas

Temperatura máxima:	22° C
Temperatura promedio anual:	15° C
Temperatura mínima:	8° C

Fuente: INHAMI

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

3.1.3 TOPOGRAFÍA Y SUELOS

Textura:	Franco arenosa, Franco arcillo arenosa, Franco areno arcillosa
pH:	6.9
Topografía:	Plana a ligeramente plana (0-5%)

Fuente: Análisis de laboratorio SESA.

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009.

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los materiales utilizados fueron:

- Pala
- Azadón
- Rastrillo
- Fundas plásticas
- Autoclave
- Cámara de Flujo
- Incubadora
- Balanza
- Microscopio
- Medidor de pH
- Conductivímetro
- Cajas Petri
- Tubos de ensayo
- Probeta
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Asas de cultivo
- Azul de Lactofenol
- Azul de Metileno
- Ácido Tartárico
- Lincomicina
- PDA
- Agua destilada
- Cotonetes
- Algodón
- Papel Filtro
- Regadera
- Cinta adhesiva
- Cuaderno de campo
- Computadora
- Regla
- Cámara fotográfica
- GPS
- Guantes
- Cooler
- Plástico de invernadero
- Marcadores

Insumos:

- Hojas picadas de eucalipto (verde y seco).
- Cocktail de hongos aislados del Parque Metropolitano Guanguiltagua.
- Suelo.
- Agua.
- Madera, tablas y pingos (eucalipto).

3.3 MÉTODOS GENERALES DE ANÁLISIS

3.3.1 FACTORES EN ESTUDIO

- Dosis de cocktail.
- Tipo de hongos.

3.3.2 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Tabla 5. Cuadro de tratamientos de la investigación. PMG. 2008.

Tratamientos	Dosis	Descripción
t0	d0	testigo
t1	d1	25 cm ³ /L
t2	d2	50 cm ³ /L
t3	d3	100 cm ³ /L

Elaborado por: Iris Espinoza, 2008

3.3.3 VARIABLES EN ESTUDIO

En la fase de laboratorio la variable en estudio fue la observación de las características morfológicas de los hongos macro y microscópicamente.

En la fase de campo las variables de estudios fueron:

- pH.
- Conductividad eléctrica.
- Temperatura.
- Relación C/N al final del proceso.

- Macro y micro nutrientes al inicio y final del proceso.
- Conteo microbiano al inicio y final del proceso.

3.3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.3.4.1 Diseño experimental

Diseño de bloques completos al azar (DBCA).

3.3.4.2 Número de repeticiones

Tres.

3.3.4.3 Parcelas

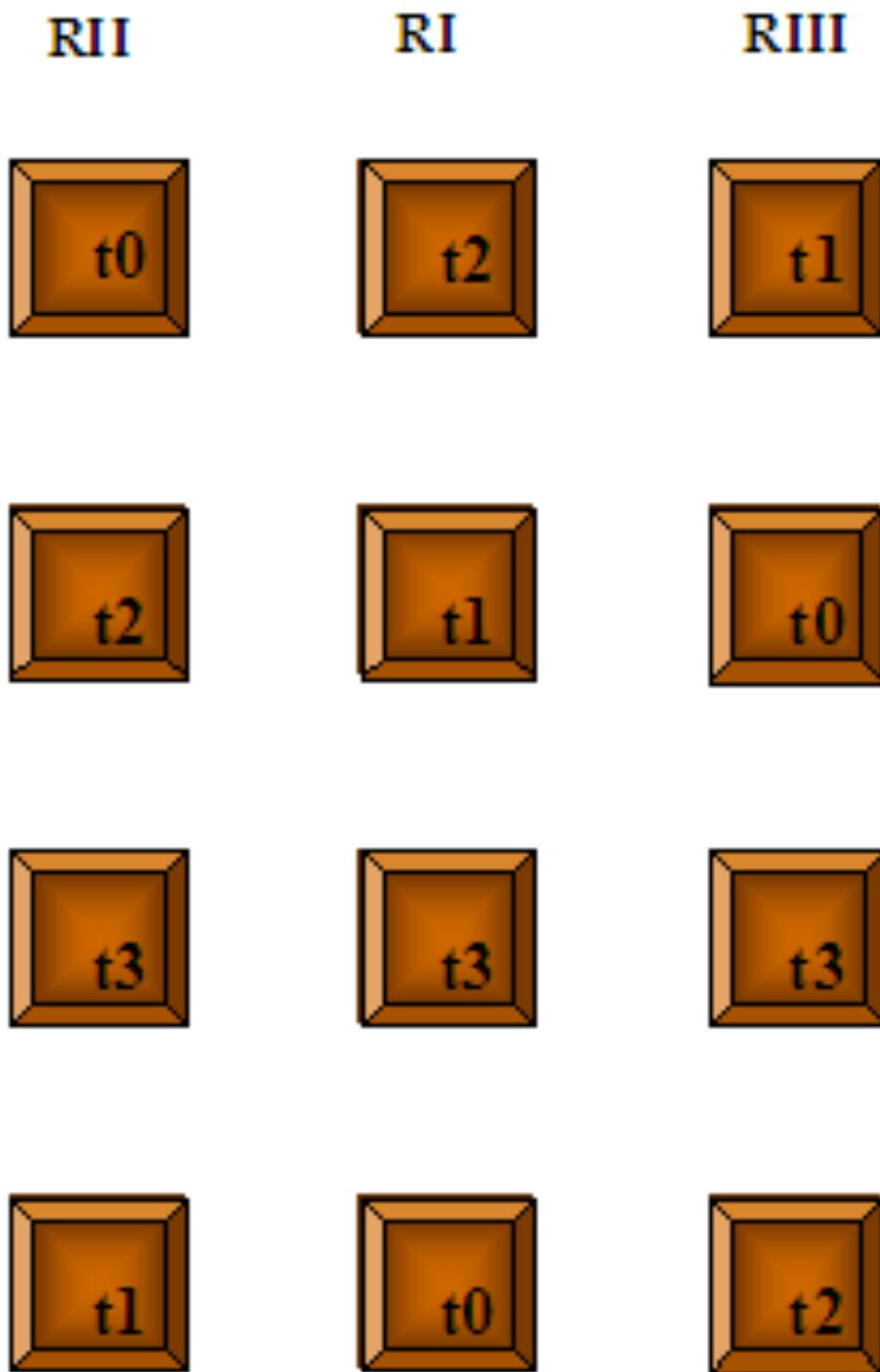
Unidades experimentales:	12
Tratamientos:	4
Área total de parcela:	0,64 m ²
Forma de la parcela:	cuadrangular

3.3.4.4 Área total del ensayo

Total:	22,4 m ²
Parcela:	0,80 m
Parcela neta:	0,70 m
Efecto de borde:	0,10 m

3.3.4.5 Disposición en el campo

Figura 2: Esquema de disposición de camas de compostaje en PMG - Vivero



Elaborado por: Iris Espinoza, 2008.

3.4 MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 FASE DE CAMPO

3.4.1.1 Identificación de los puntos de muestreo.

Los puntos muestreados fueron elegidos al azar, dentro de la zona en que se realizó el estudio anterior.

3.4.1.2 Muestreo

Se realizó el muestreo en la zona previamente identificada. En los puntos seleccionados se limpió el área y se tomaron las muestras con la ayuda de una paleta a una profundidad entre 12 y 15 cm de la superficie. Se tomó una muestra de suelo de cada punto seleccionado, en total fueron 15 muestras.

Las muestras fueron colocadas en fundas autosellantes, debidamente identificadas y clasificadas.

3.4.1.3 Transporte

Las muestras identificadas y clasificadas fueron transportadas en un cooler que contenía hielo para la conservación de las porciones de suelo. Terminado el muestreo se las trasladaron de inmediato a los laboratorios, para su respectivo análisis.

3.4.1.4 Delimitación del área para composteras

El Consorcio CIUDAD-Ecogestión seleccionó y especificó el área sur-oriental del PMG para la realización de este estudio. En esta zona se encuentra el vivero de producción de plantas nativas y de abono orgánico.

Luego del establecimiento de la zona, se preparó el área para la distribución y elaboración de las composteras.

3.4.1.5 Recolección de hojas de eucalipto

Originalmente, se pensó trabajar sólo con hojas verdes y con los primeros experimentos se vio la necesidad de optimizar el proceso haciendo una mezcla de hojas secas y verdes, en una proporción de 4 a 1. Una vez recolectadas las hojas de eucalipto, se

procedió a picarlas para disminuir el tamaño y optimizar el proceso de compostaje. Con el material picado y homogenizado se conformaron las camas.

3.4.1.6 Diseño y Construcción de las composteras

Se construyó un galpón para que las condiciones adversas que se presentan en el Parque no afecten al ensayo. Se colocaron hojas picadas de *Eucalyptus globulus*, en una relación de 80 % hojas verdes y 20 % hojas secas.

Se elaboraron cajas de madera (cerco de madera) para delimitar el perímetro donde se colocó cada cama.

El diseño y construcción de las composteras se realizó tomando en cuenta los parámetros nombrados a continuación:

- Altura de la cama: 0.50 m
- Distancia entre cada una de las camas: 0.80 m.
- Se colocaron cercos de madera en cada cama, para delimitar las camas y evitar que el material se disperse.
- Las camas permanecieron cubiertas con plástico negro, así se evitó el exceso de humedad, y se preservó el calor.
- Se colocó material impermeabilizante (plástico) debajo de las camas, para evitar problemas con los lixiviados³³ que se generan en el proceso.
- Todas las camas fueron ubicadas bajo un galpón conformado por parantes de eucalipto y techo de plástico de invernadero.

Se colocó letreros para identificar tanto los tratamientos como las repeticiones y así facilitar la aplicación de las inoculaciones e identificación de las camas.

³³ **Lixiviados:** Producto del lavado o extracción de los constituyentes solubles a partir de materiales insolubles.

3.4.1.7 Envío de muestras a laboratorios

Después de la elaboración de las camas se recolectó las muestras de todas y de cada una, se procedió a realizar una muestra compuesta por tratamiento, para así obtener un análisis inicial de las camas previo a las inoculaciones. Las muestras se guardaron en un cooler y se las transportó a los laboratorios especializados.

Al final del proceso de compostaje se procedió a tomar otras muestras con la misma metodología. Esta información ayudó a determinar el estado del compost antes y después de la aplicación de los hongos aislados en el Parque Metropolitano Guanguiltagua.

3.4.1.8 Inoculación

Después de una semana de iniciado el proceso de compostaje, se colocaron las diferentes dosis del cocktail de hongos, las mismas que se especifican a continuación.

1. Dosis 0 (testigo): cada dosis, tendrá una cama blanco o dato de comparación.
2. Dosis 1: 25 cm³ de cocktail de hongos, por litro de agua inoculada.
3. Dosis 2: 50 cm³ de cocktail de hongos, por litro de agua inoculada.
4. Dosis 3: 100 cm³ de cocktail de hongos, por litro de agua inoculada.

3.4.1.9 Optimización del proceso

Una vez elaboradas las camas, se cumplieron con ciertas actividades para optimizar el proceso de compostaje:

- Volteos: Se realizaron dos volteos por semana, en cada una de las composteras.
- Humedecimiento: El humedecimiento de las camas dependió de las condiciones ambientales. El promedio de humedecimiento fue 1 L de agua en cada una de las camas, dos veces por semana, durante el primer mes. Los siguientes meses las camas mantuvieron una humedad óptima.
- Inoculación: Se inoculó el cocktail dos veces a la semana, mediante el uso de una regadera.
- Protección de Composteras: Se cubrieron las composteras con plástico negro para protegerlas de la lluvia, el viento, agente externos y preservar el calor.

3.4.1.10 Control del proceso

Las variables ambientales que se controlaron durante el proceso de compostaje fueron:

- Temperatura: La temperatura del compost se midió dos veces por semana. Con un termómetro digital.
- pH: se midió dos veces por semana. Mediante el uso de un multiparámetros.
- Conductividad Eléctrica: Se la determinó dos veces por semana mediante el uso de un multiparámetros.

3.4.2 FASE DE LABORATORIO

3.4.2.1 Preparación de medios y diluciones

- Se pesó 10 g de muestra y se la agregó a un Erlenmeyer que contenía 90 ml de agua destilada.
- Se agitó adecuadamente por 10 minutos.
- Se llenaron 7 tubos de ensayo con 9 ml de agua destilada y se los etiquetó adecuadamente.
- De la preparación anterior se tomó 1 ml y se lo colocó en primer tubo de ensayo. Se cerró y se agitó, de esta manera se obtuvo la dilución 10^1
- Se tomó 1 ml de la dilución de 10^1 y se colocó en el siguiente tubo de ensayo, obteniéndose así, la dilución 10^2 .
- Se repitió este procedimiento hasta obtener la dilución 10^7 .

3.4.2.2 Siembra de fondo en caja petri

- Se tomó 1 ml de los tubos de ensayo que contenían las diferentes diluciones y se colocó el contenido en la caja petri.
- Se colocó el PDA previamente preparado sobre la dilución en la caja petri.
- Se selló las cajas con parafilm para evitar contaminación, y se llevó a incubación por 6 días.
- Se sembraron 3 cajas de cada dilución.

3.4.2.3 Aislamiento

- Con la ayuda de un asa previamente esterilizada en el mechero, se tomó una muestra de la caja petri sembrada anteriormente.
- Se sembró la muestra en otra caja con PDA preparado previamente.
- Se esterilizó el asa, para cada siembra.
- Se realizó el aislamiento de cada una de las cajas.
- Se incubaron las cajas por 4 días.
- Se repitió este procedimiento de aislamiento, hasta obtener cepas puras de los hongos.

3.4.2.4 Técnicas para la identificación de hongos en laboratorio

A. Técnica de M. Scotch

- En un portaobjetos limpio se colocó una gota de azul de metileno.
- Se colocó un pedazo de cinta adhesiva en cima del cultivo sembrado. Se retiró con cuidado el adhesivo.
- Se colocó el pedazo de cinta scotch sobre la placa preparada con la gota de azul de metileno.
- Se pegó bien y se observó al microscopio con lentes 4X, 10X, 40X

B. Técnica de Micro cultivo

- Dentro de una caja petri se colocaron 5 portaobjetos apilados.
- Se cortó un círculo de agar utilizando un tubo de ensayo y se lo colocó sobre el último portaobjeto de la pila.
- Con un asa estéril se tomó una muestra de tejido de una de las cepas puras, se sembró a los lados y sobre el círculo de agar.
- Se colocó un cubreobjetos en la parte superior el círculo de agar, se presionó con cuidado.

- Se vertió 5 ml de agua destilada en la caja petri, el agua no alcanzó el último portaobjetos de la pila que contenía la siembra.
- Se tapó y se llevó a incubación por 4 días.
- Después de 4 días se observó al microscopio, con lentes 4X, 10X, y 40X, colocando el cubreobjetos en un portaobjetos con una gota de azul de metileno.

C. Técnicas de descripción de colonias

Se observó las colonias tomando en cuenta las siguientes características:

- En la superficie y al reverso se tomó en cuenta:
 - Forma
 - Color
 - Textura
 - Topografía
 - Crecimiento

D. Descripción de características morfológicas

Las observaciones se realizaron con la ayuda del microscopio con los lentes 4X, 10X y 40X. Se examinó y determinó las características morfológicas, como:

- | | |
|----------------|-------------------|
| • Tipo de hifa | • Esporangióforos |
| • Micelio | • Conidias |
| • Esporas | • Conidióforos |

3.4.2.5 Conservación de cepas fúngicas

Para la conservación de los hongos obtenidos en la fase de aislamiento y purificación, se aplicó la técnica de crioviales. Detallada a continuación:

- Se colocó 1 ml de glicerina, en tubos eppendorf, con el fin de conservar las estructuras de los hongos.
- Se comprobó que los tubos estén bien cerrados y se esterilizó en el autoclave a 120 °C y 15 psi, junto con los instrumentos de laboratorios necesarios para la ejecución de la técnica.
- Con la ayuda de una pipeta pasteur, se retiró un pedazo del hongo y se lo colocó dentro del tubo eppendorf.
- Se repitió el procedimiento diez veces para cada una de las cepas aisladas.
- Se identificaron los tubos eppendorf, y se los colocó en un congelador.

3.4.2.6 Uso de bibliografía para identificación

Se utilizó libros de taxonomía para observar y comparar las estructuras observadas en el laboratorio con las que se encuentran en la bibliografía, y así se pudo determinar el género al que pertenece cada hongo.

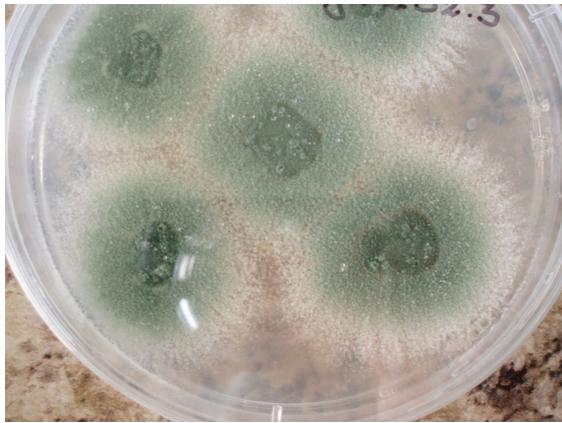
CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 IDENTIFICACIÓN DEL GÉNERO DE LOS HONGOS AISLADOS

Mediante el uso y la aplicación de las diferentes técnicas de laboratorio, se identificaron los géneros de los hongos aislados del PMG. Los resultados se presentan a continuación.

4.1.1 *Trichoderma sp.*



Fotografía 1. *Trichoderma*

4.1.1.1 Taxonomía del género

Bisby indica que el esquema de clasificación taxonómica de *Trichoderma sp.* es la siguiente:

Superreino: Eukaryonta

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

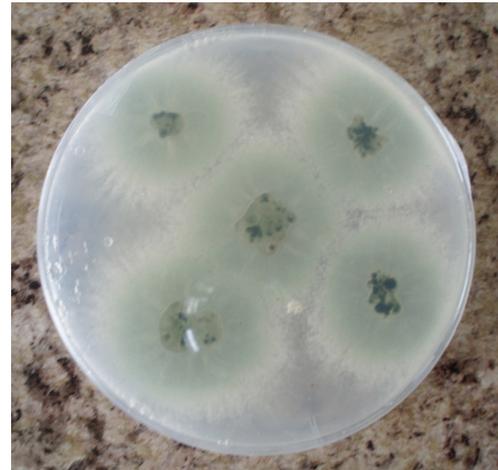
Familia: Hypocreaceae

Género: *Trichoderma*

4.1.1.2 Características morfológicas del género



Fotografía 2. Superficie de un medio de cultivo con *Trichoderma sp.*



Fotografía 3. Reverso de un medio de cultivo con *Trichoderma sp.*

En las fotografías se observan las características que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6. Resultado de la observación de colonias de *Trichoderma Sp.*

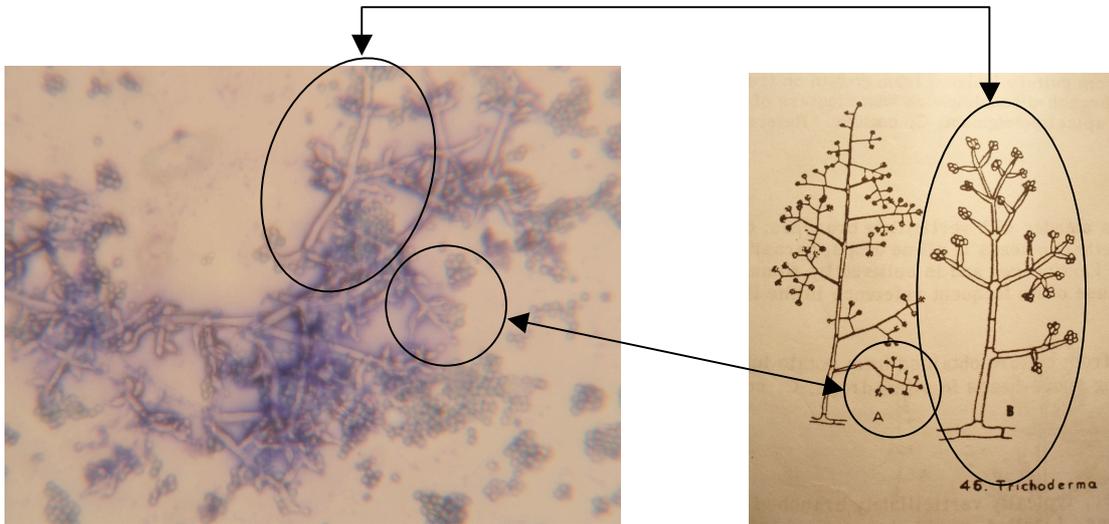
Características observadas	Superficie	Reverso	Observaciones
Forma	Circular	Circular	Sus bordes tienen forma estrellada
Color	Blanco Verde	Blanco	Al principio es blanco, al tercer día se torna verde con bordes blancos
Textura	Polvorienta	N/A	-
Topografía	Plana	Plana	En el área sembrada se hace rugoso
Crecimiento	Agresivo, Regular		Al cuarto día la caja esta llena

N/A= no aplica

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Se observó que las colonias de *Trichoderma sp.* presentan una coloración blanca al inicio; paulatinamente se tornan de color verde oscuro con bordes blancos, mientras que su reverso es blanco. Textura polvorienta. Larone menciona que en este género es característico que en pocos días una pelusa blanca cubra el agar y posteriormente se vuelva más compacta y lanuda. Parches verdes eventualmente se producen debido a la formación de conidias. Al reverso es incoloro, o ligeramente crema o amarillento.

Al comparar lo observado en el microscopio con la lente de 40X con la ilustración 7 obtenida del libro Illustrated Genera of Imperfect Fungi, se puede comprobar las estructuras microscópicas características del género.



Fotografía 4. *Trichoderma sp.* al microscopio (40X)

Ilustración 7. *Trichoderma sp.* (Barnett, 2008)

Larone, en Medically Important Fungi: A guide to identification, señala que *Trichoderma sp.* tiene hifas septadas, sus conidióforos son cortos y a menudo ramificados en ángulos anchos, las fiálides tienen forma similar a un matraz. Las conidias son circulares, unicelulares, agrupadas al final de cada fiálide. Estas agrupaciones son fáciles de romper a no ser que las preparaciones microscópicas sean manejadas con mucho cuidado.

4.1.1.3 Caracterización e importancia del género

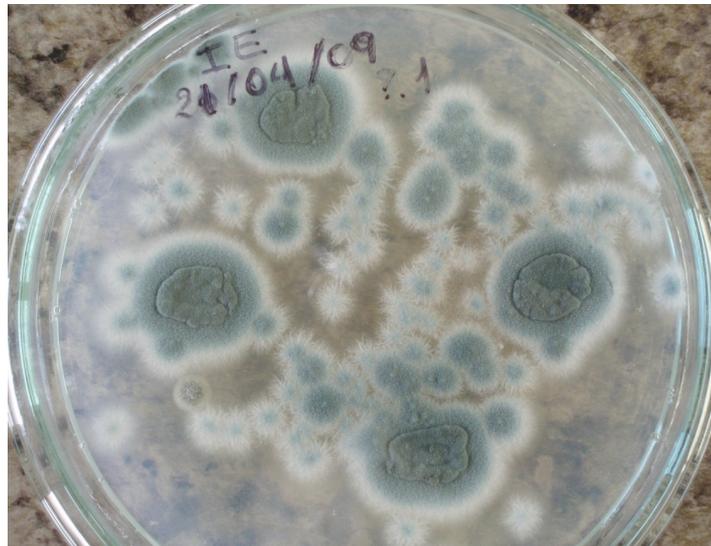
Campbell señala que *Trichoderma sp.* es un hongo que se encuentra presente en casi todo tipo de suelos y diversos habitats. Se caracteriza por tener una actividad celulítica significativa.

Atlas, en Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental, menciona que el micoparasitismo que ejercen ciertos representantes del género *Trichoderma sp.* en algunas especies vegetales del suelo ofrece la posibilidad de controlar enfermedades de importancia económica causada por otros hongos que se encuentran en el suelo y son patógenos de plantas. El micelio de *Trichoderma* se enrolla alrededor del patógeno y penetra aislando la pared

celular; una vez dentro consume el contenido de la célula del patógeno vegetal. Estudios bioquímicos y moleculares han demostrado que *Trichoderma* es un micoparásito bastante específico.

Harman en *Trichoderma spp* indica que este género aprovecha la presencia de grandes cantidades de raíces en su hábitat, las cuales las colonizan rápidamente. Ciertas cepas son altamente competentes, capaces de colonizar y crecer en raíces a medida que estas se desarrollan. Adicionalmente a la colonización de raíces este género ataca, parasita, y obtiene nutrientes de otros hongos. Debido a que *Trichoderma sp.* crece y prolifera mejor cuando se encuentran entre altas cantidades de raíces saludables, ha evolucionado y desarrollado numerosos mecanismos para atacar a otros hongos al mismo tiempo que mejora el crecimiento de la planta y su raíz. Muchos de estos nuevos métodos han sido estudiados recientemente dejando claro que deben existir cientos de genes separados con sus productos envueltos en este proceso de evolución y adaptación.

4.1.2 *Penicillium sp*



Fotografía 5. *Penicillium sp.*

4.1.2.1 Taxonomía del género

Bisby indica que el esquema de clasificación taxonómica de *Penicillium sp.* es la siguiente:

Superreino: Eukaryonta

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

Clase: Euascomycetes

Orden: Eurotiales

Familia: Trichomaceae

Género: *Penicillium*

4.1.2.2 Características morfológicas del género



Fotografía 6. Superficie del medio de cultivo con *Penicillium sp.*



Fotografía 7. Reverso del medio de cultivo con *Penicillium sp.*

En las fotografías se observan las características que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 7. Resultado de la observación de colonias de *Penicillium sp.*

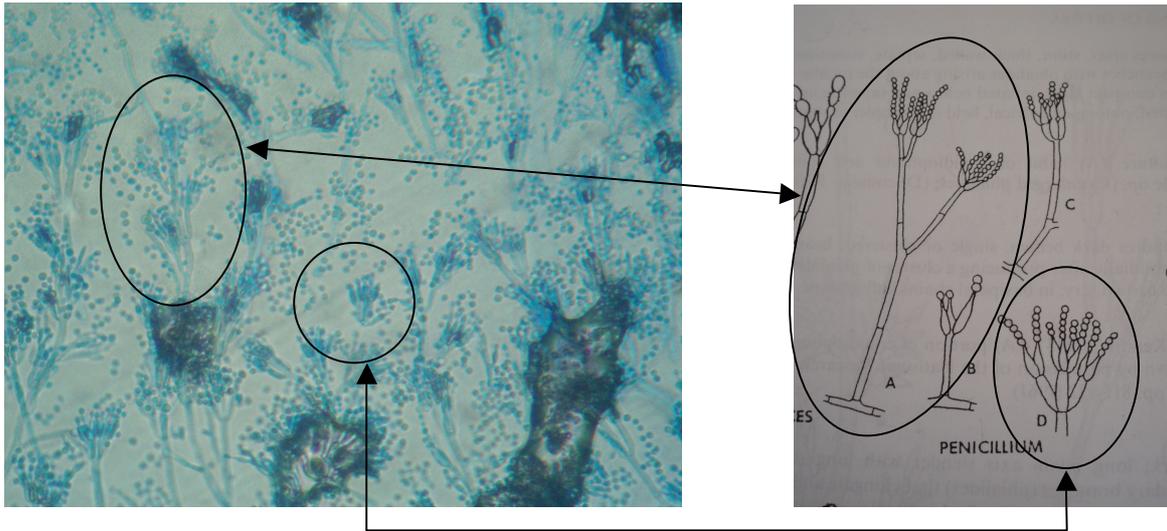
Características observadas	Superficie	Reverso	Observaciones
Forma	Circular	Circular	Sus bordes tienen una forma estrellada
Color	Verde azulado con bordes blancos	Blanco	El medio cambia de color, normalmente donde crece el hongo se vuelve amarillento
Textura	Aterciopelada	N/A	Después de algunos días las colonias se vuelven polvorientas.
Topografía	Plana, rugosa	Verrugosa	-
Crecimiento	Agresivo e irregular		Crece por todos lados, empieza en pequeños puntos y se dispersa

N/A= no aplica

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Las colonias de *Penicillium sp.* tomaron una forma circular y presentaron una coloración verde azulada con bordes blancos, en la superficie, y al reverso blanca o amarillenta. Textura aterciopelada que posteriormente se vuelve polvorienta. Carrillo en, Los Hongos de los Alimentos y Forrajes, indica que las colonias son circulares en caso de no existir impedimento alguno para su crecimiento, con un borde neto, mostrando el color del micelio, el cual es generalmente blanco, sin embargo en algunas especies es amarillo, anaranjado, púrpura o pardo claro. La superficie puede ser aterciopelada, ligeramente algodonosa o con pequeños haces (fascículos) de conidióforos.

Al comparar lo observado en el microscopio con la lente de 40X con la ilustración 8 obtenida del libro Illustrated Genera of Imperfect Fungi, se puede comprobar las estructuras microscópicas características del género.



Fotografía 8. *Penicillium sp.*, observado al microscopio (40X) **Ilustración 8:** *Penicillium sp.* (Barnett, 2008)

Barnett, en Illustrated Genera of Imperfect Fungi, menciona que el género *Penicillium sp.* tiene un conidióforo naciente del micelio, ramificado cerca del ápice en forma de pincel o brocha, conidia con aparato rotatorio; terminaciones en fiálides y cadenas largas de fialoconidios; conidia hialina o con gran resplandor cuando se encuentran en masa, unicelular, globosa u ovoide, producción basipetálica. Un largo filamento interno que contiene especies parasitas y saprofitas.

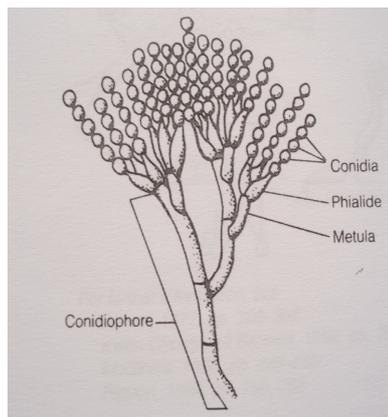


Ilustración 9. Estructura del género *Penicillium sp.* (Larone, 1995)

4.1.2.3 Caracterización e importancia del género

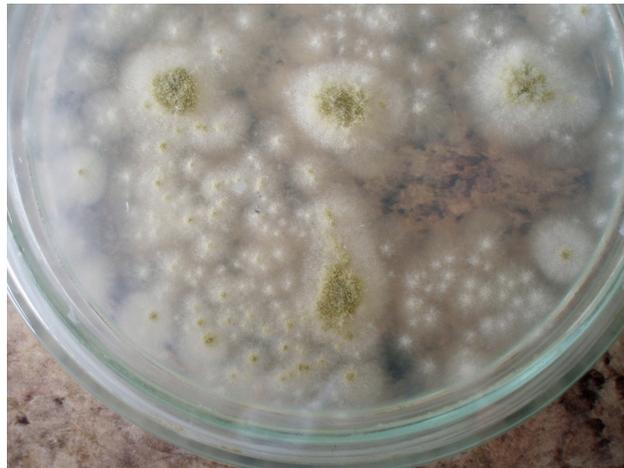
Larone indica que éste género es un tipo de moho, incoloro, con hifa septada y produce conidias que pueden ser incoloras o pigmentadas. Carrillo también menciona que los

penicilios son mohos comunes que se desarrollan sobre los más diversos sustratos: granos, paja, cueros, frutas, etc.

Atlas menciona que *Penicillium sp.* es uno de los géneros más abundantes del suelo. Algunas especies proliferan fácilmente en los alimentos y producen toxinas, lo cual es un problema debido a que provocan que los alimentos se vuelvan no comestibles o peligrosos. Otras especies son beneficiosas debido a que son utilizados en la industria alimenticia y medicinal. Además, por su rápida colonización es muy efectivo en la degradación de altas concentraciones de materia orgánica.

Campbell, nos indica que *Penicillium sp.* forma parte de los microorganismos que participan en la degradación de la celulosa.

4.1.3 *Aspergillus sp.*



Fotografía 9. *Aspergillus sp.*

4.1.3.1 Taxonomía del género

Bisby indica que el esquema de clasificación taxonómica de *Aspergillus sp.* es la siguiente:

Superreino: Eukaryonta

Reino: Fungi

Phylum: Ascomycota

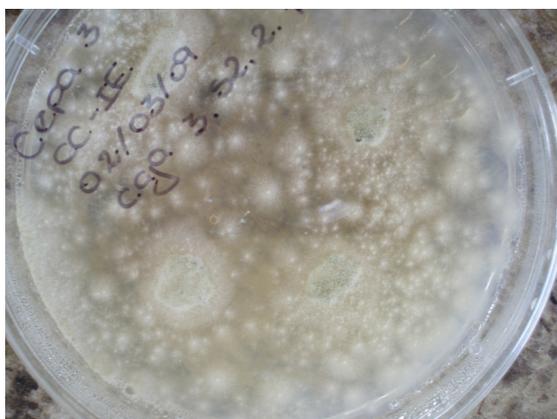
Clase: Euascomycetes

Orden: Eurotiales

Familia: Trichomaceae

Género: *Aspergillus*

4.1.3.2 Características morfológicas del género



Fotografía 10. Superficie de un medio de cultivo con *Aspergillus sp.*



Fotografía 11. Reverso de un medio de cultivo con *Aspergillus sp.*

En las fotografías se observan las características que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Resultado de la observación de colonias de *Aspergillus sp.*

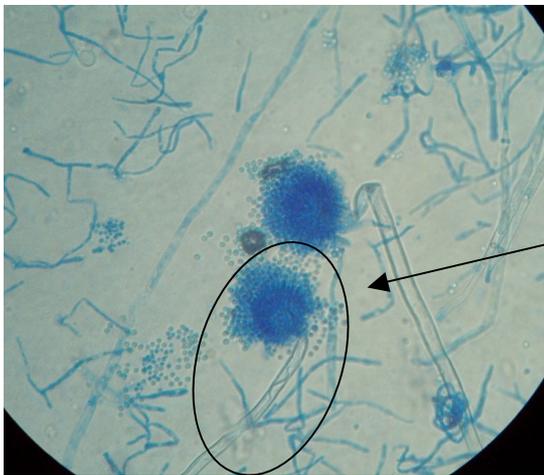
Características observadas	Superficie	Reverso	Observaciones
Forma	Circular	Circular	-
Color	Blanco	Blanco	Al quinto día empieza a cambiar de color, toma una coloración verdosa
Textura	Aterciopelado Lanudo	N/A	Al cuarto día el hongo presenta una textura lanuda en el lugar de siembra
Topografía	Montañosa	Aplanada	En el lugar de la siembra se vuelve ligeramente rugosa
Crecimiento	Disperso		El crecimiento empieza en forma de puntos que se dispersan irregularmente en toda la caja

N/A= no aplica

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Se observa que *Aspergillus sp.* presenta una coloración blanca en los primeros días, posteriormente se torna verde; su reverso es blanco. Textura aterciopelada, sin embargo al cuarto o quinto día en el lugar de la siembra empiezan a notarse una textura lanuda. Esto está sustentado por Larone, que menciona que la superficie de las colonias de este género presentan una coloración blanca al inicio y al pasar los días varían ligeramente su coloración con sombras amarillentas, verdes, cafés, o negras; su reverso es blanco, dorado o café, dependiendo de la especie. Textura algodonosa.

Al comparar lo observado en el microscopio con la lente de 40X se puede distinguir las estructuras características del género, como se demuestra en la ilustración 10 obtenida del libro Illustrated Genera of Imperfect Fungi.



Fotografía 12. *Aspergillus sp.*, al microscopio (40X)

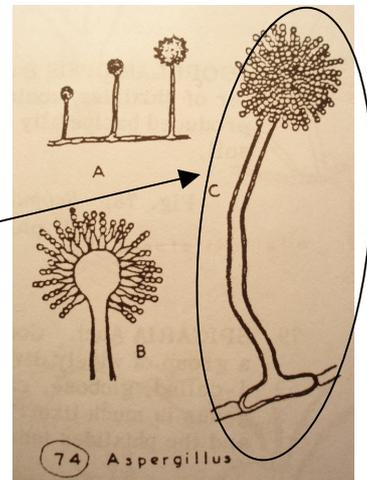


Ilustración 10. *Aspergillus sp.* (Barnett, 2008)

Barnett y Larone nos indican que este género se caracteriza por tener hifas septadas; un conidióforo no ramificado que nace de una célula especializada. El conidióforo es alargado en la punta, formando una vesícula hinchada. Las vesículas son completa o parcialmente cubiertas de fiálides con forma de matraz la cuáles pueden desarrollarse directamente en la vesícula o estar sujetas por una célula llamada metula. Las fiálides producen cadenas de conidias circulares, que en ciertas ocasiones pueden ser ásperas.

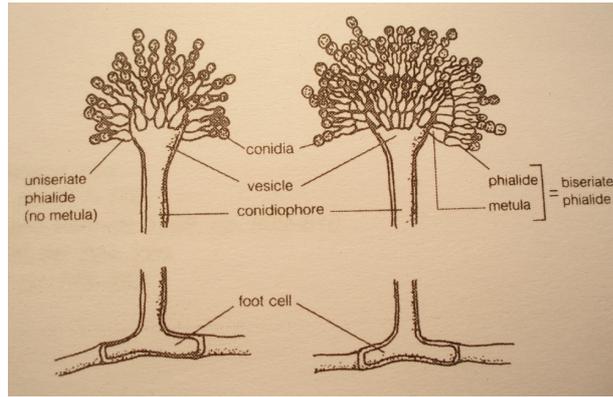


Ilustración 11. Estructura de *Aspergillus sp.* (Larone, 1995)

4.1.3.3 Caracterización e importancia del género

Aspergillus sp. tiene ciertas características similares a *Penicillium sp.*, entre ellas se puede mencionar que estos dos géneros pertenecen a la familia *Trichomaceae*. De la misma manera como lo indica Larone, es un tipo de moho, incoloro, con hifa septada y produce conidias que pueden ser incoloras o pigmentadas. Atlas también menciona que es uno de los géneros más abundantes del suelo.

Atlas menciona, además, que *Aspergillus sp.* produce aflatoxinas, que crecen sobre la superficie de cereales o productos derivados, suelen producir enfermedades a las aves de corral y a otras poblaciones de animales que consuman el alimento que contiene estas toxinas.

Este género de hongo es muy utilizado en la industria alimenticia como menciona Coyne, en Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio, algunas especies pertenecientes al género *Aspergillus sp.* fermentan productos vegetales para fabricar saborizantes. Es también uno de los géneros representativos dentro de los microorganismos con capacidad de transformar el mercurio presente en el suelo, debido a que han desarrollado mecanismos de resistencia a este metal. Otra semejanza de éste género con *Penicillium sp.* mencionada por el autor es que los dos tienen un gran potencial como antibiótico.

4.1.4 *Rhizopus sp.*



Fotografía 13. *Rhizopus sp.*

4.1.4.1 Taxonomía del género

Bisby indica que el esquema de clasificación taxonómica de *Rhizopus sp.* es la siguiente:

Superreino: Eukaryonta

Reino: Fungi

Phylum: Zygomycota

Orden: Mucorales

Familia: Mucoraceae

Género: *Rhizopus*

4.1.4.2 Características morfológicas del género



Fotografía 14. Superficie de un medio de cultivo con *Rhizopus sp.*



Fotografía 15. Reverso de un medio de cultivo con *Rhizopus sp.*

En las fotografías se observan las características que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 9. Resultado de la observación de colonias de *Rhizopus Sp.*

Características observadas	Superficie	Reverso	Observaciones
Forma	-	-	No tiene una forma definida
Color	Blanco Café	Blanco	Al principio es de color blanco después se torna café
Textura	Algodonosa, áspero	N/A	-
Topografía	-	Aplanada	Debido a que crece agresivamente no tiene una forma definida en pocos días llena la caja petri, hasta la tapa
Crecimiento	Agresivo	-	Su crecimiento es similar a una telaraña, al cuarto día se diferencian unas pequeñas estructuras en forma de alfileres unidos

N/A= no aplica

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Al observar el desarrollo de la colonias de *Rhizopus sp.* se evidencia en su superficie una coloración blanca en los primeros días, la cual posteriormente se torna café, por presencia de pequeñas estructuras unidas en forma de alfileres. Su reverso es blanco. Textura algodonosa. Larone señala que las colonias de este género rápidamente cubren la superficie del agar. Tiene

un aspecto similar al algodón de azúcar; las colonias al principio son blancas, posteriormente se tornan grises o cafés. El reverso es blanco.

Al comparar lo observado en el microscopio con la lente de 40X se puede distinguir las estructuras características del género, como se demuestra en la ilustración 5 obtenida del libro Illustrated Genera of Imperfect Fungi.



Fotografía 16. *Rhizopus sp.* al microscopio (40X)

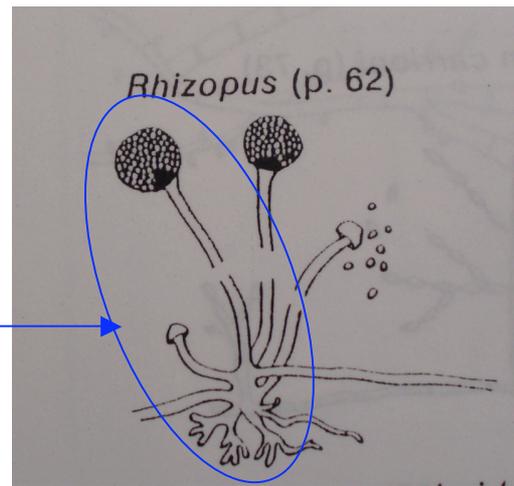


Ilustración 12. *Rhizopus sp.* (Barnett, 2008)

Larone nos indica que este género tiene una amplia hifa, con pocos o nada de septos. Numerosos estolones alrededor del micelio, grupos conectados de largos esporangióforos que usualmente no son ramificados. En el punto en el que los estolones y los esporangióforos se encuentran, una hifa en forma de raíz se produce. Los esporangióforos son largos y terminan en un esporangio circular de tonalidad oscura, que contiene una columela y muchas esporas ovoides incoloras o cafés. No queda ningún collar cuando la pared del esporangio se disuelve. Este género se diferencia de *Mucor sp.* debido a la presencia de estolones, rizoides, y usualmente esporangioforos no ramificados.

4.1.4.3 Características e importancia del género

Alexander, en Introducción a la Microbiología del suelo, menciona que *Rhizopus sp.* debido a sus rizoides es muy efectivo en cuanto a la fijación de nitrógeno y el rápido transporte de nutrientes a las plantas. También es muy conocido por ser muy práctico en la degradación de materia orgánica.

4.2 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE NUTRIENTES

4.2.1 MATERIA ORGÁNICA

Tabla 10. Resultados iniciales y finales del análisis de Materia Orgánica presente en el compost. PMG 2009

Descripción	Tratamiento	Materia Orgánica (MO)	
		%	
		Inicial	Final
Compost solo	t0	81.42	78.27
Compost con 25 cm ³ /L	t1	84.65	60.65
Compost con 50 cm ³ /L	t2	88.41	63.33
Composta con 100 cm ³ /L	t3	79.81	71.2

Fuente: Informe de análisis, Laboratorio de suelos y aguas, MAGAP

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

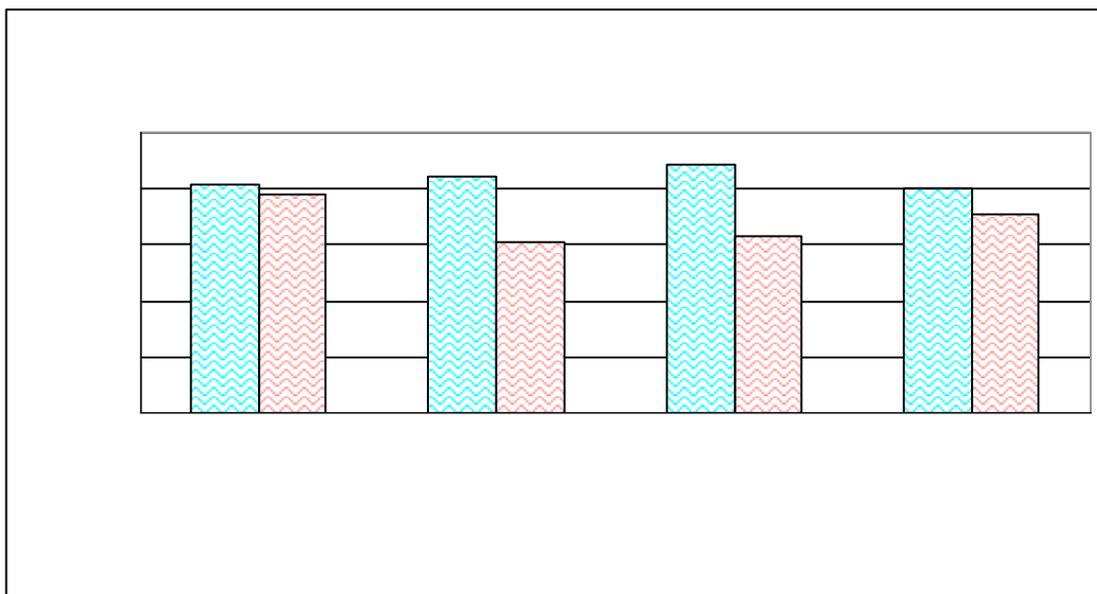


Gráfico 1. Comportamiento de Materia Orgánica en los tratamientos al inicio y fin del proceso de compostaje. PMG 2009.

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

En la tabla 10 y gráfico 1, se observa un decrecimiento en cuanto al porcentaje de materia orgánica en los tratamientos. El t2 (50 cm³/L) demuestra un mayor porcentaje de degradación de materia orgánica con un valor inicial de 88.41 %, y un valor final de 63,33%; seguido de t1 (25 cm³/L) que tiene un comportamiento muy similar al anterior con

un valor inicial de 84,65%, y un valor final de 60,65%. Finalmente t0 (testigo) con un porcentaje de degradación bajo, su valor inicial era de 82.42% y su valor final fue de 78,27%.

Los valores obtenidos en el campo son similares a los valores que recomienda Rodale en, The Complete Book of Composting, que indica que cuando el contenido inicial de materia orgánica de la composta se encuentra entre 60 y 80% el contenido presente en el producto final debe estar entre el 25 al 50 %. Esto confirma una eficiencia en el proceso realizado durante el compostaje, y nos da la pauta que el manejo ha sido fundamental en este proceso, a pesar de variantes durante el estudio.

Los resultados pueden variar ligeramente a los obtenidos por el autor debido a que el material con el que se trabajó tiene propiedades físicas y químicas que hacen que tarde más tiempo en llegar a los valores óptimos de un compostaje ideal. También se deben tomar en cuenta las condiciones climáticas adversas que presenta el PMG. (ver pág. 35)

A pesar de no existir las temperaturas adecuadas para los microorganismos existentes en las composteras, la adición de cocktail ayudó a que estos realicen una biotransformación eficiente del material vegetal del eucalipto.

4.2.2 FÓSFORO

Tabla 11. Resultados iniciales y finales del análisis de Fósforo presente en el compost.
PMG 2009

Descripción	Tratamientos	Fósforo (P)	
		Ppm	
		Inicial	Final
Compost solo	t0	139	41.2
Compost con 25 cm ³ /L	t1	161	43.1
Compost con 50 cm ³ /L	t2	187	45.3
Compost con 100 cm ³ /L	t3	202	76.6

Fuente: Informe de análisis, Laboratorio de suelos y aguas, MAGAP

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

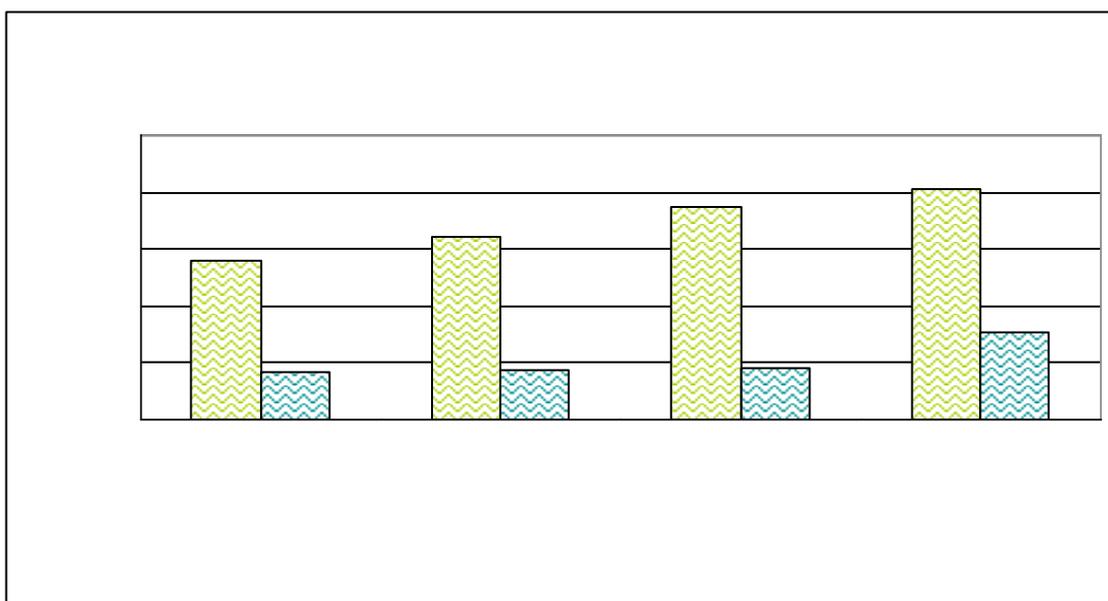


Gráfico 2. Comportamiento de Fósforo en los tratamientos al inicio y fin del proceso de compostaje. PMG 2009.

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Como se observa en la tabla 11 y gráfico 2, el Fósforo disminuye en todos los tratamientos; t2 (50 cm³/L) es el tratamiento que presenta una mayor disminución con un valor inicial de 187 ppm y un final de 45.3 ppm; mientras que t0 (testigo) es el tratamiento que presenta un menor disminución con un valor inicial de 139 ppm y un valor final de 41.2 ppm.

Esta disminución se debe principalmente a que durante la biodegradación intervienen varios procesos y factores como, relación C/N, relación C/P, pH, aireación, humedad, temperatura y estructura. Como resultado de la biotransformación de estos residuos la descomposición del fósforo se da de una forma orgánica a inorgánica disponible (H₂PO₄¹⁻ y HPO₄²⁻).

Los valores obtenidos en el compost se encuentran dentro de los rangos para suelos arenosos, por lo que al ser aplicado en el Parque contribuiría con pequeñas cantidades de fósforo disponible, enriqueciendo los suelos.

La Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, señala la importancia de los microorganismos dentro del proceso de biotransformación de los nutrientes, por lo que los hongos y otros microorganismos encontrados en los análisis del compost de eucalipto, son un gran aporte para los suelos del Parque. (Ver Anexo 5).

4.2.3 POTASIO

Tabla 12. Resultados iniciales y finales del análisis de Potasio presente en el compost.
PMG 2009

Descripción	Tratamientos	Potasio (K)	
		cmol/Kg	
		Inicial	Final
Compost solo	t0	7.16	6.64
Compost con 25 cm ³ /L	t1	0.61	5.11
Compost con 50 cm ³ /L	t2	0.86	6.13
Compost con 100 cm ³ /L	t3	0.61	5.62

Fuente: Informe de análisis, Laboratorio de suelos y aguas, MAGAP

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

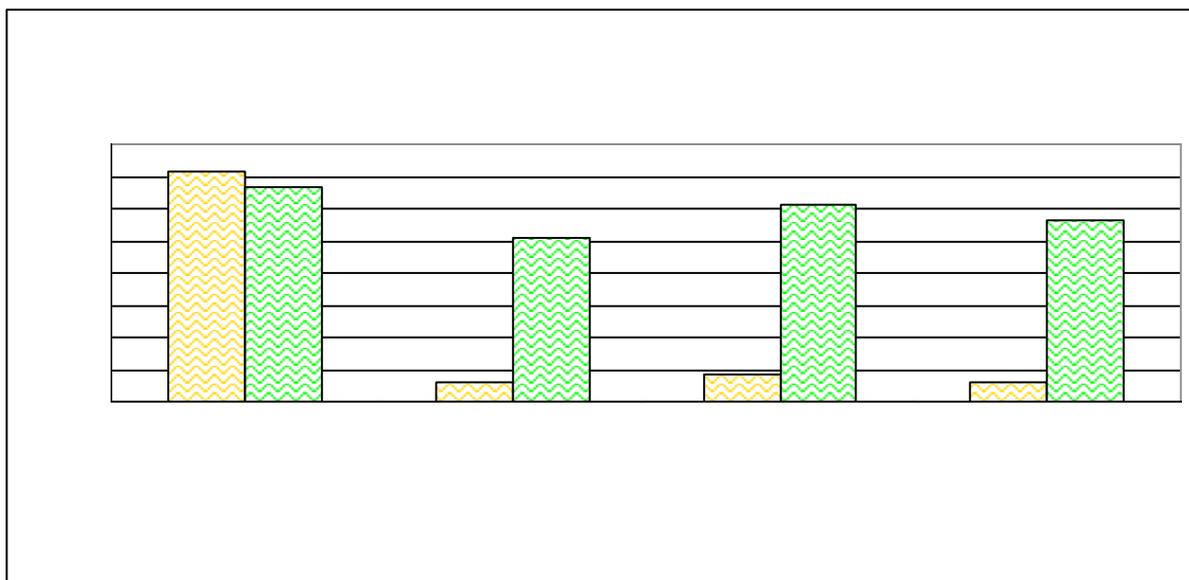


Gráfico 3. Comportamiento de Potasio en los tratamientos al inicio y fin del proceso de compostaje. PMG 2009.

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Como se observa en la tabla 12 y en el gráfico 3, el potasio aumenta en t1, t2 y t3, mientras que en t0 disminuye; t2 (50 cm³/L) demuestra un gran aumento de potasio con un valor inicial de 0.86 cmol/Kg y un valor final de 6.13 cmol/Kg; seguido de t3 (100 cm³/L) con un valor inicial de 0.61 cmol/Kg y un valor final de 5.62 cmol/Kg; t0 (testigo) tiene un valor inicial de 7.16 cmol/Kg y su valor final es de 6.64 cmol/Kg, lo cual demuestra que el

comportamiento de este tratamiento es contrario a los otros, ya que disminuye el potasio al finalizar el proceso.

Este aumento demuestra que la materia orgánica presente en los tratamientos era rica en potasio, lo cual es beneficioso debido a su importancia como nutriente. Rodale indica que el contenido de potasio depende del contenido original utilizado en las composteras. Alrededor del 5% del contenido mineral de las plantas consiste de potasio; mientras más materia orgánica se utilice, mayor potasio estará presente.

En cuanto a t0 su disminución puede deberse a que, por ser testigo no se inoculó; debido a esto la cantidad de microorganismos que degradan potasio era muy baja, provocando así una mineralización más lenta.

La eficiente mineralización de los tratamientos t1, t2, y t3, señala que el material utilizado en las composteras es rico en potasio y no requiere una fuente externa, y que los microorganismos presentes en el cocktail aportan en su mineralización.

4.2.4 CALCIO

Tabla 13. Resultados iniciales y finales del análisis de Calcio presente en el compost.
PMG 2009

Descripción	Tratamientos	Calcio (Ca)	
		cmol/Kg	
Compost solo	t0	17.25	27
Compost con 25 cm ³ /L	t1	16.3	20.75
Compost con 50 cm ³ /L	t2	14.75	18.5
Compost con 100 cm ³ /L	t3	15.03	16.9

Fuente: Informe de análisis, Laboratorio de suelos y aguas, MAGAP

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

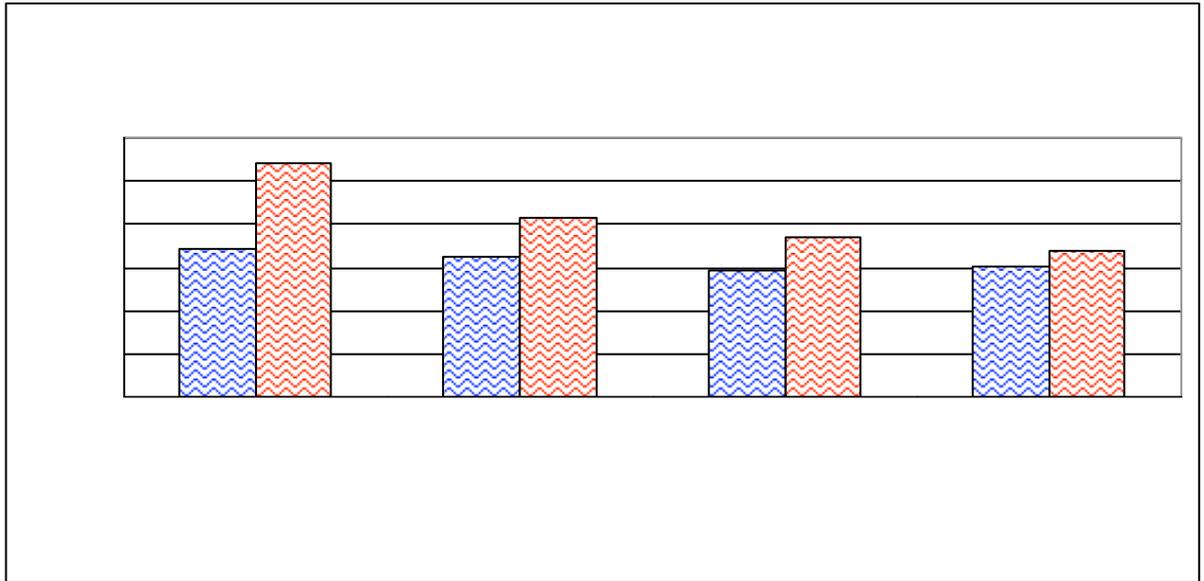


Gráfico 4. Comportamiento del Calcio en los tratamientos al inicio y fin del proceso de compostaje. PMG 2009.

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

La tabla 13 y gráfico 4 indican un aumento de calcio en todos los tratamientos. El t0 (testigo) demuestra un mayor aumento, con un valor inicial de 17,25 cmol/kg y un valor final de 27 cmol/kg; seguido de t1 (25 cm³/L) con un valor inicial de 16,3 cmol/kg y un valor final de 20.75; finalmente se encuentra t3 (100 cm³/L) con un valor inicial de 15.03 cmol/kg y un final de 16.09 cmol/kg.

A pesar de existir un incremento en los tratamientos, la diferencia entre valores finales e iniciales no es significativa. Esto se debe a que los cambios del calcio durante el proceso de compostaje están directamente relacionados al pH y en este estudio se obtuvieron valores de pH entre 4 y 7. Alexander, señala que ciertos elementos, como el calcio se asimilan en pH superiores a 7 y 8, lo que explica estos resultados.

El eucalipto dentro de sus tejidos posee altas cantidades de calcio que lo hace resistente y fuerte. El calcio es eliminado hacia el compost por el proceso de biotransformación, lo que permite que las plantas y raíces lo asimilen de mejor manera. La Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, ratifica que el papel fundamental del calcio es la estabilidad de la membrana e integridad de la célula de las plantas.

El comportamiento del calcio en todos los tratamientos es muy similar, lo que nos indica que a pesar de haber realizado inoculaciones, éstas no tuvieron efecto en el caso del

calcio. Pudieron influir algunos factores, como la disposición de los bloques en el vivero, o los microorganismos presentes en el compost y en las dosis de cocktail no fueron muy eficientes en la mineralización de este elemento. Las condiciones ambientales que presentó el Parque y los factores anteriormente mencionados pueden ser los causantes de este comportamiento

4.3 RESULTADOS DE LA EVALUACION DE VARIABLES EN COMPOSTERAS

4.3.1 VARIABLE POTENCIAL HIDRÓGENO

Tabla 14. Análisis de varianza para Potencial Hidrógeno. PMG 2009

FV	GL	SC	CM
Total	11	0.12	-
Tratamientos	3	0.03	0.01 ^{NS}
Repeticiones	2	0,05	0.03 ^{NS}
Error Experimental	6	0,04	0,01
CV (%)	1,43		

FV = Fuente de variación

GL = Grados De libertad

SC = Suma de cuadrados

CM = Cuadrado medio

CV = Coeficiente de variación

NS = No significativo

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Tabla 15. Promedios y rangos de significancia para Potencial Hidrógeno con el uso de la prueba de Tukey al 5%. PMG 2009

Tratamiento	Promedio	Rango
t0	5.43	A
t1	5.4	A
t2	5.38	A
t3	5.29	A

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

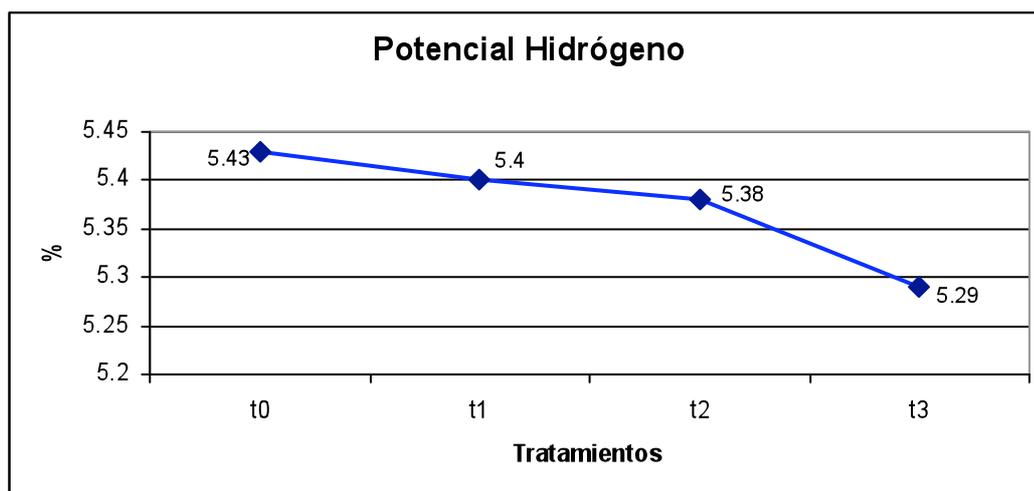


Gráfico 5. Promedios de comportamiento para Potencial Hidrogeno en compost. PMG 2009

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Para esta variable, el ADEVA (Tabla 14) detecta una no significancia estadística tanto para tratamientos como para repeticiones, con lo que se determina que los 4 tratamientos en análisis tienen igual comportamiento para potencial hidrógeno, por lo que la prueba de significancia estadística Tukey al 5%, detecta un solo rango de significancia, el rango A, en donde se encuentran inmersos todos los tratamientos (Tabla 15).

A pesar de los resultados obtenidos, en la tabla 15 y gráfico 5 se observa que el tratamiento t0 (testigo) con 5,43 de pH muestra un valor ligeramente más alto que el resto; seguido de t1 (25 cm³/l) con 5.4; t2 (50 cm³/l) con 5.38 y finalmente t3 (100 cm³/l) con 5.29. El coeficiente de variación de 1,43%, este valor da una alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

Los valores están dentro de los rangos permitidos para el proceso, lo cual es ratificado por Rodale, que señala que una reacción de 5.5 es aceptable. Lo cual reafirma el correcto manejo del proceso.

Estos rangos de pH son buenos debido a que permiten que los nutrientes estén más disponibles para la planta, además que la carga microbiana presente en el material original puede incrementarse. Mejorando así la mineralización de la materia orgánica, permitiendo obtener un compost de buena calidad.

4.3.2 VARIABLE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Tabla 16. Análisis de varianza para Conductividad Eléctrica. PMG 2009

FV	GL	SC	CM
Total	11	135.89	-
Tratamientos	3	52.67	17.56 ^{NS}
Repeticiones	2	2.72	1.36 ^{NS}
Error Experimental	6	80.51	13.42
CV (%)	13.75		

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Tabla 17. Promedios y rangos de significancia para Conductividad Eléctrica con el uso de la prueba de Tukey al 5%. PMG 2009

Tratamiento	Promedio	Rango
t2	29.48	A
t3	27.22	A
t0	26.16	A
t1	23.66	A

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

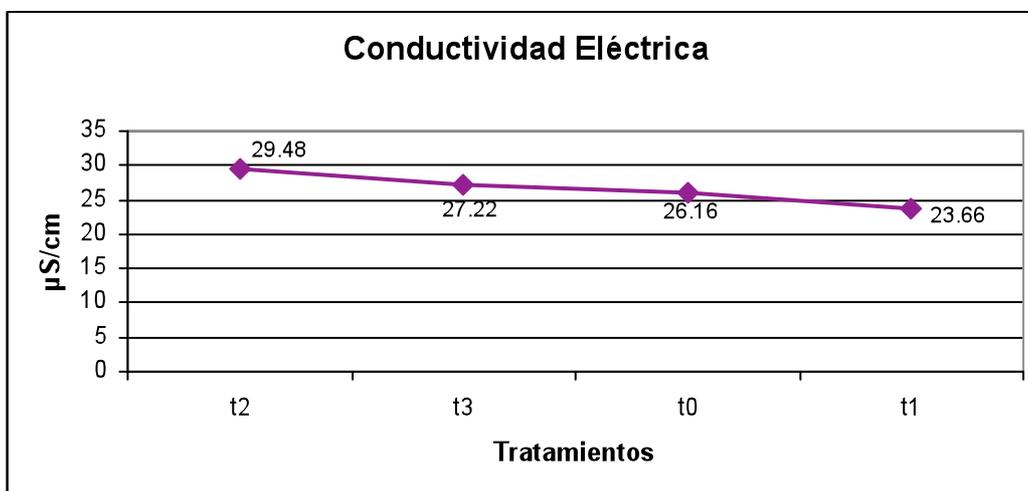


Gráfico 6. Promedios de comportamiento para Conductividad Eléctrica en compost. PMG 2009

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

El ADEVA (Tabla 16), detecta no significancia estadística tanto para tratamientos como para repeticiones, lo que determina que los tratamientos en estudio tienen igual comportamiento en lo que respecta a conductividad eléctrica, por lo que la prueba de significancia estadística Tukey al 5%, identifica un solo rango de significancia, el rango A, en donde se encuentran inmersos todos los tratamientos (Tabla 17).

A pesar de estos resultados y partiendo de los promedios de la tabla 17 y gráfico 6, t2 (50 cm³/L) presenta el mayor valor de conductividad con 29.48 μ S/cm; t1 (25 cm³/L) el menor valor con 23.66 μ S/cm.

El coeficiente de variación de 13,75%, da confiabilidad a los resultados obtenidos.

Según los valores de referencia del Laboratorio MAGAP, los tratamientos presentan una salinidad muy baja que permite determinar que las composteras no son salinas. Esto establece que la salinidad del material utilizado en las composteras es buena, por lo cual no se va a tener problemas en el proceso o en el producto final.

Los valores bajos de salinidad no presentarían problemas en el suelo, ni en las plantas. Alexander indica que las plantas trabajan en conductividades eléctricas diferentes, por lo general en rangos entre 0.8 y 1.8, a veces hasta 2.0 dS/cm, por lo que queda demostrado que valores tan pequeños como los que se obtuvo en el estudio no ocasionarán problemas de toxicidad, acumulación de sales, ni tampoco complicará la asimilación de los nutrientes presentes en el compost.

Estos valores tan bajos demuestran que el eucalipto, a pesar de ser una especie agresiva, y al encontrarse en suelos de tipo franco arenoso, presenta una CE mínima. Esto es lógico ya que a pH mayores de suelo la CE es menor. Los suelos del parque son ligeramente ácidos a básicos debido a que presentan valores de pH que van desde 5.3 hasta 8.4, estos rangos contribuyen a una baja salinidad. Por lo que se comprueba que se debe abonar los suelos del Parque. Esto es ratificado por la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo quienes indican que cuando los suelos tienen suficientes nutrientes son ligeramente ácidos con rangos entre 5 y 6.

4.3.3 VARIABLE TEMPERATURA

Tabla 18. Análisis de varianza para Temperatura. PMG 2009

FV	GL	SC	CM
Total	11	5,16	-
Tratamientos	3	1,02	0,34 ^{NS}
Repeticiones	2	1,10	0,55 ^{NS}
Error Experimental	6	3,04	0,51
CV (%)	3,94		

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Tabla 19. Promedios y rangos de significancia para Conductividad Eléctrica con el uso de la prueba de Tukey al 5%. PMG 2009

Tratamiento	Promedio	Rango
t1	18.43	A
t3	18.3	A
t2	17.87	A
t0	17.72	A

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

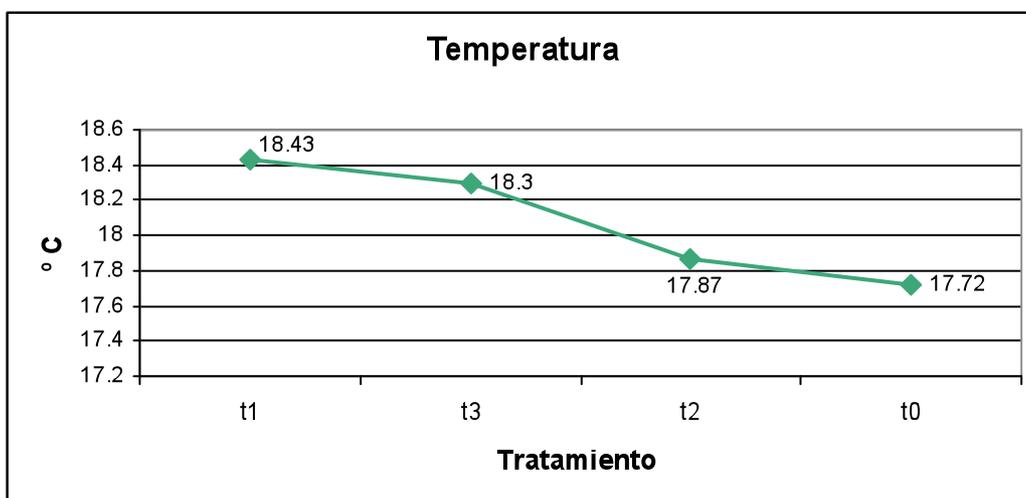


Gráfico 7. Promedios de comportamiento para Temperatura en compost. PMG 2009

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

El ADEVA (Tabla 18) detecta una no significancia estadística tanto para tratamientos como para repeticiones, lo que determina que los cuatro tratamientos en estudio muestran igual comportamiento para la temperatura registrada. Esta igualdad se ve ratificada con la

prueba de Tukey al 5%, quien encuentra un solo rango de significancia, el rango A, en el que se hallan inmersos todos los tratamientos (Tabla 19).

En el Tabla 19 y gráfico 7, se observa una pequeña ventaja en t1 (25 cm³/L) con 18,43 °C en comparación al resto de tratamientos.

El Coeficiente de variación de 3,94 expresa una alta confiabilidad a los resultados obtenidos.

Los rangos de temperatura obtenidos en el estudio se encuentran fuera de los valores considerados como óptimos para el proceso, lo cual queda Ratificado por Coyne, que indica que la fabricación de composta se realiza en dos rangos térmicos: el rango mesófilo que se encuentra entre 10 y 43 °C, mientras que el rango termófilo oscila entre 55 y 60 °C. Esto demuestra que las camas de compostaje no llegaron a la etapa termófila.

El proceso no alcanzó temperaturas óptimas para un compostaje ideal, sin embargo esto no demuestra un mal manejo del estudio debido a que esta variable no es la única que determina cuando el compostaje se encuentra en estado ideal para su uso. Como indica Rodale, existen muchas pruebas y controles por los cuales varios aspectos del proceso de compostaje y su condición pueden ser juzgadas.

Dentro de los parámetros principales que se toman en cuenta para determinar si el compost final está listo para su uso, se encuentran: estructura, color, olor, apariencia del material, presencia de moscas, mala hierba, humedad, entre otros.

El compostaje pudo fallar en alcanzar temperaturas elevadas debido a que las pilas eran muy pequeñas para retener el calor. Además las condiciones ambientales que presenta la zona donde se realizó el estudio también juegan un papel muy importante en cuanto a la temperatura, debido a que el área presenta temperaturas bajas la mayor parte del día y las corrientes de viento llegan directamente al lugar del estudio.

Se debe tomar en cuenta que las composteras estaban rodeadas por un cajón de madera, y cubiertas por un plástico negro cada una, lo cual evito que las camas lleguen a temperaturas tan bajas como las que presenta el suelo de la zona.

4.4 RESULTADOS DE LA RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO

Tabla 20. Relación C/N inicial y final del compost. PMG 2009

Tratamiento	Relación C/N inicial	Relación C/N final
t0	48	18
t1	50	20
t2	55	26
t3	47	22

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

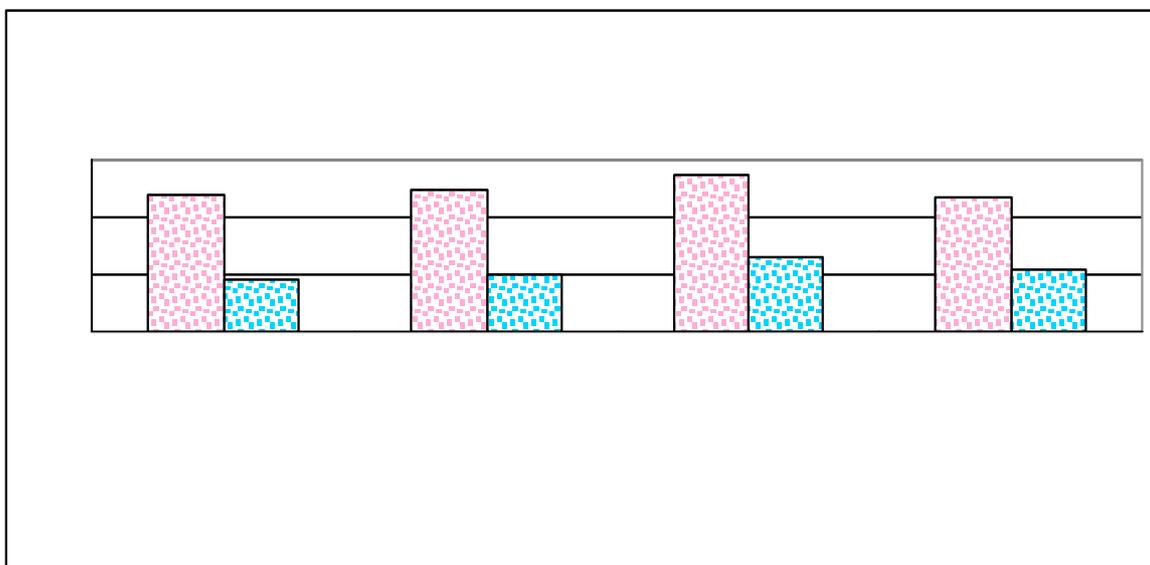


Gráfico 8. Resultado de la relación C/N inicial y final del compost. PMG 2009

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Como se observa en la tabla 20 y gráfico 8, la relación C/N disminuye al final del proceso. Los tratamientos t1 (25 cm³/L) con 20, t2 (50 cm³/L) con 26 y t3(100 cm³/L) con 22, se encuentran dentro de los rangos óptimos, mientras que t0 (testigo) tiene un valor final de 18, el cual se encuentra por debajo del rango. Esto lo ratifica Corbitt, en Manual de referencia de la Ingeniería Ambiental, donde señala que la relación C/N ideal viene dada por un intervalo de 25 a 30.

La relación C/N determina la tasa bajo la cual la materia orgánica se descompone por lo que es muy importante mantener relaciones dentro de los rangos óptimos. De esta

manera a medida que ocurre la compostación, los microorganismos pueden utilizar el carbono para energía y el nitrógeno para a síntesis de proteínas.

En cuanto al eucalipto la relación de C/N está en un rango entre baja a media. Esto en términos generales señala la velocidad de las reacciones, la cual es muy eficiente tomando en cuenta que el material orgánico (eucalipto) posee sustancias tóxicas, que podrían haber perjudicado estos valores. Sin embargo se demuestra que debido al manejo adecuado de las composteras se obtuvieron relaciones de C/N dentro de los valores para un compostaje ideal.

La mezcla de material verde y seco en las composteras ayudó a que la relación C/N mejore, debido a que la reacción es más estable y más rápida.

4.5 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MICROBIANO EN LAS COMPOSTERAS

Tabla 21. Resultado de los análisis iniciales de carga microbiana de las composteras

Microorganismo	cfu log g-1											
	RI				RII				RIII			
	t0	t1	t2	t3	t0	t1	t2	t3	t0	t1	t2	t3
<i>Aspergillus sp.</i>	2	3	4	3	1	2	3	2	2	1	2	1
<i>Trichoderma sp.</i>	3	2	3	4	2	1	1	1	2	1	2	1
<i>Mucor sp.</i>	2	3	3	n.r.	3	2	1	2	2	2	1	1
<i>Acetobacter sp.</i>	1	2	1	2	2	1	1	0	1	2	2	3
<i>Bacillus sp.</i>	0	2	1	1	1	2	2	2	1	3	3	2
<i>Cephalosporium sp.</i>	3	1	0	n.r.	3	1	1	2	2	1	1	1
<i>Chaetomium sp.</i>	1	1	2	3	2	2	3	2	1	1	2	3
<i>Cladosporium sp.</i>	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
<i>Cylindrocadium sp.</i>	3	2	2	n.r.	2	2	1	1	3	1	1	2
<i>Lactobacillus sp.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
<i>Penicillium sp.</i>	3	5	2	2	2	3	2	1	2	2	3	1
<i>Pseudomonas sp.</i>	1	2	2	2	2	1	1	1	2	n.r.	1	1
<i>Rhodotorula sp.</i>	2	1	n.r.	n.r.	1	1	2	1	1	1	2	1
<i>Sporothrix sp.</i>	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2

n.r.: implica que no se reportan ufc; los microorganismos bajo las condiciones de estudio no son rastreables.

Fuente: Informe Microbiológico, Plantsphere Laboratories,

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Tabla 22. Resultado de los análisis finales de carga microbiana de las composteras

Microorganismo	cfu log g-1											
	RI				RII				RIII			
	t0	t1	t2	t3	t0	t1	T2	t3	t0	t1	t2	T3
<i>Aspergillus sp.</i>	1	1	n.r.									
<i>Trichoderma sp.</i>	3	3	3	4	4	3	4	3	3	2	5	4
<i>Mucor sp.</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	1	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Acetobacter sp.</i>	2	2	1	3	1	1	1	2	2	2	1	4
<i>Bacillus sp.</i>	2	3	4	5	3	3	4	4	4	3	3	4
<i>Cephalosporium sp.</i>	2	1	n.r.	n.r.	1	n.r.	n.r.	n.r.	1	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Chaetomium sp.</i>	2	3	4	2	2	4	3	2	1	4	3	3
<i>Cladosporium sp.</i>	1	n.r.										
<i>Cylindrocadium sp.</i>	2	1	n.r.									
<i>Lactobacillus sp.</i>	4	4	1	1	4	4	1	1	5	4	2	2
<i>Penicillium sp.</i>	1	1	1	2	2	1	1	0	1	1	2	1
<i>Pseudomonas sp.</i>	n.r.	n.r.	n.r.	1	2	1	n.r.	n.r.	1	1	n.r.	n.r.
<i>Rhodotorula sp.</i>	1	1	2	2	2	1	2	2	3	1	1	1
<i>Sporothrix sp.</i>	2	2	1	2	2	1	1	1	3	2	1	2

n.r.: implica que no se reportan ufc; los microorganismos bajo las condiciones de estudio no son rastreables.

Fuente: Informe Microbiológico, Plantsphere Laboratories,

Elaborado por: Iris Espinoza, 2009

Al comparar las tablas 21 y 22 se observa que ciertos microorganismos que estaban presentes al inicio aumentan, disminuyen o se eliminan al final del proceso de compostaje.

Estos cambios se deben a que en el proceso de compostaje actúan diferentes tipos de microorganismos en cada una de las etapas de biotransformación, causando que la carga microbiana de los organismos beneficiosos aumente y en el caso de organismos patógenos o que no aporten en el proceso disminuyan su carga o sean eliminados (ver Anexo 5). Esto es ratificado por Rodale, que indica que durante el proceso de compostaje ocurren cambios cualitativos y cuantitativos en la microflora, por lo que algunas especies se multiplican, cambian el ambiente y luego desaparecen para permitir el trabajo a otras especies, también señala que en el proceso casi todos los organismos patógenos se eliminan.

En este estudio se comprobó que la temperatura no es el único factor que incide en la eliminación de patógenos.

El eucalipto posee sustancias que contribuyen a la eliminación de patógenos. Esto es corroborado por Montoya, en El Eucalipto quien indica que con las sustancias que se extraen de este árbol se elaboran productos antifúngicos, debido a sus propiedades.

Los análisis microbiológicos demostraron que los microorganismos presentes en el compost a base de eucalipto poseen características que aportan a la eliminación de especies patógenas, debido a que crean metabolitos fungales o regulan las poblaciones de hongos, entre otras.

4.6 CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS ENCONTRADOS EN COMPOST DE EUCALIPTO

Además de los hongos identificados y aislados en las muestras tomadas del compost al inicio y al final de su proceso, se encontraron muchos microorganismos que sirven de gran aporte para conocer cómo trabaja el eucalipto y los microorganismos que puede aportar.

Por su importancia en el presente estudio y para futuras investigaciones se realizó una caracterización de cada uno de ellos, que se encuentra descrita en la siguiente tabla:

Abreviaturas utilizadas en la tabla:

- bpm= bajo peso molecular
- NT-∞= nivel trofobiótico
- m.o.= materia orgánica.
- H.= hongo
- Bact.= bacteria
- Lev.= levadura
- Saprop.= saprofita
- Fitopat.= fitopatógeno.

Tabla 23. Caracterización de los microorganismos encontrados en compost de eucalipto

MICROORGANISMO		CARACTERÍSTICAS
Género	Especie	
<i>Acetobacter sp.</i>		Bact, produce ácidos orgánicos, influencia acidez sustrato en condiciones compost.
<i>Actinomyce sp.</i>		Bact, óptimo colonizador sustrato, desdobra m.o., presente cuando el compost termina el ciclo.
<i>Agrobacterium</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Bact. fitopat. localizada como célula en latencia no en condiciones de parasitismo.
<i>Alternaria</i>	<i>Alternaria alternata</i>	H., saprof., humifica el medio, descompone m.o., aporta con biocoloides al sustrato.
<i>Aspergillus</i>	<i>Aspergillus flavipes</i>	H., saprof., produce lipasas, aporta con biopolímeros al compost.
	<i>Aspergillus flavus</i>	H. fitopat., parasitismo débil en hojas, puede ser principal cuando la hoja esta en el árbol.
	<i>Aspergillus niger</i>	H., saprof., produce glucoamilasas, acidifica el medio, metaboliza m.o.
<i>Aulographina sp.</i>		H. fitopat. débil de hojas, alta capacidad de colonización, es fitopatógeno foliar.
<i>Aureobasidium</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>	Lev. saprof., produce sustancias húmicas, desdobra m.o., aporta con biopolímeros.
<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus pumilus</i>	Bact., desdobra m.o. en el tercer nivel trofobiótico, produce antibióticos.
<i>Bacillus sp.</i>		Bact., desdobra m.o. en el segundo nivel trofobiótico, altamente metabólico, fitohormonas.
<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	Bact., desdobra m.o. produce iturina, estimula y acelera la producción compost.
<i>Basidiomicete</i>	<i>(Mycelia sterilia)</i>	H., produce lacasas, amilasas, proteína tipo glomalina, biocoloides, péptidos
<i>Botryodiplodia sp.</i>		H. fitopat., parásito débil de hojas, especialmente importante en patología de arboles.
<i>Botrytis</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	H. fitopat. , saprófito, parásito débil de hojas, es atacado fácilmente por microorganismos de compost.
<i>Candida sp.</i>		Lev., saprof., desdobra m.o., aporta son sustancias energéticas para elevar T°.
<i>Cephaleuros sp.</i>		Alga, transciente, aporta con C y carbohidratos al inicio del proceso de formación de compost.
<i>Cephalosporium sp.</i>		H. fitopat., saprófito, parásito débil de hojas, importante al inicio de compost.
<i>Cercospora sp.</i>		H. fitopat., saprófito, parásito débil de hojas, altamente virulento en hoja viva.
<i>Chaetomium</i>	<i>Chaetomium globosum</i>	H. saprof., produce celulasas, pectinasas, activo bajo condiciones de Nitrógeno.
<i>Cladosporium</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	H. saprof., produce sustancias húmicas y fulvicas, apelmaza sustancias, quelata metales.
	<i>Cladosporium tenuissimum</i>	H. saprof., produce sustancias húmicas, fulvicas, acelera procesos de compost.
<i>Cryptococcus</i>	<i>Cryptococcus albidus</i>	Lev, descompone m.o. ,alta producción enzimática celulosítica, lignínica, aporta con proteína.
	<i>Cryptococcus laurentii</i>	Lev., descompone m.o. alta producción enzimática, aporta con energía en las cadenas tróficas.
<i>Cylindrocladium</i>	<i>Cylindrocladium curvatum</i>	H. fitopat., principal en hojas, altamente virulento, se asocia con otros fitopatógenos.
	<i>Cylindrocladium scoparium</i>	H. fitopat. saprófito, parásito débil de hojas, debilita las hojas, reduce la capacidad fotosintética.
<i>Devaromyces</i>	<i>Devaromyces hansenii</i>	Lev., descompone m.o., alta producción enzimática, aporta con quelatos metálicos.
<i>Dothiorella</i>	<i>Dothiorella eucalipti</i>	H. fitopat., principal en hojas, altamente virulento, produce enzimas celulolíticas.
<i>Epicoccum</i>	<i>Epicoccum nigrum</i>	H. saprof., alta producción ácidos húmicos fúlvicos, provoca la característica oscura del sustrato.
<i>Flavobacterium sp.</i>		Bact., saprofito, organotrofa, psicrofila, tolera un amplio rango de T°, se localiza en todos los procesos de formación de compost.
<i>Fusarium</i>	<i>Fusarium equisetii</i>	H. saprof., alta producción celulasas, lignasas, fitopatógeno oportunista.

<i>Humicola sp.</i>		H. saprof., descompone efectivamente m.o., libera minerales y los quelata.
<i>Lactobacillus sp.</i>		Bact, produce ácidos orgánicos, influencia acidez sustrato, aporta con energía a los componentes que desdoblan m.o.
<i>Micelia</i>	<i>Micelia sterilia</i>	H. descompone m.o., produce glomalina y sustancias bioestimulantes a las plantas.
<i>Mucor</i>	<i>Mucor hiemalis</i>	H. desdobla hojas frescas, produce metabolitos. Aporta con ácidos orgánicos.
<i>Mycosphaerella</i>	<i>Mycosphaerella aggregata</i>	H. fitopat., activo en hojas secas en lesiones anilladas, permanece mucho tiempo en m.o.
	<i>Mycosphaerella grandis</i>	H. fitopat., activo en hojas secas en lesiones redondas, puede ser activado fácilmente.
<i>Myrothecium</i>	<i>Myrothecium verrucaria</i>	H. saprof., alta producción celulasas, lignasas, forma sustancias mucosas en m.o.
<i>Penicillium</i>	<i>Penicillium expansum</i>	H. saprof., alta producción de una amplia gama de antibióticos, estimula el crecimiento de bacterias en el compostaje.
	<i>Penicillium glabrum</i>	H. saprof., alta producción antibióticos, alta tasa reproductiva con sustancias orgánicas.
<i>Penicillium sp.</i>		H. saprof., desdoblador de m.o., participa casi en todos los eventos de formación de compost.
<i>Pestalotiopsis sp.</i>		H. fitopat., latente altamente infeccioso, se localiza en hojas secas en lesiones hundidas.
<i>Phaeoseptoria sp.</i>		H. fitopat., latente en hojas descompuestas, puede activarse cuando las condiciones son óptimas.
<i>Pichia sp.</i>		Lev., saprofita, aporta con carbohidratos y proteína en todos los procesos de formación de compost.
<i>Pseudocercospora sp.</i>		H. fitopat., secundario en hojas, latente en hojas viejas, forma exopolisacáridos.
<i>Pseudomonas</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Bact., saprof., produce pigmentos fluorescentes, proteína, antibióticos.
<i>Pseudomonas sp.</i>		Bact., saprof., no produce pigmentos fluorescentes, adherida a metales.
<i>Rhodotorula</i>	<i>Rhodotorula glutinis</i>	Lev., saprof., aporta con péptidos, fracciones proteínicas a partir de la m.o.
<i>Saccharomyces sp.</i>		Lev., saprof., desdobla carbohidratos complejos, importante fuente energética para fases medias y finales de formación de compost.
<i>Scopulariopsis sp.</i>		H. fitopat., secundario asociado con <i>Mycosphaerella spp.</i> , en sinergia es peligroso.
<i>Serratia sp.</i>		Bact., saprof., abundante en m.o. fresca, desdobla fácilmente la m.o.
<i>Sporobolomyces</i>	<i>Sporobolomyces roseus</i>	Lev. saprof., descompone productos orgánico posteriormente quelata metales.
<i>Sporothrix sp.</i>		H. fitopat., secundario en hojas, latente en hojas viejas, desdobla lignina.
<i>Stachmopsis sp.</i>		H. fitopat., secundario en hojas, latente en hojas viejas.
<i>Stigmina sp.</i>		H. fitopat., principal de hojas frescas tiernas.
<i>Tremella sp.</i>		Lev., saprof., localizadas especialmente en lignina forma cadenas estructurales en la trofobiosis del compost de eucalipto.
<i>Trichoderma</i>	<i>Trichoderma hamatum</i>	H. saprof., descompone ávidamente celulosa, aporta con metabolitos fungales.
	<i>Trichoderma koningii</i>	H. saprof., descompone ávidamente celulosa, lignina.
	<i>Trichoderma lignorum</i>	H. saprof., descompone m.o. produce antibióticos.
<i>Trichosporon sp.</i>		Lev., saprofita desdobla carbohidratos simples.
<i>Trichotecium</i>	<i>Trichotecium roseum</i>	H. hiperparásito, consume micotina, regula poblaciones de hongos.
<i>Xanthomonas sp.</i>		Bact., saprof., digiere m.o., produce antibióticos, es lábil y se reactiva fácilmente.
<i>Xylaria sp.</i>		H. saprof., primer colonizador de m.o., produce péptidos, ácidos: húmicos, orgánicos.
<i>Zygosporum sp.</i>		H. saprof., localizado en sitios de alta humedad y alta carga energética.

Fuente: Plantsphere Laboratories.

Elaborado por: Iris Espinoza

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los géneros de hongos identificados del suelo del Parque Metropolitano Guanguiltagua son: *Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Rhizopus sp.*
 - *Trichoderma sp.* es un ávido degradador de celulosa y lignina. Efectivo en el biocontrol de patógenos microbianos. Descompone materia orgánica. Mejora el crecimiento de la raíz y planta.
 - *Penicillium sp.* degrada celulosa. Produce antibióticos. Desdobla materia orgánica. Tiene una alta tasa de reproducción con sustancias orgánicas. Participa en gran parte de los eventos del compost.
 - *Aspergillus sp.* produce antibióticos. Aporta biopolímeros a compost. Metaboliza materia orgánica. Produce lipasas.
 - *Rhizopus sp.* desdobla hojas frescas. Degrada materia orgánica. Fija grandes cantidades de nitrógeno. Transporta nutrientes a las plantas.
- Dosis de cocktail de hongos más altas presentan mejores resultados que las dosis utilizadas en el anterior proyecto.
- Tratamiento t2 (50 cm³/L) proporciona microorganismos que realizan una mineralización eficiente de la materia orgánica (eucalipto).
- En cuanto a nutrientes el tratamiento t2 (50 cm³/L) es el que presenta una mejor biotransformación. Por lo que el compost elaborado a base de eucalipto es una fuente rica en nutrientes como Fósforo y Potasio.
- El rango de pH del compost de eucalipto se encuentra entre 4 y 7, permitiendo que ciertos nutrientes estén más disponibles y la carga microbiana aumente.
- Los valores de conductividad eléctrica reportados en el compost de eucalipto son bajos, siendo t2 (50 cm³/L) con 29,48 μS/cm el más alto. Estos valores no presentan

problemas de toxicidad en el suelo ni en las plantas, tampoco acumulación de sales, o complicaciones en cuanto a asimilación de nutrientes.

- Los valores de pH y CE obtenidos en el estudio demuestran que el suelo del Parque tiene muy pocos nutrientes, por lo que es necesario abonarlo periódicamente. El compost que se obtiene de las hojas de eucalipto es una buena alternativa.
- La mezcla de material verde y seco en las composteras ayudó a que la relación C/N mejore, debido a que la reacción es más estable y más rápida.
- Las condiciones topográficas y climáticas adversas presentes en el PMG, se han visto reflejadas en algunos de los resultados, como es el caso de la temperatura del compost, que alcanzó promedios de 18,43°C, los cuales son muy bajos dentro de un proceso de compostaje. Sin embargo, la construcción del galpón, el que las composteras estén rodeadas por cajones de madera, y cubiertas por plástico negro cada una, permitió que las temperaturas ambientales no sean tan agresivas para el proceso de compostaje.
- Debido a que se realizaron volteos, humedecimiento e inoculaciones de manera continua se obtuvieron mejores resultados que los registrados en el estudio anterior.
- En este estudio no se observó presencia de moscas o mala hierba durante el proceso de compostaje, lo cual demuestra una alta confiabilidad en cuanto a la calidad sanitaria del proceso.
- Una de las principales características del compostaje obtenido fue la de no tener fuertes olores amoniacales o de pudrición.
- La estructura final del compostaje fue buena, demostraba una correcta descomposición de las hojas de eucalipto, era un material flojo, sin grumos y fácilmente desmenuzable. Con un color café oscuro, y olor agradable a eucalipto y tierra.
- El material picado utilizado en las camas de compost permitió que los microorganismos tengan una superficie de contacto menor, lo que ayudó a que realicen una biotransformación más rápida y eficiente de las hojas de eucalipto. Este tipo de material también permite que el esfuerzo al voltear las camas se reduzca debido a que el material se vuelve liviano y fácil de manipular.
- En el compost final a base de eucalipto se encontraron especies de microorganismos muy beneficiosas en el proceso de biotransformación de materia orgánica y eficiencia

en la degradación de celulosa y lignina. En este trabajo de compostaje, resalta la gran actividad de una amplia gama de microorganismos que participan en el proceso. (Ver Anexo 5)

- La variabilidad del número de microorganismos depende de su asociatividad, de su localización en el microcosmos, de su sinergismo, mutualismo y del aporte nutricional y metabólico.
- El estudio reporta especies de microorganismos no conocidas en el Ecuador, las cuales son importantes por sus cualidades ambientales de saneamiento y velocidad de descomposición.
- Existe una clara evidencia de fitopatógenos en el material de partida, como *Fusarium sp.* y *Botrytis sp.* los cuales revelan mecanismos de supresividad. Considerándose esta una clara ventaja de la calidad de compost, en la cual no se multiplican los fitopatógenos sino más bien se neutralizan y posteriormente no se evidencia su presencia. (Ver Anexo 5)
- El eucalipto posee sustancias que contribuyen a la eliminación de patógenos, por lo que son efectivas como productos antifúngicos. Los microorganismos presentes en el compost también poseen características que aportan a la eliminación de estas especies, debido a que crean metabolitos fungales o regulan las poblaciones de hongos, entre otras. (Ver Anexo 5)
- La bioseguridad del compost está asegurada por la recolonización del medio con la participación de algunas especies de microorganismos en los cuales se denota mecanismos de resistencia al proceso de formación de compost.
- Al aplicar microorganismos propios del Parque en el proceso de compostaje, se evita la introducción de especies, lo que contribuye a la conservación de su ecosistema.

5.2 RECOMENDACIONES

- Utilizar las dosis de tratamiento t2 ($50 \text{ cm}^3/\text{L}$), que es la que presentó mejores resultados generales.
- Medir el impacto de poblaciones de microorganismos inoculados en las pilas de compost, al parecer existen microorganismos incluso más eficientes que los que fueron utilizados en este estudio.
- En próximos estudios, se recomienda utilizar microorganismos encontrados en el compost de eucalipto para mejorar la biotransformación y obtener un producto de buena calidad en menos tiempo.
- Para futuros estudios se recomienda utilizar la infraestructura generada para la realización de este proyecto, ya que permite aislar las composteras de las condiciones climáticas adversas, y además crea un microclima beneficioso para el proceso de compostaje.
- Se recomienda utilizar estiércol debido a su aporte de nitrógeno, además contribuye a que la temperatura aumente en las composteras.
- Debido a que la relación C/N mejora, es más estable y más rápida, se recomienda mezclar material verde y seco.
- A pesar de las condiciones topográficas y climáticas adversas dadas en el PMG, los buenos resultados obtenidos durante la realización de este proyecto, deberán promover la realización de estudios de similares características.
- Es recomendable trabajar con hojas picadas de eucalipto, ya que acelera y mejora el proceso de compostaje.
- En este tipo de estudios, donde se trabaja con poblaciones de microorganismos es recomendable realizar más monitoreos cuantitativos, de tal forma que se puedan entender comportamientos ecológicos y de reacomodo trofobiótico y se apliquen, sobre todo, métodos estadísticos de interpretación precisa.
- Uno de los datos importantes de este estudio es la neutralización de hongos fitopatógenos de las hojas del eucalipto, los cuales se ven neutralizados por la presión

microbiana y procesos propios del compostaje. Se recomienda calcular el índice o cualidad de supresión del proceso de compostaje, tanto en tiempo como en las características de anulación de fitopatógenos.

GLOSARIO

- **Alóctono/a:** Que no es originario del lugar donde se encuentra. (Real Academia Española, 2001)
- **Asco:** Célula especializada dentro de la cual se fusionan dos núcleos haploides que producen un cigoto. Éste se divide inmediatamente por meiosis; en la madurez, un asco contiene ascosporas que generalmente son múltiples de cuatro. (Curtis, 2001)
- **Ascocarpos:** Estructuras complejas que forman los ascos. (Curtis, 2001)
- **Autóctona/o:** Que ha nacido o se ha originado en el mismo lugar donde se encuentra (Real Academia Española, 2001)
- **Basidiocarpo:** Cuerpo fructífero en donde se producen las esporas. (Curtis, 2001)
- **Celulasa:** Enzima extracelular que hidroliza la celulosa. (Atlas, 2002)
- **Cenocítico/a:** Organismo o parte de un organismo que consiste en muchos núcleos en un citoplasma común. No septada. (Curtis, 2001)
- **Celobiosa:** Disacárido que se obtiene por hidrólisis de la celulosa. (Linstromberg, 1979)
- **Cigospora:** Esporas resistentes que resultan de la fusión de los gametangios. (Curtis, 2001)
- **Columela:** Ápice dilatado del esporangióforo.
- **Dicariones:** Con núcleos de a pares pero no fusionados. (Curtis, 2001)
- **Escorrentía:** Agua de lluvia que fluye por la superficie de un terreno. (Real Academia Española, 2001)
- **Esporangios:** Estructura unicelular o multicelular en la cual se producen esporas. (Curtis, 2001)
- **Esporangióforo:** Hifa o rama especializada que lleva uno o más esporangios. (Curtis, 2001)
- **Fialide:** Célula conidiógena que desde un extremo origina por brotación y sin aumentar su longitud los fialoconidios o fialosporas. (Carrillo, 2003)

- **Gametangios:** Estructura unicelular o multicelular en la cual se producen los gametos. (Curtis, 2001)
- **Glucógeno:** Carbohidrato complejo (polisacárido); una de las principales sustancias alimenticias almacenadas en la mayoría de los animales y hongos; se convierte en glucosa por hidrólisis. (Curtis, 2001)
- **Hemicelulosa:** Es un polisacárido constituyente principal de vegetales que se incorporan al suelo, representan una importante fuente de energía y nutrientes para la microflora, también constituyen una gran parte del tejido vegetal. (Martinez, 2002)
- **Hidrólisis:** Ruptura de una molécula en dos por la adición de iones H^+ y OH^- a partir del agua. (Curtis 2001)
- **Hojarasca:** Conjunto de hojas que han caído de los árboles. (Real Academia Española, 2001)
- **Humus:** Porción orgánica del suelo que permanece tras la descomposición microbiana. (Atlas, 2002)
- **Lignotubérculo:** Engrosamiento en la base del tallo, tiene un papel importante en el rebrote de algunas especies. (Lloret, 2009)
- **Lixiviados:** Producto del lavado o extracción de los constituyentes solubles a partir de materiales insolubles. (Atlas, 2002)
- **Monocultivo:** Cultivo único o predominante de una especie en determinada región o lugar. (Real Academia Española, 2001)
- **Mutualismo:** Condición estable en la que dos organismos de diferentes especies viven en contacto físico, resultando ambos beneficiados de esta asociación. (Atlas, 2002)
- **Osmotrófica:** Alimentación basada en la absorción de moléculas orgánicas del ambiente. (Curtis, 2001)
- **Patógenos:** Organismos capaces de causar enfermedades en animales, plantas o microorganismos. (Atlas, 2002)
- **Perennifolio:** Que tiene hojas durante todo el año. (Real Academia Española, 2001)

- **Peroxidasas:** Enzimas que catalizan la oxigenación de compuestos orgánicos de H₂O₂ (Stanier, 1996)
- **Polímero:** Una molécula grande compuesta por muchas subunidades moleculares similares o idénticas. (Curtis 2001)
- **Polisacárido:** Polímero de carbohidratos de cadena larga compuesto por monómeros (monosacáridos); incluyen almidón y celulosa. (Curtis, 2001)
- **Saprotitos:** Cualquier organismo que no puede obtener su alimento mediante la fotosíntesis, y en su lugar se nutre de restos de materia vegetal o animal en putrefacción. (Encarta, 2009)
- **Septum o tabique:** Partición o pared transversal que divide una estructura, tal como la hifa de un hongo, en compartimientos o células. (Curtis, 2001)
- **Sinergismo:** Asociación interactiva, pero no obligatoria, entre dos poblaciones de las que ambas resultan beneficiadas. (Atlas, 2002)
- **Supresividad:** puede ser considerada como parte de la capacidad de homeostasis de los ecosistemas estables; es decir, de su resistencia al cambio, la cual impide o frena la introducción o el éxito de especies foráneas y logra resistencia a otros cambios. (Alexander, 1998)
- **Termófilos:** Organismos que tienen una temperatura óptima de crecimiento por encima de los 40 °C. (Atlas, 2002)
- **Taxón:** Cada una de las subdivisiones de la clasificación biológica, desde la especie, que se toma como unidad, hasta el filo o tipo de organización. (Real Academia Española, 2001)
- **Trofobiosis:** El mejoramiento del suelo y la nutrición equilibrada de la planta, frente al control de plagas y enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. Fitopatología. Editorial Limusa S.A. México. 1995
- Alcalá, Irma. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Universidad Autónoma de México. 2003.
- Alexander, M. Introducción a la Microbiología del suelo. AGT Editor SA. 2da edición. México. 1998. Pág. 30-40.
- Andocilla, Marcelo. Microbiología General y Ambiental Básica. Editorial Universitaria. 1era. edición. Quito. 2003. Pág. 248.
- Atlas, R. M., Bartha, R. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. Pearson Educación, S.A. 4ta. edición. Madrid, España. 2002. Pág. 677.
- Barnett, H, L. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company, Minneapolis. 1960. Pág. 225
- Burdon, Kenneth; Williams, Robert. “Cultivos de Bacterias y Otros Microorganismos”. Microbiología. Publicaciones Culturales, S.A. México 1971. Pág.. 99 - 103
- Burdon, Kenneth; Williams, Robert. “Hongos Verdaderos (Levaduras y Mohos) y Bacterias Tipo Moho”. Microbiología. Publicaciones Culturales, S.A. México. 1971. Pág. 265 – 267.
- Caicedo, Cynthia. “Biodegradación de las hojas de la especie *Eucalyptus globulus* en el Parque Metropolitano Guanguiltagua de Quito mediante un proceso compostaje y su posible utilización en el mejoramiento de las características del suelo de la zona”. Tesis UISEK. Quito. 2008. Pág. 111.
- Campbell, R. Ecología Microbiana. Limusa. México. 1987. Pág. 268.
- Carpenter, P. L. “Microorganismos en sus Medios Naturales”. Microbiología. Editorial Interamericana S.A. México. 1969. Pág. 277, 278
- Corbitt, Robert. Manual de Referencia de la Ingeniería Ambiental. Mc Graw Hill. Madrid. 2003. Pág. 8.159 – 8.168.
- Coyne, Marck. Microbiología del Suelo: Un enfoque exploratorio. Paraninfo. Madrid. 2000. Pág 416.

- Curtis, H; Barnes, N. “Los hongos (fungi)”. Biología. Editorial Médica Panamericana. Madrid. 2001. Pág. 796 – 814.
- Ernest, Jawtz. “Microbiología del Compost”. Manual de Microbiología. El Ateneo. México. 1987. Pág. 24 - 26, 29 - 35.
- Freeman, Bor A. Microbiología de Burrows. Interamericana Mc Graw Hill. México. 1985. Pág. 1015 - 1017
- García-Pelayo, Ramón. Pequeño Larousse Ilustrado. Ediciones Larousse. París. 1964
- Harman, G. E. Trichoderma sp. Cornell University. Geneva. 2000.
- Larone, Davise H. Medically Important Fungi: A guide to identification. ASM Press, 3ra. edición. Washington, D.C. 1995. Pág. 409.
- Llardén, Mario. “Fitopatología y Técnicas Fitopatológicas”. Microbiología de suelos y Técnicas Fitopatológicas. Editorial Universitaria. Vol. 24. Guatemala. 1961. Pág. 161 223.
- Linstromberg. Walter. Curso breve de química orgánica. Reverté. España. 1979. Pág. 507.
- Lugo, Saskya. “Evaluación de los proyectos de Compostaje en el Ecuador”. Tesis PUCE, Quito, Ecuador. 2001.
- Martínez, María Mercedes; Franco, Marcela. “Métodos para el Estudio Morfológico de los Hongos Bacterias”. Microbiología Aplicada a la Agricultura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogota. 2002. Pág. 77.
- Montoya, Miguel, El Eucalipto, Mundi-Prensa Libros, España, 1995. Pág. 125
- Moreno, Joaquín. Compostaje. Mundi-Prensa Libros. España. 2008. Pág. 570.
- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. “Monografía de las Especies mas utilizadas en la Repoblación”. El Eucalipto en la Repoblación Forestal, FAO. Italia. 1956.
- Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española. Tomo I y II. Madrid. España. 2001.
- Rodale, J. I. The Complete Book of Composting. Rodale Books Inc. United States. 1973. Pág. 1007.

- Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Fertilidad de los suelos. Diagnóstico y Control. 2da edición. Bogotá, Colombia. Pág. 528.
- Stanier, Roger. Microbiología. Reverté. 2da. edición. España. 1996. Pag. 750.
- Vasco Pacheco, Ana Lucia. Propuesta para el desarrollo recreacional del Parque Metropolitano. Tesis PUCE. Quito, Ecuador. 2006.
- Anón. "Eucalyptus: curse or cure? The impacts of Australia's 'world tree' in other countries". ACIAR Bulletin; Australian Centre for International Agricultural Research. 1992. Págs. 6. en www.fao.org/DOCREP/005/Y7605S/y7605s03.htm
- Bisby F, A; Roskov Y, R; Orrell T, M; Nicolson D; Paglinawan L, E; Bailly N; Kirk P, M; Bourgoin T; Baillargeon G; Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2009 Annual Checklist Taxonomic Classification, Species 2000: Reading. UK. 2009. en www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2009/
- Carrillo, Leonor. "Capítulo 4: Estructuras de los hongos". Microbiología Agrícola. 2003. en: www.unsa.edu.ar/matbib/micragri/micagricap4.pdf.
- Corporación Vida para Quito, "Parque Metropolitano" en www.vidaparaquito.com/parque_metropolitano, 2004.
- Consorcio Ciudad Ecogestión, "Administración", en www.parquemropolitano.ec/home/seccionesContenidos.php?id=241, Jueves 9 de Julio del 2009.
- Consorcio Ciudad Ecogestión, "Venados de cola blanca en el Parque Metropolitano Guangüiltagua", en: www.parquemropolitano.ec/home/contenidos.php?id=51&identificaArticulo=161, Jueves 9 de Julio del 2009.
- Consorcio Ciudad Ecogestión, "Flora del Parque", en www.parquemropolitano.ec/home/contenidos.php?id=53&identificaArticulo=153, Jueves 9 de Julio del 2009.
- Davidson, John. "Ecological Aspects of Eucalyptus Plantations". Proceedings Regional Expert Consultation on Eucalyptus, Volume 1. FAO. 1993. en www.fao.org/docrep/005/ac777e/ac777e06.htm

- Enciclopedia Microsoft Encarta. Microsoft Corporation. 2009. en es.encarta.msn.com.
- InfoAgro. “El Compostaje (1era. Parte)”. en www.infoagro.com/abonos/compostaje.
- Lloret, Francisco. “Capitulo 4: Régimen de incendios y regeneración”. en www.globimed.net/ficheros/libros/Ecologia/Cap04%20-%20Regimen%20de%20incendios%20y%20regeneracion.pdf. 18 de Junio del 2009.
- Manríquez, Ignacio; Oviedo, Soledad. “Diagnóstico Turístico y Ordenanza Territorial del Parque Metropolitano Guanguiltagua”. Informe, en www.parquemropolitano.ec/images/documentsData/2008-04-15/5117d948d4dda8c67de705d4e8c8c2c6.pdf. Jueves 9 de Julio del 2009.
- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. “El Eucalipto en la Repoblación Forestal”. FAO. Italia. 1955. en www.fao.org/DOCREP/004/AC459S/AC459S00.htm#TOC.
- Papinutti, V; Diorio, L; Forchiassin, F. “Degradación de Madera de álamo por Fomes sclerodermeus: producción de enzimas ligninolíticas en aserrín de álamo y cedro”. en: www.reviberoammicol.com/2003-20/016020.pdf, 2003.
- Parque Metropolitano Guanguiltagua, Consorcio Ciudad Ecogestión, “Historia del Parque”. en www.parquemropolitano.ec/home/contenidos.php?id=222&identificaArticulo=9.

ANEXOS

ANEXO 1

RESULTADOS DEL CONTROL DE VARIABLES

Medición	Repetición	Variable Controlada	Tratamientos			
			t0 (testigo)	t1 (25 cm ³ /L)	t2 (50 cm ³ /L)	t3 (100 cm ³ /L)
1	RII	pH	4.98	5.29	4.85	5.08
		CE	22.43	22.04	23.19	23.52
		T°	18.8	18.9	18.9	19
	RI	pH	4.98	4.81	4.81	4.45
		CE	23.52	22.43	22.67	22.35
		T°	19.6	18.4	19.3	19.2
	RIII	pH	4.94	4.88	4.85	4.9
		CE	22.83	22.81	22.65	23.09
		T°	19.4	19.6	19.4	19.4
2	RII	pH	5.46	4.95	5.29	4.79
		CE	24.3	18.76	17.73	47.1
		T°	18.3	19.3	18.4	17.3
	RI	pH	5.8	4.8	5.26	4.86
		CE	18.99	28	39.4	28.1
		T°	19	19.8	18.5	21.8
	RIII	pH	4.87	4.77	4.72	4.45
		CE	26.9	23.8	24.8	16.88
		T°	18.6	18	18.9	17
3	RII	pH	5.08	4.75	4.93	4.78
		CE	37.3	25.6	26.9	33
		T°	15.1	17.8	15.5	16
	RI	pH	4.68	4.85	4.8	4.74
		CE	23.4	31.5	37.5	36.4
		T°	15.3	15.7	15.1	18.5
	RIII	pH	4.74	4.88	4.8	4.7
		CE	33.2	35.5	35.4	29.6
		T°	16.3	17.3	16.7	15.9
4	RII	pH	5.13	4.77	4.78	4.73
		CE	36.8	20.8	27.3	29.3
		T°	16.9	18.9	17.1	20.9
	RI	pH	4.82	4.93	4.98	4.69
		CE	17.34	26.9	30.9	30.7
		T°	18.2	18.4	18	19.4
	RIII	pH	4.83	4.86	4.75	4.92
		CE	25.2	23.3	17.38	15.82
		T°	18.8	18.9	17.8	17.6

(Continuación anexo 1)

Medición	Repetición	Variable Controlada	Tratamientos			
			t0 (testigo)	t1 (25 cm ³ /L)	t2 (50 cm ³ /L)	t3 (100 cm ³ /L)
5	RII	pH	5.33	5.39	5.26	5.23
		CE	12.99	17.87	28.2	20.8
		T°	17	18.8	18.3	18.5
	RI	pH	5.09	5.15	5.4	5.03
		CE	17.8	15.1	22.1	17.44
		T°	18.9	19.9	18.7	21.1
	RIII	pH	4.89	5.14	5.1	5
		CE	21.8	21	25.5	7.31
		T°	18.5	18.5	18.9	17.5
6	RII	pH	5.51	5.29	5.22	5.32
		CE	36.8	7.04	21.3	16.37
		T°	17.7	20.1	18.6	19.2
	RI	pH	5.51	5.21	5.3	5.11
		CE	22.4	29.7	24	21.2
		T°	19.7	20.6	18.7	20.9
	RIII	pH	5.29	5.12	5.31	5.3
		CE	22.9	34,6	25.2	31.5
		T°	18	18.4	19.2	17.6
7	RII	pH	5.62	5.38	5.43	5.54
		CE	13.52	7.69	26.4	15.15
		T°	16.8	18.5	17.6	17.1
	RI	pH	5.38	5.54	5.62	5.4
		CE	17.08	9.26	20.8	13.28
		T°	18.7	18.3	17.3	19.4
	RIII	pH	5.37	5.35	5.35	5.33
		CE	36.2	40.2	25.9	22.9
		T°	17.7	17.9	18.5	18.2
8	RII	pH	5.87	5.64	5.59	5.54
		CE	32	32.3	46.6	40.3
		T°	16.8	19	17.7	17
	RI	pH	5.65	5.64	5.85	5.59
		CE	23.3	24.6	33.3	49.1
		T°	18.9	18.6	16.9	19.2
	RIII	pH	5.55	5.75	5.62	5.63
		CE	22.7	11.07	27.1	17.98
		T°	18	18.2	18.9	18.5

(Continuación anexo 1)

Medición	Repetición	Variable Controlada	Tratamientos			
			t0 (testigo)	t1 (25 cm ³ /L)	t2 (50 cm ³ /L)	t3 (100 cm ³ /L)
9	RII	pH	5.87	5.64	5.59	5.54
		CE	32	32.3	46.6	40.3
		T°	16.8	19	17.7	17
	RI	pH	5.65	5.64	5.85	5.59
		CE	23.3	24.6	33.3	49.1
		T°	18.9	18.6	16.9	19.2
	RIII	pH	5.55	5.75	5.62	5.63
		CE	22.7	11.07	27.1	17.98
		T°	18	18.2	18.9	18.5
10	RII	pH	6.54	7.02	6.57	6.86
		CE	33.7	27.6	34.3	25.2
		T°	16	17.9	16.7	16.6
	RI	pH	6.51	6.32	6.35	6.35
		CE	28.1	36.9	47.1	36.2
		T°	17.1	17.5	16.7	17.8
	RIII	pH	5.99	6.19	6.49	6.13
		CE	52	42,7	38.4	50.3
		T°	17.1	17.3	19.4	17.6
11	RII	pH	5.97	5.76	5.79	5.81
		CE	24.7	9.71	36.6	13.09
		T°	15.6	17.3	16.7	16.2
	RI	pH	5.73	6.26	6.17	5.67
		CE	20	44.6	32.9	22.6
		T°	17.2	17.4	16.4	18.1
	RIII	pH	5.86	5.79	5.91	5.9
		CE	35.1	28.3	24.4	34.4
		T°	17.2	17.1	17.3	16.7

Promedios	Repetición	Variable Controlada	t0 (testigo)	t1 (25 cm ³ /L)	t2 (50 cm ³ /L)	t3 (100 cm ³ /L)
	RI	pH	14.61	14.75	15.18	14.70
	RII		16.97	17.99	16.31	17.01
	RIII		13.39	14.65	13.90	13.82
	RI	CE	12.37	15.95	16.51	16.02
	RII		14.25	11.71	17.03	13.20
	RIII		15.07	8.96	13.14	14.28
	RI	T°	24.39	18.83	28.03	22.32
	RII		26.46	21.11	24.67	23.32
RIII	19.28		22.86	25.33	25.07	

ANEXO 2

TABLA RESUMEN DE ANÁLISIS DE NUTRIENTES

Descripción	Tratamientos	Etapa	Materia Orgánica	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc	Boro	Azufre
			MO	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S
			%	ppm	cmol/Kg	cmol/Kg	cmol/Kg	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Copost solo	t0	Inicial	81.42	139	7.16	17.25	4.44	32.7	281	1.3	12.3	3.2	120
		Final	78.27	41.2	6.64	27	3.87	10	210	1.3	14.5	1.5	36
compost con 25 cm ³ /L	t1	Inicial	84.65	161	0,61	16.3	3.79	33.5	250	1.4	12.3	3	110
		Final	60.65	43.1	5.11	20,75	3.62	9.3	172	1.3	10	1.15	35
compost con 50 cm ³ /L	t2	Inicial	88.41	187	0.86	14.75	4.53	28.5	271.5	1.6	14.4	2.8	115
		Final	63.33	45.3	6.13	18.5	3.21	9.8	154	1.3	12.5	1.25	29
compost con 100 cm ³ /L	t3	Inicial	79.81	202	0,61	15.03	4.11	28.9	259	1.3	12.5	2,9	110
		Final	71.2	76.6	5.62	16.9	3.79	10.7	185	1.5	11	1.8	38

ANEXO 3

INFORME DEL ANÁLISIS DE SUELO



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
SERVICIO ECUATORIANO DE SANIDAD AGROPECUARIA
Via Intercomunal Km. 14 Granja del MAG Tumbaco Teléfonos: 2 372-844 Teléfax: 2 372-845
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
INFORME DE ANALISIS



LABORATORIO DE SUELOS TUMBACO
 LOCALIZACIÓN: PICHINCHA - QUITO

Remitente: PARQUE METROPOLITANO. (Srta. Iris Espinoza...)
 Fecha de ingreso al Laboratorio Tumbaco, Diciembre 17 de 2008.
 Localización: PICHINCHA - QUITO
 Fecha de informe Tumbaco, Enero 06 de 2009.

# de Laboratorio	# de Campo	pH	M.O. %	N Total %	P PPM	K cmol/kg	Ca cmol/kg	Mg cmol/kg	Fe PPM	Mn PPM	Cu PPM	Zn PPM	Clase Textural
2736	M - 1	6.4	2.69	0.13	13	0.35	6.15	2.47	94	4.5	6	2.2	Franco Arcillo Arenoso.

pH

Acido 5.5
 Ligeramente Acido 5.6-6.4
 Prácticamente Neutro 6.5-7.5
 Ligeramente Alcalino 7.6-8.0
 Alcalino 8.1

INTERPRETACION DE NIVELES DE CONTENIDO (Sierra)

M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Mat. Org. %	Nitrogeno %	Fósforo PPM	Potasio CMOL/KG	Calcio CMOL/KG	Magnesio CMOL/KG	Hierro PPM	Manganeso PPM	Cobre PPM	Zinc PPM
<1.0	0-0.15	0-10	<0.2	<1	<0.33	0-20	0-5	0-1	0-3
1.0-2.0	0.16-0.3	11-20	0.2-0.38	1.0-3.0	0.34-0.98	21-40	6-16	1.1-4	3.1-8
>2.0	>0.31	>21	>0.4	>3.0	>0.98	>41	>16	>4.1	>8.1

El resultado de estos análisis se puede reproducir totalmente, no de forma parcial.

 Jefe de Laboratorio

(Continuación análisis del suelo)



RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELO (Sierra)
 TUMBACO, 17 DE Diciembre de 2008.

# LAB	# CAMPO	BORO (B) P.P.M	AZUFRE (S)	C.E (COND.EL) dS/m 25°C
2736	M-1	0,40	38	0.37 En Extracto de Saturación.

INTERPRETACION DE RESULTADOS:

BORO:

< 1 BAJO
 1 - 2 MEDIO
 > 2 ALTO

AZUFRE:

< 12 BAJO
 12 - 24 MEDIO
 > 24 ALTO

C.E. (dS/m)	NO SALINO(NS)	LIG. SALINO(LS)	SALINO(S)	MUY SALINO(MS)
	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

Tumbaco, Diciembre 30 de 2008.

El resultado de estos análisis se puede reproducir totalmente, no de forma parcial.



ANEXO 4

INFORMES DEL ANÁLISIS INICIAL Y FINAL DE LAS MUESTRAS DE COMPOST. PMG 2009

ANALISIS DEL COMPOST INICIAL



AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
Km. 14 ½ Via Tumbaco Granja MAGAP Telf. 2372-845/844



LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

Remitente: SRTA IRIS ESPINOZA
Fecha de Ingreso Laboratorio: 21/04/09

Localización: Pichincha-Quito
Fecha de Informe: 30/04/09

Informe No. : 1116

No. Laboratorio	No. Campo	pH	M.O.	N. Total	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Clase Textural
			%	%	PPM	cmol/kg	cmol/kg	cmol/kg	PPM	PPM	PPM	PPM	
1039	T 0	5.06	81.42 C= 47.23	4.07	139	7.16	17.25	4.44	32.7	281	1.3	12.3	Orgánico
1040	T 1	4.96	84.65 C= 49.10	4.23	161	0.61	16.3	3.79	33.5	250	1.4	12.3	Orgánico

Análisis realizado por: Ing. Ediltrudis Mendoza, Ing. Ximena Navarrete, Sra. Marcia Egítez, Sra. Mariana Estévez y Sr. Jorge Guzmán.
El resultado corresponde únicamente a las muestras entregadas por el cliente
Se prohíbe la reproducción parcial del Informe.

pH		M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Ácido	5.5										
Ligeramente Ácido	5.6 - 6.4										
Prácticamente Neutro	6.5 - 7.5										
Ligeramente Alcalino	7.6 - 8.0										
Alcalino	8.1										

INTERPRETACION DE RANGOS DE CONTENIDO (SIERRA)											
Mat. Org.	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Hierro	Mn	Cu	Zinc		
%	%	PPM	Cmol/kg	Cmol/kg	Cmol/kg	PPM	PPM	PPM	PPM		
< 1.0	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 1	< 0.33	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3		
1.0 - 2.0	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	1.0 - 3.0	0.34 - 0.66	21 - 40	6 - 15	1.1 - 4	3.1 - 6		
> 2.0	> 0.31	> 21	> 0.4	> 3.0	> 0.66	> 41	> 16.3	> 4.1	> 6.1		



ING. EDY MENDOZA GILER
RESPONSABLE TÉCNICO AREA

(Continuación análisis compost inicial)




**AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DE LA GRO**

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

INFORME DE RESULTADOS

Tumbaco, 30 de Abril del 2009
Informe No. 1117

No. Lab.	No. Campo	<u>Boro (B)</u> P.P.M.	<u>Azufre (S)</u> P.P.M.	<u>C.E. (Cod. Elec.)</u> dS/m 25°C
1039	T 0	3.2	120	1.30
1040	T 1	3	110	1.21 En extracto de Saturación

Analista Responsable: Ing. Carlos Muñoz
El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe.

INTERPRETACION DE RESULTADOS:

<p>BORO</p> <p>< 1 BAJO 1 - 2 MEDIO > ALTO</p>	<p>AZUFRE</p> <p>< 12 BAJO 12 - 24 MEDIO > 24 ALTO</p>
--	--

	NO SALINO (NS)	LIG. SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
C.E. (dS/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

En extracto



ING. EDY MENDOZA GILER
RESPONSABLE TECNICA DE AREA

(Continuación análisis compost inicial)



AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
Km. 14 1/2 Via Tumbaco Granja MAGAP Telf. 2372-845/844



AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

Remitente: SRTA IRIS ESPINOZA
Fecha de Ingreso Laboratorio: 21/04/09

Localización: Pichincha-Quito
Fecha de Informe: 30/04/09

Informe No. : 1118

No. Laboratorio	No. Campo	pH	M.O. %	N. Total %	P PPM	K cmol/kg	Ca cmol/kg	Mg cmol/kg	Fe PPM	Mn PPM	Cu PPM	Zn PPM	Clase Textural
1041	T 2	5.09	88.41 C = 51.28	4.42	187	0.86	14.75	4.53	28.5	271.5	1.6	14.4	Orgánico
1042	T 3	4.84	79.81 C = 46.29	3.99	202	0.61	15.03	4.11	28.9	259	1.3	12.5	Orgánico

Análisis realizado por: Ing. Ediltrudis Mendoza, Ing. Ximena Navarrete, Sra. Marcia Egúez, Sra. Mariana Estévez y Sr. Jorge Guzmán.
El resultado corresponde únicamente a las muestras entregadas por el cliente
Se prohíbe la reproducción parcial del Informe.

INTERPRETACION DE RANGOS DE CONTENIDO (SIERRA)

	M.O. %	N Nitrogeno %	P Fósforo PPM	K Potasio Cmol/kg	Ca Calcio Cmol/kg	Mg Magnesio Cmol/kg	Fe Hierro PPM	Mn Manganeso PPM	Cu Cobre PPM	Zn Zinc PPM
Ácido	5.5									
Ligeramente Ácido	5.6 – 6.4									
Prácticamente Neutro	6.5 – 7.5									
Ligeramente Alcalino	7.6 – 8.0									
Alcalino	8.1									



ING. EDY MENDOZA GILER
RESPONSABLE TECNICO AREA



AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
Km. 14 1/2 Via Tumbaco Granja MAGAP Telf. 2372-845/844

(Continuación análisis compost inicial)



AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DELA GRO

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

INFORME DE RESULTADOS

Tumbaco, 30 de Abril del 2009

Informe No. 1119

No. Lab.	No. Campo	Boro (B) P.P.M.	Azufre (S)	C.E. (Cod. Elec.) dS/m 25°C
1041	T 2	2.8	115	1.35
1042	T 3	2.9	110	0.91 En extracto de Saturación

Analista Responsable: Ing. Carlos Muñoz

El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente.
Se prohíbe la reproducción parcial del informe.

INTERPRETACION DE RESULTADOS:

BORO		AZUFRE	
< 1	BAJO	< 12	BAJO
1 - 2	MEDIO	12 - 24	MEDIO
>	ALTO	> 24	ALTO

	NO SALINO (NS)	LIG. SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
C.E. (dS/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

En extracto

ING. EDY MENDOZA GILER
RESPONSABLE TECNICA DE AREA

ANÁLISIS COMPOST FINAL



INFORME DE ANALISIS LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

Via Intercomunal Km 14 Granja del MAGAP Tumbaco Teléfono 2 372-344 Fax ext. 227



Remitente: SEÑORITA. IRIS ESPINOZA.
 # de informe: 1494
 Localización: PICHINCHA-QUITO
 Fecha de ingreso al Laboratorio: Tumbaco, Julio 17 de 2009.
 Fecha de Informe: Julio, 23 - 2009.

# de Laboratorio	# de Campo	pH	M.O. %	N Total %	P PPM	K cmol/kg	Ca cmol/kg	Mg cmol/kg	Fe PPM	Mn PPM	Cu PPM	Zn PPM	Clase Textural
1680	PMG - T0	5.93	78.27 C%=45.4	3.91	41.2	6.64	27	3.87	10	210	1.3	14.5	Orgánica.
1681	PMG - T1	5.80	60.65 C%=35.18	3.03	43.1	5.11	20.75	3.62	9.3	172	1.3	10	"



El resultado corresponde únicamente a las muestras entregadas por el cliente
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe

pH	
Acido	5.5
Ligeramente Acido	5.6-6.4
Practicamente Neutro	6.5-7.5
Ligeramente Alcalino	7.6-8.0
Alcalino	8.1

INTERPRETACION DE RANGOS DE CONTENIDO (Sierra)

M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Mat.Org. %	Nitrógeno %	Fósforo PPM	Potasio cmol/kg	Calcio cmol/kg	Magnesio cmol/kg	Hierro PPM	Manganes PPM	Cobre PPM	Zinc PPM
0 - 2	0 - 0.15	0 - 10	< 0.2	< 1	< 0.33	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
2.1 - 4	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	1.0 - 3.0	0.34 - 0.66	21 - 40	6 - 16	1.1 - 4	3.1 - 6
> 4.1	> 0.31	> 21	> 0.4	> 3.0	> 0.66	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

[Handwritten signature]

(Continuación análisis compost final)

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA, ACUACULTURA Y PESCA
AGROCALIDAD**



Ministerio de
Agricultura, Ganadería,
Acuicultura y Pesca

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
I



Agencia Ecuatoriana
de Aseguramiento
de la Calidad del Agro
AGROCALIDAD

INFORME # 1495

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELO (Sierra)
TUMBACO, 17 DE Julio de 2009.

# LAB	# CAMPO	BORO (B) P.P.M	AZUFRE (S)	C.E. (COND.EL) dS/m 25°C
1680	PMG-T0	1.50	36	1.40
1681	" -T1	1.15	34	1.55

En Extracto de Saturación.

El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente
Se prohíbe la reproducción parcial del informe

INTERPRETACION DE RESULTADOS:

BORO:		AZUFRE:	
< 1	BAJO	< 12	BAJO
1 - 2	MEDIO	12 - 24	MEDIO
> 2	ALTO	> 24	ALTO

	NO SALINO(NS)	LIG. SALINO(LS)	SALINO(S)	MUY SALINO(MS)
C.E. (dS/m)	< 2.0	2.0 - 3.0	3.0 - 4.0	4.0 - 8.0

Tumbaco, Julio 23 de 2009.




Agencia Ecuatoriana
de Aseguramiento
de la Calidad del Agro
AGROCALIDAD
LABORATORIO DE SUELOS
TUMBACO - ECUADOR

(Continuación análisis compost final)



INFORME DE ANALISIS
LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
 Vía Intercomercial Km 14 Granja del M.A.G.P. Tumbaco Teléfono 2 372-844 Fax ext. 227



de informe: 1496
 Localización: PICHINCHA-QUITO
 Fecha de informe: Julio, 23 de 2009

Remitente: SERORITA. IRIS ESPINOZA.
 Tumbaco, Julio 17 de 2009.
 Fecha de ingreso al Laboratorio:

# de Laboratorio	# de Campo	pH	M.O. %	N Total %	P PPM	K cmol/kg	Ca cmol/kg	Mg cmol/kg	Fe PPM	Mn PPM	Cu PPM	Zn PPM	Clase Textural
1682	PMG - T3	5.90	71.2	3.56	76.6	5.62	16.9	3.79	10.7	185	1.5	11	Orgánica
			C% = 41.3										
1683	" - T4	5.82	53.33	3.17	45.3	6.13	18.5	3.21	9.8	154	1.3	12.5	"
			C% = 36.7										

El resultado corresponde únicamente a las muestras entregadas por el cliente
 Se prohíbe la reproducción parcial del informe



LABORATORIO DE SUELOS
 TUMBACO - ECUADOR

pH
Acido
Ligeramente Acido
Practicamente Neutro
Ligeramente Alcalino
Alcalino

INTERPRETACION DE RANGOS DE CONTENIDO (Sierra)

M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Mat.Org. %	Nitrógeno %	Fósforo PPM	Potasio cmol/kg	Calcio cmol/kg	Magnesio cmol/kg	Hierro PPM	Manganeso PPM	Cobres PPM	Zinc PPM
0 - 2	0 - 0.15	0 - 10	< 1	< 1	< 0.33	0 - 20	0 - 5	0 - 1	0 - 3
2.1 - 4	0.16 - 0.3	11 - 20	0.2 - 0.38	1.0 - 3.0	0.34 - 0.66	21 - 40	6 - 16	1.1 - 4	3.1 - 6
> 4.1	> 0.31	> 21	> 0.4	> 3.0	> 0.66	> 41	> 16	> 4.1	> 6.1

(Handwritten signature)

(Continuación análisis compost final)

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA, ACUACULTURA Y PESCA
AGROCALIDAD**



Ministerio de
Agricultura, Ganadería,
Acuicultura y Pesca

**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS
I**



Agencia Ecuatoriana
de Aseguramiento
de la Calidad del Agro
AGROCALIDAD

INFORME # 1497

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE SUELO (Sierra)
TUMBACO, 17 DE Julio de 2009.

# LAB	# CAMPO	BORO (B) P.P.M	AZUFRE (S)	C.E. (COND.EL) dS/m 25°C
1682	PMG-T3	1.80	38	1.60
1683	" -T4	1.25	29	1.66

En Extracto de Saturación.

El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente
Se prohíbe la reproducción parcial del informe

INTERPRETACION DE RESULTADOS:

BORO:		AZUFRE:	
< 1	BAJO	< 12	BAJO
1 - 2	MEDIO	12 - 24	MEDIO
> 2	ALTO	> 24	ALTO

	NO SALINO(NS)	LIG. SALINO(LS)	SALINO(S)	MUY SALINO(MS)
C.E. (dS/m)	< 2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	4.0-8.0

Tumbaco, Julio 23 de 2009.




Agencia Ecuatoriana
de Aseguramiento
de la Calidad del Agro
AGROCALIDAD
LABORATORIO DE SUELOS
TUMBACO - ECUADOR

ANEXO 5

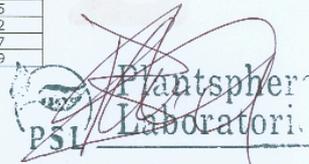
INFORMES DEL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO INICIAL Y FINAL DEL COMPOST



PLANTSPHERE LABORATORIES

MUESTRAS PRIMER GRUPO CODIFICACION: RII

MICROORGANISMO	cfu log g ⁻¹			
	RII-T0	RII-T1	RII-T2	RII-T3
<i>Acetobacter</i> sp.	1.7724	1.1233	1.2442	0.2847
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	1.2812	1.9247	1.8174	1.5526
<i>Alternaria alternata</i>	1.2527	1.2114	2.8242	1.1371
<i>Aspergillus flavipes</i>	1.1322	1.3825	2.1142	2.8224
<i>Aspergillus flavus</i>	1.1109	1.8244	2.9028	2.1024
<i>Aspergillus niger</i>	1.4125	1.9214	n.r.	1.1042
<i>Aulographina</i> sp.	1.0924	1.1242	1.6536	1.1831
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1.7224	2.3295	1.1242	1.8242
<i>Bacillus</i> sp.	1.2074	1.8254	1.7524	1.8318
<i>Botrydiodia</i> sp.	1.7653	1.2342	1.2902	0.9024
<i>Botrytis cinerea</i>	1.9378	1.8324	1.4256	1.6472
<i>Candida</i> sp.	1.2984	1.2425	1.9213	2.4335
<i>Cephalosporium</i> sp.	1.4132	n.r.	n.r.	1.3242
<i>Cephalosporium</i> sp.	2.8242	1.3426	1.2743	1.9245
<i>Cercospora</i> sp.	1.1593	1.1513	1.4538	1.0224
<i>Chaetomium globosum</i>	1.8242	1.6632	2.9245	2.0215
<i>Cladosporium herbarum</i>	1.2214	1.1142	1.8249	1.8742
<i>Cladosporium tenuissimum</i>	3.8195	3.8814	1.1425	1.4250
<i>Cryptococcus albidus</i>	1.2925	1.2092	1.1150	1.3873
<i>Cylindrocium curvatum</i>	2.1710	1.8127	1.4741	1.1242
<i>Cylindrocium scoparium</i>	1.1241	1.5532	1.9274	1.2914
<i>Devaromyces hansenii</i>	1.8784	1.3258	2.0097	1.3525
<i>Dothiorella eucalypti</i>	1.2051	1.1312	1.6560	1.9387
<i>Epicoccum nigrum</i>	2.6753	1.3251	0.1199	2.2252
<i>Flavobacterium</i> sp.	1.7240	1.1931	1.9752	1.1025
<i>Fusarium equisetii</i>	2.2174	1.1776	1.1298	1.1283
<i>Humicola</i> sp.	1.2951	1.1268	1.6705	2.9832
<i>Lactobacillus</i> sp.	1.1102	1.3292	1.2092	1.1297
<i>Micella sterilia</i>	2.8180	2.8165	2.2021	1.8229
<i>Mucor hiemalis</i>	3.0244	1.5129	1.1329	1.8320
<i>Mycosphaerella aggregata</i>	2.1792	2.5210	2.3721	1.1921
<i>Mycosphaerella grandis</i>	1.1221	1.5481	1.1029	2.8920
<i>Myrothecium verrucaria</i>	0.8113	1.9242	1.2172	1.9242
<i>Penicillium expansum</i>	0.2912	1.1883	1.2329	1.2974
<i>Penicillium glabrum</i>	1.1920	2.6291	4.9202	2.1231
<i>Penicillium</i> sp.	2.0214	2.6282	2.2427	1.2429
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	1.9242	1.1024	3.3411	1.6284
<i>Phaeoseptoria</i> sp.	2.1221	2.7439	2.0924	2.1927
<i>Pichia</i> sp.	1.1902	1.9274	1.9116	1.1331
<i>Pseudocercospora</i> sp.	1.2842	1.2490	1.2432	1.9209
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1.1924	1.2141	1.9287	1.2332
<i>Pseudomonas</i> sp.	1.9173	1.2982	1.2314	1.1854
<i>Rhodotorula glutinis</i>	1.2927	1.2993	1.9542	1.3263
<i>Saccharomyces</i> sp.	1.9972	1.2042	3.4210	1.8212
<i>Scopulariopsis</i> sp.	1.5024	2.1025	0.9274	2.2745
<i>Serratia</i> sp.	4.1129	2.3294	1.9288	1.9248
<i>Sporothrix</i> sp.	1.2792	1.2829	1.1342	1.1923
<i>Stachmopsis</i> sp.	1.8276	5.2142	1.9274	1.2728
<i>Stigmina</i> sp.	2.9385	1.9228	2.8297	2.1425
<i>Tremella</i> sp.	1.0389	2.3532	1.9285	2.9242
<i>Trichoderma hamatum</i>	2.2442	1.0284	1.1298	1.2947
<i>Trichoderma koningii</i>	2.9271	1.5038	1.9261	1.9189



BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR



PLANTSPHERE LABORATORIES

<i>Trichosporon</i> sp.	1.9294	1.7621	1.7324	2.2327
<i>Trichotecium roseum</i>	1.8868	2.8362	2.6193	2.9472
<i>Xanthomonas</i> sp.	3.2421	1.3414	1.6242	2.9552
<i>Xylaria</i> sp.	0.8246	1.1925	0.7724	1.2252
<i>Zygosporium</i> sp.	1.1310	1.0823	1.8276	1.1316



PSL

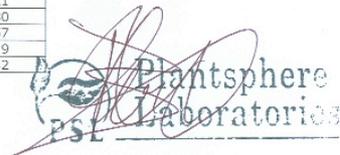
BELLAVISTA DE CARRETAS · CALLE N75B Y E6 · Telfs.: 247 4068 / 247 7715 · Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de · www.agriculture-technology.de · QUITO-ECUADOR



PLANTSPHERE LABORATORIES

MUESTRAS PRIMER GRUPO CODIFICACION: RIII

MICROORGANISMO	cfu log g ⁻¹			
	RIII-T0	RIII-T1	RIII-T2	RIII-T3
<i>Acetobacter</i> sp.	1.2102	1.6363	1.9284	2.9632
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	1.1291	1.2192	1.8245	1.1419
<i>Alternaria alternata</i>	1.2299	1.5282	1.2412	1.8824
<i>Aspergillus flavipes</i>	1.6929	1.8936	2.3202	2.7882
<i>Aspergillus flavus</i>	1.8924	1.2142	2.2152	1.4251
<i>Aspergillus niger</i>	1.9257	1.4528	1.1294	1.9272
<i>Aulographina</i> sp.	1.1420	1.8199	1.9142	1.7784
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1.7246	2.5732	1.1725	1.5103
<i>Bacillus</i> sp.	1.2825	2.5935	2.7924	1.8248
<i>Botryodiplodia</i> sp.	1.7282	1.2902	1.3536	1.9242
<i>Botrytis cinerea</i>	1.2024	1.1354	1.1935	1.2927
<i>Candida</i> sp.	1.9793	1.8636	1.4025	1.7284
<i>Cephalosporium</i> sp.	1.8026	1.9274	1.2888	1.5212
<i>Cephalosporium</i> sp.	1.9242	1.1290	1.2521	1.2924
<i>Cercospora</i> sp.	1.1124	1.8924	1.3192	1.2892
<i>Chaetomium globosum</i>	1.2902	1.4929	2.1242	2.8264
<i>Cladosporium herbarum</i>	1.9882	1.9202	1.1124	1.0292
<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1.2425	2.2284	1.6921	1.1024
<i>Cryptococcus albidus</i>	2.2984	1.5928	1.2792	1.8924
<i>Cylindrocladium curvatum</i>	2.8913	1.3513	1.0287	1.8373
<i>Cylindrocladium scoparium</i>	1.9830	1.2892	1.3193	1.2743
<i>Devanomyces hansenii</i>	1.2420	1.9353	2.2194	1.8294
<i>Dothiorella eucalipti</i>	1.2351	1.2924	1.1242	1.3142
<i>Epicoecum nigrum</i>	2.2193	1.1353	1.8254	2.5897
<i>Flavobacterium</i> sp.	1.5438	1.8924	1.4310	1.1782
<i>Fusarium equisetii</i>	2.1930	1.5283	1.9241	1.8291
<i>Humicola</i> sp.	1.1724	1.2838	1.1824	2.7242
<i>Lactobacillus</i> sp.	1.7872	1.1826	1.1212	1.2924
<i>Micelia sterilia</i>	2.1921	2.7750	1.1582	1.1321
<i>Mucor hiemalis</i>	1.8294	1.9274	1.4761	1.3828
<i>Mycosphaerella aggregata</i>	2.9271	1.0142	1.8234	1.6241
<i>Mycosphaerella grandis</i>	1.0248	1.1493	1.5765	1.8254
<i>Myrothecium verrucaria</i>	1.2752	1.8294	1.8757	1.2489
<i>Penicillium expansum</i>	1.3743	1.4630	1.9371	1.1728
<i>Penicillium glabrum</i>	1.1782	2.3582	2.0190	1.8784
<i>Penicillium</i> sp.	2.0225	2.3415	2.9132	1.1631
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	1.3478	1.1067	n.r.	1.7688
<i>Phaeoseptoria</i> sp.	2.3790	2.1892	2.1823	2.0732
<i>Pichia</i> sp.	1.3402	1.6541	1.2102	1.8194
<i>Pseudocercospora</i> sp.	n.r.	1.1902	1.7824	1.8398
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1.8242	1.4325	1.2542	n.r.
<i>Pseudomonas</i> sp.	1.9439	n.r.	1.3781	1.1294
<i>Rhodotorula glutinis</i>	1.1811	1.2752	1.7825	1.1241
<i>Saccharomyces</i> sp.	1.1932	n.r.	n.r.	1.8270
<i>Scopulariopsis</i> sp.	1.4568	1.3510	1.8907	2.4351
<i>Serratia</i> sp.	1.9875	1.8343	2.1259	2.9817
<i>Sporothrix</i> sp.	1.3951	1.5872	1.4210	1.7812
<i>Stachmopsis</i> sp.	1.2782	1.3284	1.1924	1.3421
<i>Stigmina</i> sp.	2.1685	1.1832	1.4857	1.9730
<i>Tremella</i> sp.	1.1791	1.2195	1.3892	2.1357
<i>Trichoderma hamatum</i>	1.9224	1.1542	1.7124	1.1819
<i>Trichoderma koningii</i>	1.8751	1.9259	1.1853	1.1242



BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR



PLANTSPHERE LABORATORIES

<i>Trichosporon</i> sp.	n.r.	1.1101	1.8737	2.9751
<i>Trichotecium roseum</i>	1.5382	1.9214	2.8792	3.8327
<i>Xanthomonas</i> sp.	3.1829	3.7926	2.8527	2.1382
<i>Xylaria</i> sp.	3.3801	1.3281	2.1351	1.9276
<i>Zygosporium</i> sp.	1.7472	1.5734	1.8267	3.8262



PSL

BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR



PLANTSPHERE LABORATORIES

Muestras grupo 2.

RI

MICROORGANISMO	cfu log g ⁻¹			
	RI-T0	RI-T1	RI-T2	RI-T3
<i>Acetobacter</i> sp.	2.4577	1.8924	1.3882	2.9182
<i>Actinomyces</i> sp.	2.8137	2.9278	3.9227	3.8164
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	1.0241	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Alternaria alternata</i>	1.3152	1.12924	0.9274	0.6524
<i>Aspergillus flavipes</i>	1.4927	0.95274	n.r.	n.r.
<i>Aspergillus flavus</i>	0.9274	0.82611	n.r.	n.r.
<i>Aspergillus Niger</i>	1.9257	n.r.	1.1712	1.1214
<i>Aulographina</i> sp.	1.1924	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1.8762	2.9824	3.8225	1.9277
<i>Bacillus pumilus</i>	1.9128	2.5927	4.9275	5.8024
<i>Bacillus</i> sp.	1.7525	2.9755	3.8352	5.3293
<i>Bacillus subtilis</i>	1.4324	1.6539	1.8255	2.1082
<i>Basidiomycete (Mycelia sterilia)</i>	0.9287	1.1425	1.1442	1.5424
<i>Botryodiplodia</i> sp.	1.1821	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Botrytis cinerea</i>	1.2024	n.r.	1.1782	n.r.
<i>Candida</i> sp.	1.1992	2.8626	1.8242	1.9734
<i>Cephalosporium</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cephalosporium</i> sp.	1.5824	0.8824	n.r.	n.r.
<i>Cercospora</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Chaetomium globosum</i>	1.9284	2.9353	3.9924	1.8252
<i>Cladosporium herbarum</i>	1.1033	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cladosporium tenuissimum</i>	1.2425	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cryptococcus albidus</i>	1.1274	1.1082	1.2213	1.3421
<i>Cryptococcus laurentii</i>	2.2553	2.3924	1.0294	1.1725
<i>Cylindrocladium curvatum</i>	1.7724	1.1829	n.r.	n.r.
<i>Cylindrocladium scoparium</i>	3.8827	2.7280	1.8762	1.9284
<i>Devaromyces hansenii</i>	2.2425	2.1429	1.9921	3.8126
<i>Dothiorella eucalypto</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Epicoccum nigrum</i>	3.8266	2.2765	2.6499	3.5833
<i>Flavobacterium</i> sp.	2.9881	1.7241	1.8772	1.8772
<i>Fusarium equisetii</i>	1.1825	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Humicola</i> sp.	2.7753	2.9824	n.r.	n.r.
<i>Lactobacillus</i> sp.	4.2102	3.7224	1.1212	1.2924
<i>Micelia sterilia</i>	1.0432	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Mucor hiemalis</i>	n.r.	1.1633	n.r.	n.r.
<i>Mycosphaerella aggregata</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Mycosphaerella grandis</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Myrothecium verrucaria</i>	1.1724	1.7827	n.r.	n.r.
<i>Penicillium expansum</i>	1.1937	n.r.	1.8264	1.7259
<i>Penicillium glabrum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	1.8784
<i>Penicillium</i> sp.	1.82664	1.2226	1.1149	0.4425
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Phaeoseptoria</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Pichia</i> sp.	2.7263	2.0932	3.9883	2.7824
<i>Pseudocercospora</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1.4335	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Pseudomonas</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	1.1553
<i>Rhodotorula glutinis</i>	1.35546	1.48242	1.9288	1.5773
<i>Saccharomyces</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Scopulariopsis</i> sp.	1.1882	1.1921	1.3114	1.5747
<i>Serratia</i> sp.	1.1929	1.5532	2.1992	3.7728
<i>Sporobolomyces roseus</i>	2.9227	3.9217	2.2285	3.9975
<i>Sporothrix</i> sp.	1.6339	1.8279	1.2387	1.9882
<i>Stachmopsis</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Stigmia</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Tremella</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	1.1442
<i>Trichoderma hamatum</i>	2.9274	2.8124	3.3273	3.9826



BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR



PLANTSPHERE LABORATORIES

<i>Trichoderma koningii</i>	2.5388	2.4378	1.4992	1.8476
<i>Trichoderma lignorum</i>	1.9824	1.9116	1.1612	1.6628
<i>Trichosporon</i> sp.	1.4352	1.2839	1.2663	2.1277
<i>Trichotecium roseum</i>	1.1782	1.1413	n.r.	n.r.
<i>Xanthomonas</i> sp.	1.1412	1.1082	1.1325	2.9274
<i>Xylaria</i> sp.	2.9927	0.7126	2.9921	n.r.
<i>Zygosporium</i> sp.	1.8912	1.7902	1.1185	1.7635



PSL

BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR



PLANTSPHERE LABORATORIES

Muestras grupo 2.

RII

MICROORGANISMO	cfu log g ⁻¹			
	RII-T0	RII-T1	RII-T2	RII-T3
<i>Acetobacter</i> sp.	1.4877	1.1856	1.1352	2.1772
<i>Actinomyces</i> sp.	2.7397	2.4321	2.8296	3.5434
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Alternaria alternata</i>	1.1987	1.6556	1.7620	1.3837
<i>Aspergillus flavipes</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aspergillus flavus</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aspergillus Niger</i>	1.1861	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aulographina</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1.8762	2.5876	2.7617	1.4569
<i>Bacillus pumilus</i>	2.7286	2.9859	3.3529	3.3281
<i>Bacillus</i> sp.	2.8777	3.4981	3.6442	3.8716
<i>Bacillus subtilis</i>	2.5901	2.7987	1.3231	1.9819
<i>Basidiomicete (Mycelia sterilia)</i>	1.8692	1.9887	n.r.	n.r.
<i>Botrydiplodia</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Botrytis cinerea</i>	n.r.	n.r.	n.r.	1.6526
<i>Candida</i> sp.	1.6547	1.7764	1.9867	1.7988
<i>Cephalosporium</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cephalosporium</i> sp.	1.1987	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cercospora</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Chaetomium globosum</i>	1.9978	3.5877	3.4872	1.9879
<i>Cladosporium herbarum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cladosporium tenuissimum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cryptococcus albidus</i>	2.4533	2.9846	1.5432	1.8736
<i>Cryptococcus laurentii</i>	2.8794	2.5648	1.3876	1.7458
<i>Cylindrocladium curvatum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cylindrocladium scoparium</i>	4.1821	2.9875	n.r.	n.r.
<i>Devareomyces hansenii</i>	1.7833	2.4910	1.9392	2.7615
<i>Dothiorella eucalypti</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Epicoccum nigrum</i>	4.2133	2.2765	2.6499	3.5833
<i>Flavobacterium</i> sp.	2.9881	1.7241	1.8772	1.8772
<i>Fusarium equisetii</i>	1.1825	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Humicola</i> sp.	2.7753	2.9824	n.r.	n.r.
<i>Lactobacillus</i> sp.	4.2102	3.7224	1.1212	1.2924
<i>Micelia sterilia</i>	1.0432	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Mucor hiemalis</i>	n.r.	1.1633	n.r.	n.r.
<i>Mycosphaerella aggregata</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Mycosphaerella grandis</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Myrothecium verrucaria</i>	1.1724	1.7827	n.r.	n.r.
<i>Penicillium expansum</i>	1.1937	n.r.	1.8264	1.7259
<i>Penicillium glabrum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	1.8784
<i>Penicillium</i> sp.	1.82664	1.2226	1.1149	0.4425
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Phaeosporia</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Pichia</i> sp.	2.98266	3.4229	4.1524	5.4927
<i>Pseudocercospora</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	1.1942	1.7626	n.r.	n.r.
<i>Pseudomonas</i> sp.	1.8267	1.0274	n.r.	n.r.
<i>Rhodotorula glutinis</i>	1.9284	1.2642	1.5294	1.8625
<i>Saccharomyces</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Scopulariopsis</i> sp.	1.7284	1.6082	1.8245	1.4429
<i>Serratia</i> sp.	1.0722	1.3924	2.8472	3.1824
<i>Sporobolomyces roseus</i>	3.2492	1.9274	2.1764	2.6241
<i>Sporothrix</i> sp.	1.9874	1.2864	1.2145	1.3980
<i>Stachmopsis</i> sp.	0.8284	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Stigmina</i> sp.	n.r.	2.9375	n.r.	n.r.
<i>Tremella</i> sp.	n.r.	1.9264	n.r.	1.1472

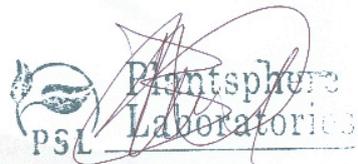


BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR



PLANTSPHERE LABORATORIES

<i>Trichoderma hamatum</i>	3.8294	2.9812	3.9264	3.1962
<i>Trichoderma koningii</i>	2.8924	2.9266	2.2892	3.7826
<i>Trichoderma lignorum</i>	1.9283	1.8167	1.8264	1.5824
<i>Trichosporon</i> sp.	1.0284	n.r.	1.2639	2.0263
<i>Trichotecium roseum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Xanthomonas</i> sp.	1.0288	1.6242	1.2499	3.1108
<i>Xylaria</i> sp.	1.0827	1.0292	2.1912	1.0627
<i>Zygosporium</i> sp.	1.2631	1.1131	1.1729	1.5291



PSL

BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR

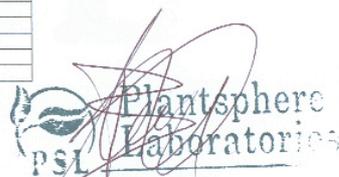


PLANTSPHERE LABORATORIES

Muestras grupo 2.

RIII

MICROORGANISMO	cfu log g ⁻¹			
	RIII-T0	RIII-T1	RIII-T2	RIII-T3
<i>Acetobacter</i> sp.	1.9287	1.8792	1.4238	3.7226
<i>Actinomyces</i> sp.	2.1826	2.2832	2.3764	3.1024
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Alternaria alternata</i>	0.92724	1.2891	1.4572	1.1872
<i>Aspergillus flavipes</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aspergillus flavus</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aspergillus Niger</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aulographina</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Aureobasidium pullulans</i>	1.1068	2.1826	2.3074	1.1184
<i>Bacillus pumilus</i>	2.1027	3.5241	3.3387	3.8261
<i>Bacillus</i> sp.	3.8764	3.2814	3.2947	3.6294
<i>Bacillus subtilis</i>	2.9826	2.9264	1.5828	3.5937
<i>Basidiomycete (Mycelia sterilia)</i>	2.0264	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Botryodiplodia</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Botrytis cinerea</i>	1.4136	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Candida</i> sp.	1.8237	1.5826	1.4818	1.9162
<i>Cephalosporium</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cephalosporium</i> sp.	1.4912	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cercospora</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Chaetomium globosum</i>	1.2652	3.5222	3.1926	3.2835
<i>Cladosporium herbarum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cladosporium tenuissimum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cryptococcus albidus</i>	2.1829	2.2442	1.0726	1.2827
<i>Cryptococcus laurentii</i>	2.8923	2.8274	1.2482	1.5228
<i>Cylindrocladium curvatum</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Cylindrocladium scoparium</i>	2.2637	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Devaromyces hanseni</i>	1.8242	2.2883	1.2927	2.2371
<i>Dothiorella eucalypti</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Epicoccum nigrum</i>	4.9264	2.9284	2.9257	3.2582
<i>Flavobacterium</i> sp.	2.1027	1.1682	1.1829	1.2984
<i>Fusarium equisetii</i>	1.2104	0.8264	n.r.	n.r.
<i>Humicola</i> sp.	3.2714	2.0514	1.2648	1.8264
<i>Lactobacillus</i> sp.	4.8271	3.9892	1.9274	1.9274
<i>Micelia sterilia</i>	1.9284	1.1642	n.r.	n.r.
<i>Mucor hiemalis</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Mycosphaerella aggregata</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Mycosphaerella grandis</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Myrothecium verrucaria</i>	1.2947	1.5292	1.1804	2.9064
<i>Penicillium expansum</i>	1.8263	1.9264	1.3962	1.4926
<i>Penicillium glabrum</i>	n.r.	n.r.	1.1392	1.9263
<i>Penicillium</i> sp.	1.1927	1.2672	1.8260	1.2484
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Phaeoseptoria</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Pichia</i> sp.	5.2612	3.2846	2.1397	3.2632
<i>Pseudocercospora</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	2.2824	2.9276	1.2942	1.2914
<i>Pseudomonas</i> sp.	1.2474	1.1072	n.r.	n.r.
<i>Rhodotorula glutinis</i>	2.8362	1.1382	1.1127	1.0247
<i>Saccharomyces</i> sp.	1.2941	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Scopulariopsis</i> sp.	1.2912	1.2927	1.2990	n.r.
<i>Serratia</i> sp.	1.1297	1.1246	2.8262	3.2947
<i>Sporobolomyces roseus</i>	2.2674	2.8622	2.9882	2.9251
<i>Sporothrix</i> sp.	2.8298	1.9264	1.3098	1.5281
<i>Stachmopsis</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Stigmina</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
<i>Tremella</i> sp.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

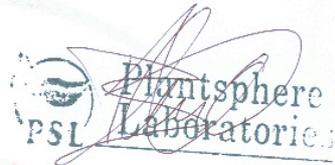


BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR



PLANTSPHERE LABORATORIES

<i>Trichoderma hamatum</i>	3.1294	2.2642	4.6291	4.2632
<i>Trichoderma koningii</i>	2.5592	2.2672	3.9202	3.1920
<i>Trichoderma lignorum</i>	1.1037	1.2925	1.4926	1.9137
<i>Trichosporon</i> sp.	1.4892	1.2484	1.2477	1.2849
<i>Trichotecium roseum</i>	1.2948	1.2732	n.r.	n.r.
<i>Xanthomonas</i> sp.	1.8248	1.5826	1.8262	2.9261
<i>Xylaria</i> sp.	1.2996	1.4297	2.2946	1.9276
<i>Zygosporum</i> sp.	1.8720	1.9266	1.7840	1.2782



PSL

BELLAVISTA DE CARRETAS - CALLE N75B Y E6 • Telfs.: 247 4068 / 247 7715 • Cel. 098 508 315
e-mail: plantspherelab@biosoftware.de • www.agriculture-technology.de • QUITO-ECUADOR

ANEXO 6
RESPALDO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Construcción del galpón



Fotografía 2. Elaboración de cajas de madera



Fotografía 3. Disposición final en el campo



Fotografía 4. Plástico impermeabilizante



Fotografía 5. Conformación de camas (80 % hojas verdes y 20% hojas secas)



Fotografía 6. Camas cubiertas por plástico negro (protección)



Fotografía 7. Picado de material seco de eucalipto



Fotografía 8. Picado de material verde de eucalipto



Fotografía 9. Preparación de cocktail de hongos



Fotografía 10. Cocktail de hongos



Fotografía 11. Inoculación de cocktail



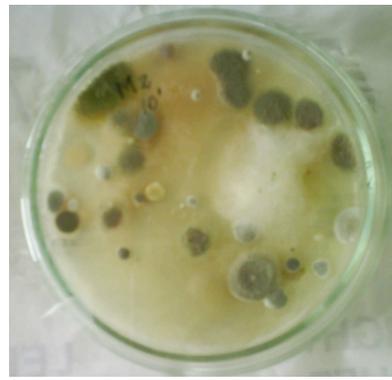
Fotografía 12. Volteo y humedecimiento



Fotografía 13. Control de variable temperatura



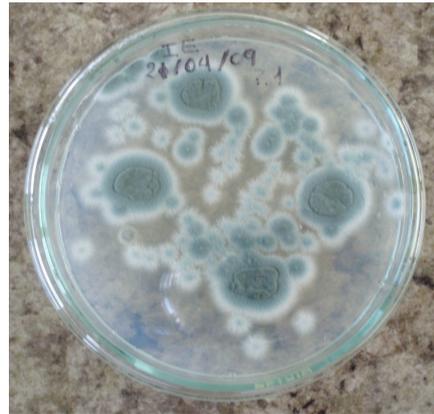
Fotografía 14. Control de variables pH y CE



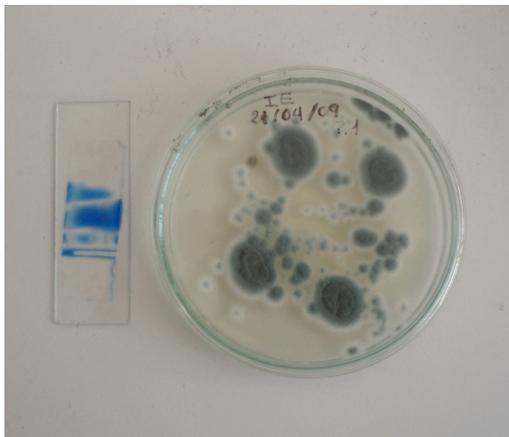
Fotografías 15 y 16. Resultados de la primera siembra



Fotografía 17 y 18. Resultados de la segunda siembra



Fotografía 19 y 20. Cepas puras



Fotografía 21. Técnica de cinta scotch

Fotografía 22. Técnica de Micro cultivo



Fotografía 23. Aislamiento de cepas

Fotografía 24. Identificación de géneros de hongos



Fotografía 25. Compost inicial



Fotografía 26. Compost final (producto final)