

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

**LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL SUELO Y DEL
COMPOST DEL PARQUE ITCHIMBÍA EN SU PROCESO
DE RECUPERACIÓN. *Pichincha*, 2008.**

Previa la obtención de Título de:

Ingeniera en Biotecnología

ELABORADO POR:

JENNY CRISTINA ALVAREZ MORALES

SANGOLQUÍ, ABRIL DEL 2009

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR

Jenny Cristina Alvarez Morales

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Rafael Vargas

SECRETARIO ACADÉMICO

Abg. Vinicio Zabala

Sangolquí, Abril Del 2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta. **JENNY CRISTINA ALVAREZ MORALES** como requerimiento parcial a la obtención del título de **INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA**.

Sangolquí, Abril del 2009

Lic. Alma Koch, M.Sc.

DIRECTORA

Ing. Marco Taipe

CODIRECTOR

DEDICATORIA

A Dios.

A Luciano Alvarez y Rosa Morales, mis padres por ser ejemplos de amor, valentía y trabajo.

Jenny Cristina Alvarez Morales.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de forma especial a mis padres Luciano Alvarez y Rosa Morales, por darme el ejemplo de valentía, coraje y sobre todo de amor.

A mis hermanos Luciano, Sylvia y Marcela, por ser mis ángeles al cuidarme en los momentos de soledad y ayudarme siempre.

A mis sobrinos y primo Isaac, Esteban y Nicolás por traer a mi vida la alegría y la magia de ser niño.

A la Lcda. Alma Koch, M.Sc, por colaborarme en la tesis como directora y en especial como amiga.

A la Dra. María Augusta Montalvo, por su paciencia y en especial por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación, gracias.

Al Ing. Marco Taípe por tomar el trabajo de guiarme en la culminación de mi tesis.

Al Mat. Luis Castillo, por su experiencia en la estadística, me ayudó en los inicios de la tesis.

A los guarda – parques, guías (Mauricio, Anabel, Carlitos y otros) del Parque Itchimbia, que me acompañaron en la recolección de las muestras.

A mí cuñado Germán por ser una de las personas que nos ha brindado a todos su ayuda incondicional.

A mis Tíos y abuelos por estar presentes cuando se los necesita.

A mis Amigos Juan Fernando, Christian y David por ser las personas que a pesar de la distancia, son los mejores.

A mis amigos y compañeros de la ESPE en especial para Adriana, Fernanda Sis. Fernanda Mora, Rommel, Alberto y Daniela, por compartir gratas experiencias.

A los nuevos amigos Javier, Caro Alejandra, y Andrés, que me brindaron su compañía cuando realicé la tesis.

Al Ing. William Viera (INIAP), por su colaboración y experiencia con su conocimiento en la microbiología del suelo.

Jenny Cristina Alvarez Morales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
LISTADO DE TABLAS	X
LISTADO DE CUADROS	XIII
LISTADO DE FIGURAS	XIV
LISTADO DE ANEXOS	XVII
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XIX
CAPÍTULO 1:INTRODUCCIÓN	1
1.1.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2.JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3.OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. MARCO TEÓRICO	6
1.4.1.CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL SUELO	6
1.4.1.1.Calidad del suelo	6
1.4.1.2.Microbiología del suelo	8
1.4.1.2.1..Bacterias del suelo	9
1.4.1.2.2..Hongos del suelo	10
1.4.1.2.3..Actinomicetos del suelo	12
1.4.2. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL COMPOST	13
1.4.2.1.Calidad del compost	13

1.4.2.2. Propiedades del compost	14
1.4.2.3. Microbiología del compost	19
1.4.2.3.1. Bacterias del compost.....	19
1.4.2.3.2. Hongos del compost	19
1.4.2.3.3. Actinomicetos del compost	20
1.4.3. CONTAMINACIÓN DEL SUELO	21
1.4.3.1. Fuentes de contaminación del suelo	22
1.4.3.2. Efectos de contaminación del suelo	23
1.5. HIPÓTESIS	24
CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
2.1. PARTICIPANTES.	25
2.2. ZONA DE ESTUDIO.	25
2.3. PERIODO DE INVESTIGACIÓN	25
2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA	26
2.5. MATERIALES	28
2.5.1. Materiales y Equipos	28
2.5.1.1. Materiales para el muestreo.	28
2.5.1.2. Materiales de laboratorio	28
2.5.1.3. Reactivos..	28
2.5.1.4. Materiales varios.	29
2.6. PROCEDIMIENTO.....	29
2.6.1. Toma de muestra	29
2.6.2. Análisis microbiológico	31
2.6.2.1. Diluciones del Suelo y Compost	31
2.6.2.1.1. Organismos Totales	32
2.6.2.1.2 Grupos funcionales.....	33
2.6.3. Porcentaje de humedad.....	36
2.6.4. Unidades Formadoras de Colonias	36
2.7 ANÁLISIS DE DATOS.....	37

CAPÍTULO 3: RESULTADOS	38
3.1. SUELO	38
3.1.1. Organismos Totales	38
3.1.2. Grupos Funcionales	50
3.2. COMPOSTAJE	59
3.2.1. Organismos Totales	59
3.2.2. Grupos funcionales	68
CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN	75
4.1. SUELO	75
4.1.1. Organismos Totales	75
4.1.2. Grupos Funcionales	78
4.2 COMPOSTAJE	82
4.2.1. Organismos Totales	82
4.2.2. Grupos Funcionales	84
CAPÍTULO 5: CONCLUSIÓN	89
CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES	91
CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	98

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1. Toma de muestras en las áreas establecidas para el análisis del suelo del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008	30
Tabla 3.1. Análisis de varianza de las poblaciones de los organismos totales (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito–Pichincha, 2008	38
Tabla 3.2. Análisis de varianza de las poblaciones de los organismos totales (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008	40
Tabla 3.3. Análisis de variancia. La población de bacterias totales (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito–Pichincha, 2008.....	41
Tabla 3.4. Frecuencia de la tinción Gram de las bacterias totales (UFC/g de suelo) encontrados en el suelo de las ocho áreas del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008.....	43
Tabla 3.5. Análisis de variancia. La población de hongos totales (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.....	44
Tabla 3.6. Frecuencia del color y la forma de crecimiento de los hongos totales (UFC/g de suelo) encontrados en el suelo de las ocho áreas del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008.....	47
Tabla 3.7. Análisis de variancia. La población de actinomicetos totales (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.	49
Tabla 3.8. Análisis de variancia. La población de los grupos funcionales (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.....	50
Tabla 3.9. Análisis de variancia. La población de Bacilos Gram negativos (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 20008	52

Tabla 3.10. Análisis de variancia. La población de los organismos Celulolíticos (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	53
Tabla 3.11. Análisis de variancia. La población de los organismos solubilizadores de fósforo (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008.....	55
Tabla 3.12. Análisis de variancia. La población de los organismos fijadores de nitrógeno (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008.....	57
Tabla 3.13. Análisis de variancia. La población de <i>Pseudomonas</i> (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008.....	58
Tabla 3.14. Análisis de variancia. La población de los organismos totales (UFC/g de suelo) en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	60
Tabla 3.15. Análisis de variancia. La población de bacterias totales (UFC/g de suelo) encontradas en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	61
Tabla 3.16. Análisis de variancia. La población de hongos totales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	63
Tabla 3.17. Frecuencias de la población de hongos totales (UFC/g de suelo) en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008	64
Tabla 3.18. Frecuencia del color y la forma de crecimiento de los hongos totales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost de cada compostera del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008	65
Tabla 3.19. Análisis de variancia. La población de actinomicetos totales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	67
Tabla 3.20. Análisis de variancia. La población de los grupos funcionales (UFC/g de suelo) encontradas en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008.....	68
Tabla 3.21. Análisis de variancia. La población de los Bacilos Gran negativos encontradas en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	69

Tabla 3.22. Análisis de variancia. La población de los organismos Celulolíticos (UFC/g de suelo) encontrados el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	70
Tabla 3.23. Análisis de variancia. La población de organismos solubilizadores de fósforo (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008.....	71
Tabla 3.24. Análisis de variancia. La población de los organismos fijadores de nitrógeno (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008.....	73
Tabla 3.25. Análisis de variancia. La población de <i>Pseudomonas</i> (UFC/g de suelo) encontradas en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	74

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1.1. Conjunto de indicadores físico, químicos y biológicos de la calidad del suelo. (Larson y Pierce, 1991; Doran y Parkin ,1994).....	7
Cuadro 1.2. Valores observados de microorganismos en el suelo (Uribe, 1999)	9
Cuadro1.3. Valores de los índices de calidad microbiología del compost (Bonilla y Mosquera, 2007)	14
Cuadro 1.4. Biología del compostaje aerobio (Hans, J. 2000)	16

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1. Esquema general del método de diluciones sucesivas. Quito-Pichincha, 2008.....	32
Figura 2.2. Esquema general de los medios de cultivo utilizados. Quito-Pichincha, 2008.....	34
Figura 3.1. Población de los organismos totales (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008	39
Figura 3.2. Población de los organismos totales (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008	40
Figura 3.3. Promedio de la población de bacterias totales (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.....	42
Figura 3.4. Frecuencias porcentuales de la tinción Gram de las bacterias totales (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito- Pichincha. 2008	42
Figura 3.5. Frecuencias de la tinción Gram de las bacterias totales (UFC/g de suelo) encontradas en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008.....	44
Figura 3.6. Promedio de la población de los hongos totales (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.....	45
Figura 3.7. Frecuencias porcentuales del color y forma de crecimiento de hongos totales del suelo del Parque Itchimbía. Quito- Pichincha, 2008.....	46
Figura 3.8. Frecuencias de los hongos totales (UFC/g de suelo) encontrados en las ocho áreas del suelo del Parque Itchimbía. Quito–Pichincha, 2008. (A). Forma de crecimiento (B) Color.....	48
Figura 3.9. Promedio de la población de actinomicetos totales (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.....	49
Figura 3.10. Población de los Grupos Funcionales (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.....	51
Figura 3.11. Promedio de la población de Bacilos Gram negativos (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito–Pichincha, 2008.....	52

Figura 3.12. Promedio de la población de Organismos celulolíticos (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.....	54
Figura 3.13. Promedio de la población de Organismos Solubilizadores de Fósforo (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito–Pichincha, 2008	55
Figura 3.14. Frecuencias porcentuales del tipo de organismos solubilizadores de fósforo (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha. 2008.....	56
Figura 3.15. Promedio de la población de Organismos Fijadores de Nitrógeno (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito–Pichincha, 2008	57
Figura 3.16. Promedio de la población de <i>Pseudomonas</i> (UFC/g de suelo) encontrados en las áreas establecidas para el estudio del suelo del Parque Itchimbía. Quito–Pichincha, 2008	59
Figura 3.17. Población de los organismos totales el (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008	60
Figura 3.18. Población de bacterias totales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito–Pichincha, 2008	61
Figura 3.19. Frecuencias de la tinción de bacterias totales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito- Pichincha. 2008	62
Figura 3.20. Frecuencias del la tinción Gram de las bacterias totales (UFC/g de suelo) encontradas en compost del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008. (A). Compostera I, (B) Compostera II	62
Figura 3.21. Población de hongos totales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008.....	63
Figura 3.22. Frecuencias del color y forma de crecimiento de los hongos totales (UFC/g de suelo) encontradas en el compost del Parque Itchimbía. Quito- Pichincha. 2008	65

Figura 3.23. Frecuencias del color y la forma de crecimiento de los hongos totales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008. (A). Compostera I, (B) Compostera II	66
Figura 3.24. Población de actinomicetos totales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008.....	67
Figura 3.25. Población de los Grupos Funcionales (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito- Pichincha, 2008	69
Figura 3.26. Población de Bacilos Gram negativos (UFC/g de suelo) encontradas en el compost del Parque Itchimbía. Quito – Pichincha, 2008	70
Figura 3.27. Población de organismos celulolíticos (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito- Pichincha, 2008.....	71
Figura 3.28. Población de los organismos solubilizadores de fósforo (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008.....	72
Figura 3.29. Frecuencias de los organismos solubilizadores de fósforo (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito- Pichincha, 2008	72
Figura 3.30. Población de los organismos fijadores de nitrógeno (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008.....	73
Figura 3.31. Población de <i>Pseudomonas</i> (UFC/g de suelo) encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008.....	74

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A. Distribución de las ocho áreas del estudio microbiológico de suelo del Parque Itchimbía. Quito –Pichincha, 2008.....	100
Anexo B. Composteras para el análisis microbiológico del compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008.....	101
Anexo C. Toma de muestras de suelo y del compost del Parque Itchimbía. Quito Pichincha, 2008....	102
Anexo D. Cultivos en caja petri y fotografías microscópicas de las bacterias totales encontrados en el suelo del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008. (Lente 100X con aceite de inmersión.	103
Anexo E. Cultivos en caja petri y fotografías microscópicas de los hongos totales encontrados en el suelo del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008. (Lente 100X con aceite de inmersión.	104
Anexo F. Cultivos en caja petri y fotografías microscópicas de actinomicetos totales encontrados en el suelo del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008. (Lente 100X con aceite de inmersión).....	105
Anexo G. Cultivos en caja petri y fotografías microscópicas de los grupos funcionales encontrados en el suelo del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008. (Lente 100X con aceite de inmersión).....	106
Anexo H. Cultivos en caja petri y fotografías microscópicas de las bacterias totales encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008. (Lente 100X con aceite de inmersión).....	107
Anexo I. Cultivos en caja petri y fotografías microscópicas de los hongos totales encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008. (Lente 100X con aceite de inmersión).....	108
Anexo J. Cultivos en caja petri y fotografías microscópicas de los actinomicetos totales encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008. (Lente 100X con aceite de inmersión).....	109
Anexo K. Cultivos en caja petri y fotografías microscópicas de los grupos funcionales encontrados en el compost del Parque Itchimbía. Quito-Pichincha, 2008. (Lente 100X con aceite de inmersión).....	110
Anexo L. Análisis Químico del suelo del Parque Itchimbía. Quito- Pichincha, 2008.	111

RESUMEN

Dada la importancia de los microorganismos del suelo en los procesos biogeoquímicos se los considera como un indicador de calidad del suelo, por lo que el objetivo de esta investigación fue el determinar la calidad microbiológica del suelo y del compost del Parque Itchimbía en su proceso de recuperación.

En esta investigación se hizo el estudio de las poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos totales, también las poblaciones de los grupos funcionales como los organismos celulolíticos, fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo, además de la presencia de Bacilos Gram negativos y *Pseudomonas*, con el fin de evaluar la calidad del suelo y el compost del Parque. Las poblaciones fueron aisladas desde el suelo y de las composteras a una profundidad de 20cm. Se realizó el conteo por el número de unidades formadoras de colonia (UFC) por gramo de suelo, a través de la metodología de la dilución serial (10^1 ... 10^{10}), y las siembras fueron en medios selectivos y diferenciales.

Los resultados mostraron que el suelo está recuperando su calidad microbiológica, porque estuvieron dentro de los rangos 10^3 - 10^8 UFC/ g de suelo, que reporta la literatura para suelos sanos y fértiles. Se encontró un mayor número de bacterias totales en el suelo, en cambio las poblaciones de hongos totales, de los organismos celulolíticos, solubilizadores de fósforo, *Pseudomonas* y Bacilos Gram negativos se mantuvieron en cantidades similares y en menor proporción se encontraron los actinomicetos y los organismos fijadores de nitrógeno.

Los resultados encontrados en el compost, muestran que las bacterias, hongos y actinomicetos totales se encuentran dentro de los límites tolerados para un compost de calidad (USDA). Las poblaciones de *Pseudomonas* y Bacilos Gram negativos son los de mayor presencia en el compost, en cambio organismos celulolíticos, fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo fueron los de menor proporción en el compost del Parque Itchimbía.

ABSTRACT

Given the importance of soil microorganisms in biogeochemical processes, they considered as indicators of soil quality, so the objective of this research was to determine the microbiological quality of soil and compost of the Park Itchimbia recovery process

In this research it was study of bacteria, fungi and actinomycetes total populations and functional groups such as cellulolytic, fixing nitrogen and phosphorus solubilized, in addition to the presence of Gram negative and *Pseudomonas*. Microorganisms were isolated from soil and compost to 20cm depth. The experiment consist of counting the number of colony forming units (CFU) per gram of soil, through the method of serial dilution (10^1 10^{10}), and culture in selective and differential culture media .

The results showed that the soil is recovering its microbiological quality, because the counts were within the ranges (10^3 - 10^8 CFU/g-soil) reported by literature for healthy and fertile soil. We found a greater number of total bacteria in soil. The total populations of fungi, cellulolytic organisms, solubilized phosphorus organisms, *Pseudomonas* and Gram negatives bacilli were found in similar amounts and a lesser proportion were actinomycetes and nitrogen fixer organisms.

The results found in compost showed that bacteria, fungi and actinomycetes total counts are within the permissible limits for compost quality (USDA). The populations of *Pseudomonas* and Gram-negative bacilli are the most common in the compost; however cellulolytic organism, fixing nitrogen organism and solubilized phosphorus organism were smaller.