

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE**

Tema:

---

**“TRANSFORMACIÓN DE LOS LODOS GENERADOS EN EL  
CAMAL MUNICIPAL EN COMPOST PARA USO EN EL  
CULTIVO DE VICIA (*Vicia sativa*)”**

---

Trabajo de Titulación

Previo a la obtención del Grado Académico de Magister en  
Agroecología y Ambiente

**Autora:** Dra. Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade

**Director:** Ing. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Mg

Ambato – Ecuador

2014

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El Tribunal de Defensa del trabajo de titulación presidido por Ingeniero José Hernán Zurita Vásquez Magister, Presidente del Tribunal e integrado por los señores: Ingeniera Deysi Alexandra Guevara Freire Magister, Ingeniero Segundo Euclides Curay Quispe Magister e Ingeniero Jorge Ricardo Guerrero López Magister, Miembros del Tribunal de Defensa, designados por el Consejo Académico de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: “Transformación de los lodos generados en el camal Municipal en compost para uso en el cultivo de vicia (Vicia sativa)”, elaborado y presentado por la señora Doctora Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade, para optar por el Grado Académico de Magister en Agroecología y Ambiente. Una vez escuchada la defensa oral del tribunal aprueba y remite el trabajo de titulación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

-----  
Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.  
Presidente del Tribunal de Defensa

-----  
Ing. Deysi Alexandra Guevara Freire, Mg.  
Miembro del Tribunal

-----  
Ing. Segundo Euclides Curay Quispe, Mg.  
Miembro del Tribunal

-----  
Ing. Jorge Ricardo Guerrero López, Mg.  
Miembro del Tribunal

## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de titulación con el tema: **“Transformación de los lodos generados en el Camal Municipal en compost para uso en el cultivo de vicia (*Vicia sativa*)”**, le corresponde exclusivamente a: Doctora Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade, Autora bajo la Dirección de Ingeniero Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Magister, Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

-----  
Dra. Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade  
Mg.

Autora

-----  
Ing. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán,

Director

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los Derechos de mi trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

-----  
Dra. Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade  
c.c. 1803457546

## **DEDICATORIA**

Esta tesis es dedicada principalmente a mi hijo, mi amado Fide, el motor de mi vida, la razón de toda mi felicidad y por el que cualquier sacrificio es poco, para ti mi cielo.

También se lo dedico a mis padres, ya que gracias a ellos no podría haber llegado a este punto en mi vida, esta tesis es el fruto a todos los años que han sido mi soporte.

A mi hermana Katty, su esposo William y mis adorados sobrinos Alvarito y María Grazia.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Ingeniero Alberto Gutiérrez, mi reconocimiento como mentalizador de este trabajo investigativo por toda su ayuda, sus consejos, sus ánimos y sobre todo su amistad, sin usted Inge esta tesis no hubiera sido posible.

A la Ingeniera Adela Ortiz, Jefa del Camal Municipal Ambato, por su invaluable ayuda y la apertura que me dio para la realización de esta investigación.

Al Ingeniero Julio Benítez ex Decano FIAG que en momentos de duda me alentó para que continúe con mis estudios.

Al Ingeniero Hernán Zurita Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por todas las concesiones que hizo para poder desarrollar mi trabajo.

Al Ingeniero Luciano Valle por su ayuda y apoyo.

Al Dr. Roberto Almeida, Dr. Armando Cruz, Dra. Alejandra Barrionuevo, Dr. Gerardo Kelly, Ing. Curay, Ing. Nelly Cherres, Ing. Marcelo Naranjo que de una manera u otra me ayudaron para salir adelante. A todos los empleados y trabajadores agrícolas sin ellos nunca podría haber terminado la dura fase de campo. Gracias Leo, don Gabriel, don maduro, don gato, don Antonio, Huguito, don Elías, Walteriño, Don Onofre, a todos sin excepción.

No me olvido de Wilmita, Dr. Cazanova, Dr. Vélez, don Pinto y Ginita ya que nunca faltó una palabra de aliento suya.

A mis queridos alumnos y amigos Milli, Gaby, Ely, Daniel León, Pato Martínez, Henry, Bravo, los puchos, chavo y a todos los demás!!!

Gracias a todos nunca podré pagarles, este trabajo es suyo!!!!

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Página de título o portada.....	i
Página de aprobación por el Tutor.....	ii
Página de autoría de la Tesis.....	iii
Página de aprobación del Tribunal de Grado .....	iv
Página de dedicatoria .....	v
Página de agradecimiento.....	vi
Índice general de Contenidos.....	vii
Índice de Tablas .....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Anexos.....	xiv
Resumen Ejecutivo.....	xvi
Summary.....	xvii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	2
EL PROBLEMA.....	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.2.1. Contextualización.....	2
1.2.1.1. Contextualización Macro.....	2
1.2.1.2. Contextualización meso .....	3
1.2.1.3. Contextualización micro.....	6
1.2.2. Análisis crítico.....	7
1.2.3. Prognosis.....	9
1.2.4. Formulación del problema.....	10
1.2.5. Interrogantes (subproblemas).....	10
1.2.6. Delimitación del Objeto de investigación .....	11
1.2.6.1. Delimitación espacial.....	11
1.2.6.2. Delimitación Temporal.....	12
1.3. Justificación.....	12
1.4. Objetivos.....	13
1.4.1. General.....	13
1.4.2. Específicos.....	13
CAPÍTULO 2.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Antecedentes investigativo.....	14
2.2. Fundamentación filosófica.....	17
2.3. Fundamentación legal.....	18
2.4. Categorías fundamentales.....	27

2.4.1. Las 5 R y la reducción de los residuos.....	27
2.4.2. La materia orgánica en la naturaleza.....	28
2.4.3. El compost.....	31
2.4.3.1. Los nutrientes y el compost.....	33
2.4.3.1.1. Materia orgánica total.....	33
2.4.3.1.2. Nitrógeno.....	34
2.4.3.1.3. Fósforo.....	36
2.4.3.1.4. Potasio.....	36
2.4.3.1.5. El ph.....	37
2.4.3.1.6. Los Microorganismos y la temperatura.....	38
2.4.3.2. Fases del compostaje.....	39
2.4.4. Generalidades de la <i>Trichoderma harzianum</i> .....	45
2.4.4.1. Propiedades físicas determinadas.....	46
2.4.4.2. Características de formulación.....	46
2.4.5. Generalidades de <i>Vicia sativa</i> .....	46
2.5. Hipótesis.....	48
2.6. Señalamiento de variables.....	48
2.6.1 Para compost.....	48
2.6.2 Para dosis.....	48
CAPÍTULO 3.....	49
METODOLOGÍA.....	49
3.1 Modalidad básica de la investigación.....	49
3.2. Nivel o tipo de investigación.....	49
3.3. Población y muestra.....	49
3.4 Operacionalización de variables.....	50
3.4.1. Fase de compostaje.....	50
3.4.1.1. Variable independiente: Dosis de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	50
3.4.1.2. Variable dependiente: Composición física, química biológica.....	51
3.4.2. Fase de producción de vicia.....	51
3.4.2.1. Variable Independiente: Dosis de compost.....	51
3.4.2.2. Variable Dependiente: Producción de vicia.....	52
3.5. Plan de recolección de información.....	52
3.5.1. Fase de compostaje.....	52
3.5.1.1 Rendimiento del compostaje.....	52
3.5.1.2. Calidad del compostaje.....	53
3.5.2. Fase de producción de <i>Vicia (Vicia sativa)</i> .....	53
3.5.2.1. Factores de estudio.....	53
3.5.2.2. Tratamientos.....	55
3.5.2.3. Diseño experimental.....	55



3.5.2.4. Datos tomados.....	56
CAPÍTULO 4.....	57
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	57
4.1. Fase de compostaje.....	57
4.1.1. Calidad del Compostaje.....	58
4.1.1.1. pH.....	59
4.1.1.2. Porcentaje de Materia Orgánica.....	61
4.1.1.3. Porcentaje de Nitrógeno.....	63
4.1.1.4. Porcentaje de Fósforo.....	65
4.1.1.5. Porcentaje de Potasio.....	66
4.1.1.6. Nematodos.....	68
4.1.1.7. <i>Trichoderma harzianum</i> .....	69
4.1.1.8. Bacterias.....	70
4.1.1.9. Hongos.....	71
4.1.1.10. Análisis Bromatológico y de Digestibilidad de <i>Vicia sativa</i> .....	75
4.2.1. Fase producción de <i>Vicia</i> .....	75
4.2.1.1. Días a la emergencia.....	75
4.2.1.2. Altura de la planta a los 40 días.....	77
4.2.1.3. Días a la floración.....	79
4.2.1.4. Altura de planta a la cosecha.....	80
4.2.1.5. Rendimiento por hectárea de materia verde.....	82
4.2.1.6. Rendimiento por hectárea de materia seca.....	83
4.3. Verificación de hipótesis.....	84
CAPÍTULO 5.....	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
5.1. Conclusiones.....	85
5.2. Recomendaciones.....	86
CAPÍTULO 6.....	88
PROPUESTA.....	88
6.1. Datos Informativos.....	88
6.2. Antecedentes de la propuesta.....	89
6.3. Justificación.....	90
6.4. Objetivos.....	91
6.4.1. General.....	91
6.4.2. Específicos.....	91
6.5. Análisis de factibilidad.....	91
6.5.1. Recursos.....	91
6.5.1.1. Recursos humanos.....	91
6.5.1.2. Materiales e insumos.....	92

6.5.1.3 Físicos e Institucionales.....	92
6.5.1.4. Recursos de escritorio.....	92
6.5.1.5. Transporte y servicios.....	93
6.5.2. Presupuesto requerido.....	93
6.6. Fundamentación.....	93
6.6.1. Fundamentación Legal.....	93
6.7 Metodología, Modelo operativo.....	97
6.7.1 Preparación del compost.....	97
6.7.2. Recomendaciones.....	99
6.7.3. Como saber si algo no está bien con el compost.....	100
6.7.4 Cosecha del compost.....	100
6.8. Administración.....	101
6.9. Previsión de la evaluación.....	102
7. MATERIALES DE REFERENCIA.....	103
ANEXOS.....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización del Camal Municipal De Ambato.....	11
Tabla 2. Infraestructura social del Camal Municipal de Ambato .....	12
Tabla 3. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	21
Tabla 4. Rangos de materia seca, materia orgánica y C/N de residuos orgánicos .....	30
Tabla 5. Biología del compostaje aerobio.....	44
Tabla 6. Operacionalización de variable Independiente.....	50
Tabla 7. Operacionalización de variable Dependiente.....	51
Tabla 8. Operacionalización de variable Independiente.....	51
Tabla 9. Operacionalización de variable Dependiente.....	52
Tabla 10. Tratamientos.....	55
Tabla 11. Pesos de rendimiento del compost.....	57
Tabla 12. Resultados e interpretación del análisis físico y químico del abono orgánico.....	59
Tabla 13. pH Comparativo .....	59
Tabla 14. Porcentaje de materia orgánica.....	61
Tabla 15. Porcentaje comparativo de nitrógeno.....	63
Tabla 16. Porcentaje comparativo de fósforo.....	65
Tabla 17. Porcentaje comparativo de potasio.....	67
Tabla 18. Población de nematodos (número/g de sustrato).....	68
Tabla 19. Población de <i>Trichoderma harzianum</i> (upc/g de sustrato).....	69
Tabla 20. Población de bacterias (ufc/g de sustrato).....	70
Tabla 21. Análisis de los lodos iniciales.....	71
Tabla 22. Población de hongos en el compost.....	72
Tabla 23. Análisis proximal de la <i>Vicia sativa</i> en cultivo.....	75
Tabla 24. Análisis de varianza para variable tiempo de emergencia de vicia sativa .....	76
Tabla 25. Análisis de varianza para variable altura de planta a los 40 días.....	77
Tabla 26. Prueba de significación de Tukey al 5% para dentro del grupo 3 para variable altura de planta a los 40 días.....	78
Tabla 27. Análisis de varianza para variable altura de planta a la cosecha.....	80
Tabla 28. Prueba de significación de Tukey al 5% entre grupos para variable altura de planta a la cosecha.....	81
Tabla 29. Muestreo completo de la descarga del Camal según Unoconmac 2005.....	89
Tabla 30. Recursos humanos.....	91
Tabla 31. Materiales e insumos.....	92
Tabla 32. Recursos físicos e institucionales.....	92
Tabla 33. Recursos de escritorio.....	92
Tabla 34. Transporte y servicios.....	93

Tabla 35. Presupuesto requerido.....	94
Tabla 36. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición general de un residuo orgánico.....	30
Figura.2. Diferentes formas en que se puede encontrar el N en un material orgánico.....	35
Figura 3. Sucesión microbiana y ambiental durante el compostaje.....	39
Figura 4. pH a los 90 días.....	60
Figura 5. Porcentaje materia orgánica a los 90 días.....	62
Figura 6. Porcentaje nitrógeno a los 90 días.....	64
Figura 7. Porcentaje fósforo a los 90 días.....	66
Figura 8. Porcentaje potasio a los 90 días.....	67
Figura 9. Nematodos a los 90 días (número/g de sustrato).....	68
Figura 10. <i>Trichoderma harzianum</i> (upc/g de sustrato) a los 90 días.....	69
Figura 11. Bacterias a los 90 días. (ufc/g de sustrato).....	71
Figura 12. Promedio tiempo de emergencia (días).....	76
Figura 13. Promedio comparativo altura de planta a los 40 días (cm).....	78
Figura 14. Promedio comparativo días a la floración.....	79
Figura 15. Promedio comparativo altura de planta 95 días (cm).....	81
Figura 16. Promedio comparativo rendimiento de materia verde (kg/ha).....	82
Figura 17. Promedio comparativo rendimiento de materia seca (kg/ha).....	84
Figura 18. Diseño de composteras.....	99

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cuadro comparativo de rendimiento del compostaje.....	107
Anexo 2. Resultados e interpretación del análisis físico y químico del abono orgánico.....	107
Anexo 3. Análisis de los lodos iniciales.....	108
Anexo 4. Determinación de hongos y bacterias de los abonos.....	108
Anexo 5. Análisis proximal y digestibilidad de vicia en cultivo compostaje testigo.....	111
Anexo 6. Análisis proximal y digestibilidad de vicia en cultivo compostaje 1..	111
Anexo 7. Análisis proximal y digestibilidad de vicia en cultivo compostaje 2.....	112
Anexo 8. Datos tabulados tiempo de emergencia.....	112
Anexo 9. Datos tabulados altura de planta 40 días.....	113
Anexo 10. Datos tabulados días a la floración.....	113
Anexo 11. Análisis de varianza para variable días a la floración.....	113
Anexo 12. Datos tabulados altura de planta 95 días (cosecha).....	114
Anexo 13. Datos tabulados rendimiento materia verde.....	114
Anexo 14. Análisis de varianza para variable rendimiento por hectárea de materia verde.....	114
Anexo 15. Datos tabulados rendimiento materia seca.....	115
Anexo 16. Análisis de varianza para variable rendimiento por hectárea de materia seca.....	115
Anexo 17. Análisis físico químico de abonos orgánicos.....	116
Anexo 18. Análisis físico químico de abonos orgánicos.....	117
Anexo 19. Determinación de población de <i>Trichoderma</i> .....	118
Anexo 20. Determinación de hongos y bacterias.....	119
Anexo 21. Determinación de población de <i>Trichoderma</i> .....	121
Anexo 22. Determinación de hongos y bacterias.....	122
Anexo 23. Análisis proximal y de digestibilidad.....	124
Anexo 24. Análisis proximal y de digestibilidad.....	125
Anexo 25. Análisis proximal y de digestibilidad.....	126
Anexo 26. Piscinas de sedimentación de residuos sólidos.....	127
Anexo 27.- Piscinas de sedimentación de residuos sólidos.....	127
Anexo 28. Elaboración de camas para el compostaje.....	128
Anexo 29. Medición de camas.....	128
Anexo 30. Inoculación de <i>Trichoderma harzianum</i> .....	129
Anexo 31. Inoculación de <i>Trichoderma harzianum</i> (2).....	130
Anexo 31. Camas composteras.....	131
Anexo 32. Compostaje 15 días.....	131

Anexo 33. Compostaje. 45 días.....	132
Anexo 34. Cosecha de compostaje.....	132
Anexo 35. Elaboración de parcelas.....	133
Anexo 36. Distribución de compostaje en parcelas.....	133
Anexo 37. Incorporación de compostaje en el suelo.....	134
Anexo 38. Riego.....	134
Anexo 39. Siembra.....	135
Anexo 40. Siembra.....	135
Anexo 41. Días de emergencia.....	136
Anexo 42. Parcelas.....	137

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DIRECCIÓN DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

**Tema:** “TRANSFORMACIÓN DE LOS LODOS GENERADOS EN EL CAMAL MUNICIPAL EN COMPOST PARA USO EN EL CULTIVO DE VICIA (*Vicia sativa*)”

Autora: Dra. Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade

Director: Ing. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Mg.

Fecha: 12 de febrero del 2014

### RESUMEN EJECUTIVO

El propósito de este trabajo de investigación es la elaboración de un compostaje en base a los lodos generados por el Camal Frigorífico Ambato, inoculando *Trichoderma harzianum* se evaluó si el uso de este hongo provee de un abono de mejor calidad, que a más de ser amigable con el medio ambiente ayudará a darle un uso a los desechos que son producidos por esta institución evitando la contaminación en los ríos aledaños.

Se realizaron análisis físico y químico del abono orgánico y adicionalmente análisis para determinación de hongos y bacterias en cada uno. Según los análisis se llegaron a la conclusión que la inoculación de este hongo no produce ningún cambio en el proceso de compostaje.

**Descriptor:** Compostaje, contaminación, incorporación Inoculación, lodos de Camal, maduración, materia orgánica, mesófila, transformación, termófila, *Trichoderma harzianum*.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
DIRECCIÓN DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

**Theme: "TRANSFORMATION OF THE SLUDGE GENERATED IN  
CAMAL MUNICIPAL ON COMPOST FOR USE IN THE  
CULTIVATION OF VICIA (*Vicia sativa*)"**

Author: Dra. Gabriela Mercedes Ordóñez Andrade

Director: Alberto Christopher Gutierrez Alban, Mg.

Date: February 12th, 2014

### SUMMARY

The purpose of this research work is the development of a composting on the basis of the sludge generated by the slaughterhouse Refrigerator Ambato, by inoculating *Trichoderma harzianum* assessed whether the use of this fungus provides a compost of better quality, more of that to be friendly with the environment will help to give you a use waste that are produced by this institution by preventing pollution in the rivers nearby.

There were physical and chemical analyzes of organic fertilizer and additionally analysis for determination of fungi and bacteria in each one. According to the analysis concluded that the inoculation of this fungus produces no change in the composting process.

Descriptors: composting sludge Slaughterhouse inoculation, incorporation, maturation, mesofila, organic matter, pollution, termofila, transformation, *Trichoderma harzianum*.

## INTRODUCCIÓN

El mal manejo de los desechos orgánicos producidos en el Camal del Cantón Ambato, es un gran problema para los habitantes de una de las ciudades más importantes del país, originando malos olores y potenciales focos de contaminación de enfermedades en gran parte por no tener un correcto sistema de recolección de desechos conjugado con la falta de un tratamiento para sus aguas.

Los lodos que se generan en la actividad de faenamiento que corresponden a un promedio diario de 250 m<sup>3</sup> de desechos orgánicos del Camal Municipal Ambato, sí se puede utilizar como compostaje ser utilizado en la producción de forrajes, dando en cultivos forrajeros.

La incorporación del *Trichoderma harzianum* no refleja una mejora en el proceso del compostaje, debido a su actividad fúngica, sin la obtención de calidad, esto permite indicar que los lodos producido en un Camal pueden ser compostados sin necesidad de este hongo de acuerdo a los resultados obtenidos con el C3 que no fue inoculado con *Trichoderma harzianum*.

La producción de compostaje de estos lodos en el Camal Municipal Ambato y de otros centros de faenamiento contribuye a la disminución de la contaminación ambiental en este caso del Río Culapachán. Debido a que no llegan materiales orgánicos en putrefacción.

Al no tener bases de comparación sobre el uso de lodos producidos en un camal para su utilización en compostaje los resultados obtenidos salen de los parámetros normales y establecidos por varios autores, la investigación deja varias interrogantes inconclusas por lo cual se deberían profundizar los estudios expuestos en esta tesis.

# CAPÍTULO 1

## EL PROBLEMA

### 1.1. Tema.

“Transformación de los lodos generados en el Camal Municipal en compost para uso en el cultivo de vicia (*Vicia sativa*)”

### 1.2. Planteamiento del Problema.

El problema en estudio es la contaminación que se produce por los lodos orgánicos generados por los residuos del proceso de faenamiento en el Camal Municipal Ambato, los mismos que pueden ser utilizados en la elaboración de abonos con la acción de microorganismos, como *Trichoderma harzianum*.

#### 1.2.1. Contextualización.

##### 1.2.1.1. Contextualización Macro.

Buenas tareas.com (2012) dice que, a pesar de que América Latina está en condiciones de cumplir con los Objetivos de Desarrollo del Milenio de la ONU en relación a cobertura de agua y saneamiento, la calidad de los servicios es muy deficiente, y la región se encuentra muy atrasada en el tratamiento de las aguas residuales. 85 millones de personas carecen de conexiones de agua en sus hogares y 115 millones no cuentan con servicios de saneamiento. Muchos de aquellos que tienen acceso al agua sólo la reciben por pocas horas al día.

El tratamiento y reciclaje de aguas residuales domésticas constituyen un reto y a la vez una oportunidad en América Latina. Un reto porque alrededor del 80% de las aguas residuales son dispuestas sin tratamiento en el ambiente o usadas para fines agrícolas, lo que constituye un problema sanitario de envergadura en muchas localidades.

Según informe del International Development Research Centre en Ottawa, Canadá solamente el 5% de las viviendas en Latinoamérica y el Caribe están conectados a sistemas de tratamiento de aguas negras. La gran mayoría de estos sistemas de tratamiento solamente emplean deposición primaria para eliminar los sólidos suspendidos. Hoy día aunque existen muchos métodos para el tratamiento de las aguas residuales, desafortunadamente muchos son desconocidos o mal operados. Cuando un sistema séptico no funciona adecuadamente puede causar efectos adversos en el medioambiente y a la salud.

#### **1.2.1.2. Contextualización meso.**

Falla, L (2006), explica que, en el Ecuador existen sectores pecuarios con un alto potencial para generar alimentos animales a partir de sus desechos de producción y/o procesamiento: el sector avícola, industria cárnica y la industria láctea.

De otra parte, se observa con preocupación que la industria cárnica se ha convertido en uno de los principales contaminantes del ambiente, como resultado de la descarga indiscriminada de sus efluentes sobre las corrientes naturales de agua. Lo anteriormente dicho, ha podido ser evidenciado, por organismos internacionales como la FAO, en misiones de diagnóstico de la problemática del subsector cárnico, realizadas en varios países de América latina.

Los residuos y desechos provenientes de los camales y mataderos del país no se han desarrollado tecnológicamente a gran escala, por lo que varios de estos se convierten en una fuente de contaminación para el medio ambiente, siendo estas clasificadas dentro de las empresas que presentan altos índices de contaminación, derivado especialmente este fenómeno, por una mala utilización de residuos y desechos tanto sólidos como líquidos, que en estos lugares se generan.

Para Falla L (2006), en el Ecuador ni en América Latina, no existe una cultura definida sobre el proceso del contenido ruminal ni de los residuos sólidos producidos en camales. Por lo general este desecho es retirado de los mataderos para darle un uso agrícola o en su defecto es vertido a las fuentes de agua sin ningún proceso. Como en el caso de la sangre, el contenido ruminal puede ser procesado solo, o en combinación con otros desechos de matadero.

El contenido ruminal, por los elevados volúmenes producidos en los centros de matanza y por sus características físico-químicas, es una de las mayores fuentes de contaminación ambiental.

De un animal sacrificado se pueden obtener entre 25 a 35 kg de contenido ruminal. Este valor está en proporción directa a la cuarentena del animal, o sea, el tiempo transcurrido entre su última comida y el momento del sacrificio.

El mayor inconveniente que presenta este desecho para su proceso es su alto grado de humedad (95%), al momento de la recolección. Este hecho hace que deban utilizar sistemas adecuados de recolección en las salas de procesos de las vísceras blancas y una efectiva forma de transporte, desde estas, hasta la planta de procesos

Según la ley de la república del Ecuador en el artículo 52 a cerca de la calidad de agua dice que: “Quienes utilicen el agua en cualquiera de los destinos previstos en esta ley y ocasionen contaminación/o la saquen de su cauce, deberán tratarla antes de descargarla y devolverla a su cauce original. La autoridad competente no permitirá la descarga de agua que no haya sido previamente tratada”.

En nuestro país esta ley no se aplica por lo que es necesario darle algún tipo de solución, que proteja al ambiente y también que produzcan beneficios para incentivar su tratamiento.

Según la Organización Panamericana de la Salud (2002), sugiere que en diferentes ocasiones, se ha intentado dar solución al problema de los residuos sólidos en el país. Durante los años setenta, el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), adscrito al Ministerio de Salud Pública, tenía la responsabilidad del sector de agua potable y saneamiento, dentro del cual se incluía la gestión de residuos sólidos. El IEOS realizó estudios en todas las capitales provinciales del país, a partir de un acuerdo multinacional signado en Chile en 1974.

Así mismo, durante los años 80, el IEOS trabajó en la implementación de dichos estudios con la colaboración de los municipios. Entre 1989 y 1990, el IEOS realizó la primera encuesta sobre cantidad y calidad de los residuos sólidos, cuyos resultados fueron publicados posteriormente por la Fundación Natura.

En los años 90, esta institución trabajó en la expedición normativa del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo referente a recurso suelo, publicado en el Registro Oficial No. 989, del 30 de julio de 1992 y del Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos, publicado en el Registro Oficial No. 991, del 3 de agosto de 1992. Posteriormente, el IEOS dejó de existir nominalmente, pero su personal técnico y todas sus funciones se trasladaron a la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Desarrollo Urbano y de Vivienda (MIDUVI).

En lo que a residuos sólidos se refiere, más del 50% de la población urbana no tiene acceso directo a servicios de recolección formales y eficientes, mientras que en el área rural prácticamente no existe este servicio. Así mismo, sólo el 30% de la basura generada se dispone en buenas condiciones, por lo que el 70% restante se arroja en cuerpos de agua, quebradas, terrenos baldíos y basureros clandestinos.

En ese sentido, la región de la Sierra presenta una cobertura de servicio del 54% mayor a las otras regiones, tanto en el ámbito urbano como en el rural. Así mismo, en la última década, la cobertura de los servicios para el manejo de los residuos sólidos en el ámbito urbano, se incrementó un 30% en la región de la

Costa; mientras que en la Sierra, el incremento fue apenas del 3%; y del 16,6% en la región Amazónica y un decremento notable en la región Insular.

No existe información relacionada con la composición del presupuesto del sector de residuos sólidos a nivel nacional, toda vez que cada municipio maneja independientemente su propio presupuesto. Generalmente el presupuesto asignado a los servicios de aseo se halla inmerso dentro de partidas presupuestarias que imposibilitan definir el real costo de los mismos.

El servicio en su gran mayoría está a cargo de las municipalidades, en las que normalmente existe una excesiva cantidad de personal para la prestación del servicio, pero un gran déficit en infraestructura. En la actualidad, no existe una política institucional a nivel nacional para la recolección, transporte, re-uso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos; por lo que cada una de las instituciones públicas y ministerios relacionados con el tema aplican criterios y estrategias distintas para atender situaciones comunes.

### **1.2.1.3. Contextualización micro.**

En la provincia el río recorre grandes extensiones por lo que se hace necesario el tratamiento de descontaminación de manera urgente o por lo menos buscar una solución a este problema de manera amigable con el ambiente. En el mes de marzo del 2009, la Asamblea Provincial de Tungurahua prioriza fomentar la Agricultura Agroecológica, siendo necesario para tal fin, desarrollar una estrategia de confianza y seguridad para el consumidor y mecanismos de verificación de aplicación de técnicas agroecológicas para la producción agrícola, habiendo establecido normativas y organismos de certificación agroecológica con vigencia en Tungurahua.

En el cauce del río Culapachán son descargadas las aguas servidas no solo del camal Municipal Ambato, sino también de todo el Parque Industrial por lo que se han propuesto una serie de proyectos para el tratamiento de aguas. Por tal

motivo la administración del camal se ha tenido que negarse debido a que el tratamiento es demasiado costoso por la cantidad de contaminantes no solo orgánicos sino de metales y tóxicos que son desechados al río Culapachán por las industrias.

El camal descarga como promedio diario unos 250 m<sup>3</sup> de desechos orgánicos a la quebrada, que es relativamente muy poco para la cantidad de tóxicos que descargan las industrias del parque y las cuales son colectadas a dos y medio kilómetros aguas abajo.

La Asamblea Provincial de Tungurahua, en el mes de marzo del 2009, prioriza fomentar la Agricultura Agroecológica, siendo necesario para tal fin, desarrollar una estrategia de confianza y seguridad para el consumidor y mecanismos de verificación de aplicación de técnicas agroecológicas para la producción agrícola, habiendo establecido normativas y organismos de certificación agroecológica con vigencia en Tungurahua.

### **1.2.2. Análisis crítico.**

UNOCONMAC CIA. LTDA (2005), menciona en su estudio de impacto ambiental desarrollado en el Camal Municipal de Ambato, que los lodos son una mezcla de agua y materias sólidas que se separa de los diferentes tratamientos de las aguas residuales del camal. Por no haber un tratamiento establecido prácticamente los lodos son el residuo que deja al pasar el agua por las tuberías, lastimosamente estos lodos son eliminados a presión por las mismas tuberías. Los problemas que plantea su generación son: elevada producción, bajo contenido de materias sólidas, composición variable, presencia de materias fermentables y presencia de sustancias tóxicas. Sus características dependen del origen y el tiempo transcurrido desde su producción, siendo la principal problemática el tapizar la vegetación de las riveras con residuos sólidos gruesos, producción de acumulación de sólidos en suspensión sedimentales en el fondo y orillas del cauce, tales como arena y



materia orgánica en el sitio donde se produce el vertido disminuye bruscamente el oxígeno disuelto modificando el ecosistema de forma irreversible, si el vertido supera ciertos límites, lo cual ocurre debido al O<sub>2</sub> consumido en la descomposición de la materia orgánica y compuestos amoniacales del agua residual; estos se transforman en malos olores por agotamiento del oxígeno disuelto en el cauce que no es capaz de recuperarse y se introducen numerosos microorganismos al cauce los que elevan el número de patógenos. Aumenta la eutrofización al aportar grandes cantidades de fósforo y nitrógeno.

Actualmente el camal no dispone de una planta de tratamiento, de aguas servidas, dejando los lodos en las piscinas que hacen las veces de un tratamiento de sedimentación, para reposar los lixiviados que dan mal olor y un desagradable aspecto al camal, sin contar con la contaminación permanente que producen al río.

Según la Organización Panamericana de la Salud (2002) dice que, La definición de los aspectos críticos clave permite caracterizar al sector en cuanto a sus carencias y debilidades, para que de manera más objetiva y clara se pueda establecer el conjunto de políticas, estrategias y actividades, que permitan orientar y fortalecer la gestión del manejo de los residuos sólidos en el Ecuador. En ese sentido, se identificaron los siguientes aspectos críticos:

Los aspectos críticos en materia institucional demuestran que existe una baja capacidad de gestión en las municipalidades, sumado a esto la escasa coordinación interinstitucional debido a una insuficiente información sobre el problema de los residuos sólidos descargados en los afluentes

Los aspectos críticos relativos al marco legal y normativo, por el desconocimiento del marco legal y de su aplicación por las municipalidades ya sea porque este marco legal es difuso, incompleto y sin estructura intersectorial o por la carencia de instrumentos normativos de carácter técnico no permiten una aplicación de la ley en puntos clave.

Los aspectos críticos con respecto a economía y finanzas debido a los servicios económicamente insostenibles, con condiciones poco favorables para alentar las inversiones en el sector público sumado a una gestión administrativa- contable, deficiente y con la carencia de esquemas de gestión alternativos no permiten que este tipo de tratamientos sean sostenibles ni sustentables para una empresa pública.

Los aspectos críticos que corresponden a los esquemas técnicos y operacionales al existir:

- Recolección indiscriminada de los distintos tipos de residuos (municipales, peligrosos y especiales)
- Rutas y frecuencias de recolección sin sustento técnico
- Unidades de recolección obsoletas y utilizadas para otras actividades
- Inexistencia de estaciones de transferencia
- Carencia de centros de tratamiento de residuos sólidos peligrosos y hospitalarios
- Disposición final vía botaderos, con prácticas inadecuadas de segregación informal de residuos sólidos
- Recuperación de material reciclable con una alta marginación de minadores y con estructuras de cacicazgo.

No permite que estos residuos tenga una disposición final adecuada.

### **1.2.3. Prognosis.**

El proyecto pretende dar una solución a las descargas de lodos generados por el Camal Municipal que son enviados por la quebrada y descargados en el río Culapachán, con esto se espera que el proyecto a la larga sea adoptado por la administración del camal para aprovechar estos residuos antes de ser descargados en las tuberías, siendo una solución no solo para el ambiente sino en un futuro sea una entrada económica para el camal.

Al no realizar un manejo previo de estos residuos y obteniendo en cuenta que el área de influencia es muy extensa; en las emisiones gaseosas depende la

dirección y velocidad del viento por lo que no es posible definir el área de influencia directa y la unión de las descargas tanto del camal que es el objeto de estudio con las del parque industrial, el tratamiento de los lodos es muy necesario al contaminar no solo los efluentes hídricos sino el componente aéreo.

Razones por las cuales, la presente tesis, va a contribuir con las entidades encargadas del funcionamiento del Camal Municipal Ambato, brindando un panorama amplio sobre la generación de residuos a lo largo del faenamiento de ganado y promoviendo una solución para el manejo, tratamiento y disposición final, que permitirá que se cumpla con la legislación ambiental protegiendo la salud de los habitantes a lo largo de esta subcuenca.

#### **1.2.4. Formulación del problema.**

Hipotético deductivo que a través de un análisis estadístico se va a probar 3 dosis de *Trichoderma harzianum* para la elaboración del compost y ver cuál de ellos genera mejores resultados.

¿*Trichoderma harzianum* se puede utilizar en el tratamiento de lodos producidos en el Camal Municipal de Ambato para la transformación de compost para uso potencial en la producción de pastos?

#### **1.2.5. Interrogantes (subproblemas).**

¿Cuál es el efecto de la inoculación de diferentes dosis de *Trichoderma harzianum* en la elaboración del compostaje a partir de lodos del camal?

¿Cuáles son las características físicas, químicas y biológicas del compost?

¿Se puede mejorar la producción de Vicia (*Vicia sativa*) utilizando compost obtenido a partir de lodos del Camal?

¿Cuál es la calidad nutritiva de la vicia obtenida con la utilización de compost?

### **1.2.6. Delimitación del Objeto de investigación.**

#### **1.2.6.1. Delimitación espacial.**

El lugar donde se va obtener los lodos para la elaboración del compost serán tomados y compostados en el Camal municipal de Ambato situado en:

Provincia: Tungurahua.

Cantón: Ambato.

Parroquia: Izamba.

Sector: Parque Industrial Ambato.

Caracterización del medio Físico:

En la tabla 1, se especifica el lugar donde está localizado el Camal Municipal de Ambato.

**Tabla 1. Localización del Camal Municipal De Ambato**

Región geográfica	Sierra. Provincia de Tungurahua. Cantón Ambato
Coordenadas	UTM: 768648 E - 9868088 N
Altitud	2693 msnm.
Temperatura	Promedio anual de 14.5 °C
Precipitación	Media anual de 453 mm.

La infraestructura de servicios básicos, se presenta en tabla 2.

**Tabla 2. Infraestructura de servicios básicos del Camal Municipal De Ambato**

Abastecimiento de agua	Bombeo desde un pozo y en forma permanente.
Evacuación de aguas servidas	Conducido a un tratamiento antes de su evacuación.
Desechos sólidos	El estiércol es transportado con volquete hasta el relleno Sanitario y los comunes retirados por un recolector.
Electrificación	Red energía eléctrica 220 v.
Transporte público	Servicio Urbano que ingresa al parque
Vialidad y accesos	Vías principales Vías secundarias

### **1.2.6.2. Delimitación temporal.**

La presente investigación se desarrolló desde el 19 de octubre del 2012 y se concluyó el 9 de mayo del 2013.

### **1.3. Justificación.**

El mal manejo de los desechos orgánicos producidos en el Camal del Cantón Ambato, es un gran problema para los habitantes de una de las ciudades más importantes del país, originando malos olores y potenciales focos de contaminación de enfermedades en gran parte por no tener un correcto sistema de recolección de desechos conjugado con la falta de un tratamiento para sus aguas.

Es por esta situación se plantea la necesidad de crear una estrategia de mitigación ambiental con la utilización de los desechos orgánico del camal con la producción compost, que servirán para mejorar los rendimientos en producción de forrajes y plantas ornamentales, tomando en cuenta que serán productos amigables con el ambiente, evitando la fertilización química que ha sido tradicional en estos últimos tiempos. Adicionalmente se propondrán medidas correctivas, técnicas y económicamente viables para mitigar los impactos negativos originados por este lodo, así como conocer y potencializar los impactos positivos de la producción de compost.

El manejo de los residuos sólidos beneficiará no solamente al Camal Municipal con la reutilización de estos desechos sino económicamente será autosustentable, se proveerá de una fuente de trabajo y de todos estos beneficios se obtendrá un abono orgánico que servirá para los mismos jardines y áreas municipales que necesiten de materia orgánica estable y ecológica.

### **1.3. Objetivos.**

#### **1.4.1. General.**

Desarrollar una tecnología para la elaboración de compost a partir de los lodos generados en el proceso de faenamiento del Camal Municipal de Ambato con acción de *Trichoderma harzianum* y su utilización en la producción de pastos.

#### **1.4.2. Específicos.**

- Establecer la dosis adecuada de *Trichoderma harzianum* en el proceso de compostaje a partir de lodos del camal.
- Analizar e interpretar la calidad físico químico y microbiológico del compost a través de análisis de laboratorio certificado.
- Aplicar el compost en la producción de Vicia (*Vicia sativa*).
- Determinar mediante análisis bromatológico y de digestibilidad la calidad nutritiva de Vicia (*Vicia sativa*) para su uso animal.

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1 Antecedentes investigativos.**

La Ilustre Municipalidad de Ambato conjuntamente con la empresa UNICONMAC CIA. LTDA en junio del 2005, realizaron un estudio de impacto ambiental EX - POST faenamiento del Camal Municipal de Ambato dando como resultado que los procesos de faenamiento producen una contaminación permanente en cuanto a deterioro del aire, contaminación del agua y suelo, alteración indirecta de la fauna y flora y contaminación del cuerpo hídrico.

Glynn J., Runnalls O.J.C. (1996) mencionan que, un residuo es definido según el estado físico en que se encuentre. Existen por tanto tres tipos de residuos, desde este punto de vista, sólidos, líquidos y gaseosos. Es importante notar que el alcance real de esta clasificación puede fijarse en términos descriptivos o, como es realizado en la práctica, según la forma de manejo asociado; por ejemplo un tambor con aceite usado y que es considerado residuo, es un líquido, pero su manejo va a ser como un sólido pues es transportado en camiones y no por un sistema de conducción hidráulica.

La utilidad de conocer la composición de los residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo, entre otros.

Es necesario distinguir claramente a que etapa de la gestión de residuos corresponden los valores de composición. Los factores de los que depende la composición de los residuos son relativamente similares a los que definen el nivel de generación de los mismos.

Glynn J., Runnalls O.J.C. (1996) menciona que, una definición abreviada de los residuos peligrosos, elaborada por la Environmental Protection Agency de EUA (U.S. EPA), dice lo siguiente: 9 21 “El término residuos peligrosos significa un desecho sólido o combinación de ellos que, a causa de la cantidad, concentración o características físicas, químicas o infecciosas puede causar o contribuir de manera significativa a un aumento en la mortalidad o un incremento en una enfermedad grave irreversible o reversible que produzca incapacidad; o plantear un peligro presente o potencial considerable para la salud humana o el ambiente; se trata, almacena, transporta, elimina o maneja de alguna otra manera incorrectamente”.

Según Cayetano, F. (2010). En su tesis menciona que, en un estudio del Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), la Corporación de desarrollo Regional de Cotopaxi (CODERECO) y la Consultoría Hidrotecnia del Ecuador (COHIEC), 2002: “se estima en 18 ton/día de escombros y de basura que posiblemente afecten directa o indirectamente a la calidad del agua, de igual manera se estima en 30.000 metros cúbicos diarios de aguas servidas de uso doméstico, que se vierten a los cauces naturales sin tratamiento. El río arrastra basura de botaderos clandestinos, restos de animales muertos y aguas residuales de industrias, hospitales, mecánicas y del alcantarillado”

El riego con aguas no contaminadas, incide fuertemente en el valor comercial final de productos agrícolas, principalmente a nivel internacional, en relación a los productos que se riegan con aguas no contaminadas. La creación e implementación del consejo de cuenca propuesto, permitiría a nivel de mercado que los productores y agricultores obtengan mejores ganancias, ya que el mismo, certificaría la calidad de las aguas de cada área de la cuenca, por medio de una especie de normas o ISO, lo cual permitiría contar con inversiones del estado, pagando un poco mas por tasas de uso de agua, para efectuar el saneamiento ambiental de los efluentes o descargas que se realizan a los Ríos de la cuenca.



Los desechos del faenamiento, así como la sangre son depositados directamente al caudal del río, causando la contaminación de ésta micro-cuenca, lo cual determina las consecuencias negativas en el medio ambiente y por ende en el ecosistema. Así mismo, el estiércol, cuernos, pezuñas, huesos, decomisos (desechos sólidos) son depositados en un botadero improvisado al aire libre. Por esta razón, el efecto en el ambiente se localiza en estos sitios provocando alteraciones en la flora y la fauna, debido a que estos desechos orgánicos producen variaciones mayoritariamente negativas.

Con la reposición de materia orgánica los suelos se enriquecen y se hacen más fértiles traduciéndose en un incremento de la vegetación, causan variaciones en el pH del agua; las grasas son perturbadoras de las aguas corrientes por su lenta degradación, su presencia en el agua es de duración media a larga, la película que forman sobre el agua impiden la oxigenación de esta, lo cual hace que se limite el poder auto depurador del cuerpo hídrico, además estos desechos son considerados tóxicos porque crean peligro de incendio.

La deposición de materia orgánica en sitios inadecuados da lugar a la proliferación de ratas, moscas, aves de carroña, que son emisores y vectores de muchas enfermedades. Finalmente quienes trabajan con los animales en las tareas de matanza, corte, preparación de las vísceras, etc. Corren el riesgo de adquirir enfermedades infecciosas (carbunco, tuberculosis, etc.).

Por todas estas razones amerita realizar un estudio para buscar las mejores alternativas para descontaminar los focos más críticos en mención, o por lo menos reducir la población de microorganismos y elementos contaminantes. Estos aspectos van determinando la generación directa de impactos ambientales provocados por el inadecuado manejo y disposición de los subproductos (rumen, estiércol y sangre), los cuales son en pocas excepciones, enterrados o dirigidos a los sistemas de tratamiento de aguas residuales, ocasionando el colmatado de los mismos y una alta carga contaminante en las aguas residuales generadas durante

las labores productivas, las cuales son vertidas a fuentes hídricas cercanas a estos centros de beneficio.

La industria cárnica requiere elevados volúmenes de agua para llevar a cabo sus procesos productivos, a manera de ejemplo, se puede citar que en los mataderos, la tasa media del volumen de efluentes está alrededor de 8.3 litros por kilogramo de peso vivo de los animales procesados.

## **2.2. Fundamentación filosófica.**

Esta investigación se la realizará con el Modelo o Enfoque Naturalista – Cualitativo.

El objeto de la investigación en este paradigma es la construcción de teorías prácticas, configuradas desde la misma práctica y constituida por reglas, no por leyes. Lo que se busca es interpretar lo que sucede en una situación concreta, en lugar de establecer controles necesitamos observar la interacción entre todos los elementos de la situación elegida tal y como operan en su contexto natural.

Desde el punto de vista epistemológico, se considera que el conocimiento adquirido será producto de la actividad humana, y, por lo tanto, no se descubre, se produce.

La metodología cualitativa se refiere en su más amplio sentido a la investigación que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable.

De esta forma, el holismo resalta la importancia del todo como algo que trasciende a la suma de las partes, destacando la importancia de la interdependencia de éstas. Cabe mencionar que el holos (un término griego que significa “todo” o “entero”) alude a contextos y complejidades que entran en relación, ya que es dinámico.

Para la comprensión holística, el todo y cada una de las partes se encuentran ligadas con interacciones constantes. Por eso cada acontecer está relacionado con otros acontecimientos, que producen entre sí nuevas relaciones y eventos en un proceso que compromete el todo.

La comprensión de los procesos y las situaciones debe tener lugar desde el propio holos, ya que en su dinamismo, surge una nueva sinergia, ocurren nuevas relaciones y se generan nuevos acontecimientos. Por lo tanto, el todo es lo determinante, aun cuando este reconocimiento no impide que se analice cada caso en particular.

### **2.3. Fundamentación legal.**

En cuanto a los aspectos legales, existen leyes que definen claramente las competencias, así como los programas que deben ser ejecutados por Ley. Sin embargo, existen graves vacíos jurídicos, así como contradicciones y conflictos legales que conllevan la necesidad de modificar leyes y realizar una reforma estructural del sector. Dicha reforma debería tomar en cuenta las posibilidades de aprovechar los créditos internacionales, las tendencias hacia la descentralización y hacia la privatización; asimismo, considerar las condiciones que afectan el sector, como son: tipo de estándares o normas técnicas existentes, análisis y caracterización de los residuos sólidos para la ubicación, diseño y operación de estaciones de transferencia, instalaciones de tratamiento, rellenos sanitarios, incluyendo mecanismos de control para monitorear el efectivo cumplimiento de los servicios.

**La Constitución Política del Estado en su artículo 23, capítulo 2, de los derechos civiles**, indica que el Estado garantizará a las personas: “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente. El derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental;

educación, trabajo, empleo, recreación, vivienda, vestido y otros servicios necesarios”.

**En la segunda sección del capítulo 5, Del Medio Ambiente, artículo 86,** se ratifica que el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice el desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.

**El artículo 89,** expresa que el Estado tomará medidas orientadas a la consecución de los siguientes objetivos: “promover en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes”.

**Artículo 72.** “Tratamiento Previo a la Descarga.” Las aguas destinadas para generación de energía eléctrica o aprovechamiento industrial una vez utilizadas, deberán ser descargadas, previo el tratamiento al cual estará obligado el usuario de conformidad los parámetros técnicos que dicte la Autoridad Ambiental, en los términos y parámetros previstos en las normas aplicables.

**La Ley de Gestión Ambiental (publicada en el R.O. No. 245 del 30 de Julio de 1999)** establece normas básicas para la aplicación de políticas ambientales además considera y regula la participación de sectores públicos y privados en temas relacionados al ambiente, establece en su art. 8 que la autoridad ambiental nacional será ejercida por el ministerio del ramo, que actuara como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del estado.

**El artículo 21** establece que los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de

manejo de riesgos, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

**El Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS, 2010);** libro VI de la Calidad Ambiental, en donde se dan las directrices nacionales sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental a través del reglamento denominado Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), define los elementos regulatorios del sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en aspectos de prevención control de contaminación ambiental y promulga las nuevas Normas de Calidad Ambiental.

**Anexo1:** Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.

Para comprender mejor este aspecto, citare a continuación un extracto de este **anexo 1 del libro IV de la Calidad Ambiental del TULAS:** “Norma de descargas de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: agua dulce y agua marina.

Se prohíben todo tipo de descarga en:

- a. Las cabeceras de las fuentes de agua.
- b. Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinará el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Concejo Provincial o Municipio Local.
- c. Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio de Ambiente, CNRH o Concejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas. Las normas guardaran siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno, como se muestra en el cuadro 3.

**Tabla 3. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO
Aceites y gasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3
Demanda bioquímica de oxígeno (5días)	D.B.O5.	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Hierro total	Fe	mg/l	10.0
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	15
Potencial de Hidrógeno	pH		5-9
Sólidos sedimentables		ml/l	1.0
Sólidos Suspendidos totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1600
Temperatura	°C		<35
Tensoactivos	Sustancias activas al Azul de Metileno	mg/l	0.5

Fuente UNICONMAC CIA. LTDA, (2005).

**Ordenanza para la prevención y control de la contaminación ambiental en el cantón Ambato. Art. 9.** Ley Especial de Descentralización del Estado y de Participación Social, define:

- Los municipios controlarán, preservarán y defenderán el medio ambiente, para ello exigirán estudios de impacto ambiental necesarios para ejecución de obra de infraestructura.

-Fortalecer la planificación, ejecución, control y evaluación de proyectos y obras de saneamiento básico.

**Según la ordenanza para la gestión integral de los residuos sólidos en el cantón Ambato inciso de las Aguas residuales no domésticas** dice “Esta prohibido descargar afluentes residuales hacia la vía pública, quebradas o cuerpos de agua así como infiltrados en el suelo”.

**Inciso de Los establecimientos que generen vertidos líquidos no domésticos** dice que “Deberán contar con medidas de control previo a su descarga; canaletas de recolección, sedimentadoras, trampas de grasa u otros sistemas acorde a la cantidad y tipos de contaminantes. Los residuos generados del mantenimiento y limpieza de estos sistemas serán entregados a gestores ambientales autorizados”

**Inciso de los Residuos sólidos y líquidos** dice que El generador del residuo es responsable por el manejo técnico adecuado del mismo hasta su disposición final, por lo que propenderá a minimizar su generación”.

**En la ley de Mataderos, Capítulo II, De los mataderos o camales frigoríficos, Requisitos generales para su funcionamiento, Autorización para la construcción y funcionamiento de los mataderos Art. 11.-** “Los mataderos o camales frigoríficos en funcionamiento, serán evaluados anualmente para certificar su capacidad de beneficio, su condición de higiene sanidad, estado de conservación y funcionamiento, y el impacto ambiental, acción que la ejecutará, una Comisión integrada por los delegados de las unidades administrativas competentes vinculadas directamente con la actividad. Cuyo informe técnico se remitirá a la Comisión Nacional de Mataderos para el trámite correspondiente”.

**La ley de aguas dice: TÍTULO II DE LAS AGUAS CAPÍTULO II, DE LA CONTAMINACIÓN. Art. 22.-** Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua. La denuncia se presentará en la Defensoría del Pueblo.

**Art. 80.-** Sin perjuicio de lo establecido en el artículo anterior, el infractor deberá retirar la obra y volver las cosas a su estado anterior; reponer las defensas naturales o artificiales y pagar el costo de su reposición; en todo caso, será responsable de los daños y perjuicios ocasionados.

**Ley Orgánica de Salud ley 67, registro oficial suplemento 423 de 22 de diciembre del 2006 CAPÍTULO II** De los desechos comunes, infecciosos, especiales y de las radiaciones ionizantes y no ionizantes. **Art. 97.-** La autoridad sanitaria nacional dictará las normas para el manejo de todo tipo de desechos y residuos que afecten la salud humana; normas que serán de cumplimiento obligatorio para las personas naturales y jurídicas.

**Art. 98.-** La autoridad sanitaria nacional, en coordinación con las entidades públicas o privadas, promoverá programas y campañas de información y educación para el manejo de desechos y residuos.

**Art. 100.-** La recolección, transporte, tratamiento y disposición final de desechos es responsabilidad de los municipios que la realizarán de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas que se dicten para el efecto, con observancia de las normas de bioseguridad y control determinadas por la autoridad sanitaria nacional. El Estado entregará los recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

**Art. 103.-** Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga en



el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias.

Los desechos infecciosos, especiales, tóxicos y peligrosos para la salud, deben ser tratados técnicamente previo a su eliminación y el depósito final se realizará en los sitios especiales establecidos para el efecto por los municipios del país.

Para la eliminación de desechos domésticos se cumplirán las disposiciones establecidas para el efecto.

Las autoridades de salud, en coordinación con los municipios, serán responsables de hacer cumplir estas disposiciones.

**Art. 104.-** Todo establecimiento industrial, comercial o de servicios, tiene la obligación de instalar sistemas de tratamiento de aguas contaminadas y de residuos tóxicos que se produzcan por efecto de sus actividades. Las autoridades de salud, en coordinación con los municipios, serán responsables de hacer cumplir esta disposición.

### **Líneas y programas área de conocimiento Agroalimentaria UTA (2014)**

#### **LÍNEA 3: MEDIO AMBIENTE**

##### **Descripción:**

La industria agro-alimentaria es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por sus procesos productivos o por los diferentes productos que salen al mercado. Cada sector en particular genera residuos en diferentes porcentajes de acuerdo con los tipos de productos que fabrican.

La utilización de los fertilizantes y de los plaguicidas, junto con la ganadería intensiva, da lugar a la contaminación de suelos y aguas. El uso frecuente e indiscriminado de plaguicidas provoca graves problemas ambientales. Según estudios realizados en los Estados Unidos, de los 500 millones de kilos de plaguicidas utilizados anualmente, sólo el 1% de los productos llegan a los organismos nocivos (a los que en principio van destinados). El 99% restante se queda en los ecosistemas. Una parte van a parar a la atmósfera por volatilización, otra parte importante al suelo, y otra a los acuíferos. Otro de los efectos de los plaguicidas son los daños que afectan a la fauna del medio, como las abejas, aves insectívoras y a los insectos útiles, que son depredadores de insectos dañinos. Otra parte se queda en los productos agrícolas, siendo consumido directamente por los animales, y el hombre.

El procesamiento de las frutas y vegetales compromete en gran medida las aguas residuales y los residuos sólidos. Las primeras son altas en sólidos suspendidos, azúcares, harinas, agentes de blanqueado, sales e, incluso, residuos de pesticidas.

Los segundos comprenden desechos de los procesos mecánicos de separación y preparación como semillas, hojas, tallos y cáscaras, además de las unidades descartadas (por defectos físicos o biológicos) y en general no se emplean como alimento para animales. En lugar de ello se manejan procesos tradicionales de disposición en rellenos sanitarios o programas de compostaje.

En lácteos, por la gran variedad de productos, se generan igualmente diversos residuos a nivel atmosférico, sólidos y efluentes líquidos. En los primeros se cuentan los gases de calderas y finos resultantes de procesos de producción de leche y suero en polvo. En residuos sólidos, principalmente quedan materiales de empaque, productos vencidos o terminados defectuosos. Es en el agua donde más evidente se hace la contaminación por las grasas, proteínas, sales, sólidos suspendidos y sólidos disueltos. La lactosa es el principal aportante de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y el suero resultante de la elaboración de quesos es un factor crítico, pues puede alcanzar DBO del orden de 40.000 a 50.000 mg/l.

La industria cárnica en su etapa inicial (sacrificio), genera residuos representados en sangre, huesos y vísceras que, además del problema ambiental, son fuente de preocupación sanitaria por su capacidad patogénica a nivel microbiano (*Salmonella spp* y *Shigella spp*). Esta industria tiene un alto potencial para la generación de aguas residuales con DBO de hasta 8.000 mg/l; puede encontrarse presencia de pesticidas e incluso niveles considerables de cloro cuando hay operaciones que involucran curado y salmuera. Los residuos son ricos principalmente en nitrógeno y materia orgánica, y por ello pueden ser aprovechados en líneas de subproductos.

A nivel de producto, el ciclo de vida del mismo involucra componentes que se relacionan íntimamente con los planes de producción más limpia. Uno de los más críticos es el de los materiales de empaque, el empleo de plásticos para envases, tapas, envolturas y otros, representa un reto para la industria desde el punto de vista medioambiental.

### **Objetivos:**

1. Propiciar un marco adecuado que permita orientar las actividades agropecuarias, forestales e industriales hacia formas de explotación compatibles con la conservación y uso racional y sostenible de los recursos naturales y la protección del ambiente en general.
2. Establecer los mecanismos necesarios para el mantenimiento del equilibrio ecológico, permitiendo la conservación de los recursos, la preservación de la diversidad genética y el aprovechamiento racional de las especies y los recursos naturales renovables y no renovables.
3. Implantar la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), para la ejecución de proyectos públicos o privados potencialmente contaminantes o degradantes.

4. Promover la participación de los ciudadanos en las actividades relacionadas con la protección, conservación, restauración y manejo adecuado del ambiente y de los recursos naturales.
5. Fomentar la educación e investigación ambiental para formar una conciencia ecológica en la población.

**Programas prioritarios a desarrollar en la línea de investigación:**

- Contaminación ambiental
- Biotecnología ambiental

**2.4. Categorías fundamentales.**

**2.4.1. Las 5 R y la reducción de los residuos.**

Fundación TERRA (1996), dice que la gestión de los residuos es el conjunto de actividades que comprende la recogida, el transporte, el almacenamiento, la valorización, la deposición de desecho y la comercialización de los residuos. Esta gestión la realiza la administración pública competente. Pero los residuos también pueden evitarse y así abaratar los costos de esta gestión tanto desde un punto de vista económico como ambiental. Los ciudadanos, como consumidores, trabajadores, comerciantes, industriales, etc., son los responsables primeros de la producción masiva de basura. Para reducir los residuos hace falta un cambio en los comportamientos personales de los ciudadanos que podemos resumir en 5 R: reducir, reutilizar, reciclar, retornar, reparar.

Lo primero que hay que incentivar es la minimización. La práctica de **Reducir** el volumen de materiales utilizados evitará una posterior acumulación innecesaria.

**Reutilizar** se aplica a productos a los que, una vez utilizados, podemos dar otros usos.

**Reciclar** es dar valor para que las materias primas del objeto desechado se puedan volver a utilizar en la fabricación de nuevos productos, ya sea el mismo producto o uno diferente.

**Retornar** es una actividad básica para que las primeras 3 R sean posibles. Sin el gesto de retornar un objeto a su punto de inicio o a un intermediario que posibilite su reutilización o reciclaje, la reducción de los residuos no es posible.

**Reparar** puede requerir sustituir alguna pieza, pero evita residuos. Por otro lado, reparar se aplicaría a la restauración, que consiste en alargar la vida útil de los objetos al máximo, de modo que se evita su disposición en la basura.

Soliva M. menciona que, (cantidad y calidad) por su relación con la mejora de la fertilidad de los suelos el reciclado de nutrientes y la conservación del entorno, evitando la contaminación de suelos, aguas y cultivos por exceso de nutrientes, microorganismos patógenos, metales pesados o contaminantes orgánicos. Los residuos orgánicos (RO) no siempre pueden ser aplicados directamente al suelo necesitando de un tratamiento de transformación/estabilización que mejore los efectos de su uso además de facilitar su almacenamiento, transporte y aplicación. Se les puede aplicar un tratamiento biológico como el compostaje con el objetivo de disminuir el peso, el volumen y la fermentabilidad. Además, los higieniza y los transforma en un recurso con ventajas ambientales, económicas y sociales.

#### **2.4.2. La materia orgánica en la naturaleza.**

Fundación TERRA (1996), explica que la materia en la naturaleza se halla en tres formas químicas: elementos, compuestos (dos o tres elementos) y mezclas de elementos con compuestos. En la tierra existen 109 elementos químicos, pero sólo 92 son de origen natural. Cada uno de ellos tiene una estructura interna y unas propiedades únicas que las distinguen de los demás. Son como las letras del abecedario con las que podemos generar una gran variedad de materiales.

No obstante, dentro de esta riqueza hay cinco elementos básicos para la vida, que la tierra contiene en abundancia: el hidrógeno (H), el carbono (C), el oxígeno (O), el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Pese a su complejidad, el mundo vivo reposa sobre unas bases químicas sencillas que, sin embargo, en detalle se expresa también incorporando otros elementos en pequeñas proporciones (oligoelementos) pero esenciales para muchos procesos vitales. La gran capacidad de la naturaleza ha sido dotarse de un poderoso mecanismo que recicla constantemente la materia viva a través del proceso de descomposición y mineralización.

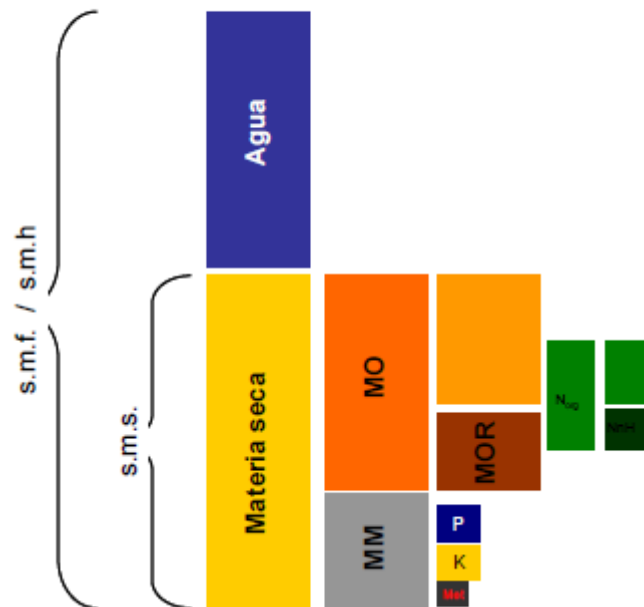
Soliva M. Señala que el origen, disponibilidad y composición de los RO es muy variado, dependiente del área geográfica en la que se generen, y de su actividad económica (Felipó y Soliva, 2003; Dupuis, 2008; López-Cepero, J. 2010). Debe conocerse el origen y tener idea de su composición para gestionarlos correctamente y complementar sus características al ser utilizados.

Algunos serán capaces de aportar con cierta facilidad fitonutrientes por su descomposición relativamente rápida y, en cambio otros, al contener MO más estabilizada, actuarán como enmienda orgánica y liberaran a largo plazo los nutrientes (fundamentalmente el N). A partir de las características de los RO disponibles deben valorarse los cambios, ventajas y posibles problemas que puede presentar su compostaje y el manejo y uso más adecuado que se les puede dar.

Deben conocerse bien los efectos de aplicar, directamente o después de compostar, residuos de cosechas, residuos ganaderos o los procedentes de industrias agroalimentarias, según su composición y degradabilidad. Las diferencias en su comportamiento se ponen de manifiesto tanto al ser aplicados como al compostarlos. Debe desestimarse la idea de que cualquier residuo y en particular los ganaderos tienen la misma función dentro de la conservación del suelo y en la fertilización. Igualmente no debe presuponerse que el compostaje es intrínsecamente bueno, ya que mal planteado e insuficientemente controlado puede crear problemas importantes; tampoco debe considerarse que todos los

compost presentan las mismas características y que generan los mismos efectos al ser aplicados.

### Cualquier RO tiene:



**Figura 1. Composición general de un residuo orgánico.** MM materia mineral, MOR materia orgánica más resistente a la descomposición; Nnh nitrógeno orgánico no hidrolizable. Dibujo de Oscar Huerta (ESAB)

**Tabla 4. Rangos de materia seca, materia orgánica y C/N de residuos orgánicos**

Residuo	% H	%MOT sms	C/N
Conejo	50-72	70-85	11-20
Oveja	50-75	77-87	13-17
Aves	20-35	66-80	9-11
Vacuno	80-90	50-70	15-30
Fracción sólida purin de vacuno	70-80	70-85	12-18
Purin de cerdo	92-97	68-75	3-5
FO de residuos municipales (recogida selectiva)	66-86	69-90	13-19
FO de residuos municipales (separados mecánicamente en planta)	36-60	59-78	12-37
Lodos	5-87	35-80	3-11

En la figura 1 se esquematiza la composición general de un RO y en la tabla 1 se da información sobre residuos para poner de manifiesto las diferencias en su composición y por tanto en su comportamiento. Aunque el contenido en MOT

puede parecer semejante, para los distintos materiales no es así cuando se expresa sobre materia seca y tener en cuenta los distintos contenidos en humedad; a su vez, los valores de la C/N informan de que materiales van a liberar rápidamente el N (C/N bajas) y cuales no. No se debe olvidar que los valores de la C/N también deben tenerse en cuenta en la preparación de mezclas para compostar ya que mezclas con C/N bajas favorecen la pérdida de N durante el proceso.

### **2.4.3. El compost.**

Fundación TERRA (1996), manifiesta que el término compost deriva del Latín *Compositus* y su significado sería “poner juntos”, el compost es un proceso biológico termófilo aerobio mediante el cual la materia orgánica contenida en los lodos se descompone y estabiliza con emisión de calor, dióxido de carbono y agua, dando como resultado un producto final, compost, más seco y estable, higienizado y útil como enmienda orgánica del suelo. El compostaje se define como un sistema de tratamiento/estabilización de los residuos orgánicos basado en una actividad microbiológica compleja, realizada en condiciones controladas (presencia asegurada de oxígeno-aerobiosis y con alguna fase de alta temperatura) en la que se obtiene un producto utilizable como abono, enmienda o sustrato. En condiciones naturales se puede descomponer la materia orgánica y en determinadas condiciones se puede compostar; la diferencia principal es que el compostaje se asume como un proceso artificial, como una biotecnología por el hecho de corresponder a una explotación industrial del potencial de los microorganismos. Y como una ecotecnología, ya que permite el retorno al suelo de la materia orgánica y de los nutrientes vegetales, introduciéndola de nuevo en los ciclos biológicos.

Cuando se plantea un tratamiento de residuos basado en el compostaje, sea en condiciones industriales o no, se ha de procurar:

- Favorecer al máximo las condiciones adecuadas al desarrollo de los microorganismos;
- Siempre que sea posible, conservar los nutrientes de la materia orgánica que



contienen los residuos.

- Evitar problemas ambientales y molestias.

La Agencia de Protección Ambiental EUA (1997) y [www.infoago.com](http://www.infoago.com) (2000), dicen que los beneficios del compostaje son variados como por ejemplo:

- Enriquece el suelo mejorando las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macro nutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.
- Previene la contaminación.
- Ahorra dinero.
- Lucha contra la contaminación.
- Restaura el paisaje.
- Destruye los patógenos.

Soliva M. (2010) dice que, hay que conocer, entender e interpretar los cambios que se producen a lo largo del compostaje para poder hacer un buen seguimiento y control.

El compostaje comporta cambios (la mayoría positivos) que deben ser tenidos en cuenta en el balance de costes (ambientales y económicos) y en el uso del compost. A lo largo de un proceso bien controlado, disminuyen el peso, el volumen y la posible problemática de los RO; se reduce el tamaño de las partículas, diferenciándose cada vez menos los componentes.

Disminuyen los contenidos en humedad y MO total incrementado la MO resistente así como el contenido en nutrientes. El pH y el contenido en sales se incrementan a lo largo del proceso y no debe olvidarse que los contenidos en micronutrientes y metales pesados sufren también un incremento relativo al reducirse el contenido en MO. El aumento de la temperatura que tiene lugar en la fase termófila, junto con los antagonismos microbianos, higieniza el material, reduce al máximo el contenido en semillas de malas hierbas y puede descomponer restos de contaminantes orgánicos

#### **2.4.3.1. Los nutrientes en el compost.**

##### **2.4.3.1.1. Materia orgánica total.**

Zucconi y Bertoldi, (1987) describen que, a lo largo del compostaje el contenido en materia orgánica total (MOT) debe ir disminuyendo en más o menos proporción, en función del desarrollo del proceso pero también del tipo de material orgánico y de su degradabilidad. Aunque algunos autores y la experiencia indican que el contenido en MOT puede informar del avance del proceso, incluso de la madurez del compost, siempre debe valorar se con precaución porque depende mucho del punto de partida. No se puede valorar de manera absoluta sino relativa.

El compost u otros materiales orgánicos con pretensión de ser aplicados al suelo deben presentar contenidos destacables de materia orgánica (se aconseja superiores a 40% sms) pero paralelamente un elevado porcentaje de ésta debe ser resistente a la descomposición biológica.

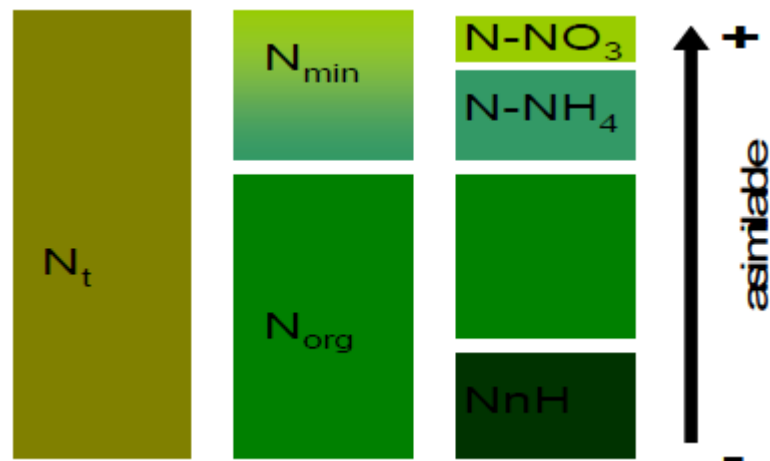
La materia orgánica total se determina por una gravimetría indirecta en la que se mide la pérdida de peso causada por la combustión. Si el contenido en materia orgánica se quiere expresar como carbono se divide por 2 en el caso de residuos orgánicos y compost (Zucconi y Bertoldi, 1987). El contenido en materia orgánica de un compost es importante encaso de aplicación en el suelo ya que: 1) incidirá,

de forma global, sobre todas las propiedades del suelo (físicas, químicas y biológicas); y 2) favorecerá, al mismo tiempo, los ciclos geoquímicos. En caso de ser utilizado como substrato, la MO influirá así mismo sobre sus propiedades físicas. Sin embargo, a pesar de la trascendencia de los niveles de MO, es indispensable conocer además su estabilidad.

#### **2.4.3.1.2. Nitrógeno.**

Soliva M. (2010) menciona que, la determinación del contenido en nitrógeno de un material orgánico, y de las otras diferentes formas químicas en que se presenta el N tiene una especial importancia en la caracterización del compost; está relacionado con el origen del material, con el tratamiento recibido y con su posible uso. Según el origen puede contener más o menos nitrógeno y estar en forma orgánica o mineral.

Según el tratamiento recibido, el nitrógeno puede transformarse en formas más lábiles o más estables e incluso puede haberse perdido. En el compostaje de materiales orgánicos se pretende estabilizar la materia orgánica a la vez que conservar al máximo el nitrógeno inicial, por lo que hay que asegurar una mezcla inicial equilibrada (en biopolímeros y en la proporción C/N). A lo largo del proceso de compostaje se deben evitar las pérdidas de N ya que su contenido es importante en la valoración y uso del compost y su pérdida puede generar problemas ambientales importantes.



**Figura.2. Diferentes formas en que se puede encontrar el N en un material orgánico**

Fuente: Soliva M. (2010)

Existe la posibilidad de determinarlo sobre muestra húmeda o seca, con lo que la información que facilita es distinta. Determinado sobre muestra húmeda indica, a la vez, el contenido en nitrógeno en forma orgánica y nitrógeno en forma amoniacal; determinado sobre muestra materia seca informa mayoritariamente sobre el contenido en nitrógeno orgánico. Es un parámetro que se valora mucho al aplicar el compost, desde dos puntos de vista: el económico, ya que es un nutriente que es caro para el agricultor y también energéticamente hablando y, desde el punto de vista ambiental ya que su aplicación sin control puede provocar problemas de contaminación. Es discutible si es un parámetro al que se le deba exigir un contenido mínimo ya que depende del tipo de materiales que se composten; pero si se están compostando materiales ricos en nitrógeno deberá controlarse a lo largo del proceso porque su pérdida indica un mal manejo del compostaje.

Compostadores dice que, el **Nitrógeno (N)**: fomenta el crecimiento de la parte aérea de los vegetales (hojas, tallos). Es, en parte, responsable del color verde de las plantas y confiere resistencia a las plagas. Su proporción en el compost varía en función del grado de madurez, de manera que el compost fresco es pobre en nitrógeno, mientras que la concentración crece a medida que el compost madura.

De media, la proporción oscila entre el 1 y el 2 % en el compost de 5 ó 6 meses de maduración. La forma química mayoritaria de absorción de nitrógeno por parte de las plantas son los nitratos, que abundan en el compost maduro. En el fresco, el nitrógeno predominante es en forma de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), menos tolerable o absorbible por la mayoría de vegetales. En el caso de las leguminosas, silvestres o de cultivo, hay que considerar que pueden asimilar el nitrógeno molecular ( $\text{N}_2$ ), ya que son capaces de captarlo directamente de la atmósfera. Obviamente, la mayoría de fertilizantes de síntesis contienen altas proporciones de nitrógeno en forma de nitratos.

#### **2.4.3.1.3. Fósforo (P)**

Zucconi y Bertoldi, (1987) dicen que, es muy importante en la maduración de flores, semillas y frutos. Interviene en la formación y desarrollo de las raíces y tiene un papel importante en la resistencia a la sequía. Su proporción en el compost es entre el 0,8 y el 2,5 %, mayoritariamente en forma de óxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), y varía en función del tipo de restos de las cuales proviene el compost. Las plantas lo absorben en forma de fosfatos. Se puede enriquecer el suelo o el compost con fósforo si se añade gallinaza, cenizas, huesos molidos o roca fosfatada. Cabe aclarar, sin embargo, que el vermicompost, sin necesidad de enriquecerlo con fósforo, aporta las cantidades suficientes de este elemento para equilibrar los suelos que son deficitarios. Los abonos sintéticos también aportan fósforo al terreno en forma de fosfatos.

#### **2.4.3.1.4. Potasio (K)**

Zucconi y Bertoldi, (1987) mencionan que, es decisivo en el desarrollo de toda la planta, posibilita que las raíces y los tallos sean fuertes y las semillas, los frutos y las hojas, grandes. Proporciona resistencia a las plagas y enfermedades, colabora en la circulación de los otros nutrientes alrededor de la planta y regula las funciones vegetales. En el compost se encuentra en una proporción de entre el 1 y el 1,5 %, en forma mayoritaria de óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ). Se absorbe en forma

elemental o combinada (cloruro, fosfato, nitrato, etc.). El compost se puede enriquecer en potasio con cenizas, estiércol u hojas de banana. Como en el caso del fósforo, el vermicompost obtenido con restos de cocina aporta el potasio suficiente para corregir los suelos deficitarios en este nutriente. Los fertilizantes químicos suelen contener potasio en forma de sales (nitratos, cloruros, fosfatos, etc).

#### **2.4.3.1.5. El pH.**

Álvarez J. (1997). Menciona que, el pH de la masa durante el proceso de maduración también sufre una variación similar en casi todos los sustratos. El descenso inicial en el pH (Fase I) coincide con el paso de la fase mesofílica a la fase termofílica. Esta fase se denomina acidogénica. Se da una gran producción de CO<sub>2</sub> y liberación de ácidos orgánicos. El descenso de pH favorece el crecimiento de hongos (cuyo crecimiento se da en el intervalo de pH 5,5-8) y el ataque a lignina y celulosa. Durante la fase termofílica se pasa a una liberación de amoníaco como consecuencia de la degradación de aminas procedentes de proteínas y bases nitrogenadas y una liberación de bases incluidas en la materia orgánica, resultado de estos procesos se da una subida en el pH y retoman su actividad las bacterias a pH 6-7,5 (Fase de alcalinización). Tras este incremento del pH se da una liberación de nitrógeno por el mecanismo anteriormente citado y que es aprovechado por los microorganismos para su crecimiento, dando paso a la siguiente fase de maduración. Finalmente se da una fase estacionaria de pH próximo a la neutralidad en la que se estabiliza la materia orgánica y se dan reacciones lentas de policondensación.

La conductividad eléctrica sigue una evolución similar a la del pH. En los primeros días se da un descenso como consecuencia del crecimiento microbiano que consume parte de las sales presentes y, posteriormente, se recupera el valor de CE como consecuencia de la liberación de sales al degradar las poblaciones microbianas los componentes de la masa en maduración.

#### **2.4.3.1.6. Los Microorganismos y la temperatura.**

Álvarez. J. (1997). Expresa que, se ha mencionado que la humedad y la relación C/N son dos parámetros que deben ser controlados desde el inicio del proceso para asegurar que se desarrolle el mismo con normalidad. Convendrá pues analizarlos al principio y al final de la actividad ya sea en un laboratorio propio o externo. El contenido en humedad de la masa a transformar determina el tipo, cantidad y eficacia de los microorganismos. La humedad en el compost se debe mantener entre el 50 y el 70 %. La medición de la temperatura de los montones en compostaje se puede llevar a cabo con un termómetro digital situado en el extremo de una lanza de 1 a 1,5 m. de longitud que permita obtener sus valores en diferentes lugares y profundidades de las pilas o montones de forma rápida y eficaz Algunos modelos comerciales acompañan a estos termómetros dispositivos para la medición de la humedad. Es conveniente llevar al día un registro donde se guarden los valores obtenidos de las mediciones de forma a poder visualizar la evolución en el tiempo de la temperatura. De esta forma se pueden observar las subidas y bajadas de la misma e incorporar los volteos en los momentos precisos. Estos se sitúan al inicio de la bajada de la temperatura tras haberse logrado los máximos durante la fase termófila (sin sobrepasarlos 65° C). Se puede lograr de este modo alargar los periodos de temperatura elevada asegurando así la optimización del proceso de compostaje y una buena higienización del producto final obtenido. Este hecho viene obligado por la normativa en el caso que se hayan incorporado estiércoles en la mezcla inicial. Al trabajar con ellos se está obligado a controlar que los patógenos existentes en los mismos hayan desaparecido al finalizar el proceso. Los requerimientos para que se produzca la inhibición de los patógenos y de las semillas de malas hierbas son dispares y variados. En estos momentos se carece en la UE de referencias explícitas al respecto en la normativa en vigor. Para la EPA (Environmental Protection Agency en EEUU) un período de cuatro días con temperatura mayor o igual a 40 °C y un período de al menos cinco horas con temperatura superior a 55° C se consideran suficientes. En el ámbito científico se puede citar a Gotass, que en ensayos realizados con lodos de depuradoras, determinó que son necesarias temperaturas

de 66°C durante 15–20 minutos para destruir a los microorganismos patógenos más resistentes que pudiera haber (*Mycobacterium tuberculosis*).

“Conforme suben las temperaturas en el proceso de compostaje, generalmente se van destruyendo los patógenos hasta alcanzar su límite térmico letal (Tabla 2). Los virus mueren en 25 minutos a 70° C. Existe una relación entre la temperatura y el tiempo para que se presente la muerte del patógeno. Una temperatura elevada durante un corto periodo de tiempo 22 puede ser tan efectiva como una temperatura baja durante mucho tiempo”. (Álvarez J. 1997).

### 2.4.3.2. Fases del compostaje.

Las diferentes etapas del proceso de compostaje, como se puede observar en la Figura 3, y se pueden clasificar en 5.

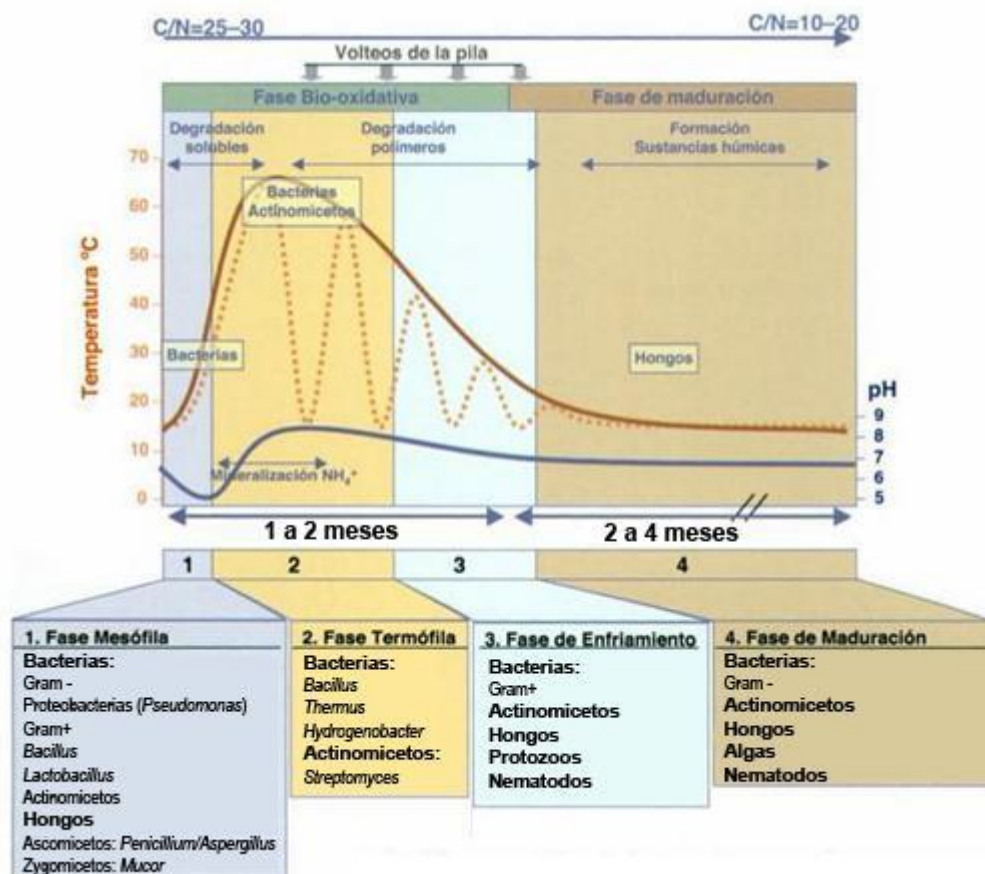


Figura 3. Sucesión microbiana y ambiental durante el compostaje (Moreno J., 2008).



- **Etapa de latencia:** Etapa presente en todo proceso biológico en donde los microorganismos comienzan a adaptarse al medio. Esta se prolonga hasta que se constatan cambios de temperatura, lo que puede suceder entre 24-72 horas. Esta etapa puede disminuir si se realiza un previo inóculo con suelo fértil, el cual puede mezclarse con los desechos a compostar en una razón de 0,5 kg/m<sup>2</sup> sobre residuos extendidos en capas no superiores a los 20 cm.

Soliva M. (2010) dice que, la Etapa de latencia es la etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan incrementos de temperatura, con respecto a la temperatura del material inicial. Esta etapa, es notoria cuando el material ingresa fresco al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida. La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de numerosos factores.

Si son correctos: el balance C/N, el pH y la concentración parcial de Oxígeno, entonces la temperatura ambiente y fundamentalmente la carga de biomasa microbiana que contiene el material, son los dos factores que definen la duración de esta etapa. Con temperatura ambiente entre los 10 y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 horas.

**Etapa mesófila 1 (10-40°C):** Esta etapa dura hasta que la temperatura alcanza los 40°C. Existen procesos de nitrificación, además de los otros compuestos producidos durante la respiración aeróbica. El aumento de la temperatura es producida por la actividad metabólica, como la falta de disipación del calor. Se realiza la degradación de las celulosas y ligninas por bacterias y hongos (*Aspergillus* y *Mucor*). La duración de esta etapa depende de los materiales que se están degradando.

Soliva M. (2010) menciona que la etapa mesotérmica 1 (10-40°C): en esta etapa, se destacan las fermentaciones facultativas de la microflora mesófila, en concomitancia con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica). Mientras se mantienen las condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios

estrictos), de importancia por su capacidad de producir antibióticos. Se dan también procesos de nitrificación y oxidación de compuestos reducidos de Azufre, Fósforo, etc. La participación de hongos se da al inicio de esta etapa y al final del proceso, en áreas muy específicas de los camellones de compostaje. La etapa mesotérmica es particularmente sensible al binomio óptimo humedad-aireación. La actividad metabólica incrementa paulatinamente la temperatura. La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos. La duración de esta etapa es variable, depende también de numerosos factores.

- **Etapa termófila (40-75°C):** Durante esta etapa los microorganismos mesófilos son sustituidos por termófilos. Esta etapa persiste hasta que el aumento del CO<sub>2</sub> produce condiciones anaeróbicas en las cuales los microorganismos termófilos aerobios no son capaces de subsistir. La alta temperatura a su vez puede disminuir la cantidad de microorganismos nocivos como Enterovirus y Salmonella entre otros, si fuera el caso.

Soliva M. (2010) expresa que, la Etapa termogénica o Termófila (40-75°C): la microflora mesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de Bacilos y Actinomicetos termófilos, entre los que también se establecen relaciones del tipo sintróficas. Normalmente en esta etapa, se eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables. Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de vapor de agua. El CO<sub>2</sub> se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO<sub>2</sub> alcanzada resulta letal para las larvas.

Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos intervinientes, entran en fase de muerte. Como esta etapa es de gran interés para la

higienización Como esta etapa es de gran interés para la higienización del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes.

- **Etapa mesófila 2:** Al disminuir la actividad metabólica de los termófilos, la temperatura de la pila comienza a bajar, por lo que ocurre una segunda etapa mesófila. El conjunto de esta etapa más las tres anteriores tiene una duración aproximada de dos meses, como se puede ver en la Figura 11, sin considerar la maduración.

Soliva M. (2010) dice que, la Etapa mesotérmica 2: con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el descenso de la temperatura. Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o inferiores a los 40°C se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina restante en las parvas.

Esta etapa se la conoce generalmente como etapa de maduración. Su duración depende de numerosos factores. La temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta estable biológicamente y se da por culminado el proceso.

- **Etapa de maduración:** En esta última etapa se degradan los compuestos más resistentes, la temperatura comienza a disminuir hasta equilibrarse con el ambiente. En esta etapa los microorganismos predominantes son los hongos y actinomicetos (actinobacterias o bacterias filamentosas), los cuales colonizan el material desde el entorno circundante, los bordes de la pila, o las esporas que resistieron la etapa termófila, los actinomicetos son conocidos por producir micelios parecidos a los de los hongos además de su participación activa en los procesos de humificación (ocurridos principalmente en la etapa de maduración) (Moreno, 2008).

Las etapas mencionadas, no se cumplen en la totalidad de la masa en compostaje, es necesario, remover las pilas de material en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y re conformaciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descrita se presentan por lo general más de una vez.

Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las poblaciones microbianas se presentan en fase de muerte por agotamiento de nutrientes. Con frecuencia la muerte celular no va acompañada de lisis. La biomasa puede permanecer constante por un cierto período aún cuando la gran mayoría de la población se haya hecho no viable.

Las características descritas, corresponden a un compost en condición de estabilidad. Esta condición se diagnostica a través de diversos parámetros. Algunos de ellos, se pueden determinar en campo (temperatura, color, olor), otras determinaciones se deben realizar en laboratorio.

Silva, J, P. menciona que Durante el compostaje ocurren cambios cualitativos y cuantitativos en la microflora activa. Algunas especies se multiplican rápidamente al inicio cambiando el medio ambiente y luego desaparecen para permitir ser sucedidos por otras poblaciones de microorganismos. Lo anterior es debido a factores selectivos tales como, el contenido de humedad, la disponibilidad de oxígeno, pH, temperatura y la relación C/N (Carbono- Nitrógeno), que determinan la prevalencia y sucesión de la población microbiana.

La Tabla 5 resume la biología y evolución de especies en el proceso de compostaje aerobio.

**Tabla 5.- Biología del compostaje aerobio.**

FASE	Tiempo	Temperatura	1E06 UFC/g	1E06 mesofilos/g	1E06 Termofilos/g	Evolución de Especies
Residuos Frescos	> 1 día	Ambiente	8000	8000	0.1	Insectos, Gusanos y Huevos, Protozoarios, semillas de hierbas, Patógenos, bacterias, Hongos.
Fase Mesofílica	15 horas	20 a 50 °C	5000 a 6000	5000	0.2	Eclosión huevos, larvas Huída de insectos, bacterias y hongos mesofílicos
Primera Fase Termofílica	56 horas	50 a 65 °C	40 a 50	5	45	Destrucción huevos de larvas insectos y tenia. Inicia destrucción patógenos, bacterias y hongos termofilos, antibióticos.
Segunda fase Termofílica	12 días	65 a 75 °C	10 a 5	1	12	Destrucción de Patógenos, Salmonella, Bacilos intestinales, Bacterias termofilas y desaparición de hongos
Fase Termofílica Final	15 días	75 a 45 °C	6 a 10	0.5	8	Destrucción final de patógenos. Bacterias termofilas y Actinomicetes.
Maduración	20 días	45 a 25 °C	10 a 20	15	5	Desaparición de Bacterias termofilas y mesofilas, Antibióticos, libre de patógenos.

Fuente: Silva J. P.

## **Bacterias**

La mayoría de las bacterias en el proceso de compostaje son aerobias, aunque también existen algunas especies facultativas dependiendo de las condiciones del ambiente en que ocurre la biodegradación del sustrato.

Las bacterias en el proceso de compostaje se pueden clasificar de acuerdo al rango de temperatura en el que se desarrollan: mesófilas para temperaturas entre 20 a 40 °C y Termófilas de 40 a 75 °C. Las bacterias son las responsables de la descomposición de proteínas, lípidos y grasas a temperaturas termofílicas, así

como de gran parte de la energía calórica producida que conduce al incremento de temperatura en el material inicial.

## **Hongos**

Los hongos son muy importantes en la descomposición de materia orgánica compleja y de la celulosa que es una de las partes más resistentes de la materia orgánica, la que en algunos materiales representa hasta el 60 % de la masa total.

Los hongos se destruyen a temperaturas superiores a 55 C, aunque algunos permanecen en estado de latencia reactivándose en la etapa de enfriamiento del compost.

Kane y Mullins (1973) aislaron diferentes especies de hongos durante las etapas mesofílica y termofílica de un proceso de compostaje de basuras. De 304 especies totales, 120 eran del género *Mucor*, 97 *Aspergillus*, 78 *Humicola*, 6 *Dactylamices*, 2 *torula* y 1 *Chaetomiun*. Adicionalmente se observó la presencia de hongos en la fase termofílica, a pesar de ello se ha concluido que su crecimiento es limitado y se dificultad aún más si prevalecen condiciones ácidas y anaerobias.

### **2.4.4. Generalidades de la *Trichoderma harzianum*.**

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales, Departamento de Sanidad Vegetal, sección de Fitopatología (2002), dice que la *Trichoderma harzianum* tiene las siguientes características:

- **Nombre común:** Inoculante del suelo.
- **Acción Fitosanitaria:** ejerce una acción fungicida, contra fitopatógenos.
- **Composición Básica:** *Trichoderma harzianum*
- **Composición final:** Sustrato sólido mojable con microorganismos en latencia que más de su acción fungicida recupera el balance del suelo.
- **Ingrediente inerte:** Cascarilla de arroz con arrocillo.

#### 2.4.4.1. Propiedades físicas determinadas:

- **Aspecto:** Sustrato sólido de color verde
- **Solubilidad en agua:** Soluble en agua
- **pH:** 6.5

#### 2.4.4.2. Características de formulación:

- **Uso que se destina:** fungicida, inoculante recuperador de la flora microbiana y balanceador del ecosistema del suelo
- **Dosis:** 1 a 1.5 kg/ha.  
20 g/m<sup>2</sup> en sustrato sólido (semillero)
- **Concentración:** 2.5 x 10<sup>9</sup> u.p.c/g de sustrato  
u.p.c = unidad propagadora de colonia
- **Conservación del producto:** refrigeración a 4°C
- **Procedencia:** Ecuador

#### 2.4.5. Generalidades de *Vicia sativa*.

Benítez (1980), menciona que la *Vicia* es una leguminosa perteneciente a la subfamilia de las Papilionaceas, existen alrededor de 150 especies distribuidas por todo el mundo.

Hanan y Mondragón (2009), expresan que tiene las siguientes generalidades:

- **Nombre botánico:** *Vicia sativa* var. *angustifolia* L., *Vicia sativa* var. *nigra*
- **Otros nombres comunes usados en español:** algarrobilla, janamargo y veza común.
- **Nombres comunes en inglés:** Common vetch, spring vetch, tare, garden vetch.
- **Categorías taxonómicas superiores:** Reino: Plantae; Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares); Superdivisión: Spermatophyta (plantas con

semillas); División: Magnoliophyta (plantas con flor); Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas); Subclase: Rosidae; Orden: Fabales.

- **Hábito y forma de vida:** Planta herbácea, erecta o trepadora, de vida corta, a veces con pelillos.
- **Tamaño:** De 0.3 a 1 m de alto.
- **Tallo:** Grueso, angulado.
- **Hojas:** En la base de las hojas sobre el tallo se presenta un par de hojillas (llamadas estípulas) con el margen lobado y a veces también denticulado, con nectarios a modo de una mancha; las hojas son alternas, compuestas con 6 a 14 hojitas (llamadas folíolos) anchamente oblongas, de hasta 3.5 cm de largo, ápice redondeado y a veces ligeramente dividido, con una prolongación de la vena media, con pelillos en la cara inferior; en la punta de la hoja el raquis termina en un zarcillo simple o ramificado.
- **Inflorescencia:** De 1 a 4 flores grandes y vistosas, sobre cortos pedicelos, saliendo de un mismo punto, ubicadas en las axilas de las hojas.
- **Flores:** Las flores de más de 2 cm de largo; el cáliz es un tubo angostamente campanulado, ligeramente asimétrico en la base, que hacia el ápice se divide en 5 lóbulos tan largos como el tubo o más cortos, algunos de ellos a veces con nectarios a modo de una mancha; la corola de color rosa-púrpura, morado a blancuzco (a veces las alas de un color distinto), 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte, en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí, las alas y por último los dos más internos, también similares entre sí y generalmente fusionados forman la quilla que envuelve a los estambres y al ovario; estambres 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos y 1 generalmente libre; ovario angosto, con 1 estilo largo y delgado, terminado en un estigma pequeño.
- **Frutos y semillas:** Legumbres comprimidas, de hasta 3.5 cm de largo, color castaño opaco y con la superficie algo ondulada. Semillas varias, globosas, negruzcas.
- **Ciclo de vida:** Planta anual.
- **Usos:** Para forraje fresco y para ensilaje.



Benítez (1980), dice que se adaptan a toda clase de suelos: desde los arcillosos hasta los arenosos, teniendo preferencia por los suelos fuertes y ricos.

## **2.5 Hipótesis.**

### **Fase de compostaje:**

Ho: Con la aplicación de *Trichoderma harzianum* en los lodos no se obtendrá un compost de mejor calidad.

H1: Aplicando *Trichoderma harzianum* en los lodos se obtendrá un compost de mejor calidad.

### **Fase de campo:**

Ho: Con la utilización del compostaje con *Trichoderma harzianum* en dosis de 40.000 kg/ hectárea no se obtendrán mayores rendimientos en el cultivo de *Vicia sativa*.

H1: Aplicando compost sin *Trichoderma harzianum* con dosis de 40.000 kg/hectárea se obtendrán mayores rendimientos en el cultivo de *Vicia sativa*.

## **2.6. Señalamiento de variables.**

### **2.6.1 Para compost**

Dosis de *Trichoderma harzianum* en la obtención del compost.

### **2.6.2 Para dosis**

Cantidad de compost por Hectárea.

## CAPÍTULO 3

### METODOLOGÍA.

#### 3.1 Modalidad básica de la investigación.

La modalidad de la investigación fue cuali-cuantitativa pues se manejaron las variables cuantitativas las cuales fueron cuantificadas. Por ser un trabajo experimental se manipuló variables independientes como las dosis de *Trichoderma harzianum* inoculadas en los lodos generados por el Camal Municipal Ambato, para observar los efectos en las respectivas variables dependientes relacionadas con el compost y posteriormente con las variables correspondientes con la producción de vicia.

Todo el proceso se realizó a nivel de campo y los resultados fueron sustentados con información bibliográfica específica

#### 3.2. Nivel o tipo de investigación.

La investigación fue explicativa y de aplicación práctica fue usada para resolver un problema evidente como es el tratamiento de los lodos con *Trichoderma harzianum* para desarrollar un método de compostaje, y contribuir al desarrollo de sistemas productivos alternativos

#### 3.3. Población y muestra.

Por tratarse de un trabajo experimental no se aplicó técnicas de muestreo, sin embargo a continuación se detallan algunos aspectos relacionados con las cantidades de materiales.

Tomando en cuenta lo que señala el (GRUPO TERRA) en cuanto al rendimiento de compost, que es una relación de 6 a 1, para obtener un total de 768 kg (1 689,6 lb). Se compostó un total de 4.608 kg (10.137,6 lb) de lodos, posteriormente esta cantidad se dividió en 3 camas de 1.536 kg (3.379,2 lb) cada una, las dos primeras camas recibieron un tratamiento con *Trichoderma harzianum* C1 (20g/m<sup>2</sup>) y C2 (30g/m<sup>2</sup>) y la tercera cama C3 sirvió de testigo sin la inoculación del hongo.

Al finalizar la fase de compostaje, esta cantidad de compost a su vez se distribuyó en 9 parcelas con tres repeticiones y se sembró 1.404 semillas de Vicia, dos por sitio.

### 3.4 Operacionalización de variables.

#### 3.4.1 Fase de compostaje:

##### 3.4.1.1. Variable independiente: Dosis de *Trichoderma harzianum*

**Tabla 6. Operacionalización de variable independiente.**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	ÍNDICE
Son diferentes cantidades de <i>Trichoderma harzianum</i> aplicadas en diferentes cantidades en los lodos, producto de los desechos del faenamiento del Camal Municipal de Ambato.	Lodos  <i>Trichoderma harzianum</i>	Cantidades  Dosis	1536 kg/cama  20g/m <sup>2</sup> 30gr/m <sup>2</sup>

**3.4.1.2. Variable dependiente:** Composición física, química biológica.

**Tabla 7. Operacionalización de variable dependiente.**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	ÍNDICE
Son las características físicas, químicas y biológicas del compost obtenido a través de la utilización de <i>Trichoderma harzianum</i> en lodos producidos en el Camal de Ambato	Composición	Física	Color Olor Textura
		Química	N % P% K% Mo% PH
	Rendimiento	Biológico	Población microbiana Bacterias Hongos Nematodos <b>Trichoderma harzianum</b> Kg

**3.4.2. Fase de producción de vicia.**

**3.4.2.1. Variable independiente: dosis de compost.**

**Tabla 8. Operacionalización de variable independiente.**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	INDICE
Cantidad de compost utilizado para la producción de pastos	Compost	Dosis	20000 kg/ha
	Vicia	Semillas	1404 semillas

### 3.4.2.2. Variable dependiente: producción de vicia

**Tabla 9. Operacionalización de variable dependiente.**

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	INDICE
Son características de la vicia como producto de la aplicación de los diferentes dosis de compost	Producción	Días a la emergencia	Días
		Altura de planta	cm
		Días a la floración	Días
		Días cosecha	Días
		Rendimiento	Materia seca (kg)
		Calidad	Materia verde (kg)
		bromatológica	Proteína bruta (%)
		Y digestibilidad	Digestibilidad (%)

### 3.5. Plan de recolección de información.

#### 3.5.1. Fase de compostaje

##### 3.5.1.1. Rendimiento del compostaje

La fase de compostaje se la realizó en el Camal Municipal de Ambato, por medio de carretillas y palas transportamos la materia prima a un lugar con cierta inclinación para permitir que exista una buena lixiviación evitando que esta se pudra por el exceso de humedad, de un total de 4608 kg (10137,6 lb) se dividió el lodo en 3 camas de 1536 kg (3379,2lb) cada una, las dos primeras camas recibieron un tratamiento con *Trichoderma harzianum* C1 (20g/m<sup>2</sup>) y C2 (30g/m<sup>2</sup>) y la tercera cama sirvió de testigo sin la inoculación del hongo.

Semanalmente se realizó un proceso de remoción y aireación para controlar la humedad y que el proceso sea uniforme.

Finalmente al comprobar que las características del compostaje estén estabilizadas, se procedió a la cosecha y la respectiva toma de muestras.

El rendimiento del compostaje se evaluó con relación al peso inicial y el peso final en Kg, además se determinó el tiempo de obtención del compost en días.

### **3.5.1.2. Calidad de compostaje**

Para determinar la calidad de compostaje, se obtuvo una muestra de cada una de las composteras, en una funda ziplock se recolectó tres muestras en diferentes profundidades hasta obtener una muestra equivalente a un kg, este procedimiento se realizó en cada una de las composteras.

Desde el punto de vista químico se consideró a los nutrientes indicadores que contiene el compost elaborado, en base al análisis de laboratorio se obtuvo los datos de porcentaje de NPK, pH y materia orgánica.

De esta misma muestra se realizaron los análisis Microbiológico y se determinó la población de *Trichoderma harzianum*, bacterias, hongos y nematodos.

Con esto se busca el tipo de compostaje que tenga mejores características y que desarrolle de mejor manera en el cultivo de vicia.

### **3.5.2 Fase de producción de Vicia (*Vicia sativa*)**

#### **3.5.2.1. Factores de estudio.**

Se estudiaron los factores tipos de Compost, producto de la inoculación de dos dosis de compost se identifica con la letra C, el otro factor, corresponde a las dosis de compost elaborados con anterioridad, identificados con la letra

Utilizando las siglas:

**C = Tipo de compostaje**

C1 = Compostaje que proviene de la inoculación de  $20\text{g/m}^2$  *Trichoderma harzianum*.

C2 = Compostaje que proviene de la inoculación de  $30\text{g/m}^2$  *Trichoderma harzianum*.

C3 = Compostaje sin *Trichoderma harzianum*.

**D = Dosis:**

D1 = Dosis de compostaje  $20.000\text{ kg/ha}$

D2 = Dosis de compostaje  $40.000\text{ kg/ha}$

D3 = Dosis de compostaje  $60.000\text{ kg/ha}$

### 3.5.2.2. Tratamientos.

Los tratamientos utilizados en la presente investigación se presentan en la tabla 10.

**Tabla 10. Tratamientos.**

NÚMERO	SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
1	C1D1	Compostaje que proviene de la inoculación de 20g/m <sup>2</sup> <i>Trichoderma harzianum</i> + 20.000 kg/ha de compost.
2	C1D2	Compostaje que proviene de la inoculación de 20g/m <sup>2</sup> <i>Trichoderma harzianum</i> + 40.000 kg/ha de compost
3	C1D3	Compostaje que proviene de la inoculación de 20g/m <sup>2</sup> <i>Trichoderma harzianum</i> + 60.000 kg/ha de compost
4	C2D1	Compostaje que proviene de la inoculación de 30g/m <sup>2</sup> <i>Trichoderma harzianum</i> + 20.000 kg/ha de compost.
5	C2D2	Compostaje que proviene de la inoculación de 30g/m <sup>2</sup> <i>Trichoderma harzianum</i> + 40.000 kg/ha de compost.
6	C2D3	Compostaje que proviene de la inoculación de 30g/m <sup>2</sup> <i>Trichoderma harzianum</i> + 60.000 kg/ha de compost.
7	C3D1	Compostaje sin <i>Trichoderma harzianum</i> + 20.000 kg/ha de compost
8	C3D2	Compostaje sin <i>Trichoderma harzianum</i> + 40.000 kg/ha de compost
9	C3D3	Compostaje sin <i>Trichoderma harzianum</i> + 60.000 kg/ha de compost

Para la aplicación en las parcelas experimentales (8m<sup>2</sup>) se utilizó: Dosis 1 - 16 kg de compostaje, Dosis 2 - 32 kg de compostaje y Dosis 3 - 48 kg de compostaje.

### 3.5.2.3. Diseño experimental.

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con 9 tratamientos y 3 repeticiones, se realizó el análisis de varianza y un análisis comparativo, los datos se procesaron utilizando el programa INFOSTAT



#### **3.5.2.4. Datos tomados.**

A nivel vegetativo se evaluaron las siguientes variables: Días a la emergencia, altura de la planta (cm) a los 40 días después de la siembra y al momento de la cosecha, días a la floración, días a la cosecha, materia seca (Kg) y materia verde (Kg).

La calidad del forraje se midió en base a los resultados del análisis bromatológico y de digestibilidad de la Vicia. Las pruebas correspondientes se realizaron en El laboratorio de Bromatología y Nutrición de la Facultad de Ciencias Pecuarias de La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Fase de Compostaje.

Para la fase de compostaje, el cálculo de análisis de varianza se utilizaron los datos de las variables: peso inicial y peso final para obtener el rendimiento del compost, el tiempo para la obtención del compost, y la calidad del mismo a través de la toma de muestras para el análisis en el laboratorio de suelos de la Escuela Politécnica del Chimborazo ESPOCH.

En la fase de campo se probó los compostajes para obtener los mejores resultados en la producción de vicia mediante las variables: tiempo de emergencia, altura a los 45 días y a la cosecha (45 días), el rendimiento de materia verde y seca y para la calidad del forraje mediante el análisis bromatológico, y de digestibilidad.

**Tabla 11. Pesos de rendimiento del compost.**

TRATAMIENTOS	INICIAL	FINAL
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	1536 kg	713 kg
C2(30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	1536 kg	631 kg
C3 (Testigo). (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	1536 kg	279 kg

Fuente: Dra. Gabriela Ordóñez. (2012)

En la tabla 11, el tratamiento C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>), es el de mayor rendimiento con el 46.42%, seguido del tratamiento C2 (30g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) con un valor de 41.08% y en tercer lugar el C3 (Testigo) (0 g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) con 18.16%.

Estos resultados indican que al incorporarse un hongo al material (lodos), se provocan cambios que deben tenerse en cuenta a lo largo de un proceso bien controlado de compostaje, en el cual disminuye el peso y volumen por la pérdida de agua del material y la reducción del tamaño de las partículas del material utilizado.

Con respecto al parámetro de tiempo de compostaje la fase de maduración es de 90 días, todos por igual, no existiendo diferencia entre los inoculados con *Trichoderma harzianum* con las diferentes dosis y el testigo, al tener a un buen proceso de compostaje solo dependió del clima y la técnica aplicada de remoción, aireación, temperatura y control de humedad.

#### **4.1.1. Calidad del Compostaje.**

En la tabla 12, se presentan los resultados de laboratorio de las muestras al inicio en los lodos, 45 días y a los 90 en el compost, se detallan a continuación cada uno de los parámetros teniendo en cuenta que las siglas N: es neutro, S: suficiente, L. Ac: ligeramente alcalino; A: alto, M: medio y B: bajo.

**Tabla 12. Resultados e interpretación del análisis físico y químico del abono orgánico.**

IDENTIFICACIÓN	ELEMENTOS TOTALES %	Inicial	(45 días)	(90 días)
LODOS INICIALES	Potencial Hidrógeno	5.1 Ac.		
	Materia orgánica	60.00		
	Nitrógeno	1.76		
	Fósforo	0.41		
	Potasio	0.22		
C1 ( 20 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	Potencial Hidrógeno		6.4 L. Ac.	6.8 N.
	Materia orgánica		35.0	57.5 A.
	Nitrógeno		1.64	2.1
	Fósforo		0.89	1.45
	Potasio		0.71	1.95
C2 ( 30 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	Potencial Hidrógeno		6.5 N.	6.1 L. Ac.
	Materia orgánica		31.5	52.0 A.
	Nitrógeno		1.60	1.75
	Fósforo		0.99	1.20
	Potasio		0.98	1.1
C3 (TESTIGO) ( 0 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	Potencial Hidrógeno		4.4 Ac.	6.3 L. Ac.
	Materia orgánica		34.0	61.5 A.
	Nitrógeno		1.85	1.95
	Fósforo		0.53	0.74
	Potasio		0.33	0.59

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

#### 4.1.1.1. pH.

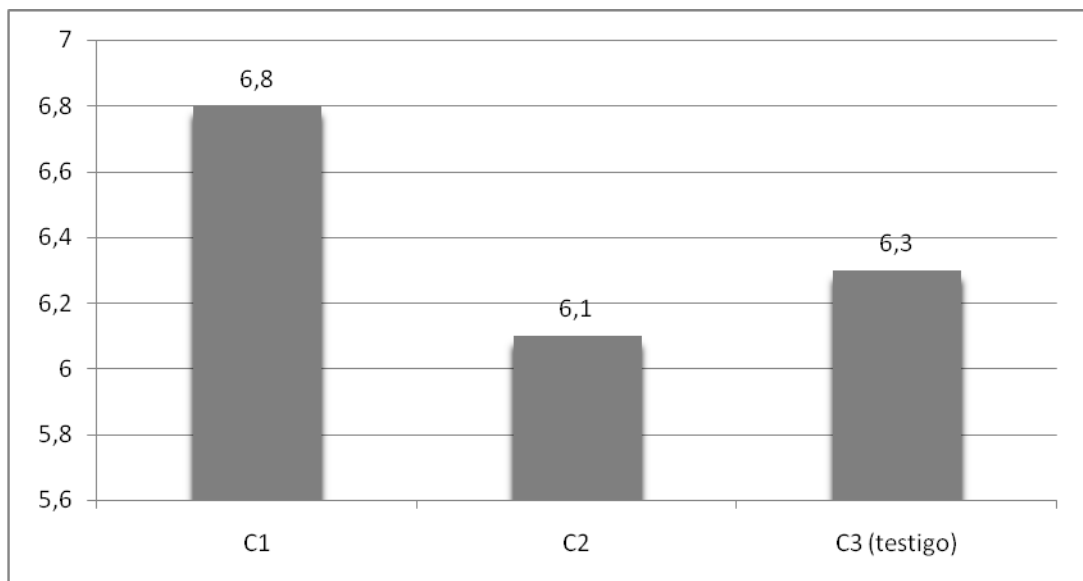
**Tabla 13. pH Comparativo.**

TRATAMIENTO	Inicial	45 días	90 días
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	5.1	6.4	6.8
C2 (30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	5.1	6.5	6.1
C3(Testigo). (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	5.1	4.4	6.3

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

La tabla 13, indica los resultados comparativos del pH, así el Tratamiento C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>), inicia con un pH de 5.1 a los 45 días se eleva a 6.4 y finalmente termina en 6.8. El tratamiento C2 (30g de *Trichoderma*

*harzianum* /m<sup>2</sup>), el pH es similar al tratamiento anterior inicialmente pero a los 45 días el valor es de 6.5 ligeramente mayor que C1 en la fase termófila aerobio o de descomposición, pero al finalizar disminuye a 6.1 debido a la estabilización ya que llega a la etapa mesófila, mientras que el C3 (Testigo) (0g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) inicia también con un valor de 5.1 y finaliza con 6.3 todos estos se hallan dentro de un pH casi neutro, siendo la norma que los compostajes deben encontrarse en pH de 6.0, además para que se mantenga la población de *Trichoderma harzianum* es de 6.5, de acuerdo a este parámetro el mejor es el tratamiento C1.



**Figura4. pH a los 90 días.**

En la Figura 4. Indica que el pH del compost, en los tres tratamientos se encuentran sobre 6.0, y en los inoculados es muy necesario para que se mantenga la población de *Trichoderma harzianum* es de 6.5. El Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. ICIA (2011), manifiesta que en el proceso de compostaje el pH y el contenido de sales se incrementan.

Álvarez (1997) menciona que, el pH de la masa durante el proceso de maduración también sufre una variación similar en casi todos los sustratos, el descenso inicial

en el pH (Fase I) coincide con el paso de la fase mesofílica a la fase termofílica. El descenso de pH favorece el crecimiento de hongos (cuyo crecimiento seda en el intervalo de pH 5.5-8) donde no existe ninguna respuesta de esta variable por la acción del *Trichoderma harzianum*.

Durante la fase termofílica se pasa a una liberación de amoníaco como consecuencia la degradación de aminos procedentes de proteínas y bases nitrogenadas y una liberación de bases incluidas en la materia orgánica, es el resultado de estos procesos mediante la subida del pH y retoman su actividad las bacterias a pH 6 - 7.5 (Fase de alcalinización).

Tras este incremento del pH se da una liberación de nitrógeno por el mecanismo anteriormente citado y que es aprovechado por los microorganismos para su crecimiento, dando paso a la fase de maduración.

Finalmente se da una fase estacionaria de pH próximo a la neutralidad en la que se estabiliza la materia orgánica.

Es decir en los primeros días se da un descenso como consecuencia del crecimiento microbiano que consume parte de las sales presentes y, posteriormente, se obtiene una buena conductividad eléctrica como consecuencia de la liberación de sales al degradar las poblaciones microbianas los componentes de la masa en maduración.

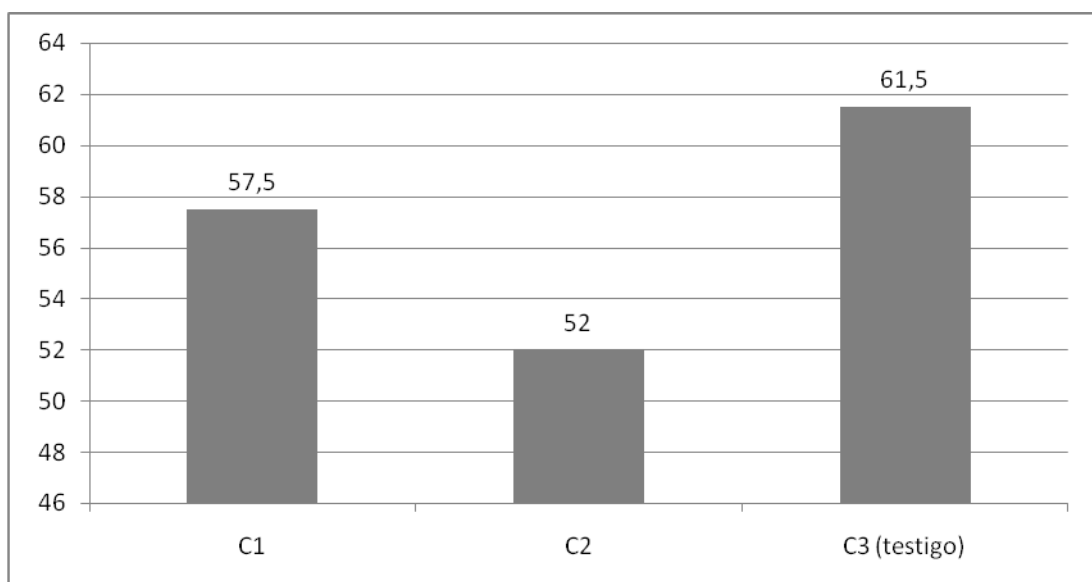
#### 4.1.1.2. Porcentaje de Materia Orgánica.

**Tabla14. Cuadro comparativo porcentaje de materia orgánica.**

TRATAMIENTO	Inicial (%)	45 días (%)	90 días (%)
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	60.0	35.0	57.5
C2 (30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	60.0	31.5	52.0
C3 (Testigo) (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	60.0	34.0	61.5

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

En la tabla 14, se encuentran las comparaciones del porcentaje de materia orgánica, siendo el tratamiento C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) que al inicio de la investigación presenta un 60% de materia orgánica, la misma que varía a los 45 días de iniciado el compostaje a 35% C1 y finalmente a la finalización del compost alcanza un valor de 57.5 %, este porcentaje es matemáticamente mayor a C2, pero inferior al testigo. Debido a la gestión de lodos en la cual se reduce el contenido de agua y materia orgánica del lodo expresado por la digestión y la deshidratación.



**Figura 5. Porcentaje materia orgánica a los 90 días.**

Un compostaje debe tener un 17.75% de Materia orgánica, en este caso los tres tipos de compostajes son ricos en MO, siendo que el de mayor contenido el testigo, los resultados expresados se deben al origen del material utilizado rico en materia orgánica proveniente del rumen de los vacunos, estómago de cerdos y ovinos, sangre y purines, heces, pelos y otros que se desecharon como carnazas y plásticos durante el proceso de selección del material.

El efecto de la reducción de la materia orgánica concuerda con lo indicado por el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. ICIA (2011), los contenidos en micronutrientes y metales pesados sufren también un incremento relativo al

reducirse el contenido en MO. El aumento de la temperatura que tiene lugar en la fase termófila, junto con los antagonismos microbianos, higieniza el material.

ICIA (2011) expresa que, el gado de estabilidad (GE), se expresa como porcentaje de materia orgánica resistente (MOR) respecto a la materia orgánica total (MOT); da información de interés para conocer la estabilidad de un material orgánico y en el caso que este corresponda a un producto procedente de un tratamiento biológico informa del desarrollo del proceso, ya que se incrementa a lo largo del mismo.

El incremento del GE a lo largo de un proceso de compostaje está indicando que este avanza perdiendo la materia orgánica más degradable e incrementando la resistente (MOR).

#### 4.1.1.3. Porcentaje de Nitrógeno.

**Tabla15. Porcentaje comparativo de nitrógeno.**

TRATAMIENTO	Inicial	45 días	90 días
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	1.76	1.64	2.10
C2 (30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	1.76	1.60	1.75
C3(Testigo). (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	1.76	1.85	1.95

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

En la tabla 15, se observa la evolución del nitrógeno en el proceso del compostaje desde el inicio hasta los 90 días, en el cual los tratamientos C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) tiene un contenido de 2.1 % matemáticamente mayor al C3. (0g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) con 1.95 y al tratamiento C2 (30g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) con 1.75%.

Se debe realizar una comparación con la cantidad de bacterias que existieron en este proceso para darnos cuenta que, a mayor cantidad de bacterias se mantiene la cantidad de N, ya que estas en su mayoría son productoras del nitrógeno que va a contener el compost; en el C1 se encontraron 120 000 000 colonias de bacterias y



en el C3 una cantidad de 60 000 000 de colonias dejando un porcentaje más alto que en el C2 con 130 000.

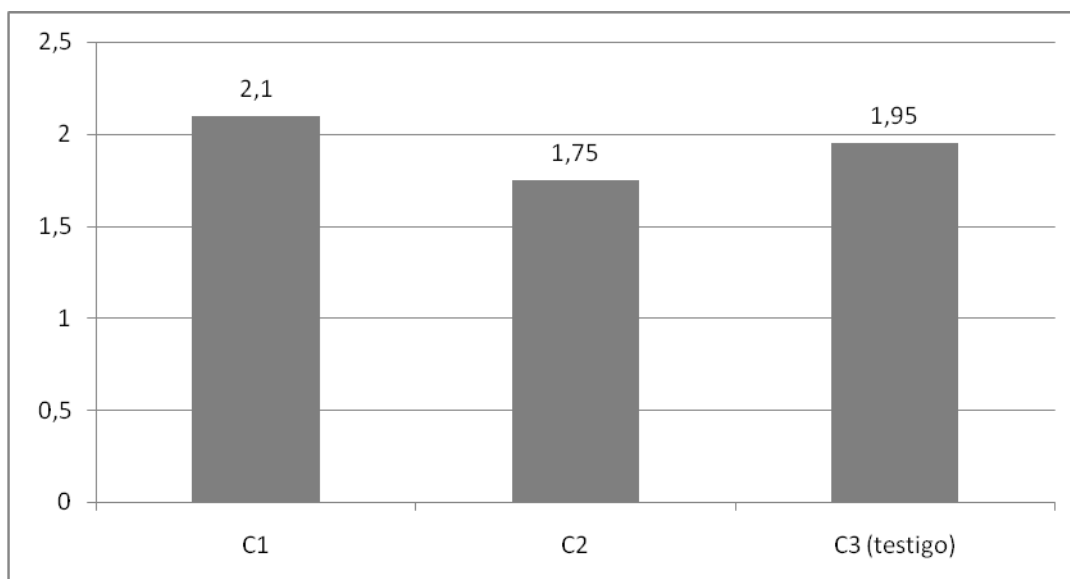
En la etapa de descomposición hasta los 45 días existen pérdidas de nitrógeno en forma de Amonio ( $\text{NH}_4$ ), porque las proteínas existentes en el material inicial se transforman en formas amoniacaes que se pueden perder en gran parte por condiciones de humedad y temperatura.

Compostadores menciona que, el N fomenta el crecimiento de la parte aérea de los vegetales (hojas, tallos).

Es, en parte, responsable del color verde de las plantas y confiere resistencia a las plagas. Su proporción en el compost varía en función del grado de madurez, de manera que el compost fresco es pobre en nitrógeno, mientras que la concentración crece a medida que el compost madura.

De media, la proporción oscila entre el 1 y el 2 % en el compost de 3 a 6 meses de maduración.

El porcentaje ideal de N es de 2.0 por lo que el mejor abono es el testigo, como se puede observar en el Figura 4.



**Figura 6. Porcentaje de nitrógeno. A los 90 días.**

#### 4.1.1.4. Porcentaje de Fósforo.

**Tabla 16. Porcentaje comparativo de Fósforo.**

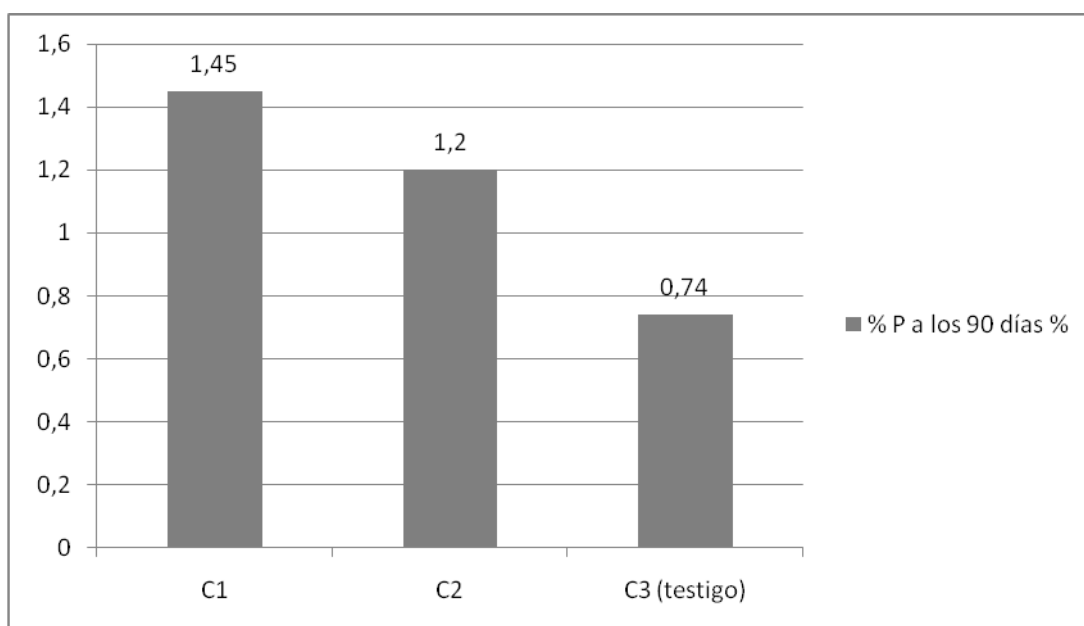
TRATAMIENTO	Inicial	45 días	90 días
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0.41	0.89	1.45
C2 (30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0.41	0.99	1.20
C3(Testigo). (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0.41	0.53	0.74

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

La tabla 16, muestra que el tratamiento C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) a los 90 días tiene un contenido de 1.45 % matemáticamente mayor al tratamiento C2 (30g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) con 1.4 % y al C3 (testigo). (0 g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) con 0.74%, debido a que en el Ciclo del Fósforo los organismos vivos asimilan el fósforo en forma inorgánica como fosfatos pero si una planta o un animal muere, el fósforo se libera por hidrólisis como fosfato inorgánico, esto es lo que sucede en el proceso de compostaje al haber cambios de temperatura y pH las bacterias, hongos y de más formas de vida tienden a morir dando lugar al retorno de estos elementos al sustrato; lo cual se puede relacionar con los resultados del análisis microbiológico citados en la tabla 14 y 16.

Compostadores, indica que, el Fósforo es muy importante en la maduración de flores, semillas y frutos. Interviene en la formación y desarrollo de las raíces y tiene un papel importante en la resistencia a la sequía. Su proporción en el compost es entre el 0.8 y el 2.5 %, mayoritariamente en forma de óxido de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y varía en función del tipo de restos de las cuales proviene el compost.

El porcentaje ideal es de 0,8 por lo que el abono con mayor cantidad de fósforo es el compostaje C1. Figura 4. Lo que concuerda con la fundación Terra (1996). Que indica que cuando se plantea un tratamiento de residuos basados en el compostaje, siempre que sea posible, conservar los nutrientes de la materia orgánica que contienen los residuos.



**Figura7. Porcentaje de fósforo a los 90 días.**

#### **4.1.1.5. Porcentaje de Potasio.**

En la tabla 17, el tratamiento C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) que inicia con un 22%, existe una variación en positivo a los 45 días con 0.71% y al final a los 90 días el contenido es de 1.95 %, matemáticamente mayor al tratamiento C2 (30g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) con 1.1 % y al C3 (Testigo). (0 g de

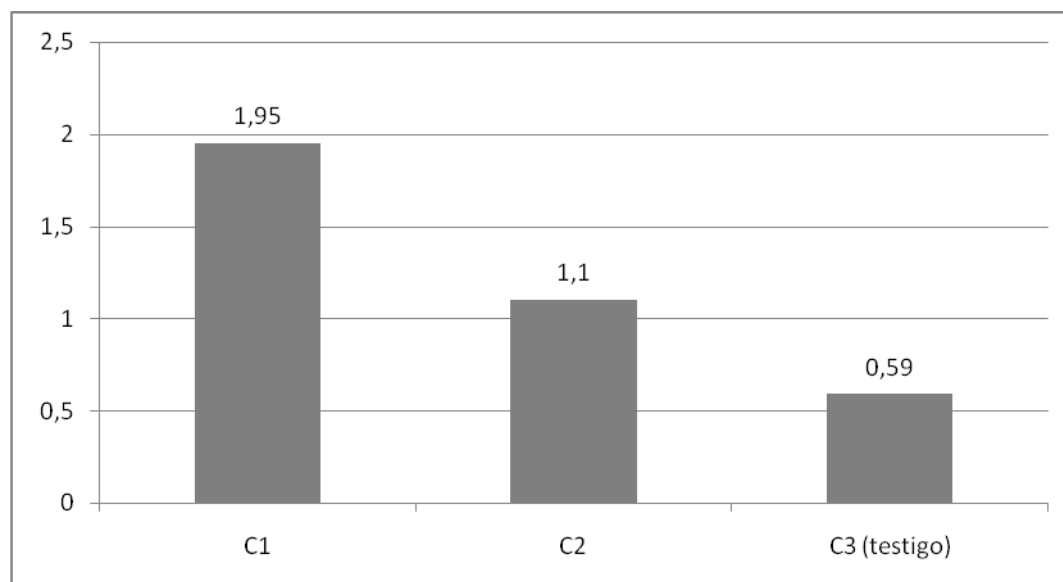
*Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) con 0.59 %. Los tres tratamientos presentan una evolución similar de aumento del porcentaje de potasio.

Compostadores, menciona que, el K es decisivo en el desarrollo de toda la planta, posibilita que las raíces y los tallos sean fuertes y las semillas, los frutos y las hojas, grandes. Proporciona resistencia a las plagas y enfermedades, colabora en la circulación de los otros nutrientes alrededor de la planta y regula las funciones vegetales. En el compost se encuentra en una proporción de entre el 1 y el 1.5 %, es decir que el mejor abono es el abono C1.

**Tabla 17. Porcentaje comparativo de Potasio.**

TRATAMIENTO	Inicial	45 días	90 días
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0.22	0.71	1.95
C2 (30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0.22	0.98	1.10
C3 (Testigo). (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0.22	0.33	0.59

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)



**Figura 8. Porcentaje de potasio a los 90 días.**

#### 4.1.1.6. Nematodos.

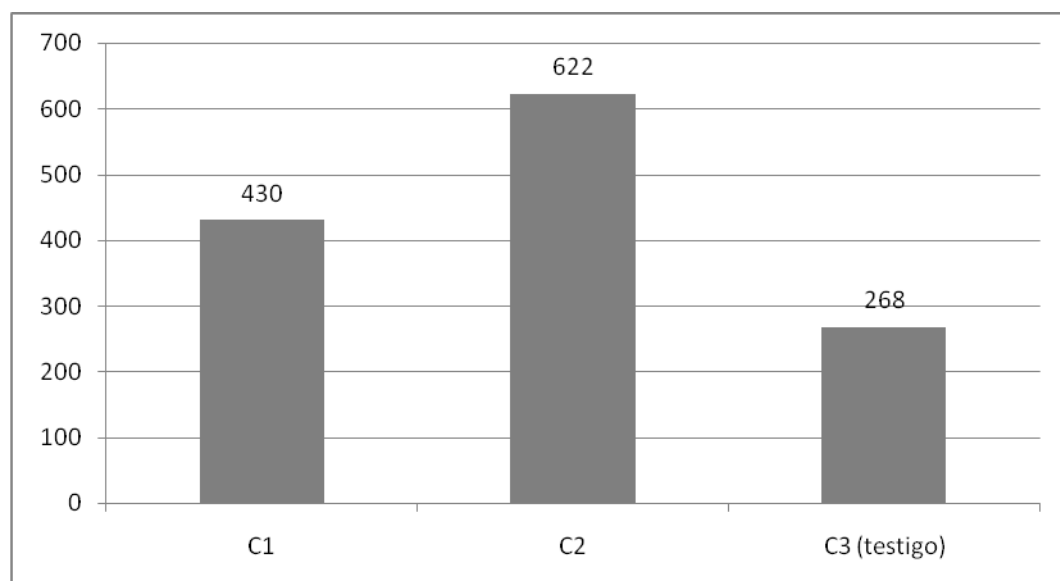
En la tabla 18, el tratamiento C2 (30g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) a los 90 días tiene una población de 622 nematodos por gramo de sustrato que es mayor al tratamiento C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) que tiene 430 nematodos por gramo de sustrato y al C3 (Testigo). (0 g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) con 268 nematodos por gramo de sustrato al no haber sido inoculado el hongo.

**Tabla 18. Población de Nematodos (número/g de sustrato).**

TRATAMIENTO	Inicial	45 días	90 días
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	150	110	430
C2 (30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	150	100	622
C3 (Testigo). (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	150	101	268

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

Mientras menor cantidad de nematodos se presenten en los compostajes será más saludable para la planta, es decir el testigo. Figura 9, el incremento de 150 nematodos por gramo no se ve controlado por el *Trichoderma harzianum*, debido a que la Acción Fitosanitaria que ejerce es de fungicida y no más de nematicida. Lo que se confirma con Moreno (2008) que indica que los nematodos existen en la fase de enfriamiento y de maduración del compostaje.



**Figura 9. Nematodos a los 90 días (número/g de sustrato).**

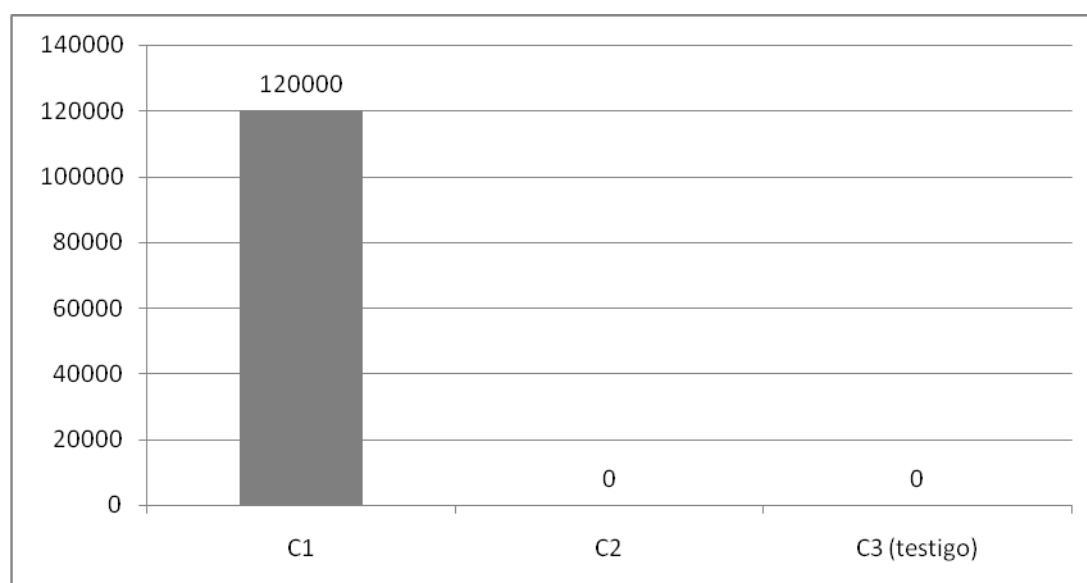
#### 4.1.1.7. *Trichoderma harzianum*.

**Tabla 19. Población de *Trichoderma harzianum*(upc/g de sustrato).**

TRATAMIENTO	Inicial	45 días	90 días
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0	27000	120000
C2 (30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0	47000	0
C3 (Testigo). (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	0	11000	0

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

La tabla 19, indica que el tratamiento C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) a los 90 días mantiene una población de 120000 unidades propagadores de colonias por gramo de sustrato posiblemente a que el pH del tratamiento de encontraba por los 6.8 cercano al 6.5 reportado por el Departamento de Sanidad Vegetal de la ESPOCH, lo contrario es el tratamiento C2 (30g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) y al C3 (Testigo) (0 g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) en las cuales es de 0 unidades propagadores de colonias por gramo de sustrato, debido a que la *Trichoderma* necesita ciertas condiciones físico - químicas sobre todo el pH que debe mantenerse en 6.5 para vivir por lo que el aumento o disminución de este junto con la temperatura no favoreció a su desarrollo en los compostajes C2 y C3 como se observa en el Figura 10.



**Figura10. *Trichoderma harzianum* (upc/g de sustrato) a los 90 días**

#### 4.1.1.8. Bacterias.

**Tabla 20. Población de bacterias (ufc/g de sustrato).**

TRATAMIENTO	Inicial	45 días	90 días
C1 (20g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	2100000	1100000	120000000
C2 (30g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	2100000	110000	130000
C3 (Testigo). (0g de <i>Trichoderma harzianum</i> /m <sup>2</sup> )	2100000	10000000	600000000

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

En la tabla 20, la comparación de bacterias, el C3 (Testigo). (0 g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) a los 90 días tiene una población de 600 000 000 unidades formadoras de colonias por gramo de sustrato que es mayor al tratamiento C1 (20g de *Trichoderma harzianum*/m<sup>2</sup>) que tiene 120 000 000 por gramo de sustrato y el tratamiento C2 (30g de *Trichoderma harzianum* /m<sup>2</sup>) 130 000 por gramo de sustrato, estos resultados verifican la acción del *Trichoderma harzianum*, como acción fungicida, en contra de fitopatógenos.

Cabe mencionar que el efecto de *Trichoderma harzianum* como un controlador de patógenos pudo haber influido para que la cantidad de bacterias se encuentre tan elevado en el C3 al no haber sido inoculado en este.

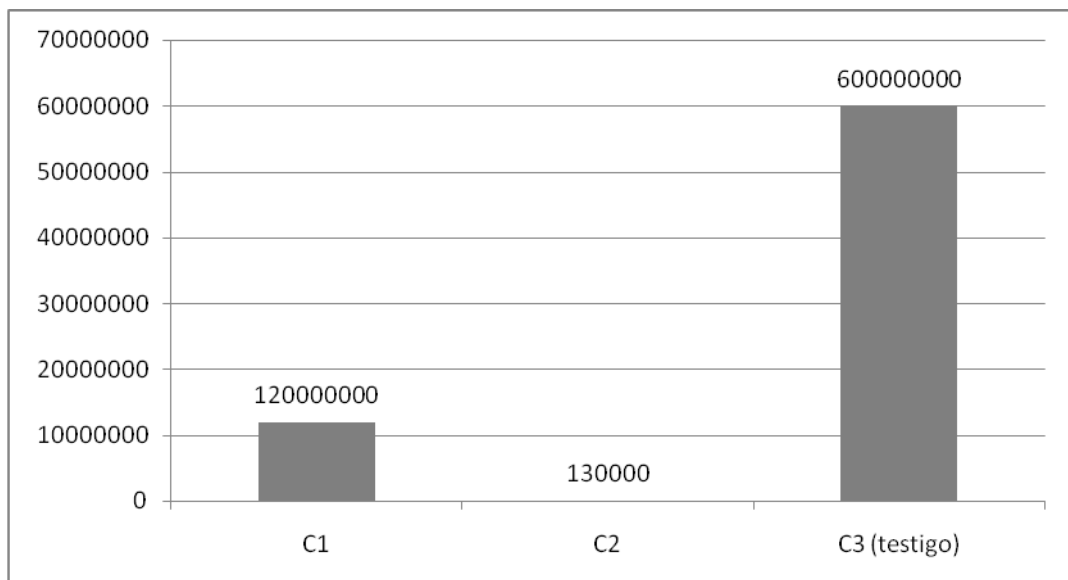
Álvarez (1997), expresa que, la mayoría de las bacterias en el proceso de compostaje son aerobias, aunque también existen algunas especies facultativas dependiendo de las condiciones del ambiente en que ocurre la biodegradación del sustrato.

Las bacterias en el proceso de compostaje se pueden clasificar de acuerdo al rango de temperatura en el que se desarrollan: mesófilas para temperaturas entre 20 a 40 °C y termófilas de 40 a 75 °C.

Las bacterias son las responsables de la descomposición de proteínas, lípidos y gasas a temperaturas termoflicas, así como de gran parte de la energía calórica

producida que conduce al incremento de temperatura en el material inicial, como lo muestra el Figura8.

El número elevado de bacterias según Moreno (2008) asevera que en la fase de maduración existen bacterias productoras de amoníaco, proteolíticas, pectinolíticas, celulóticas y fijadoras de nitrógeno.



**Figura11. Bacterias a los 90 días (ufc/g de sustrato)**

#### 4.1.1.9. Hongos.

**Tabla 21. Análisis de los lodos iniciales.**

<b>LODOS INICIALES</b>	<b>BACTERIAS</b>	$2.1 \times 10^5$ ufc/g de sustrato
	<b>HONGOS</b>	<i>Penicillium sp.</i> $1.0 \times 10^3$ upc/g de sustrato
	<b>NEMATODOS</b>	150 nematodos/g de sustrato
	<b>POBLACIÓN</b>	0 upc/g de sustrato
	<b>TRICODERMA</b>	



La tabla 21, indica que los lodos iniciales del camal Municipal Ambato contenían los géneros *Penicillium sp.* En cantidades de  $1.0 \times 10^3$  upc/g de sustrato, concordando con Moreno (2008), que indica que en el proceso de compostaje los hongos se encuentran en forma permanente en las fases mesófila, termófila, de enfriamiento y de maduración como se detalla en la tabla 19.

**Tabla 22. Población de hongos en el compost.**

IDENTIFICACIÓN	ORGANISMOS	7 dic. 2012 (45 días)	25 enero 2013 (90 días)
C1 (20 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	HONGOS	<i>Aspergillus sp.</i> $2.0 \times 10^2$ upc/g de sustrato	<i>Acremonium sp.</i> $1.1 \times 10^4$ upc/g de sustrato <i>Penicillium sp.</i> $7.0 \times 10^2$ upc/g de sustrato <i>Staphylotrichum sp.</i> $1.0 \times 10^3$ upc/g de sustrato
C2 (30 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	HONGOS	<i>Penicillium sp.</i> $1.0 \times 10^2$ upc/g de sustrato	<i>Acremonium sp.</i> $1.0 \times 10^2$ upc/g de sustrato <i>Penicillium sp.</i> $1.0 \times 10^4$ upc/g de sustrato <i>Rhizoctonia sp.</i> $1.0 \times 10^2$ upc/g de sustrato
C3 TESTIGO (0 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	HONGOS	<i>Aspergillus sp.</i> $2.3 \times 10^8$ upc/g de sustrato <i>Penicillium sp.</i> $1.0 \times 10^4$ upc/g de sustrato <i>Mucor sp.</i> $1.0 \times 10^3$ upc/g de sustrato	<i>Penicillium sp.</i> $1.0 \times 10^3$ upc/g de sustrato

En cambio a los 45 días, tabla 22 el tratamiento C1 (20 g / m<sup>2</sup> de *Trichoderma harzianum*) tiene *Aspergillus sp.* 2.0 x10<sup>2</sup> upc/g de sustrato y termina con géneros de hongos como: *Acremonium sp.* 1.1 x10<sup>4</sup> upc/g de sustrato, *Penicillium sp.* 7.0 x 10<sup>2</sup> upc/g de sustrato y *Staphylotrichum sp.* 1.0 x10<sup>3</sup> upc/g de sustrato.

El tratamiento; C2 (30 g / m<sup>2</sup> de *Trichoderma harzianum*) a los 45 días tiene *Penicillium sp.* 1.0 x 10<sup>2</sup> upc/g de sustrato y finaliza con los hongos de los géneros *Acremonium sp.* 1.0 x10<sup>2</sup> upc/g de sustrato, *Penicillium sp.* 1.0 x 10<sup>4</sup> upc/g de sustrato y *Rhizoctonia sp.* 1.0 x10<sup>2</sup> upc/g de sustrato.

Finalmente el tratamiento C3 (Testigo) a los 45 días presenta los géneros de hongos: *Aspergillus sp.* 2.3 x 10<sup>8</sup> upc/g de sustrato, *Penicillium sp.* 1.0 x 10<sup>4</sup> upc/g de sustrato y *Mucor sp.* 1.0 x 10<sup>3</sup> upc/g de sustrato, los mismos que por efecto de la temperatura en la fase termófila se eliminan quedando solo el género *Penicillium sp.*

Por lo que se puede inferir que a los 45 días los géneros de hongos aislados son propios de sustratos orgánicos en descomposición, como *Penicillium* y *Aspergillus* ubicuos sobre sustratos diversos, *Aspergillus sp.* Es saprobio cosmopolita que se ha aislado prácticamente de cualquier tipo de sustrato.

En cambio a los 90 días cuando el compostaje se encontraba lista predominaron los géneros de hongos aislados son propios de sustratos orgánicos en descomposición. *Penicillium* es un género grande y encontrado casi por todas partes, y *Acremonium sp.* Hongos filamentosos aislados de suelo y detritus vegetales.

Siendo los niveles referenciales para hongos: Hasta 10<sup>2</sup> nivel poblacional bajo, De 10<sup>3</sup> hasta 10<sup>4</sup> nivel poblacional medio, De 10<sup>5</sup> en adelante nivel poblacional alto de Upc: unidad propagadora de colonia.

Álvarez (1997), menciona que, los hongos son muy importantes en la descomposición de materia orgánica compleja y de la celulosa que es una de las partes más resistentes de la materia orgánica, la que en algunos materiales representa hasta el 60 % de la masa total.

La descomposición mesófila de enfriamiento (<40°C) Se realiza la degradación de las celulosas y ligninas por bacterias y hongos (*Aspergillus* y *Mucor*), que son ubicuos en sustratos diversos.

Los hongos se destruyen a temperaturas superiores a 55 °C, aunque algunos permanecen en estado de latencia reactivándose en la etapa de enfriamiento del compost.

Kanes y Mullins (1973) dice que, aislaron diferentes especies de hongos durante las etapas mesofílica y termofílica de un proceso de compostaje de basuras. De 304 especies totales, 120 eran del género *Mucor*, 97 *Aspergillus*, 78 *Humicola*, 6 *Dactylamices*, 2 *torula* y 1 *Chaetomiun*.

Adicionalmente se observó la presencia de hongos en la fase termofílica, a pesar de ello se ha concluido que su crecimiento es limitado y se dificultan aún más si prevalecen condiciones ácidas y anaerobias.

Debido al control con microorganismos benéficos el *Trichoderma harzianum* actúa sobre hongos rompiendo las paredes de las hifas de los hongos patógenos, además se produce trichodermin y harzianopiridona causando antagonismo y fungistasis en contra los hongos fitopatógenos.

#### 4.1.1.10. Análisis Bromatológico y de Digestibilidad de *Vicia sativa*.

Tabla 23. Análisis proximal de la *Vicia sativa* en cultivo.

Parámetro	Resultado		
	C1	C2	C3 (Testigo)
Humedad total	79,89%	76,13%	76,15%
Materia seca	91,04%	91,16%	90,03%
Humedad	8,96%	8,84%	9,97%
Materia orgánica	84,66%	83,62%	85,96%
Cenizas*	15,34%	16,38%	14,04%
Proteína *	24,41%	26,39%	25,77%
Fibra*	25,60%	21,86%	24,74%
Extracto etéreo*	2,69%	2,73%	2,60%
Extracto libre de nitrógeno*	31,96%	32,64%	32,85%
Digestibilidad	82,96%	83,17%	83,29%

Fuente: Análisis ESPOCH (2012-2013)

Según León, R, dice que la proteína bruta que tiene la *Vicia* común en Tungurahua es de 28.57% con lo cual podemos observar que el de mejores características es el C2 (30 g / m<sup>2</sup> de *Trichoderma harzianum*)

#### 4.2.1. Fase producción de *Vicia*.

##### 4.2.1.1. Días a la emergencia.

En la tabla 24 de Análisis de Varianza, para la variable tiempo de emergencia, presenta significación estadística para repeticiones al 5%, no hay significación estadística para tratamientos y para todo el análisis grupal. El coeficiente de variación es de 11,43%, según Ferreira (2000), indica que el coeficiente de variación entre 10 a 15% el experimento presenta una buena precisión experimental.

**Tabla 24. Análisis de varianza para variable tiempo de emergencia de *Vicia sativa***

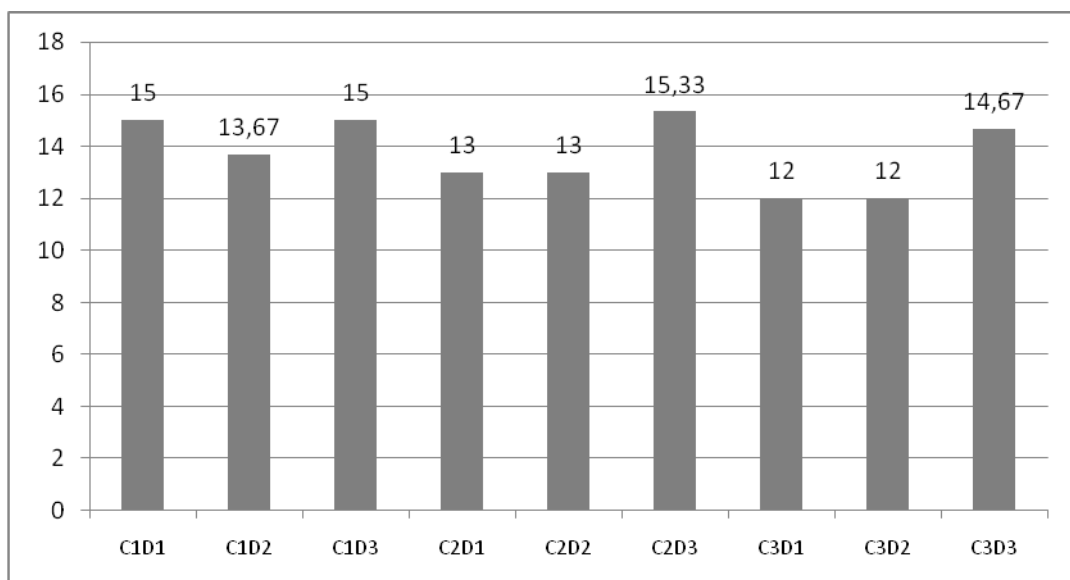
F.V.	SC	gl	CM	F	
REPETICIONES	30,52	2	15,26	6,18	*
TRATAMIENTOS	41,19	8	5,15	2,09	n.s
GUPOS	12,52	2	6,26	2,53	n.s
DENTRO G1	3,56	2	1,78	0,72	n.s
DENTRO G2	10,89	2	5,44	2,20	n.s
DENTRO G3	14,22	2	7,11	2,88	n.s
Error	39,48	16	2,47		n.s
Total	111,19	26			

CV = 11,43%

NS=No Significativo

\*= Significativo

La significación en las repeticiones se puede inferir, a la variación en la profundidad de siembra de la semilla y por el suelo que en ciertos lugares tenía presencia de piedras pequeñas, es decir que la diferencia se basa en el lugar del ensayo y más no por el tipo de compost.



**Figura12. Promedio tiempo de emergencia (días).**

La diferencia en días se detalla en Figura 12, donde el menor tiempo a la emergencia son los tratamientos C3D1 y C3D2 con medias de 12 días, mientras

que el tratamiento C2D3 se demora en emerger 3,33 días más que los anteriormente citados, tiempo no significativo para inferir a la influencia del tipo de compostaje y a la dosis utilizada en el campo.

#### 4.2.1.2. Altura de la planta a los 40 días.

En la tabla 25 del Análisis de Varianza, para la variable altura de planta a los 40 días, presenta significación estadística para repeticiones y dentro del grupo 3 al 5%, no hay significación estadística para tratamientos y para los análisis entre grupos y dentro del grupo 1 y 2.

El coeficiente de variación es de 10,68%, según Ferreira (2000), indica que el coeficiente de variación entre 10 a 15% el experimento presenta una buena precisión experimental.

**Tabla 25. Análisis de varianza para variable altura de planta a los 40 días.**

F.V.	SC	gl	CM	F	
REPETICIONES	12,10	2	6,05	4,75	*
TRATAMIENTOS	14,64	8	1,83	1,44	n.s
GUPOS	1,66	2	0,83	0,65	n.s
DENTRO G1	2,68	2	1,34	1,05	n.s
DENTRO G2	0,17	2	0,08	0,06	n.s
DENTRO G3	10,14	2	5,07	3,99	*
Error	20,38	16	1,27		n.s
Total	47,12	26			

CV= 10.68 %

\*= Significativo

NS=No Significativo.

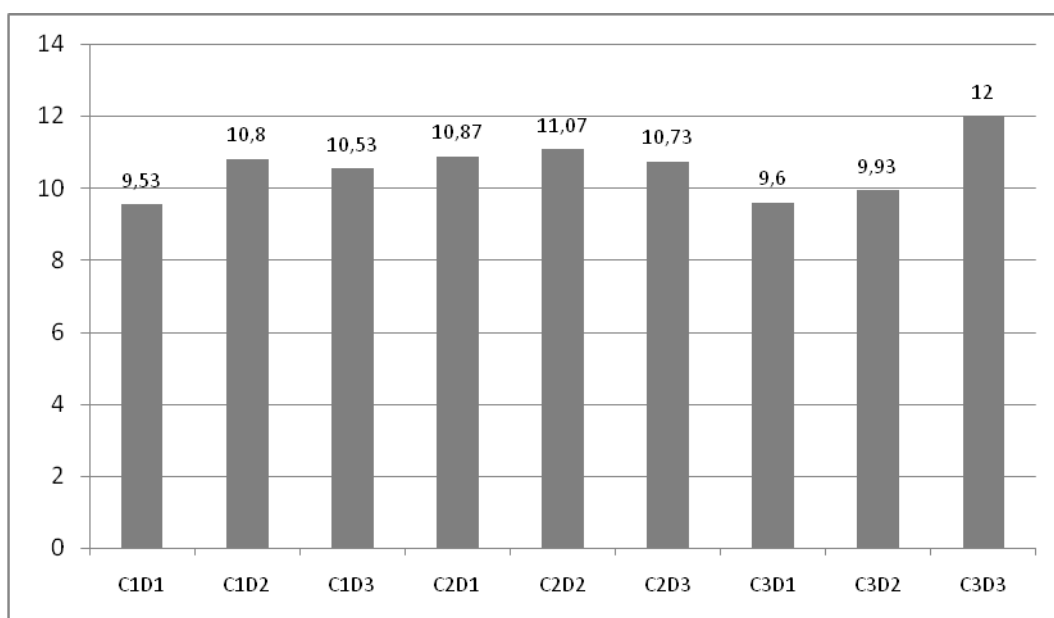
En la prueba de significación de Tukey al 5%, para análisis dentro del grupo 3, existen dos rangos de significación, encontrándose el rango A la D3 (compostaje 60.000 kg/ha) presenta la mayor altura de planta a los 40 días con un promedio de 12 cm., y en el rango B que se hallan las dosis D1 (20.000 Kg /ha) y D2 (40.000 Kg /ha) con alturas de 9,93 y 9,60 cm respectivamente. Tabla 25.

Debido a que la adición del compostaje enriquece el suelo mejorando las propiedades físicas del mismo, en la que favorece en la estabilidad de la estructura de los agregados y reduce la densidad aparente, lo que aumenta la porosidad y permeabilidad permitiendo una mayor capacidad de retención de agua.

**Tabla 26. Prueba de significación de Tukey al 5% para dentro del grupo 3 para variable altura de planta a los 40 días.**

DENTRO DEL GRUPO 3	Medias	Rangos de significación
C3D3	12,00	A
C3D2	9,93	B
C3D1	9,60	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*



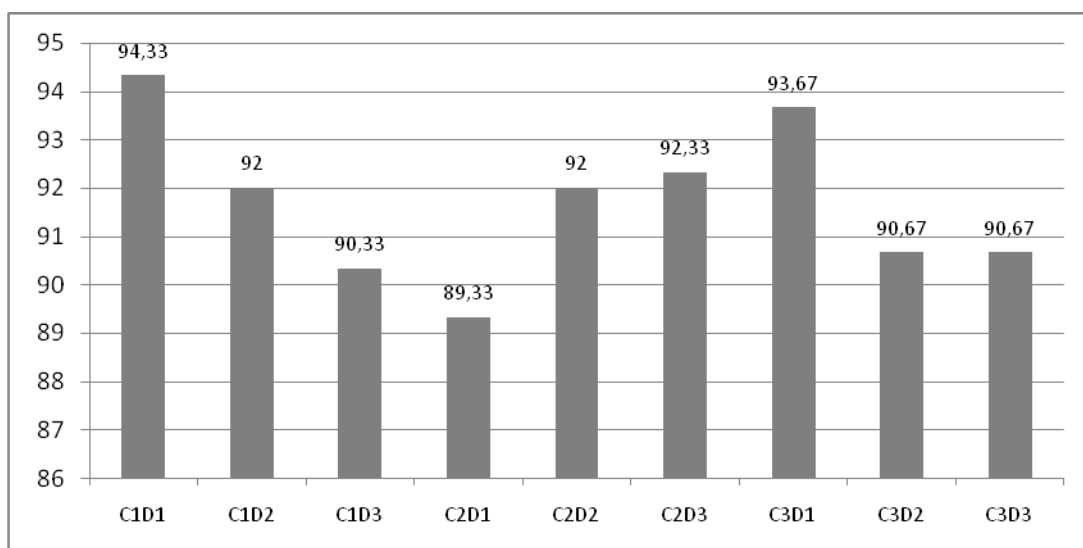
**Figura 13. Promedio comparativo altura de planta a los 40 días (cm).**

En el Figura 13 podemos observar que existe una diferencia favorable en el tratamiento C3D3 (sin *Trichoderma harzianum* con dosis de 60.000 kg/ha de compost.) con una media de 12 días, le sigue el tratamiento el tratamiento C2D2 (30g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum* con dosis de 40.000 kg/ha de compost) con una media de 11,07 días a continuación tenemos el tratamiento C2D1(30g/m<sup>2</sup>

*Trichoderma harzianum* con dosis de 20.000 kg/ha de compost) con una media de 10,87 días.

#### 4.2.1.3. Días a la floración.

El análisis de varianza, para días a la floración no presenta significación en todas las fuentes de variación. El coeficiente de variación es de 3,65%, según Ferreira (2000), indica que el coeficiente de variación inferior a 10 el experimento presenta una óptima .precisión experimental.



**Figura 14. Promedio comparativo días a la floración.**

En el Figura 14, se observa numéricamente una diferencia favorable en el tratamiento C2D1 ( $30\text{g/m}^2$  *Trichoderma harzianum* en dosis 20.000 kg/ha de compost.) con una media de 89,33 días, le sigue el tratamiento C1D3 ( $20\text{g/m}^2$  *Trichoderma harzianum*+ 60.000 kg/ha de compost) con una media de 90,33 días a continuación tenemos el tratamiento C3D2 (sin *Trichoderma harzianum*+ 40.000 kg/ha de compost) con una media de 90,67 días.



#### 4.2.1.4. Altura de planta a la cosecha.

Realizado el análisis de varianza para altura de la planta a la cosecha, presenta significación estadística para grupos y no hay significación estadística para el resto de variables.

El coeficiente de variación es de 29,02 %, según Ferreira (2000), indica que el coeficiente de variación entre  $>20 \leq$  a 30% el experimento presenta una pésima precisión experimental.

**Tabla 27. Análisis de varianza para variable altura de planta a la cosecha**

F.V.	SC	gl	CM	F	
REPETICIONES	444,54	2	222,27	0,91	<b>n.s</b>
TRATAMIENTOS	1992,79	8	249,10	1,02	<b>n.s</b>
GUPOS	1746,29	2	873,14	3,57	*
DENTRO G1	44,97	2	22,48	0,09	<b>n.s</b>
DENTRO G2	181,31	2	90,65	0,37	<b>n.s</b>
DENTRO G3	20,22	2	10,11	0,04	<b>n.s</b>
Error	3909,81	16	244,36		<b>n.s</b>
Total	6347,13	26			

CV= 29.02 %

NS=No Significativo

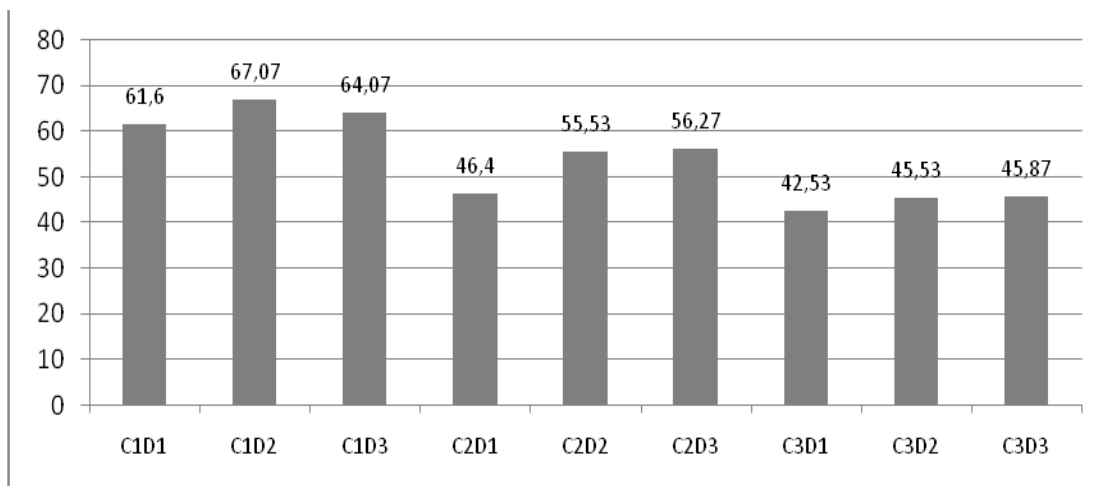
\*= Significativo

En la Prueba de significación de Tukey al 5%, para grupos, tabla 28, existen dos rangos de significación en el tipo de compostaje, En el rango A se encuentra el C1 (20g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum*), con una media de 64,24 cm, y compartiendo este rango C2 (30g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum*) siendo estadísticamente iguales con una media de 52,73 cm y en el segundo rango comparten C2 y C3 (sin *Trichoderma harzianum*) con una media de 44,64 cm.

**Tabla 28. Prueba de significación de Tukey al 5% entre grupos para variable altura de planta a la cosecha.**

GRUPOS	MEDIAS	RANGOS
C1	64,24	A
C2	52,73	A B
C3	44,64	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*



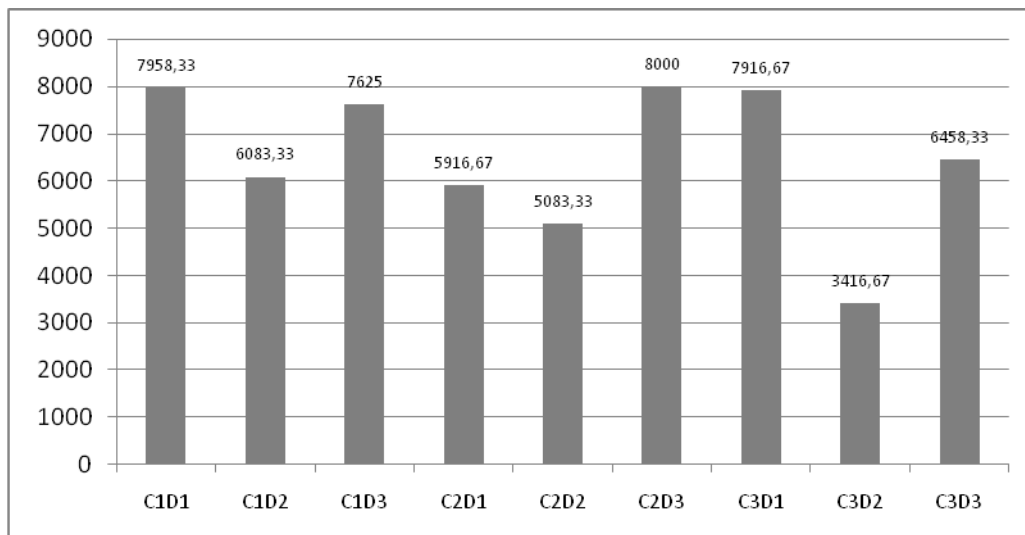
**Figura 15. Promedio comparativo altura de planta 95 días (cm).**

El Figura 15 muestra que numéricamente existe diferencia favorable en el tratamiento C1D2 ( $20\text{g/m}^2$  *Trichoderma harzianum* con la dosis de 40.000 kg/ha de compost) con una media de 67,07 cm, le sigue el tratamiento C1D3 ( $20\text{g/m}^2$  *Trichoderma harzianum* con la dosis de 60.000 kg/ha de compost) con una media de 64,07 cm a continuación tenemos el tratamiento C1D1 ( $20\text{g/m}^2$  *Trichoderma harzianum* con la dosis de 20.000 kg/ha de compost) con una media de 61,60 cm.

Esto nos dice que la altura de planta tuvo cierto incremento con el C1 dando un mejor resultado.

#### 4.2.1.5. Rendimiento por hectárea de materia verde.

Realizado el análisis de varianza para la variable Rendimiento por hectárea de materia verde, no presenta significación alguna en toda la fuente de variación, con un coeficiente de variación del 31,03%, según Ferreira (2000), indica que el coeficiente de variación > 30%, el experimento presenta muy pésima precisión experimental



**Figura16. Promedio comparativo rendimiento de materia verde (kg/ha).**

Según el Figura 16, hay diferencia favorable en el tratamiento C2D3 (30g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum* con dosis de 60.000 kg/ha de compost) con una media de 8000kg/ha, le sigue el tratamiento C1D1 (20g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum* con una dosis de 20.000 kg/ha de compost) con una media de 7958,33 kg/ha, a continuación tenemos el tratamiento C3D1 (sin *Trichoderma harzianum* con dosis de 20.000 kg/ha de compost) con una media de 7916,67 kg/ha.

En relación a las dosis de compost D1 (20000 kg/ha), la media de de los tres tipos de compost es de 7263,89 kg/ha, siendo ligeramente inferior a la dosis de compost: D3 (60000 kg/ha) que produjo 7361,11 kg/ha y muy inferior a la dosis de compostaje D2 (40000 kg/ha).

La relación de producción con respecto a el tipo de compostaje la de mayor producción es el C1 (20g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum*) con una media de 7222,22

kg/ha, seguido del C2 (30g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum*) con 6333,33 kg/ha, y en último lugar el C3 (0 g/ m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum*) con una producción de 5929,56 kg/ha.

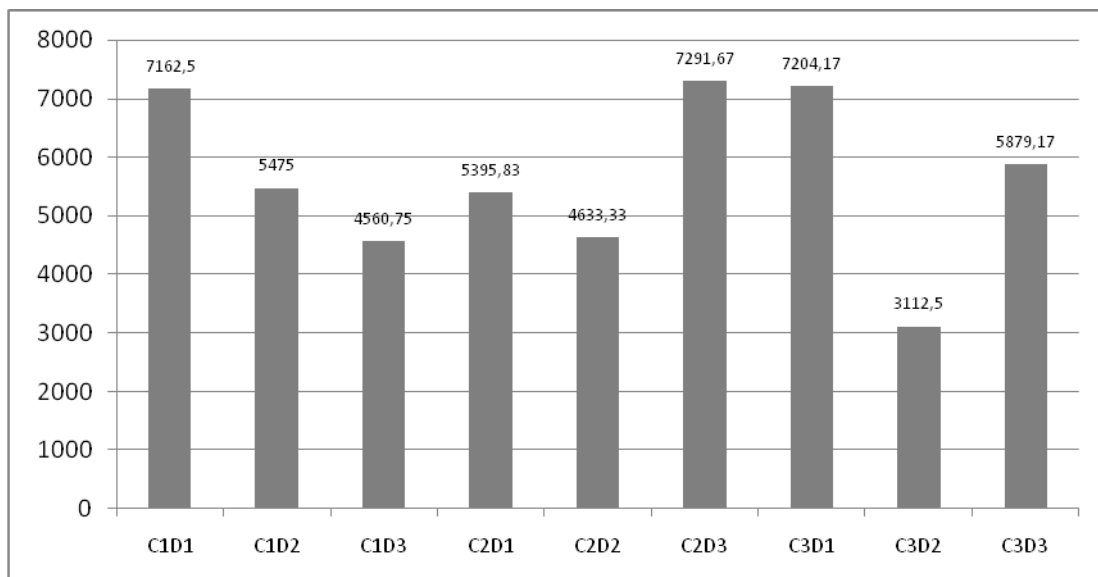
Al tratarse de un compostaje obtenido de los lodos del camal Municipal de Ambato, de buena calidad me permite inferir que se debería incorporar 20000 kg/ha para cultivos forrajeros (*Vicia sativa*).

Los resultados presentados no guardan lógica correlacional, por tratarse de una investigación de campo en la que pueden enmascarse factores no identificados.

León (2003), indica que el rendimiento de la vicia, *Vicia sativa* es de 20000 kg/forraje verde/ha. En siembra al voleo. La diferencia que existe en 60% menos en la producción se debe a que la siembra se realizó en hileras con separación de 50 cm y entre plantas de 30cm, por lo que se tiene un menor número de plantas por hectárea.

#### **4.2.1.6. Rendimiento por hectárea de materia seca.**

Luego de haber realizado el análisis de varianza para la variable Rendimiento por hectárea de materia seca, no presenta significación alguna en toda la fuente de variación, con un coeficiente de variación del 31,14%, según Ferreira (2000), indica que el coeficiente de variación > 30%, el experimento presenta muy pésima precisión experimental



**Figura 17. Promedio comparativo rendimiento de materia seca (kg/ha).**

Sin embargo numéricamente en el Figura 17, se observa una diferencia favorable en el tratamiento C2D3 (30g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum* con dosis de 60.000 kg/ha de compost) con una media de 7291,67 kg/ha, le sigue el tratamiento C3D1 (sin *Trichoderma harzianum* con dosis de 20.000 kg/ha de compost) con una media de 7204,17 kg/ha a continuación tenemos el tratamiento C1D1 (20g/m<sup>2</sup> *Trichoderma harzianum* con dosis de 20.000 kg/ha de compost) con una media de 7162,50 kg/ha.

#### **4.3. Verificación de hipótesis.**

Según los resultados obtenidos en la Fase de compostaje se da por aceptada la hipótesis planteada pues la composición física, química y biológica contienen valores adecuados

En la fase de producción de vicia, también se acepta la hipótesis planteado ya que con la utilización de 40000 kg/ha, se obtienen los mejores rendimientos en la producción de Vicia

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1. Conclusiones.

Los lodos que se generan en la actividad de faenamiento que corresponden a un promedio diario de 250 m<sup>3</sup> de desechos orgánicos del Camal Municipal Ambato, sí se puede utilizar como compostaje ser utilizado en la producción de forrajes, dando en cultivos forrajeros.

La incorporación del *Trichoderma harzianum* no refleja una mejora en el proceso del compostaje, debido a su actividad fúngica, sin la obtención de calidad, esto permite indicar que los lodos producido en un Camal pueden ser compostados sin necesidad de este hongo de acuerdo a los resultados obtenidos con el C3 que no fue inoculado con *Trichoderma harzianum*.

Los mejores rendimientos con 20 g/m<sup>2</sup> de *Trichoderma harzianum*. En el volumen de compost producido se debe a una baja lixiviación del agua, que no es consecuencia del hongo.

Según los factores de análisis podemos concluir que el compostaje al tener un buen manejo de pH que concluyó alrededor de 6, se obtuvieron buenas características, ya que esto mantuvo una población de bacterias y hongos necesarios para su transformación.

La materia orgánica logró estabilizarse obteniendo una cantidad superior a las que bibliográficamente se obtendrían, como es el 60% de la materia orgánica compostada.

La proporción de nutrientes N, P y K que normalmente se encuentran en porcentajes de 1 a 1.5 en este ensayo se logró mantener en un rango de 2 % lo cual resulta excelente en un compostaje de buenas características.

En lo que se refiere a hongos y bacterias son parámetros que no se pudo controlar adecuadamente por el tipo de desechos que contenían las composteras y el lugar donde se los compostó.

La producción de compostaje de estos lodos en el Camal Municipal Ambato y de otros centros de faenamiento contribuye a la disminución de la contaminación ambiental en este caso del Río Culapachán. Debido a que no llegan materiales orgánicos en putrefacción.

Al no tener bases de comparación sobre el uso de lodos producidos en un camal para su utilización en compostaje los resultados obtenidos salen de los parámetros normales y establecidos por varios autores, la investigación deja varias interrogantes inconclusas por lo cual se deberían profundizar los estudios expuestos en esta tesis.

En términos generales se puede indicar que la producción de compost tiene su asidero para cultivar forrajes en general, ya que tienen una buena bromatología y digestibilidad.

## **5.2. Recomendaciones.**

Dada la alta variabilidad de las características químicas, físicas y biológicas de los productos orgánicos procesados, no se deben tomar los datos expuestos como generalizables. El apoyo de una unidad de análisis de evaluación química, física y biológica continua es imprescindible para lograr el mejor producto final posible. En esta primera etapa se han valorado macro elementos determinantes de la nutrición vegetal, de aquí en adelante se recomienda un estudio más profundo de las características de estos lodos para tener una base más extensa para determinar

el uso de este compostaje en el área alimenticia, en esta investigación que pretendió abrir una puerta para dar paso a más estudios al respecto.

La utilización de estos datos para la elaboración de un manual ambiental de cómo utilizar estos lodos como una medida de remediación ecológica de las aguas de ríos y riachuelos afectados por la contaminación de un camal.

Se recomienda el uso de otro tipo de cultivos ornamentales para estudios posteriores y ver cómo reacciona una planta al incorporarse estos compost producidos a través de los lodos generados del faenamiento.



## CAPÍTULO 6

### PROPUESTA

**Producción de compost a partir de los lodos generados en el camal con dosis de 20g/m<sup>2</sup> de *Trichoderma harzianum*.**

#### 6.1. Datos Informativos.

El lugar de donde se obtienen los lodos para la elaboración del compost que serán tomados y compostados son del cualquier Camal que nos pueda proveer de esta materia prima, para esta propuesta tenemos los lodos del Camal Municipal de Ambato situado en:

- Provincia: Tungurahua.
- Cantón: Ambato.
- Parroquia: Izamba.
- Sector: Parque Industrial Ambato.
- Localización:

Región geográfica	Sierra. Provincia de Tungurahua. Cantón Ambato
Coordenadas	UTM: 768648 E 9868088 N
Altitud	2693 msnm.
Temperatura	Promedio de 14.5 °C
Precipitación	Media anual de 453 mm.

- Infraestructura:

Abastecimiento de agua	Bombeo desde un pozo y en forma permanente.
Evacuación de aguas servidas	Conducido a un tratamiento antes de su evacuación.
Desechos sólidos	El estiércol es transportado con volquete hasta el relleno Sanitario y los comunes retirados por un recolector
Electrificación	Red energía eléctrica
Transporte público	Servicio Urbano que ingresa al parque
Vialidad y accesos	Vías principales Vías secundarias

## 6.2 Antecedentes de la propuesta.

La Ilustre Municipalidad de Ambato conjuntamente con la empresa UNICONMAC CIA. LTDA en junio del 2005, realizaron un estudio de impacto ambiental EX\_POST faenamiento del Camal Municipal de Ambato dando como resultado que los procesos de faenamiento producen una contaminación permanente en cuanto a deterioro del aire, contaminación del agua y suelo, alteración indirecta de la fauna y flora y contaminación del cuerpo hídrico.

UNICONMAC CIA. LTDA (2005), menciona que para evaluar las descargas de aguas residuales, se realizó un muestreo compuesto de la descarga del Camal en días diferentes, cuando se faenaban solo reses (M1) y cuando se faenaban reses y animales como cerdos y borregos para evaluar la carga máxima contaminante (M3, M4, M5).

Los resultados obtenidos se observan en el cuadro siguiente y se comenta a continuación:

**Tabla 29. Muestreo completo de la descarga del camal según UNICONMAC 2005**

PARÁMETROS	MUESTRAS				UNIDADES
	M1	M3	M4	M5	
Color	50	345	337	343	Hazen
Turbidez	2775	5400	4675	4890	UNF
STS (sólidos totales suspendidos)	1010	3660	3210	3320	mg/l
Ph	6.8	6.8	6.8	6.8	mg/l
Cloro residual	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	mg/l
SDT (sólidos disueltos totales)	1486	2110	1240	1320	mg/l
Detergentes	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	mg/l
Fenoles	0.258	0.366	0.301	0.286	mg/l
DBO	4107	1978	1855	1793	mg O <sub>2</sub> /l
DQO	3001	7126	8619	7220	mg O <sub>2</sub> /l
Coliformes fecales	900	900	500	900	NMP/100ml
Coliformes totales	1600	1600	1600	1600	NMP/100ml

Fuente UNICONMAC CIA. LTDA, (2005).

UNOCONMAC CIA. LTDA (2005), expresa que los valores obtenidos como resultados de estos análisis se pueden observar en el cuadro, en este se evidencia una elevada contaminación del efluente, lo cual se evidencia en los altos valores de DQO y fenoles en comparación con los valores establecidos en la normativa ambiental; por lo que se hace urgente tomar medidas correctivas en todos los procesos que realiza el camal, así como implementar un sistema para el tratamiento de las aguas residuales industriales.

### **6.3 Justificación.**

El mal manejo de los desechos orgánicos producidos en el camal del Cantón Ambato de la provincia de Tungurahua ha sido y es un gran problema para los habitantes de una de las ciudades más importantes del país, originando malos olores y potenciales focos de inoculación de enfermedades en gran parte por no tener un correcto sistema de recolección de desechos conjugado con la falta de un tratamiento para sus aguas. Es por eso la necesidad de crear una estrategia de utilización de los desechos orgánicos originados en dicho camal y que mejor manera de hacerlo produciendo compost que servirán para mejorar los rendimientos en producción de forrajes, tomando en cuenta que serán productos amigables con el ambiente evitando la fertilización química que ha sido tradicional en estos últimos tiempos.

Conjuntamente se propondrán medidas correctoras técnicas y económicamente viables para mitigar los impactos negativos originados por este lodo, así como conocer y potencializar los impactos positivos que la fabricación del compost genere.

## 6.4. Objetivos.

### 6.4.1. General.

Contribuir a la disminución de la contaminación ambiental del Río Culapachán mediante el reciclaje de los residuos orgánicos y a la producción orgánica de abonos (compost) para ser utilizados en cultivos forrajeros y ornamentales.

### 6.4.2. Específicos.

- Producir compost a partir de los lodos del camal con *Trichoderma harzianum* con 20 g/m<sup>2</sup>

## 6.5 Análisis de factibilidad.

### 6.5.1 Recursos.

#### 6.5.1.1. Recursos humanos. -

**Tabla 30. Recursos humanos.**

Actividad	No.	Remuneración por hora	Tiempo horas	Valor total (USD)
Técnico responsable	1	6.00	150	900.00
Trabajador Agrícola	1	10.00	40	400.00
Subtotal				1,300.00

### 6.5.1.2. Materiales e insumos.

**Tabla 31. Materiales e Insumos.**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
<i>Trichoderma harzianum</i> (TRI-KOFUN)	1	30.00	30.00
Plástico de invernadero	75 m <sup>2</sup>	0.20	15.00
Palas	5	5.00	25.00
Azadón	5	5.00	25.00
Trinches	3	5.00	15.00
Carretillas	2	20.00	40.00
Baldes	4	3.25	13.00
Estacas	24	0.10	2.40
Hilo de chillo	1	5.00	5.00
Cooler	1	15.00	15.00
Termómetro	1	15.00	15.00
Cintas medidoras de pH	1	11.00	11.00
Cuchilla	1	2.00	2.00
Subtotal			213.4

### 6.5.1.3 Físicos e Institucionales.

**Tabla 32. Recursos físicos e institucionales.**

<b>Recurso</b>	<b>No.</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Valor (USD)</b>
<b>Terreno</b>	1	20.00	4 meses	80.00
<b>Agua</b>		2.00	4 meses	8.00
<b>Subtotal</b>				88.00

### 6.5.1.4. Recursos de escritorio.

**Tabla 33. Recursos de escritorio**

<b>Recursos</b>	<b>No.</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor total (USD)</b>
<b>Papel</b>	1 resmilla	3.90	3.90
<b>Cuaderno de apuntes</b>	1	2.50	2.50
<b>Lápices</b>	2	0.30	0.60
<b>Esferos</b>	2	0.30	0.60
<b>Marcadores</b>	2	0.75	1.50
<b>Borrador</b>	1	0.25	0.25
<b>Computadora</b>	20 horas	0.60	12.00
<b>Impresora</b>	40 hojas	0.10	80.00
<b>Calculadora</b>	1	10.00	10.00
<b>Subtotal</b>			111.35

### 6.5.1.5. Transporte y servicios.

**Tabla 34. Transporte y servicios.**

Actividad	Número	Tiempo	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Internet	10	10 horas	0.80	8.00
Telefono móvil	1	1	10.00	10.00
Transporte		4 meses	10.00	40.00
Água-luz eléctrica		4 meses	4	16.00
Subtotal				74.00

### 6.5.2. Presupuesto requerido.

**Tabla 35. Presupuesto requerido.**

No.	Recursos	Valor (USD)
1	Recursos humanos	1300.00
2	Materiales e insumos	187.40
3	Recursos físicos e institucionales	88.00
4	Recursos de escritorio	111.35
5	Transporte y servicios	74.00
	TOTAL	1786.75

## 6.6. Fundamentación.

La Ilustre Municipalidad de Ambato conjuntamente con la empresa UNICONMAC CIA. LTDA en junio del 2005, realizaron un estudio de impacto ambiental EX\_POST faenamamiento del Camal Municipal de Ambato dando como resultado que los procesos de faenamamiento producen una contaminación permanente en cuanto a deterioro del aire, contaminación del agua y suelo, alteración indirecta de la fauna y flora y contaminación del cuerpo hídrico.

### 6.6.1. Fundamentación Legal.

La constitución política del Estado en su artículo 23, capítulo 2, de los derechos civiles, indica que el Estado garantizara a las personas: “El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. La ley

establecerá las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para proteger el medio ambiente.

El derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental; educación, trabajo, empleo, recreación, vivienda, vestido y otros servicios necesarios”.

En la segunda sección del capítulo 5, Del Medio Ambiente, artículo 86, se ratifica que el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice el desarrollo sustentable. Velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.

El artículo 89, expresa que el Estado tomará medidas orientadas a la consecución de los siguientes objetivos: “promover en el sector público y privado el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes”.

**Artículo 72.** “Tratamiento Previo a la Descarga”. Las aguas destinadas para generación de energía eléctrica o aprovechamiento industrial una vez utilizadas, deberán ser descargadas, previo el tratamiento al cual estará obligado el usuario de conformidad los parámetros técnicos que dicte la Autoridad Ambiental, en los términos y parámetros previstos en las normas aplicables.

La Ley de Gestión Ambiental (publicada en el R.O. No. 245 del 30 de Julio de 1999) establece normas básicas para la aplicación de políticas ambientales además considera y regula la participación de sectores públicos y privados en temas relacionados al ambiente, establece en su art. 8 que la autoridad ambiental nacional será ejercida por el ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del estado.

El artículo 21 establece que los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base, evaluación del impacto ambiental, evaluación de riesgos, planes de manejo de riesgos, sistemas de monitoreo, planes de contingencia y mitigación, auditorías ambientales y planes de abandono.

El texto unificado de la legislación ambiental secundaria (TULAS); libro VI de la Calidad Ambiental, en donde se dan las directrices nacionales sobre el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental a través del reglamento denominado Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA), define los elementos regulatorios del sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en aspectos de prevención control de contaminación ambiental y promulga las nuevas Normas de Calidad Ambiental.

Anexo 1: norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua.

Para comprender mejor este aspecto, citare a continuación un extracto de este anexo 1 del libro IV de la Calidad Ambiental del TULAS: “norma de descargas de efluentes a un cuerpo de agua o receptor: agua dulce y agua marina:

Se prohíben todo tipo de descarga en:

- a. Las cabeceras de las fuentes de agua.
- b. Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras, en la extensión que determinara el CNRH, Concejo Provincial o Municipio Local.
- c. Todos aquellos cuerpos de agua que el Municipio Local, Ministerio de Ambiente, CNRH o Concejo Provincial declaren total o parcialmente protegidos.

Las normas locales para descargas serán fijadas considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas.



Las normas guardaran siempre concordancia con la norma técnica nacional vigente, pudiendo ser únicamente igual o más restrictiva y deberán contar con los estudios técnicos y económicos que lo justifiquen.

En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno (Tabla 30).

**Tabla 36. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce:**

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO
Aceites y gasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Demanda bioquímica de oxígeno (5días)	D.B.O5.	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Hierro total	Fe	mg/l	10.0
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	15
Potencial de Hidrógeno	pH		5-9
Sólidos sedimentables		ml/l	1.0
Sólidos Suspendidos totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1600
Temperatura	°C		<35
Tensoactivos	Sustancias activas al Azul de Metileno	mg/l	0.5

Fuente UNICONMAC CIA. LTDA, (2005).

## **6.7 Metodología, Modelo operativo.**

### **6.7.1 Preparación del compost.**

El proceso de compostaje se define como una “descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termofílicas como consecuencia de una producción biológica de calor, que da un producto final estable, libre de patógenos y semillas de malas hierbas y que aplicado al terreno produce un beneficio”.

Durante este proceso se suceden una serie de etapas caracterizadas por la actividad de distintos organismos, existiendo una estrecha relación entre la temperatura, el pH y el tipo de microorganismos que actúa en cada fase.

#### **Se describen seguidamente:**

**Preparación.** Se acondicionan y mezclan los materiales de partida para regular su contenido en agua, el tamaño de las partículas, eliminar los elementos no transformables y ajustar los nutrientes para lograr una relación adecuada C/N.

**Descomposición mesófila.** (< 40°C) Se produce una degradación de azúcares y aminoácidos por la acción de grupos de bacterias (*Bacillus* y *Thermus*).

**Descomposición termófila.**(40-60°C) Se degradan ceras polímeros y hemicelulosa por hongos del grupo de los actinomicetos (*Micromonospora*, *Streptomyces* y *Actinomyces*).

**Descomposición mesófila de enfriamiento.** (<40°C) Se realiza la degradación de las celulosas y ligninas por bacterias y hongos (*Aspergillus* y *Mucor*).

**Maduración.** Se estabiliza y polimeriza el humus a temperatura ambiente, descendiendo el consumo de oxígeno y desaparece la fitotoxicidad.

**Afino.** Se mejora la granulometría, se regula la humedad, se elimina el material no transformado, se realizan análisis, controles de calidad y en su caso el envasado y etiquetado. A través de estos procesos, se transforman residuos orgánicos en recursos hasta ahora no utilizados y se vuelve hacia una agricultura más racional, acorde con el respeto a la naturaleza y más sostenible, logran dos mayor rentabilidad a medio y largo plazo.

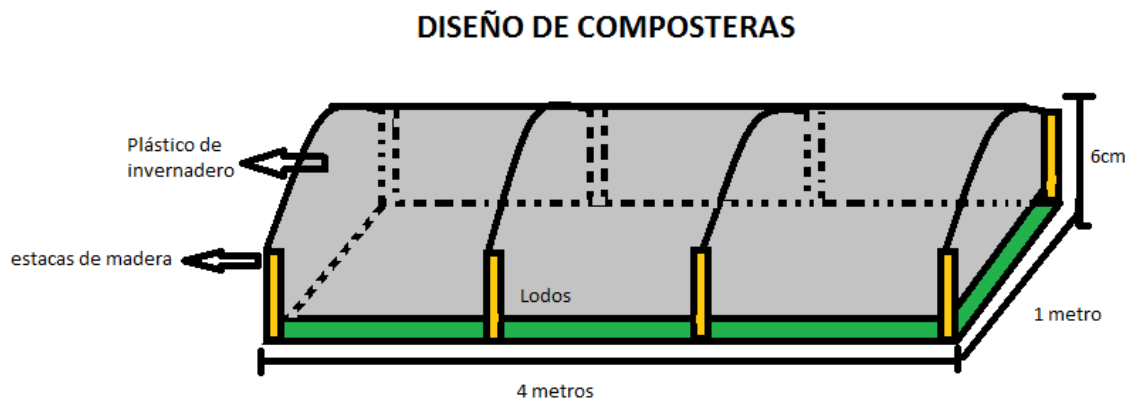
A continuación presentaré los pasos para realizar este tipo de compostaje:

Se debe tomar en cuenta que el material es muy líquido por lo cual se debe situar las composteras en un lugar con cierta inclinación, y en un lugar que permita eliminar los lixiviados fácilmente, con esto evitamos que se produzca la putrefacción y por ende proliferación de hongos y bacterias en exceso.

Se deben seguir las siguientes recomendaciones para su elaboración teniendo en cuenta que de lo que se trata es de que, este material sea atacado por microorganismos (bacterias y hongos) y se descompongan, fermenten, transformándose así en otro material con características distintas al original y muy bueno para el suelo y las plantas.

1. Separar los desechos (plásticos, guantes, carnasas, cualquier material que no sea orgánico y biodegradable, etc.).
2. Ubicación del compost debe ser alejado de escuelas, viviendas, etc. debido a los gases que se producirán.
3. Formar montañas con los desechos, no más altas de la cintura. (1 metro), la *Trichoderma harzianum* viene con arrocillo ya preparado para su distribución directamente en la materia por lo que deberá ser inoculado 30 g/m<sup>2</sup> uniformemente. (FIGURA 18)
4. Cubrir el montículo con pasto y hojas, para evitar las moscas y roedores, en este compostaje se utilizó plástico de invernadero.
5. Remover una vez a la semana con una pala.

6. Regar el montículo dependiendo el clima.
7. Dejar en descomposición durante 3 meses.
8. Pasado los 3 meses si ya presenta un color negro, sin olor y suelto está listo para ser cosechado el abono, de lo contrario se dejará reposar por más tiempo.



**Figura 18. Diseño de composteras.**

### 6.7.2. Recomendaciones.

- Deberá reposar directamente sobre la tierra.
- En la sombra es mucho mejor que en el sol, ya que si no, se tendrá que regar con frecuencia para mantener la humedad.
- Al ser un material rico en humedad deberá monitorearse que este tenga una humedad suficiente más no excesiva para compostar. El único cuidado consistirá en vigilar que no se pudra controlando la fermentación. De vez en cuando, tomar un puñado de compost con la mano y apretarlo. Si escurre líquido, corre peligro de pudrirse. Incorpora material seco y dale forma de nuevo al montón. Y si se desmorona, se encuentra muy seco y se debe humedecerlo.
- Las Moscas de la fruta no son ningún problema
- La remoción es fundamental para ayudar a una buena oxigenación. Se lo hará regularmente con una pala.
- Por último, una temperatura de 40-60°C eliminará los gérmenes y posibilita que en 3 ó 4 meses tengas un compost de calidad.

### **6.7.3. Como saber si algo no está bien con el compost.**

- Si nota un olor a amoníaco, significa que hay demasiado nitrógeno (material verde) sin mezclar con carbono (marrón). La solución es mezclar con materia seca (por ejemplo, hojas secas) y voltear.
- Si nota un olor a podrido, significa que hay demasiada humedad y poco oxígeno. La solución es mezclar con materia seca y voltear.
- Si ves que el compostador está lleno de materia seca y fría, significa que falta humedad. Por lo tanto la solución será mezclar con restos de cocina verdes y voltear.
- Si la mezcla resulta demasiado ácida y no evoluciona, se puede incorporar cal al conjunto.

### **6.7.4 Cosecha del compost.**

Para la cosecha debemos asegurarnos que esté maduro, es decir que las características de un abono deben estar presentes, se lo recoge de ser factible en costales para facilitar el pesaje.

Estará listo en unos 3 meses en primavera-verano y hasta 6 en invierno.

Para ver si ya está en su punto, tomar un puñado con la mano. Deberá tener un color marrón o negruzco similar al del mantillo, olor a bosque y estar frío debido a la falta de actividad microbiana.

No se reconocerá nada de lo depositado hace unos meses, excepto los trozos de ramas las cuales se separan con el tamiz o con las manos y vuelta a introducir al compostador para que continúe su proceso y sirva de estructura.

Si no se usa el compost de inmediato, se puede guardar en bolsas o sacos cerrados de forma hermética. Si al estrujarlo desprende líquido, no lo almacene en bolsas, ya que podría pudrirse.

El compost obtenido se aplica al suelo una vez al año.

Puede dejarlo sobre la superficie (5cm.) a modo de acolchado o si no, incorporarlo.

Para macetas debe pasarlo antes por un tamiz fino.

ICIA (2011) expresa que, los requerimientos de calidad deberán ir dirigidos a conseguir:

- Aspecto y olor aceptables
- Higienización correcta
- Muy bajo nivel de impurezas y contaminantes
- Nivel bueno de componentes agronómicamente útiles
- Y una cierta constancia de características.

## **6.8 Administración.**

Los correctivos y ajustes en la elaboración del abono deberán ser supervisados y aprobados por el técnico responsable del proyecto.

Deberá llevarse un libro diario donde se tomarán datos diarios, detallados, minuciosamente tomados con letra legible de los parámetros establecidos como son temperatura y pH de cada una de las composteras; para que este proyecto pueda ser monitoreado y se pueda realizar los ajustes debidos a tiempo.

Debido a que se va manejar materia orgánica no estabilizada deberá tener un control minucioso para proveer de las condiciones necesarias a los microorganismos que intervienen en el proceso.

## **6.9. Previsión de la evaluación.**

La evaluación será medida al demostrar económicamente el impacto que tiene el camal al eliminar de una manera ecológica los lodos y la venta de este abono orgánico.

Se podrán medir índices de Rentabilidad y la relación Beneficio-Costo de este proyecto, al no existir un mercado para este abono no se puede prever la oferta-demanda del mismo por lo cual no existen valores reales sobre el valor a ofertar.

Al finalizar el compostaje, debe estimarse el rendimiento y valorar la calidad del producto obtenido (compost). El control del rendimiento tiene relación con el desarrollo del proceso y permite valorar los costes y el interés de haber aplicado el tratamiento.

## 7. MATERIALES DE REFERENCIA.

- Aubert, C. (1998). *El huerto biológico*. Ed. Integral Barcelona. 252 pp. Salvador, Barcelona España, consultado el 15 de abril del 2011, de <http://www.compostadores.com>
- Álvarez. J. (1997). *Manual de compostaje para Agricultura Ecológica*. Consultado el 15 de Enero del 2014, de <http://ecovalle.org/wp-content/uploads/2013/01/Manual-de-Compostaje-JA-redux.pdf>
- Benítez. A. (1980). *Pastos y forrajes*. Ed. Universitaria. Quito, Ecuador. 356 p.
- BuenasTareas.com. (2012). *La contaminación del agua en América latina y los servicios básicos*. Recuperado 02, 2012, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/La-Contaminacion-Del-Agua-En-America/3420397.html>
- Cayetano, F (2010). Tesis: “*Las aguas residuales provenientes del faenamiento en el camal municipal salcedo y su incidencia en la contaminación del rio Cutuchi*” Ambato. Ecuador.
- CODIFICACIÓN DE LA LEY DE AGUAS. CODIFICACIÓN 2004 – 016.
- Cid, S. Compostadores. Consultado el 19 de agosto del 2013, de [http://www.compostadores.com/repositorio/Los\\_nutrientes\\_en\\_el\\_compostl.pdf](http://www.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostl.pdf)
- Crespo, C. (2003). Ley de Mataderos N° 502-C. Autorización para la construcción y funcionamiento de mataderos. Documento recopilado.
- Dupuis, I .2008. *Guía para la intervención de los residuos agrarios*. Ed. Sociedad Agrícola del campo La candelaria. ISBN 978-84-691-0126-1.
- Ferreira, P. (2000). Estadística Experimental aplicada a la Agronomía. Brasil. 419p.
- Falla, L. (2006). *Manual de reciclaje de residuos y desechos de las industrias cárnicas y lácteas de América Latina*. Quito Ecuador.140 p
- Felipó M.T., Soliva M. (2003). *Organic wastes as a resource for Mediterranean soils*. En Langenkamp, H., Marmo, M. (Eds). Biological



Treatment of Biodegradable Wastes. Technical Aspects. Workshop in Brussels,

- Garrabou, R., Naredo, J.M. (1996). *La fertilización*. Fundación Terra. Compostaje. Consultado el 20 de abril del 2011, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/pa29e.pdf>
- Glynn J., Runnalls O.J.C., (1996), *Ingeniería Ambiental*. Segunda Edición, Prentice Hall. México.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Ambato. (2014) *Medidas Ambientales Por Actividad*, Consultado el 27 de marzo del 2014 de <http://www.ambato.gob.ec/index.php/enlaces/varios/articulos/71-medidas-ambientales-generales>
- Galindo, J. Normas APA. Consultado el 22 de octubre del 2013, de <http://www.udes.edu.co/Portals/0/imagenes/semilleros/tisos/normasapa.pdf>
- Hanan, A. Mondragón, J. (2009). *Vicia sativa*. México. Consultado el 11 de septiembre del 2009, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/fabaceae/vicia-sativa/fichas/ficha.htm#1>. Nombres
- Huerta, O., López, M., Soliva, M., Zaloña, M. (2010). *Compostaje de residuos municipales: control del proceso, rendimiento y calidad del producto obtenido*. Disponible en <http://upcommons.upc.edu/e-prints/handle/2117/9086>
- ICIA. (2011). *Jornada Técnica: Fertilidad y Calidad del Suelo. Experiencias de fertilización orgánica en platanera. Proyecto BIOMUS*. Islas Canarias, España.
- INAMHI. (1993). *Balance Hídrico de las principales estaciones Hidrometeorológicas del Ecuador*
- INFOAGRO. (2000) Madrid. ES. Consultado el 15 de abril del 2011, de <http://www.infoago.com/abonos/compostaje2.htm>
- Jaramillo, G. (2010). *Normas de redacción Técnica y presentación para proyectos de investigación*. Presentación de Power POINT. Ambato. Ecuador
- Kane, B.E. y Mullins, J.T. (1973). *Thermophilic Fungi in a municipal Waste Compost System* Mycologia 65: 1087-1100

- León, R. (2003). *Pastos y Forrajes*. Producción y manejo. Universidad CENTRAL DEL Ecuador. FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, ESCUELA Politécnica Del Ejército. 251 p.
- Lenntech, B. V. (1998-2011). Consultado el 13 de Mayo del 2012, de <http://www.lenntech.es/tipo-de-lodos.htm#ixzz1w1Ccpaob>
- Ley Orgánica de Salud ley 67, registro oficial suplemento 423 de 22 de diciembre del 2006. CAPÍTULO II.
- Organización Panamericana de la Salud (2002). *Análisis sectorial de residuos sólidos Ecuador*. Consultado el 27 de Abril 2014, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/e/fulltext/analisis/ecuador.pdf>
- MA. (2003). *Texto unificado de legislación Ambiental (TUSLA)*. Ministerio del Ambiente.
- MAG. (2003). *Texto unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Agricultura Y Ganadería*. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. 228 p
- Moreno, J. (2008). *Compostaje*. Ediciones Mundi-Prensa: Madrid. Capítulo 5: Microbiología y bioquímica del proceso de compostaje.
- Moretti, C. (1986). *La Biotecnología en el tratamiento ecológico de los residuos urbanos*. Ministerio de Economía y obras Públicas. Subsecretaría de Estado de Obras y Servicios Públicos. Neuquén, Argentina.
- REYES D., 2005, “Determinación ecohidrológica de un organismo de Cuenca en la serranía Ecuatoriana”. Caso de estudio: La Cuenca del Río Cutuchi. Centro del medio Ambiente Ambato.
- PROARCA/SIGMA, 1994, “Manual de buenas prácticas de producción más limpia para la industria de mataderos”. Elaborado por el centro de producción más limpia de Nicaragua. 86 pp.
- Saravia, R. M. J. Vera, C. D. Y. (2006). *Efecto de Trichoderma harzianum en el mejoramiento del compost de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Río Frío para ser usado como abono en plantas de Lactuca sativa*. Tesis Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico, Universidad de Santander, Facultad de Ciencias de la Salud. 147 p.

- Silva A. *Microbiología general*. Consultado el 17 de abril del 2011, de <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>
- Silva, J, P.V.\*, Piedad López M\*, Pady Valencia A. *Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del compostaje*. Escuela de Ingeniería de los Recursos naturales y del Ambiente (EIDENAR), Universidad del Valle-Facultad de Ingeniería. A.A. 25360 Cali-Colombia.
- Soliva M. *Materia orgánica y compostaje. control de la calidad y del proceso*, escuela superior de agricultura. Barcelona.
- TSAKA RUNA. Atarkis. *Los Emas*. Centro de Atención Médica y Enseñanza Lima. Perú. El trabajo de investigación está a cargo de la bióloga Karen Patricia Montes Delgado. Consultado el 17 de abril del 2011, de <http://antarkis.blogspot.com/2007/09/investigacion-de-microorganismos.html>
- UNICONMAC CIA. LTDA, (2005). *Estudio de impacto ambiental expost camal Frigorífico Ambato*. Ambato.EC, 170 p.
- UTA. (2009). *Reglamento Estructura y Funcionamiento del Centro de Estudios de Posgrado (Cepos - Uta)*.
- UTA (2014). *Líneas y programas área de conocimiento Agroalimentaria*
- WIKIPEDA. (2011). *¿Qué es el compost?*. Consultado el 17 de abril del 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Compost>
- Zucconi, F. and de Bertoldi, M. (1987). *Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste*. In: *de Bertoldi, M., Ferranti, M.P., L'Hermite, P. and Zucconi, F. (Eds). Compost: Production, Quality and Use*. El sevier Applied Science. London. 30-50. p

## ANEXOS

### Anexo 1. Cuadro comparativo de rendimiento del compostaje.

RENDIMIENTO EN KG	
C1 (20g/m <sup>2</sup> ) 1536 Kg	713 Kg
C2(30g/m <sup>2</sup> ) 1536 Kg	631 Kg
C3 (TESTIGO) 1536 Kg	279 Kg

### Anexo 2. Resultados e interpretación del análisis físico y químico del abono orgánico.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL ABONO ORGÁNICO			
IDENTIFICACIÓN	ELEMENTOS TOTALES %	7 dic. 2012 (45 días)	25 de en 2013 (90 días)
<b>LODOS INICIALES</b>	pH	5.1 Ac.	
	% MO	60.0	
	N	1.76	
	P	0.41	
	K	0.22	
<b>C1 ( 20 g / m<sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i>)</b>	pH	6.4 L.Ac.	6.8 N.
	% MO	35.0	57.5 A.
	N	1.64	2.1
	P	0.89	1.45
	K	0.71	1.95
<b>C2 ( 30 g / m<sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i>)</b>	pH	6.5 N.	6.1 L. Ac.
	% MO	31.5	52.0 A.
	N	1.60	1.75
	P	0.99	1.20
	K	0.98	1.1
<b>C3 (TESTIGO) ( 0 g / m<sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i>)</b>	pH	4.4 Ac.	6.3 L. Ac.
	% MO	34.0	61.5 A.
	N	1.85	1.95
	P	0.53	0.74
	K	0.33	0.59
<b>CÓDIGO</b>			
<b>N: Neutro</b>	<b>A: Alto</b>		
<b>S: Suficiente</b>	<b>M: Medio</b>		
<b>L. Ac.: Ligeramente Alcalino</b>	<b>B: Bajo</b>		

**Anexo 3. Análisis de los lodos iniciales.**

<b>LODOS INICIALES</b>	<b>BACTERIAS</b>	2.1 x 10 <sup>5</sup> ufc/g de sustrato
	<b>HONGOS</b>	<i>Penicillium sp.</i> 1.0 x 10 <sup>3</sup> upc/g de sustrato
	<b>NEMATODOS</b>	150 nematodos/g de sustrato
	<b>POBLACIÓN TRICODERMA</b>	0 upc/g de sustrato

**Anexo 4. Determinación de hongos y bacterias de los abonos.**

<b>DETERMINACIÓN DE HONGOS Y BACTERIAS DE LOS ABONOS</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>ORGANISMOS</b>	<b>7 dic. 2012 (45 días)</b>	<b>25 de enero 2013 (90 días)</b>
<b>C1</b> ( 20 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	<b>BACTERIAS</b>	1.0 x 10 <sup>5</sup> ufc/g de sustrato	1.2 x 10 <sup>7</sup> ufc/g de sustrato
	<b>HONGOS</b>	<i>Aspergillus sp.</i> 2.0 x10 <sup>2</sup> upc/g de sustrato	<i>Acremonium sp.</i> 1.1 x10 <sup>4</sup> upc/g de sustrato <i>Penicillium sp.</i> 7.0 x 10 <sup>2</sup> upc/g de sustrato <i>Staphylotrichum sp.</i> 1.0 x10 <sup>3</sup> upc/g de sustrato
	<b>NEMATODOS</b>	110 nematodos /g de sustrato	430 nematodos /g de sustrato
	<b>POBLACIÓN TRICODERMA</b>	2.7 x 10 <sup>3</sup> upc/g de sustrato (Nivel poblacional bajo)	1.2 x 10 <sup>3</sup> upc/g de sustrato (Nivel poblacional bajo)
<b>C2</b> ( 30 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	<b>BACTERIAS</b>	1.0 x 10 <sup>4</sup> ufc/g de sustrato	1.3 x 10 <sup>4</sup> ufc/g de sustrato
	<b>HONGOS</b>	<i>Penicillium sp.</i> 1.0 x 10 <sup>2</sup> upc/g de sustrato	<i>Acremonium sp.</i> 1.0 x10 <sup>2</sup> upc/g de sustrato <i>Penicillium sp.</i> 1.0 x 10 <sup>4</sup>

			upc/g de sustrato <i>Rhizoctonia sp.</i> 1.0 x10 <sup>2</sup> upc/g de sustrato
	<b>NEMATODOS</b>	100 nematodos/g de sustrato	622 nematodos /g de sustrato
	<b>POBLACIÓN TRICODERM A</b>	4.7 x 10 <sup>3</sup> upc/g de sustrato (Nivel poblacional bajo)	0 upc/g de sustrato
<b>C3 (TESTIGO)</b> (0 g / m <sup>2</sup> de <i>Trichoderma harzianum</i> )	<b>BACTERIAS</b>	1.0 x 10 <sup>6</sup> ufc/g de sustrato	6.0 x 10 <sup>7</sup> ufc/g de sustrato
	<b>HONGOS</b>	<i>Aspergillus sp.</i> 2.3 x 10 <sup>8</sup> upc/g de sustrato <i>Penicillium sp.</i> 1.0 x 10 <sup>4</sup> upc/g de sustrato <i>Mucor sp.</i> 1.0 x 10 <sup>3</sup> upc/g de sustrato	<i>Penicillium sp.</i> 1.0 x 10 <sup>3</sup> upc/g de sustrato
	<b>NEMATODOS</b>	1.010 nematodos/g de sustrato	268 nematodos /g de sustrato
	<b>PROTOZOOS</b>	460 protozoos ciliados/g de sustrato	
	<b>POBLACIÓN TRICODERM A</b>	1.1 x 10 <sup>3</sup> upc/g de sustrato (Nivel poblacional bajo)	0 upc/g de sustrato
<b>CONCLUSIONES</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los géneros de hongos aislados son propios de sustratos orgánicos en descomposición.</li> <li>• <i>Penicillium</i> y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Según colonias bacterianas se determina que existen C1:4</li> <li>• C2: 8 y C3Tg: 7 tipos de bacterias respectivamente.</li> </ul>

	<p><i>Aspergillus</i> ubicuos sobre sustratos diversos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aspergillus sp.</i> Es saprobio cosmopolita que se ha aislado prácticamente de cualquier tipo de sustrato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los géneros de hongos aislados son propios de sustratos orgánicos en descomposición.</li> <li>• <i>Penicillium</i> es un género grande y encontrado casi por todas partes.</li> </ul> <p><i>Acremonium sp.</i> Hongos filamentosos aislados de suelo y detritus vegetales.</p>
<b>NIVELES REFERENCIALES PARA HONGOS</b>	<b>Ufc: unidad formadora de colonias</b>	
	<b>Upc: unidad propagadora de colonia</b>	
<b>De 10<sup>3</sup> hasta 10<sup>4</sup> nivel poblacional medio</b>		
<b>De 10<sup>5</sup> en adelante nivel poblacional alto</b>		

**Anexo 5. Análisis proximal y digestibilidad de vicia en cultivo compostaje testigo.**

<b>COMPOSTAJE 3 (TESTIGO)</b>	
<b>ANÁLISIS PROXIMAL Y DE DIGESTIBILIDAD</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
<b>HUMEDAD TOTAL</b>	76,15%
<b>Materia seca</b>	90,03%
<b>Humedad</b>	9,97%
<b>Materia orgánica</b>	85,96%
<b>Cenizas*</b>	14,04%
<b>Proteína *</b>	25,77%
<b>Fibra*</b>	24,74%
<b>Extracto etéreo*</b>	2,60%
<b>Extracto libre de nitrógeno*</b>	32,85%
<b>Digestibilidad*</b>	83,29%

**Anexo 6. Análisis proximal y digestibilidad de vicia en cultivo compostaje 1.**

<b>COMPOSTAJE 1</b>	
<b>ANÁLISIS PROXIMAL Y DE DIGESTIBILIDAD</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
<b>HUMEDAD TOTAL</b>	79,89%
<b>Materia seca</b>	91,04%
<b>Humedad</b>	8,96%
<b>Materia orgánica</b>	84,66%
<b>Cenizas*</b>	15,34%
<b>Proteína *</b>	24,41%
<b>Fibra*</b>	25,60%
<b>Extracto etéreo*</b>	2,69%
<b>Extracto libre de nitrógeno*</b>	31,96%
<b>Digestibilidad*</b>	82,96%



**Anexo 7. Análisis proximal y digestibilidad de vicia en cultivo compostaje 2.**

<b>COMPOSTAJE 2</b>	
<b>ANÁLISIS PROXIMAL Y DE DIGESTIBILIDAD</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>
<b>HUMEDAD TOTAL</b>	76,13%
<b>Materia seca</b>	91,16%
<b>Humedad</b>	8,84%
<b>Materia orgánica</b>	83,62%
<b>Cenizas*</b>	16,38%
<b>Proteína *</b>	26,39%
<b>Fibra*</b>	21,86%
<b>Extracto etéreo*</b>	2,73%
<b>Extracto libre de nitrógeno*</b>	32,64%
<b>Digestibilidad*</b>	83,17%

**Anexo 8. Datos tabulados tiempo de emergencia.**

<b>TIEMPO DE EMERGENCIA (días)</b>						
<b>REPETICIONES</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Σ</b>	<b>σ</b>
1	C1D1	12	16	17	45	15,00
2	C1D2	12	12	17	41	13,67
3	C1D3	16	14	15	45	15,00
4	C2D1	12	12	15	39	13,00
5	C2D2	12	12	15	39	13,00
6	C2D3	17	12	17	46	15,33
7	C3D1	12	12	12	36	12,00
8	C3D2	12	12	12	36	12,00
9	C3D3	14	13	17	44	14,67

**Anexo 9. Datos tabulados altura de planta 40 días.**

ALTURA DE PLANTA 40 días (cm)						
REPETICIONES						
TRATAMIENTOS		I	II	III	Σ	ó
1	C1D1	10,6	8,4	9,6	28,6	9,53
2	C1D2	11,2	10,4	10,8	32,4	10,80
3	C1D3	10	10	11,6	31,6	10,53
4	C2D1	12,2	9,6	10,8	32,6	10,87
5	C2D2	10,6	9,8	12,8	33,2	11,07
6	C2D3	9,2	10,2	12,8	32,2	10,73
7	C3D1	10,2	9,4	9,2	28,8	9,60
8	C3D2	9,2	9,4	11,2	29,8	9,93
9	C3D3	10	11,6	14,4	36	12,00

**Anexo 10. Datos tabulados días a la floración.**

DÍAS A LA FLORACIÓN						
REPETICIONES						
TRATAMIENTOS		I	II	III	Σ	ó
1	C1D1	95	95	93	283	94,33
2	C1D2	95	90	91	276	92,00
3	C1D3	95	88	88	271	90,33
4	C2D1	88	92	88	268	89,33
5	C2D2	93	88	95	276	92,00
6	C2D3	94	88	95	277	92,33
7	C3D1	91	95	95	281	93,67
8	C3D2	89	95	88	272	90,67
9	C3D3	89	95	88	272	90,67

**Anexo 11. Análisis de varianza para variable días a la floración.**

F.V.	SC	gl	CM	F	
REPETICIONES	3,63	2	1,81	0,16	<b>n.s</b>
TRATAMIENTOS	62,96	8	7,87	0,70	<b>n.s</b>
GUPOS	4,52	2	2,26	0,20	<b>n.s</b>
DENTRO G1	24,22	2	12,11	1,08	<b>n.s</b>
DENTRO G2	16,22	2	8,11	0,72	<b>n.s</b>
DENTRO G3	18,00	2	9,00	0,80	<b>n.s</b>
Error	179,04	16	11,19		<b>n.s</b>
Total	245,63	26			

CV= 3.65 %

\*= Significativo

NS=No Significativo

**Anexo 12. Datos tabulados altura de planta 95 días (cosecha)**

<b>ALTURA DE PLANTA A LA COSECHA 90 días (cm)</b>						
<b>REPETICIONES</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Σ</b>	<b>ó</b>
1	C1D1	35,2	86,4	63,2	184,8	61,60
2	C1D2	67	57,6	76,6	201,2	67,07
3	C1D3	41	84	67,2	192,2	64,07
4	C2D1	26,4	51,8	61	139,2	46,40
5	C2D2	64	44,8	57,8	166,6	55,53
6	C2D3	54,6	58,4	55,8	168,8	56,27
7	C3D1	62,8	35,6	29,2	127,6	42,53
8	C3D2	49,8	35,2	51,6	136,6	45,53
9	C3D3	33,6	46,8	57,2	137,6	45,87

**Anexo 13. Datos tabulados rendimiento materia verde.**

<b>RENDIMIENTO MATERIA VERDE (kg/ha)</b>						
<b>REPETICIONES</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Σ</b>	<b>ó</b>
1	C1D1	5750	9125	9000	23875	7958,33
2	C1D2	5875	6500	5875	18250	6083,33
3	C1D3	7250	7875	7750	22875	7625,00
4	C2D1	7625	2875	7250	17750	5916,67
5	C2D2	4000	5125	6125	15250	5083,33
6	C2D3	8375	9000	6625	24000	8000,00
7	C3D1	7375	8625	7750	23750	7916,67
8	C3D2	4250	2375	3625	10250	3416,67
9	C3D3	4875	2750	11750	19375	6458,33

**Anexo 14. Análisis de varianza para variable rendimiento por hectárea de materia verde**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	
REPETICIONES	8931712,96	2	4465856,48	1,10	<b>n.s</b>
TRATAMIENTOS	59035879,63	8	7379484,95	1,82	<b>n.s</b>
GUPOS	7862268,52	2	3931134,26	0,96	<b>n.s</b>
DENTRO G1	6003472,22	2	3001736,11	0,73	<b>n.s</b>
DENTRO G2	13541666,67	2	6770833,33	1,66	<b>n.s</b>
DENTRO G3	31628472,22	2	15814236,11	3,89	<b>n.s</b>
Error	65016203,70	16	4063512,73		<b>n.s</b>
Total	132983796,30	26			

NS=No Significativo

CV= 31.03 %

**Anexo 15. Datos tabulados rendimiento materia seca.**

<b>RENDIMIENTO MATERIA SECA (Kg/ha)</b>						
<b>REPETICIONES</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>Σ</b>	<b>σ</b>
1	C1D1	5175	8212,5	8100	21487,50	7162,50
2	C1D2	5287,5	5850	5287,5	16425,00	5475,00
3	C1D3	6525	7087,5	69,75	13682,25	4560,75
4	C2D1	6950	2625	6612,5	16187,50	5395,83
5	C2D2	3650	4662,5	5587,5	13900,00	4633,33
6	C2D3	7637,5	8200	6037,5	21875,00	7291,67
7	C3D1	6712,5	7850	7050	21612,50	7204,17
8	C3D2	3875	2162,5	3300	9337,50	3112,50
9	C3D3	4437,5	2500	10700	17637,50	5879,17

**Anexo 16. Análisis de varianza para variable rendimiento por hectárea de materia seca**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	
REPETICIONES	7400740,74	2	3700370,37	1,10	<b>n.s</b>
TRATAMIENTOS	47900914,35	8	5987614,29	1,78	<b>n.s</b>
GUPOS	5643969,91	2	2821984,95	0,83	<b>n.s</b>
DENTRO G1	4862812,50	2	2431406,25	0,72	<b>n.s</b>
DENTRO G2	11242326,39	2	5621163,19	1,67	<b>n.s</b>
DENTRO G3	26151805,56	2	13075902,78	3,88	<b>n.s</b>
Error	53827280,09	16	3364205,01		<b>n.s</b>
Total	109128935,19	26			

NS=No Significativo

CV=31.14

Anexo 17. Análisis físico químico de abonos orgánicos.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
DEPARTAMENTO DE SUELOS

Nombre del Propietario: Gabriela Ordóñez  
Remite: Camal Municipal de Ambato  
Ubicación: Nombre de la granja

Fecha de ingreso: 10/02/2013  
Fecha de salida: 01/03/2013  
Tingurahua  
Provincia

Parroquia: Ambato  
Cantón: Cantón

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS

Identificación	pH	% M.O	Elementos totales %		
			N	P	K
F1	6.8 N	57.5 A	2.1	1.45	1.95
F2	6.1 LAc	52.0 A	1.75	1.20	1.1
T	6.3 LAc	61.5 A	1.95	0.74	0.59

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
L. Alc. Ligeramente alcalino	B: bajo

*(Handwritten signature)*

Ing. Mario E. Oñate A.  
DIRECTOR DPTO DE SUELOS

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2598220 Extensión 418

*(Handwritten signature)*  
Ing. Elizabeth Pachacama  
TECNICO DE LABORATORIO

Anexo 18. Análisis físico químico de abonos orgánicos.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
DEPARTAMENTO DE SUELOS

Nombre del Propietario: Gabriela Ordóñez  
Remite: Camal Municipal de Ambato  
Ubicación: Nombre de la granja

Fecha de ingreso: 14/12/2012  
Fecha de salida: 03/01/2013  
Tingurahua  
Provincia

Parroquia

Ambato  
Cantón

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS

Identificación	pH	% M.O	Elementos totales %		
			N	P	K
Abono D1/20g Trichoderma/m2	6.4 LAc	35.0	1.64	0.89	0.71
Abono D2/30gr Trichoderma/m2	6.5 N	31.5	1.60	0.99	0.95
Abono T/Testigo	4.4 Ac	34.0	1.85	0.53	0.33
Abono AT/ Inicial	5.1 Ac	60.0	1.76	0.41	0.22

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
S: Suficiente	M: medio
L: Alc. Ligeraente alcalino	B: bajo

Ing. Elizabeth Pachacama  
TÉCNICO DE LABORATORIO

Ing. Mario E. Oñate A.  
DIRECTOR DPTO DE SUELOS

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 1/2, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418



## Anexo 19. Determinación de población de *Trichoderma*.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA  
RIOBAMBA – ECUADOR  
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½    Telefax 032303330

### DATOS INFORMATIVOS

**SOLICITANTE:** Gabriela Ordoñez  
**MUESTRA:** Desechos de Camal Municipal a compostar  
**LOCALIDAD:** Ambato  
**FECHA DE INGRESO:** 14 de Diciembre del 2012  
**FECHA DE ENTREGA:** 18 de Enero del 2013  
**DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN DE *Trichoderma sp***

#### CODIGO: TA

*Trichoderma sp.*                      0            upc/g de sustrato

#### CODIGO: D2

*Trichoderma sp.*                      2.7 X 10<sup>3</sup>    upc/g de sustrato

#### CODIGO: D1

*Trichoderma sp.*                      4.7 X 10<sup>3</sup>    upc/g de sustrato

#### CODIGO: T

*Trichoderma sp.*                      1.1 X 10<sup>3</sup>    upc/g de sustrato

#### CONCLUSIONES

El hongo *Trichoderma sp* se encuentran en niveles poblacionales bajos.

Atentamente,

Ing. Fernando Rivas  
ANALISTA FITOPATOLOGO



## Anexo 20. Determinación de hongos y bacterias.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA  
RIOBAMBA – ECUADOR  
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½ Telefax 032303330

### DATOS INFORMATIVOS

**SOLICITANTE:** Gabriela Ordoñez  
**MUESTRA:** Desechos de Camal Municipal a compostar  
**LOCALIDAD:** Ambato  
**FECHA DE INGRESO:** 14 de Diciembre del 2012  
**FECHA DE ENTREGA:** 18 de Enero del 2013  
**MOTIVO DE ANALISIS:** Determinación de hongos y bacterias.  
**RESULTADOS:**  
**CODIGO:** TA

**BACTERIAS** 2.1 X 10<sup>5</sup> ufc/g de sustrato  
**HONGOS**

*Penicillium sp.* 1.0 X 10<sup>3</sup> upc/g de sustrato

**NEMATODOS:** 150 nemátodos/g de sustrato

**CODIGO:** D2

**BACTERIAS** 1.0 X 10<sup>5</sup> ufc/g de sustrato  
**HONGOS**

*Aspergillus sp.* 2.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de sustrato

**NEMATODOS:** 110 nemátodos/g de sustrato

**CODIGO:** D1

**BACTERIAS** 1.0 X 10<sup>4</sup> ufc/g de sustrato  
**HONGOS**

*Penicillium sp.* 1.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de sustrato

**NEMATODOS:** 100 nemátodos/g de sustrato

**CODIGO:** T

**BACTERIAS** 1.0 X 10<sup>6</sup> ufc/g de sustrato  
**HONGOS**

*Aspergillus sp.* 2.3 X 10<sup>5</sup> upc/g de sustrato

*Penicillium sp.* 1.0 X 10<sup>4</sup> upc/g de sustrato



*Mucor sp* 1.0X 10<sup>3</sup> upc/g de sustrato  
**NEMATODOS:** 1.010 nemátodos/g de sustrato  
**PROTOZOOS:** 460 protozoos ciliados/g de sustrato

Ufc: unidad formadora de colonia  
Upc: unidad propagadora de colonia

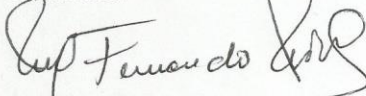
**NIVELES REFERENCIALES PARA HONGOS:**

Hasta 10<sup>2</sup> nivel poblacional bajo  
De 10<sup>3</sup> hasta 10<sup>4</sup> nivel poblacional medio  
De 10<sup>5</sup> en adelante nivel poblacional alto

**CONCLUSIONES:**

- No se realizó identificación por géneros de bacterias por lo tanto no se puede determinar si dichos microorganismos sean patógenos o benéficos.
- Los géneros de hongos aislados son propios de sustratos orgánicos en descomposición.
- La presencia de *Penicillium* y *Aspergillus*, demuestra la ubicuidad y la capacidad de crecer a diferentes temperaturas sobre sustratos con diversos contenidos de humedad, muy probablemente por la capacidad que tienen para producir una amplia gama de antibióticos y micotoxinas que los protegen de otros organismos del suelo dificultando el crecimiento de otras especies fúngicas, así como también el extenso sistema enzimático que poseen.
- *Aspergillus sp* es un saprobio cosmopolita que se ha aislado prácticamente de cualquier tipo de sustrato, especialmente del suelo y materiales orgánicos en descomposición.

Atentamente,



Ing. Fernando Rivas  
ANALISTA FITOPATOLOGO



## Anexo 21. Determinación de población de *Trichoderma*.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA  
RIOBAMBA - ECUADOR  
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½ Telefax 032303330

### DATOS INFORMATIVOS

**SOLICITANTE:** Gabriela Ordoñez  
**MUESTRA:** Desechos de Camal Municipal a compostar  
**LOCALIDAD:** Ambato  
**FECHA DE INGRESO:** 25 de Enero del 2013  
**FECHA DE ENTREGA:** 25 de Febrero del 2013

### DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN DE *Trichoderma sp*

#### CODIGO: F2

*Trichoderma sp.* 0 upc/g de sustrato

#### CODIGO: F1

*Trichoderma sp.* 1.2 X 10<sup>3</sup> upc/g de sustrato

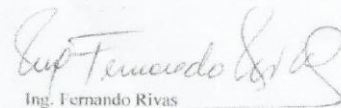
#### CODIGO: T

*Trichoderma sp.* 0 upc/g de sustrato

### CONCLUSIONES

El hongo *Trichoderma sp* se encuentran en niveles poblacionales bajos.

Atentamente,

  
Ing. Fernando Rivas

ANALISTA FITOPATOLOGO



## Anexo 22. Determinación de hongos y bacterias.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES  
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA  
RIOBAMBA - ECUADOR  
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 ½ Telefax 032303330

### DATOS INFORMATIVOS

**SOLICITANTE:** Gabriela Ordoñez  
**MUESTRA:** Desechos de Camal Municipal a compostar  
**LOCALIDAD:** Ambato  
**FECHA DE INGRESO:** 25 de Enero del 2013  
**FECHA DE ENTREGA:** 25 de Febrero del 2013  
**MOTIVO DE ANALISIS:** Determinación de hongos, bacterias y nemátodos.  
**RESULTADOS:**  
**CODIGO:** F2

**BACTERIAS** 1.2 X 10<sup>7</sup> ufc/g de sustrato  
**HONGOS**

*Acremonium sp.* 1.1 X 10<sup>4</sup> upc/g de sustrato  
*Penicillium sp.* 7.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de sustrato  
*Staphylotrichum sp.* 1.0 X 10<sup>3</sup> upc/g de sustrato

**NEMATODOS:** 622 nemátodos/g de sustrato

**CODIGO:** F1

**BACTERIAS** 1.3 X 10<sup>4</sup> ufc/g de sustrato  
**HONGOS**

*Acremonium sp.* 1.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de sustrato  
*Penicillium sp.* 1.0 X 10<sup>4</sup> upc/g de sustrato  
*Rhizoctonia sp.* 1.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de sustrato

**NEMATODOS:** 430 nemátodos/g de sustrato

**CODIGO:** T

**BACTERIAS** 6.0 X 10<sup>7</sup> ufc/g de sustrato  
**HONGOS**

*Penicillium sp.* 1.0 X 10<sup>3</sup> upc/g de sustrato

**NEMATODOS:** 268 nemátodos/g de sustrato

Ufc: unidad formadora de colonia  
Upc: unidad propagadora de colonia

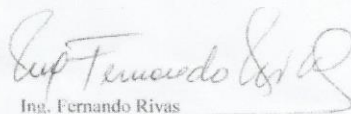
**NIVELES REFERENCIALES PARA HONGOS:**

Hasta  $10^2$  nivel poblacional bajo  
De  $10^3$  hasta  $10^4$  nivel poblacional medio  
De  $10^5$  en adelante nivel poblacional alto

**CONCLUSIONES:**

- No se realizó identificación por géneros de bacterias por lo tanto no se puede determinar si dichos microorganismos sean patógenos o benéficos.
- Por las características de las colonias bacterianas se puede determinar que existen: 8,4 y 7 tipos de bacterias en las muestras F2, F1 y T respectivamente.
- Los géneros de hongos aislados son propios de sustratos orgánicos en descomposición.
- *Penicillium* es un género grande y encontrado casi por todas partes, y siendo comúnmente el género de hongos más abundante en suelos. La fácil proliferación de *Penicillium* en los alimentos es un problema. Algunas especies producen toxinas y pueden hacer el alimento no comestible o aún peligroso.
- *Acremonium spp.* Son hongos filamentosos aislados de suelo y detritus vegetales.

Atentamente,



Ing. Fernando Rivas  
**ANALISTA FITOPATOLOGO**



Anexo 23. Análisis proximal y de digestibilidad.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
 FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
 LABORATORIO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA  
 Dirección: Km. 3,5 Paramanzana Sur Teléfono: 2985231

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha/Lugar	Riobamba, 2013/06/14	Comprobante de ingreso	-
Tipo de muestra	Vicia TESTIGO	Código de muestra	Rm-13-031*
Propietario	Gabriela Ordoñez	Análisis solicitado	Proximal, digestibilidad

Parámetro	Resultado
HUMEDAD TOTAL	76,15%
Materia seca	90,03%
Humedad	9,97%
Materia orgánica	85,96%
Cenizas*	14,04%
Proteína *	25,77%
Fibra *	24,74%
Extracto etéreo*	2,60%
Extracto libre de nitrógeno*	32,85%
Digestibilidad*	83,29%

\*RESULTADOS EN BASE SECA

Ing. MSc. Patricio Guevara  
 JEFE DE LABORATORIO

BQF. Sandra López S.  
 TÉCNICA DE LABORATORIO



## Anexo 24. Análisis proximal y de digestibilidad.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
 FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
 LABORATORIO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA  
 Dirección: Km. 1.3 Pinaromara Sur Tulahui, 23082332

### REPORTE DE RESULTADOS

Fecha/Lugar	Riobamba, 2015/05/14	Comprobante de ingreso	---
Tipo de muestra	Vicia T1	Código de muestra	Rm-13-031
Propietario	Gabriela Ordoñez	Análisis solicitado	Proximal, digestibilidad

Parámetro	Resultado
HUMEDAD TOTAL	79,89%
Materia seca	91,04%
Humedad	8,96%
Materia orgánica	84,66%
Cenizas*	15,34%
Proteína *	24,41%
Fibra*	25,60%
Extracto etéreo*	2,66%
Extracto libre de nitrógeno*	31,96%
Digestibilidad*	82,96%

\*RESULTADOS EN BASE SECA

Ing. MSc. Patricio Guevara  
 JEFE DE LABORATORIO

BQF. Sandra López S.  
 TÉCNICA DE LABORATORIO

CONTRIBUYENDO EN LA ALIMENTACION ANIMAL

## Anexo 25. Análisis proximal y de digestibilidad.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
 FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
 LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA  
 Dirección: Km. 1.5 Panamericana Sur Teléfono: 2339231

### REPORTE DE RESULTADOS

Fecha/Lugar	Riobamba, 2013/06/14	Comprobante de ingreso	-
Tipo de muestra	Vicia T2	Código de muestra	Rm-13-051
Propietario	Gabriela Ordoñez	Análisis solicitado	Proximal, digestibilidad

Parámetro	Resultado
HUMEDAD TOTAL	76,13%
Materia seca	91,16%
Humedad	8,84%
Materia orgánica	83,62%
Cenizas*	16,38%
Proteína *	26,59%
Fibra*	21,86%
Extracto etéreo*	2,73%
Extracto libre de nitrógeno*	32,64%
Digestibilidad*	83,17%

\*RESULTADOS EN BASE SECA

Ing. Msc. Patricio Guevara  
 JEFE DE LABORATORIO

BQF. Sandra López S.  
 TÉCNICA DE LABORATORIO

CONTRIBUYENDO EN LA ALIMENTACION ANIMAL



**Anexo 26. Piscinas de sedimentación de residuos sólidos**



**Anexo 27. Piscinas de sedimentación de residuos sólidos**





**Anexo 28. Elaboración de camas para el compostaje.**



**Anexo 29. Medición de camas.**





**Anexo 30. Inoculación de *Trichoderma harzianum***



Anexo 31. Inoculación de *Trichoderma harzianum* (2)





**Anexo 31. Camas composteras.**



**Anexo 32. Compostaje 15 días.**





Anexo 33. Compostaje. 45 días



Anexo 34. Cosecha de compostaje.





**Anexo 35. Elaboración de parcelas.**



**Anexo 36. Distribución de compostaje en parcelas.**





**Anexo 37. Incorporación de compostaje en el suelo.**



**Anexo 38. Riego.**





**Anexo 39. Siembra.**



**Anexo 40. Siembra.**





**Anexo 41. Días de emergencia**





**Anexo 42. Parcelas.**

