

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DIRECCIÓN DE POSGRADO MAESTRÍA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

**Tema:**

-----  
"DETERMINAR LA COMPATIBILIDAD Y EL TIEMPO DE SOBREVIVENCIA DE TRES MICROORGANISMOS BENÉFICOS DE USO AGRÍCOLA: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* EN COMPOST".

---

### Trabajo de Titulación

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

**Autor:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela

**Director:** Ing. José Hernán Zurita Vásquez, 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 Ingeniero Saúl Eduardo Cruz Tobar Magister, Ingeniero Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán Magister, Ingeniero Segundo Euclides Curay Quispe 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 receptor la defensa oral del trabajo de titulación con el tema: “DETERMINAR LA COMPATIBILIDAD Y EL TIEMPO DE SOBREVIVENCIA DE TRES MICROORGANISMOS BENÉFICOS DE USO AGRÍCOLA: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* EN COMPOST.”, elaborado y presentado por la señora Ingeniera Judith Jaqueline Zapata Vela, para optar por el Grado Académico de Magister en Agroecología y Ambiente.

Una vez escuchada la defensa oral el 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. Saúl Eduardo Cruz Tobar, Mg.  
Miembro del Tribunal

.....  
Ing. Alberto Cristóbal Gutiérrez Albán, Mg.  
Miembro del Tribunal

.....  
Ing. Segundo Euclides Curay Quispe, 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: DETERMINAR LA COMPATIBILIDAD Y EL TIEMPO DE SOBREVIVENCIA DE TRES MICROORGANISMOS BENÉFICOS DE USO AGRÍCOLA: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* EN COMPOST”, le corresponde exclusivamente a: Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela, Autor bajo la Dirección de Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg., Director del trabajo de titulación; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Ambato.

.....  
Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela

Autora

.....  
Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.

Director

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga 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.

.....  
Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela

C.C. 0501973119

## **DEDICATORIA**

Con ilimitada afectividad incondicional a DIOS por dotarme de las cosas y personas importantes en mi vida, a mis padres, esposo e hija por la ayuda desinteresada e incondicional que me brindaron en todos y cada uno de los momentos más difíciles de mi carrera; un especial ofrecimiento a todos y cada una de las personas que me apoyaron directa o indirectamente para la culminación del presente trabajo fruto de esfuerzos y sacrificios.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Ambato y principalmente a la Facultad de Ingeniería Agronómica, por acogerme en sus aulas y permitirme seguir la Maestría en Agroecología y Ambiente.

Mi sincero agradecimiento al Ingeniero Hernán Zurita Vásquez Director de Tesis, quien con sus consejos y entrega constante permitió desarrollar y llevar a un feliz término la presente investigación.

Al Ingeniero Fernando Naranjo Lalama, Prefecto de la Provincia de Tungurahua y al Equipo Técnico de la Dirección de Producción del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua por haberme permitido desarrollar el trabajo investigativo en la Granja Píllaro.

Finalmente, hago ostensible mi agradecimiento a todos los catedráticos, empleados y compañeros, que de una u otra manera contribuyeron positivamente para la culminación de esta Maestría.

**Judith**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	PGS.
PORTADA.....	i
APROBACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS Y DE GRÁFICOS.....	x
ANEXOS .....	xi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xii
SUMMARY.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1. Tema de la investigación.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.2.1. Contextualización.....	3
1.2.2. Análisis crítico.....	6
1.2.3. Prognosis.....	10
1.2.4. Formulación del problema.....	11
1.2.5. Interrogantes.....	11
1.2.6. Delimitación.....	11
1.3. Justificación.....	12
1.4. Objetivos.....	13
1.4.1. General.....	14
1.4.2. Específicos.....	14
CAPÍTULO II.....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 Antecedentes investigativos.....	15
2.2. Fundamentación filosófica.....	16

2.3. Fundamentación legal .....	17
2.4. Categorías fundamentales.....	18
2.4.1. ¿Qué son los microorganismos?.....	18
2.4.2. Estudios Importantes de los Microorganismos Eficaces .....	19
2.4.3. Compost.....	22
2.4.3.1. Microorganismos que transforman el nitrógeno en un compost de estiércol.....	23
2.4.3.2. Microorganismos que transforman el nitrógeno en un compost.....	24
2.5. Hipótesis.....	25
2.6. Señalamiento de variables.....	25
2.6.1. Variable independiente.....	25
2.6.2. Variable dependiente.....	26
CAPÍTULO III.....	26
METODOLOGÍA.....	26
3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	26
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	26
3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	29
3.5.1. Factores en estudio.....	28
3.5.2. Tratamientos.....	29
3.5.3. Diseño experimental.....	29
3.5.4. Análisis estadístico.....	29
3.5.5. Variables evaluadas.....	29
CAPÍTULO IV.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1 COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICO DEL COMPOST.....	31
4.1.1 pH.....	38
4.1.2. PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA.....	32
4.1.3 PORCENTAJE DE NITRÓGENO.....	34
4.1.4 PORCENTAJE DE FÓSFORO (P).....	35
4.1.5 PORCENTAJE DE POTASIO .....	36

4.2. COMPOSICIÓN BIOLÓGICA DEL COMPOST .....	38
4.2.2.1. CANTIDAD DE <i>Aspergillus</i> sp.....	39
4.2.2.2 CANTIDAD DE <i>Trichoderma</i> .....	40
4.2.2.3 CANTIDAD DE <i>Penicillium</i> .....	42
4.2.2.4 CANTIDAD DE <i>Pythium</i> sp.....	43
4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	44
CAPÍTULO V.....	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
5.1. CONCLUSIONES.....	45
5.2. RECOMENDACIONES.....	47
CAPÍTULO VI.....	48
PROPUESTA.....	48
6.1. DATOS INFORMATIVOS .....	48
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	48
6.3. JUSTIFICACIÓN.....	49
6.4. OBJETIVO GENERAL.....	50
6.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	50
6.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	50
6.7. FUNDAMENTACIÓN.....	50
6.8. METODOLOGÍA.....	51
6.9. ADMINISTRACIÓN.....	52
MATERIALES DE REFERENCIA.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	53
ANEXOS.....	58
FOTOGRAFÍAS.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS.

	PGS.
Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	26
Tabla 2. Tratamientos.....	29
Tabla 3. Valores de pH.....	31
Tabla 4. Cantidad de bacterias.....	32
Tabla 5. Cantidad de <i>Aspergillus</i> sp.....	33
Tabla 6. Cantidad de <i>Trichoderma</i> .....	35
Tabla 7. Cantidad de <i>Penicillium</i> .....	36
Tabla 8. Cantidad de <i>Pythium</i> sp.....	37
Tabla 9. Porcentaje de material orgánica.....	38
Tabla 10. Porcentaje de Nitrógeno.....	39
Tabla 11. Porcentaje de Fósforo.....	41
Tabla 12. Porcentaje de potasio.....	42
Tabla 13. Costos totales por tratamiento en dólares por kg de compost.....	43
Tabla 14. Rentabilidad por tratamiento en porcentaje.....	44

## INDICE DE GRÁFICOS

	PGS.
Gráfico 1. Valores de pH.....	31
Gráfico 2. Promedios para días en la variable cantidad de <i>Trichoderma</i> .....	32
Gráfico 3. Promedios para días en la variable porcentaje de nitrógeno.....	34
Gráfico 4. Promedios para días en la variable porcentaje de Fósforo (P).....	35
Gráfico 5. Promedios para días en la variable porcentaje de Potasio (K).....	36
Gráfico 6. Cantidad de <i>Pythium</i> sp.....	37
Gráfico 7. Porcentaje de material orgánica.....	38
Gráfico 8. Porcentaje de Nitrógeno.....	40
Gráfico 9. Porcentaje de Fósforo.....	41
Gráfico 10. Porcentaje de potasio.....	42

## ANEXOS

	PGS.
Anexo 1. Análisis del compost al inicio.....	59
Anexo 2. Análisis del compost a los 30 días.....	61
Anexo 3. Análisis del compost a los 60 días.....	67
Anexo 4. Análisis físico-químico del compost a los 30 días.....	73
Anexo 5. Análisis físico-químico del compost a los 60 días.....	73
Anexo 6. pH .....	74
Anexo 7. Cantidad de bacterias.....	74
Anexo 8. Cantidad de <i>Aspergillus</i> sp.....	74
Anexo 9. Cantidad de <i>Trichoderma</i> .....	74
Anexo 10. Cantidad de <i>Penicillium</i> .....	75
Anexo 11. Cantidad de <i>Pythium</i> sp.....	75
Anexo 12. Porcentaje de Nitrógeno (N).....	75
Anexo 13. Porcentaje de Fósforo (P).....	75
Anexo 12. Porcentaje de potasio (K).....	76
FOTOGRAFÍAS.....	77

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

**Tema:** “DETERMINAR LA COMPATIBILIDAD Y EL TIEMPO DE SOBREVIVENCIA DE TRES MICROORGANISMOS BENÉFICOS DE USO AGRÍCOLA: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* EN COMPOST”.

**Autor:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela

**Director:** Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.

**Fecha:** 28 de mayo del 2014

### **RESUMEN EJECUTIVO**

En el tema de la investigación fue “DETERMINAR LA COMPATIBILIDAD Y EL TIEMPO DE SOBREVIVENCIA DE TRES MICROORGANISMOS BENÉFICOS DE USO AGRÍCOLA: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* EN COMPOST”. Propuesto por la Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. Se propuso los siguientes objetivos:

Al verificar el número poblacional o concentración de volúmenes de los microorganismos benéficos en compost a los 30 y 60 días, el análisis del contenido nutricional biológico del compost demuestra que si existe compatibilidad de los microorganismos que están conviviendo y reproduciéndose en compost mediante análisis.

Con referencia al contenido químico físico el mejor resultado fue el tratamiento 100 cc de *Beauveria bassiana* -100 cc de *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus* por cuanto presenta mayores porcentajes de nitrógeno, fósforo y potasio y su pH es apto para la producción de cultivos.

El tratamiento T1 100 cc de *Beauveria bassiana* -100 cc de *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*, es el más rentable.

**Descriptor:** Análisis biológico, análisis estadístico, análisis microbiano, análisis químico, compatibilidad, Compost, lugar de la investigación, microorganismos, metodología, variables.

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

**Topic:** "DETERMINE THE COMPATIBILITY AND SURVIVAL TIME THREE BENEFICIAL MICROORGANISMS FOR AGRICULTURAL USE: *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lilacinus* and *Bacillus thuringiensis* IN COMPOST"

**Author:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela

**Directed by:** Ing. José Hernán Zurita Vásquez, Mg.

**Date:** May 28, 2014

**ABSTRACT**

On the subject of the investigation was " DETERMINE THE COMPATIBILITY AND SURVIVAL TIME THREE BENEFICIAL MICROORGANISMS FOR AGRICULTURAL USE: *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lilacinus* and *Bacillus thuringiensis* in compost" Submitted by Judith Eng Jaqueline Zapata Vela. The following objectives are propose

When showing population number or volume concentration of beneficial microorganisms in compost at 30 and 60 days, the analysis of biological nutrient content of compost shows that if there is compatibility of microorganisms that are living together and playing in compost by analysis.

With reference to physical chemical content best treatment result was 100 cc of *Beauveria bassiana* -100 -100 cc cc *Bacillus thuringiensis* *Paecilomyces lilacinus* in that presents higher nitrogen, phosphor and potassium and has a pH suitable for the production of crops.

T1 100 cc of *Beauveria bassiana* treatment -100 -100 cc cc *Bacillus thuringiensis* *Paecilomyces lilacinus*, is the most cost effective.

**Descriptors:** Biological analysis, statistical analysis, microbial analysis, chemical analysis, compatibility, Compost, rather than research, microorganisms, methodology, variables.

## INTRODUCCIÓN

Los activadores biológicos o compuestos de bacterias benéficas como se utilizan para iniciar y acelerar el proceso de descomposición de la materia orgánica. Las bacterias que actúan en este proceso incluyen a las bacterias mesófilas y termófilas. Las primeras se refieren a los organismos que actúan a temperaturas entre 35 y 40 °C, las cuales son las temperaturas prevalecientes al inicio del proceso de compostaje. Al continuar el proceso, la temperatura se eleva gradualmente hasta un punto donde el mecanismo microbiológico asume su plenitud a temperaturas superiores a los 40 °C; este es el rango de acción para las bacterias conocidas como termófilas.

El compostaje es un proceso básicamente aeróbico. En procesos aeróbicos, el oxígeno atmosférico esta todavía presente en la masa obtenida en el compostaje, aunque no se encuentra homogéneamente distribuido. En otras palabras, ocurre una competencia por el oxígeno entre varios microorganismo presentes en el masa. Por esta razón es deseable que los organismos introducidos en una situación de compostaje satisfagan las condiciones de sobrevivencia e inclusive de que se reproduzcan en ausencia del oxígeno.

La velocidad de reacción y calidad de humus producido depende de la calidad del sustrato (presencia de macro y micronutrientes) y de otras condiciones críticas como pH y temperatura; asimismo, de la calidad de bacterias involucradas en el proceso de descomposición del sustrato.

Los materiales usados en el sustrato pueden ser divididos de forma simplificada en tres tipos.

1. Ricos en Nitrógeno. Desperdicios de proteína animal residuos de pieles, sangre, vísceras, detritos vegetales, excremento, lodo de fosa séptica o cualquier detrito que contenga más de 14% en proteína.

2. Rico en carbohidratos. Azúcar, cereales, grano, plantas de frutas y legumbres.
3. Ricos en Celulosa: paja de arroz, paja de avena, follajes, plantas de papel, plantas de campo, lascas de madera dura, madera suave muy vieja, aserrín (cuando fueren usado detritos de madera evitar los de pino y otras maderas resinosas).

En el capítulo I, se presenta el Problema, contextualización, análisis crítico, prognosis, formulación del problema, interrogantes de la investigación, delimitación del objetivo de investigación, justificación y objetivos.

En el capítulo II, se detalla el marco teórico, antecedentes de la investigación, fundamentaciones, categorías fundamentales, hipótesis y señalamiento de variables.

En el capítulo III, se enfoca la metodología, considerando la localización y duración del experimento, condiciones ambientales, condiciones edáficas, materiales y equipos, tratamientos, unidad experimental, interpretación de resultados, manejo de la investigación

En el Capítulo IV, se presenta los resultados y discusión, en consideración a los tratamientos y también se realizó el análisis económico.

En el capítulo V, se plantea las conclusiones y recomendaciones en base a los objetivos planteados y resultados obtenidos.

El capítulo VI se refiere a la propuesta de aplicación de la investigación en la zona de Píllaro y áreas de influencia de la investigación.

Finalmente se adjunta la bibliografía y los anexos.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1. Tema de investigación

Determinar la compatibilidad y el tiempo de sobrevivencia de tres microorganismos benéficos de uso agrícola: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* en compost.

### 1.2. Planteamiento del problema

#### 1.2.1. Contextualización

A nivel de Europa y América se pueden citar algunos estudios en los cuales se han empleado estos microorganismos (EMs); es así que en la agricultura se han empleado específicamente como: insecticidas y fungicidas biológicos los mismos que regulan la población de los microorganismos dañinos del suelo. Los microorganismos son utilizados en los 5 continentes en más de 120 países (bernarda.mora@gmail.com).

Hace más de 20 años los microorganismos se han utilizado en el tratamiento de aguas negras, disminución de malos olores y de poblaciones de insectos indeseables. Lo que conlleva también a una reducción de las enfermedades respiratorias de los animales.

La combinación de varios microorganismos benéficos, de tecnología EM, fue desarrollada por Teruo Higa, Ph. D., profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón en 1980, quien comenzó la búsqueda de una alternativa para la producción de alimentos en el mundo entero. Inicialmente el EM fue utilizado como un acondicionador de suelos. Hoy en día EM es usado no solo para producir alimentos de altísima calidad, libres de agroquímicos; sino

también para el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fábricas de papel, mataderos y municipalidades, entre otros. (Dr. Teruo Higa 1980).

Los microorganismos eficientes, también conocidos como EM (por sus siglas en inglés), son un complejo de hongos y bacterias, conocidas como lácticas, bacterias foto- trópicas, levaduras y hongos antagónicos, los mismos que se encuentran en los suelos de los bosques, dentro de las que se destaca: *Paecilomyces*, que actúa como un controlador de nematodos y solubilizador del fosforo.

Otras constituyen: *Bacillus thuringiensis* y *Beauveria*, las que ejercen una función de insecticida biológico (larvicida) y no tienen ningún poder residual ni afectan negativamente al ambiente. Ing. Bernarda Mora IICA Colombia (bernarda.mora@gmail.com)

En el Caribe, Cuba, existen más de 220 laboratorios caseros de microorganismos, cuyas cepas son utilizadas en varios cultivos, especialmente en los campos inundados de arroz (*Trichoderma*, *Metarhizium*, *Beauveria*). Otras especies de hongos y bacterias se usan eficazmente como biocontroladores de ciertos hongos e insectos, obteniendo una producción limpia del arroz para la soberanía alimenticia. (Castro, et al., 2001)

En Mesoamérica los microorganismos y su distribución se conocen muy poco debido a problemas de identificación, escasos de laboratorios y reducida difusión hacia los productores. Estos microorganismos se reproducen con rapidez y tienen la habilidad de multiplicarse rápidamente por millones de esporas en menos de 48 horas. (ESPOCH 2001, Grossman 2000, 2002 Franco, 2004).

El departamento de Fitopatología de La Escuela Superior Politécnica del Chimborazo considera como diferentes cada una de las 3 especies: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*, los cuales por sus propiedades y sus mecanismo de acción se han denominado bioplaguicidas. Se

reconocen también por el tipo de olores que emanan los organismos como: coco, purines, tés y fermentos. (ESPOCH 2001).

La agricultura del Ecuador enfrenta actualmente sus mayores desafíos en los terrenos de competitividad, sostenibilidad, calidad, seguridad e interacción con el medioambiente. En esta situación Ecuador necesita con urgencia desarrollar recursos nativos y aplicaciones tecnológicas correlativas. La adquisición de estos recursos en el extranjero (dígase pesticidas altamente tóxicos, suplementos alimenticios e insumos industriales), significa un elevado porcentaje de divisas con un deterioro acelerado de la salud de la población y del ambiente (Montaño, 2009).

La producción de microorganismos es una actividad nueva y se encuentra en etapa de investigación. Por esta razón no es posible realizar un análisis de los tres microorganismos, ya que ellos se ajustan a un amplio rango de condiciones climáticas: climas fríos hasta subtropicales y tropicales; con una saludable gama de colores naturales: azul, café, amarillo etc.; un mejor desarrollo en compost y en biol cuando se cultivan en forma asociada y tienen suficiente alimentación. Sin embargo cabe mencionar que los microorganismos resisten temperaturas inferiores a los 5°C o superiores a los 45°C, (Velasguí, 2011).

En la sierra ecuatoriana no se ha podido ubicar la existencia de publicaciones sobre compatibilidad de microorganismos.

En la provincia de Tungurahua no existen estudios y peor aún publicaciones de microorganismos y su compatibilidad. El Ing. Ramiro Velasteguí, PhD, profesor en Manejo Integrado de plagas y Enfermedades de la Maestría en Agroecología y Ambiente de la UTA, verificó la presencia de 3 microorganismos benéficos como: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* en la granja agroecológica del Cantón Píllaro, lugar en donde tomó muestras con las cuales realizó algunas pruebas preliminares de multiplicación (Velasguí, 2011).

Cabe señalar que el autor de la presente propuesta del proyecto de investigación ha tomado referencias bibliográficas sobre compatibilidad de microorganismos benéficos en compost en las siguientes fuentes: Google, biblioteca virtual de la UTA, ESPOCH, INIAP, IICA, (Revista SCIELO, EBSCO HOST). [http://www.controlbiologico.com/propuesta\\_cana.htm](http://www.controlbiologico.com/propuesta_cana.htm).

En consecuencia, al existir los tres microorganismos en Tungurahua es de interés el iniciar investigaciones al respecto y así sentar las bases de un programa que sirva para aplicaciones prácticas en los diferentes cultivos, con microorganismos benéficos, a fin de regular la población de plagas y enfermedades.

### **1.2.2. Análisis crítico**

En la actualidad, cuando oímos la palabra “compostaje”, por el hecho de provenir de una palabra inglesa “compost” (abono, estiércol) pensamos en algún proceso raro, innovador, que contribuye a la mejora del medioambiente, pero, nada más lejos de la realidad, el compostaje se viene practicando desde hace siglos en nuestras granjas y no es más que aprovechar la capacidad de autodepuración de la naturaleza que, de forma gratuita, nos proporciona los microorganismos necesarios para degradar biológicamente la materia orgánica, siendo nuestra única función la de controlar los factores ambientales que de forma interrelacionada influyen dicho proceso (Andino, W. 2011).

Mediante el compostaje doméstico podemos transformar residuos tales como hojas, césped, restos de podas, residuos hortícolas, pieles de frutas, verduras y restos de comidas en un material rico en humus, que al mezclarse con el suelo mejora las propiedades físico químicas agronómicas de este, además contribuimos a reducir el uso de abonos químicos, rebajamos el peso de nuestra bolsa de basura y alargamos la vida útil de los vertederos (Andino, W. 2011).

La pila de residuos a compostar va a formar un microhábitat con características muy diferentes del entorno, lo que propicia la aparición de organismos

especialmente adaptados a esas condiciones, que clasificaremos según el nivel en el que se encuentren de la red trófica (Andino, W. 2011).

1. Consumidores Primarios. Son aquellos que consumen directamente materia orgánica muerta, tales como:

- Bacterias: son los organismos más pequeños, numerosos y los primeros en comenzar el trabajo, desempeñan el papel más destacado en la descomposición de la materia ya que poseen una amplia gama de enzimas capaces de romper químicamente una gran variedad de compuestos orgánicos. Son organismos unicelulares con formas variadas, los cocos poseen forma de esfera, los bacilos de bastón y las espirillas y espiroquetas forma espiral (Basantes, D. 2009).

- Hongos: menores en número que las bacterias o actinomicetos pero con mayor masa. Son responsables de descomponer polímeros vegetales complejos, demasiado secos, ácidos o pobres en nitrógeno para ser descompuestos por bacterias, permitiendo a estas continuar el proceso de descomposición una vez que la mayor parte de dichos polímeros han sido degradados. La mayoría viven en las capas externas del compost cuando la temperatura es alta, creciendo en forma de filamentos, formando colonias blancas o grises de textura aterciopelada en la superficie de la pila (Basantes, D. 2009).

Actinomicetos: van a dar el olor característico a tierra ya que son especialmente importantes en la formación del humus, son bacterias filamentosas, carecen de núcleo como las bacterias pero poseen filamentos multicelulares como los hongos lo que los hace muy similares. Sus enzimas les permiten romper químicamente residuos ricos en celulosa, lignina, quitina y proteínas. Con frecuencia producen antibióticos que inhiben el crecimiento bacteriano. Poseen forma alargada con filamentos que se extienden como telas de araña grises, suelen aparecer al final del proceso de descomposición en los primeros 10-15 centímetros de la superficie de la pila (Basantes, D. 2009).

- Protozoos: son animales unicelulares que se encuentran en las gotas de agua presentes en el residuo a compostar, su importancia en la descomposición es muy escasa, obtienen su alimento de la materia orgánica de la misma manera que las bacterias aunque pueden actuar también como consumidores secundarios ingiriendo hongos y bacterias (Basantes, D. 2009).

- Macroorganismos fermentadores: organismos visibles que consumen la materia orgánica directamente, tales como lombrices, moscas, ácaros de fermentación, cochinillas, caracoles, limacos etc. Son más activos en las etapas finales del compostaje (Basantes, D. 2009).

2. Consumidores secundarios: macroorganismos que se alimentan de los anteriormente citados consumidores primarios. Dentro de este grupo podemos citar tijeretas, ácaros de molde, rotíferos, protozoos, escarabajos, nematodos y gusanos planos de tierra (Basantes, D. 2009).

3. Consumidores terciarios: van a alimentarse de materia orgánica viva, tanto de consumidores primarios como secundarios. En este grupo encontramos arañas, pseudoescorpiones, ácaros predadores, ciempiés, hormigas y escarabajos (Basantes, D. 2009).

**A. Etapa mesofílica:** en esta etapa abundan las bacterias mesofílicas (108 bacterias/g húmedo) y hongos mesofílicos (106). El número de actinomicetos permanece relativamente bajo (104). Debido a la actividad metabólica de todos estos microorganismos la temperatura aumenta hasta 40°C, el pH disminuye desde un valor neutro hasta 5,5-6 debido a la descomposición de lípidos y glúcidos en ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad. En esta etapa la relación C/N es de especial importancia ya que el carbono aportara la energía a los microorganismos y el nitrógeno es esencial para la síntesis de nuevas moléculas, por ello la relación debe estar entorno 30, si superamos esta proporción la actividad biológica disminuye, mientras que proporciones superiores de N provocan el agotamiento rápido del oxígeno (Mora, B. 2013).

**B. Etapa termofílica:** la temperatura continua ascendiendo hasta llegar a valores de 75°C, las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos mueren o permanecen en estado de dormancia mientras que las bacterias termofílicas (109), actinomicetos (108) y hongos termofílicos (106) encuentran su óptimo, generando incluso más calor que los mesófilos (Mora, B. 2013).

La degradación de los ácidos obtenidos en la etapa anterior provoca el incremento del PH pasando desde 5,5 hasta 7,5 donde permanecerá casi constante hasta el final del proceso, el color del compost se pone más oscuro paulatinamente y el olor original se comienza a sustituir por olor a tierra. Es en esta etapa cuando comienza la esterilización del residuo debido a las altas temperaturas, la mayoría de las semillas y patógenos como E.Coli mueren al estar sometidos durante días a temperaturas superiores a 55°C (Mora, B. 2013).

**C. Etapa de enfriamiento:** una vez que los nutrientes y energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye, consecuentemente la temperatura en la pila desciende desde los 75°C hasta la temperatura ambiente, provocando la muerte de los anteriores y la reaparición de microorganismos mesofílicos al pasar por los 40-45°C, estos dominaran el proceso hasta que toda la energía sea utilizada (Mora, B. 2013).

**D. Etapa de maduración:** la temperatura y PH se estabilizan, si el PH es ácido nos indica que el compost no se encuentra maduro, los actinomicetos adquieren especial importancia en la formación ácidos húmicos y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben el crecimiento de bacterias y patógenos, mientras que los macroorganismos tales como nematodos, rotíferos, escarabajos, lombrices, que incrementan su actividad desempeñando la función de remover, excavar, moler, masticar y en general romper físicamente los materiales incrementando el área superficial de estos para permitir el acceso de los microorganismos. El color del producto final debe ser negro o marrón oscuro y su olor a tierra de bosque, además ya no debemos reconocer los residuos iniciales. Algunos compostadores poseen sistema de volteo, este ayuda a mantener la concentración de oxígeno, porosidad, temperatura y humedad uniforme en toda la

pila de residuos ya que, los materiales próximos a la superficie tienden a recibir mayor aporte de oxígeno pero alcanzan menor temperatura mientras que los materiales del interior poseen menor porosidad debido a la presión de los materiales que les rodean y alcanzan mayor temperatura y humedad.

Luego, debemos poner especial atención en la elección del compostador, en la correcta selección y preparación del residuo y aprovechar la capacidad de autodepuración que la naturaleza nos brinda, de esta manera, la naturaleza y nosotros saldremos ganando. Forma de amoníaco, tóxico para la población bacteriana o por lixiviados. El color en esta etapa aun es fresco y el olor a frutas, verduras y hojas frescas.

La humedad y ventilación del compostador son esenciales para maximizar la actividad microbiana y por consiguiente el proceso en general. La primera se debe mantener siempre entorno 40-60%, ya que el agua distribuye los nutrientes por la masa (C, N, P, K, B, Ca, Mg, Na, etc). La ventilación debe ser adecuada sobre todo en las tres primeras etapas y con residuos densos y ricos en N, pero nunca excesiva ya que al igual que el sol puede secar demasiado la pila de materia a tratar. Si la selección inicial del residuo no fue adecuada o su área superficial es muy reducida debido a que el tamaño de las partículas es excesivamente grande o pequeño, la ventilación formara caminos preferenciales quedando otras zonas en ausencia de oxígeno (Mora, B. 2013).

### **1.2.3. Prognosis**

Al no ejecutarse el presente proyecto habrá retraso en investigaciones científicas de tecnología en la provincia de Tungurahua, manteniéndose limitados los futuros trabajos aplicables como biorremediación; en el cual, se estaría aportando notablemente tanto al sector científico como al agroecológico, para una producción limpia. Esto se debe a que los microorganismos los encontramos en nuestro suelo con facilidad (rápida multiplicación), pueden ser analizados y se puede verificar su acción benéfica como organismos reguladores de enfermedades

de las plantas, recuperación de la vida microbiana, fertilidad del suelo, mejoramiento de la biodiversidad y producción agrícola.

La determinación de la Compatibilidad y el tiempo de sobrevivencia de tres microorganismos benéficos de uso agrícola: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* en compost, constituyen pilares fundamentales para nuevas generaciones con ideas que permitan distribuir su uso y aplicación correcta, en toda la provincia y a nivel nacional.

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

Existe compatibilidad y sobrevivencia entre microorganismos benéficos, reproducidos en compost?

#### **1.2.5. Interrogantes**

¿Qué impacto produce en la agricultura el proyecto de investigación con respecto a la compatibilidad y la biodinámica de los microorganismos?

¿Es necesario implementar tecnologías nuevas con microorganismos eficientes a fin de alcanzar rendimientos de calidad para un alimento digno, aplicando como fuentes nutricionales contenidas en el compost?

¿Cuál es la ventaja de utilizar microorganismos, en compost como una fuente alternativa en el combate de microorganismos dañinos y la compatibilidad existente?

#### **1.2.6. Delimitación**

##### **1.2.6.1. Delimitación Espacial**

El presente proyecto de investigación se realizó en la Granja Agroecológica de Píllaro propiedad del H. Gobierno Provincial de Tungurahua, ubicada a una altura de 2.825 msnm, en las coordenadas geográficas: 01° 10' Latitud Sur y 78° 32' Longitud Oeste (Instituto Geográfico Militar, 1999).

### **1.2.6.2 Delimitación Temporal**

El presente proyecto se realizó en enero del 2014 al 15 de marzo del 2014.

### **1.3. Justificación**

Los suelos con su macro, micro fauna y flora son escenarios que por todo el tiempo alimentan a los seres vivos. Es así que se consideran generalmente de ponderable importancia ecológica, económica y social, en la cual conviven millones de microorganismos formando un equilibrio total (Sánchez, C. 2003).

Es muy importante el aspecto social que se reflejará primeramente en la cantidad de productores que se beneficiarían del proyecto en forma directa e indirecta a nivel nacional e internacional. Partiendo desde el punto de vista ecológico y económico; y considerando su fácil reproducción y aplicación, este estudio servirá como escenario de capacitación (Sánchez, C. 2003).

Los beneficios económicos tienen una íntima relación con la producción limpia o libre de pesticidas, con un suelo equilibrado y la biodiversidad de todos los cultivos (Simbaña Blanca. 2005).

Con el uso de microorganismos se hace necesario conocer más de cerca cómo actúan ante los microorganismos patógenos, tomando en cuenta que no contaminan los suelos, los cultivos y el medio ambiente (Simbaña Blanca. 2005)..

Sin embargo, es necesario recalcar que la mala práctica y el uso inadecuado de los pesticidas ha provocado la destrucción del equilibrio biológico - ecológico, teniendo grandes consecuencias, como la desertificación de los suelos, pérdida de la flora y fauna microbiana benéficas (Simbaña Blanca. 2005).

La oferta de fertilizantes subsidiados y la poca capacitación agrícola ha ocasionado daños en la salud de la población y dependencia de paquetes tecnológicos obsoletos y nocivos (Suquilanda, M. 1995).

Se han contaminado los suelos y los cultivos con pesticidas altamente tóxicos, por ello, buscamos alternativas de remediación con los microorganismos, para un equilibrio ecológico, armónico y natural con la madre tierra que permita una sostenibilidad y una soberanía alimenticia (Suquilanda, M. 1995).

Es por ello que se considera importante realizar investigaciones más profundas de varios microorganismos benéficos, ya que el estudio de su compatibilidad y su nivel poblacional en el ensayo, permitirán dar a conocer a la sociedad que será cultivado y conservado para la aplicación en los cultivos, a fin de evitar el uso de químicos altamente tóxicos que por su naturaleza generan efectos secundarios en los cultivos y en la vida humana (Suquilanda, M. 1995).

No implicaría un alto nivel de gastos, todo lo contrario, se facilitarían y mejorarían las condiciones del sector agrícola.

La misión de la Universidad Técnica de Ambato: satisfacer la demanda, científico - tecnológica de la sociedad ecuatoriana en interacción dinámica con sus actores, formar profesionales que contribuyan al desarrollo científico, técnico, cultural y axiológico del país; producir bienes y prestar servicios para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los ecuatorianos e impulsar el desarrollo sustentable del país.

Que, por sus niveles de excelencia se constituirá en un centro de referencia académico científico y humanístico del país. Ser la institución que promueva la generación de proyectos y propuestas como soporte para el desarrollo provincial, regional y nacional. En su entorno y tomando en cuenta las manifestaciones del pensamiento del mismo, creará conocimiento, formará profesionales competentes y realizará investigaciones científicas y tecnológicas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. General**

- a. Determinar la compatibilidad de tres microorganismos benéficos: (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*) y el tiempo de sobrevivencia en compost utilizados para fertilizar los cultivos.

### **1.4.2. Específicos**

- a. Verificar el número poblacional o concentración de volúmenes de los microorganismos benéficos en compost en 30 y 60 días.
- b. Analizar el contenido nutricional orgánico del compost donde se cultivaran los microorganismos benéficos. .
- c. Demostrar la compatibilidad de los microorganismos que están conviviendo reproduciéndose en compost mediante análisis.
- d. Realizar un análisis costo-beneficio de los microorganismos en compost.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes investigativos

Se realizó un trabajo de investigación titulado “Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost”, se llevó a cabo en la propiedad del Sr. Nelson Naranjo, ubicado en el sector de Siguitag, parroquia Pasa, cantón Ambato, provincia Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01° 15' 17,4” de latitud Sur y 78° 42' 2,1” de longitud Oeste, a la altitud de 3 353 msnm, con el propósito de evaluar el efecto de los microorganismos capturados en la zona de estudio (P1) y del Compost Treet (P2) aplicados en tres (10 D1, 20 D2 y 30 D3 cc/10 l de agua, respectivamente). Se empleó el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2 x 3 + 1 testigo, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron siete, producto de la combinación de los factores en estudio más el testigo que no recibió aplicación de microorganismos. Se efectuó el análisis de variancia (ADEVA), pruebas de significación de Tukey al 5%, para diferenciar entre tratamientos, factor dosis e interacción; pruebas de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor productos y polinomios ortogonales con cálculo de correlación y regresión para el factor dosis. El análisis económico de los tratamientos se realizó mediante el cálculo de la relación beneficio costo (RBC). Con la utilización de Compost Treet (P2) como aporte de microorganismos benéficos, para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost, se alcanzaron los mejores resultados, al reducirse el tiempo a la cosecha y obtener compost de mejor calidad, obteniéndose en los tratamientos de éste producto: menor tiempo a la obtención del compost (90,67 días), mayor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (8,44 colonias/g de compost), con mejor contenido nutricional, al reportar mayor contenido de fósforo (339,66 ppm) y buen

contenido de nitrógeno, potasio y materia orgánica, por lo que es el producto apropiado para acelerar la descomposición de los materiales orgánicos, obteniéndose el compost en menor tiempo, con mejor contenido nutricional. La aplicación de los microorganismos en la dosis de 30 cc/10 l de agua (D3), causó el mejor efecto en el proceso de descomposición, acelerando el tiempo a la cosecha del compost y obteniéndose mejor calidad en su contenido nutricional, por cuanto los tratamientos que recibieron aplicación de esta dosis reportaron: menor tiempo a la obtención del compost (86,50 días), mayor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (8,33 colonias/g de compost), con mejor contenido de nitrógeno (1,13%), como también de fósforo (219,99 ppm) y potasio (0,72%), reportando el mayor porcentaje de materia orgánica (24,63%); por lo que es la dosis de aplicación adecuada de los microorganismos, para mejorar su calidad final y acortar el tiempo a la obtención del abono. La dosis de 20 cc/10 l de agua (D2), reportó buenos resultados especialmente con el segundo mejor contenido de fósforo (186,54 ppm) y de potasio (0,69%) y el mejor contenido de materia orgánica (24,66%). Del análisis económico se deduce que, el tratamiento P2D3 (Compost Treet, 30 cc/10 l de agua), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,19 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,17 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

En Argentina se realizó un estudio con *Pseudomonas fluorescens* y un hongo, *Aspergillus fumigatus*. Se preparó un inóculo con una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC/ml para cada microorganismo y se aplicó por aspersión, 2 L m<sup>-3</sup>. Se evaluaron los siguientes parámetros: aspecto físico, temperatura, humedad, pH, relación C/N, materia orgánica, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico. Los resultados mostraron que las pilas inoculadas alcanzaron las características de estabilidad y madurez, cuatro semanas antes de la pila control sin inoculación. Estos resultados indicaron que el inóculo fue útil para acelerar el proceso de compostaje en residuos urbanos. inóculos polimicrobianos, bacterias aeróbicas, bacterias sinérgicas, proceso de compostaje Se tomaron muestras de las pilas de compostaje de las pilas de la misma planta de procesamiento durante las primeras tres.

## **2.2. Fundamentación filosófica**

Según Gómez (2006), investigar científicamente es una tarea que implica un aprendizaje que demandará disciplinar y sistematizar el pensamiento y las acciones a desarrollar, en un delicado equilibrio entre la aplicación de normas más o menos estrictas, determinadas por un método, y la originalidad y creatividad del aprendiz. Es decir, que investigar científicamente requerirá conocer los conceptos centrales del área del saber en que se investigue, y los procesos que la comunidad científica en general utiliza para generar nuevos conocimientos, considerados valederos.

La presente investigación se fundamentó en el paradigma empírico analítico ya que emplea métodos inductivo - deductivo y se sustenta en la cuantificación y formalización del conocimiento mediante el uso de procedimientos.

## **2.3. Fundamentación legal**

El presente proceso de investigación se fundamenta en la constitución de julio del 2008 de la república del Ecuador prohibiendo la venta de plaguicidas altamente tóxicos los que están matando muchas personas.

En la cumbre desarrollada el 19 de enero del 2009 participaron los países: Costa Rica, México, Chile, Ecuador y Argentina, que decidieron prohibir la venta de productos extremadamente tóxicos y altamente tóxicos de manera paulatina.

En enero 13 del 2011 Ecuador decide prohibir totalmente la venta de los pesticidas que vienen marcados con etiqueta roja.

Se prohíbe toda forma de apropiación sobre sus conocimientos, innovaciones y prácticas.

El Ministerio del Ambiente decreta políticas y estrategias para la protección del ecosistema.

**“Art. 14.- Derecho a un ambiente sano.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumac Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.”

**“Art. 15.- Uso de tecnologías limpias y no contaminantes.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho del agua.” (Constitución de la República del Ecuador 2008).

## **2.4. Categorías fundamentales**

### **2.4.1. ¿Qué son los microorganismos?**

En la investigación de los microorganismos, es una abreviación de Effective Microorganismos (Microorganismos Eficaces), siendo una combinación de varios microorganismos benéficos. La tecnología EM, fue desarrollada por Teruo Higa, Ph. D., quien comenzó la búsqueda de una alternativa que reemplace los fertilizantes y pesticidas sintéticos, popularizados después de la segunda guerra mundial para la producción de alimentos en el mundo entero. Inicialmente el EM fue utilizado como un acondicionador de suelos. Hoy en día EM es usado no solo para producir alimentos de altísima calidad, libres de agroquímicos; sino también para el manejo de desechos sólidos y líquidos generados por la producción agropecuaria, la industria de procesamiento de alimentos, fabricas de papel, mataderos y municipalidades entre otros.

Los microorganismos son utilizados en los 5 continentes, en más de 120 países. (www.scielo.org.ar/)

Los microorganismos en estudio son componentes de hongos, bacterias, conocidas como bacterias lácticas, foto- trópica y levaduras que se encuentran en el suelo de los bosques y hace más de 20 años se han usado en el tratamiento de aguas negras, disminución de malos olores y de poblaciones de insectos indeseables; lo que conlleva también a una reducción de las enfermedades respiratorias de los animales. (Dr. Teruo Higa 1980).

En los campos inundados de cultivos de arroz en Colombia se están utilizando EM. (*Trichodermas*) y otras especies como biocontroladores de ciertos hongos e insectos, obteniendo una producción limpia del arroz para la soberanía alimenticia. (bernarda.mora@gmail.com).

#### **2.4.2. Microorganismos eficaces**

Existen microorganismos en el aire, en el suelo, en nuestros intestinos, en los alimentos que consumimos, en el agua que bebemos (Suquilanda, M. 2.007).

Las condiciones actuales de contaminación y uso excesivo de sustancias químicas sintéticas han causado la proliferación de especies de microorganismos dañinos considerados degeneradores (Suquilanda, M. 2.007).

Estos microorganismos a grandes rasgos, son causantes de enfermedades en plantas y animales, generan malos olores y gases nocivos al descomponer residuos orgánicos. [www.monografias.com/trabajos15/bioinsecticida](http://www.monografias.com/trabajos15/bioinsecticida) (Suquilanda, M. 2.007).

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conservan los recursos naturales, generando una agricultura sostenible como:

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.

- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegeta.
- Incremento de la supervivencia de las plántulas.
- Genera un mecanismo de supresión de insectos y resistencia a las enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos.
- Incrementa el crecimiento, y una mejor calidad de producción en los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales.
- Incrementa la capacidad fotosintética. ([www.controlbiologico.com](http://www.controlbiologico.com)) en los suelos.

Las investigaciones de los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcadas en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades como: estructura y partículas del suelo, reducción de la compactación, incremento de la porosidad, mejor infiltración del agua, aumento de la biodiversidad microbiana, generando las condiciones apropiadas para su desarrollo (Trigale, M.; Ortho, L. 2.005).

Estudios realizados en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo analizan la actuación de los 3 microorganismos *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* en estudio, contra algunas enfermedades, su conservación, pH. y su acción fitosanitaria en los cultivos (Trigale, M.; Ortho, L. 2.005).

### ***Paecilomyces lilacinus***

Acción fitosanitaria:

Nematicida, recuperador de la flora microbiana del suelo.

Aspecto.- Líquido de color verde.

pH - 5.0

Conservación Producto.- Refrigeración a 4° C.

Cultivos Varios.- Tomate riñón, mora, babaco, pastos, tomate de árbol, flores, banano, papa, sandía, pimiento, maracuyá, cebolla, hortalizas, etc.

### ***Bacillus thuringiensis***

Acción fitosanitaria:

Insecticida: Contra mosca blanca, larvas de lepidópteros.

Aspecto.- Polvo de color café.

pH - 6.5

Conservación Producto - Refrigeración a 8° C.

Cultivos Varios - Crucíferas, cucurbitáceas, tomate, tabaco, soya, frejol y hortalizas, etc.

### ***Beauveria bassiana***

Acción fitosanitaria:

Insecticida.- Contra coleópteros, gusano blanco de la papa, broca del café.

Aspecto.- Líquido de color cremoso.

pH - 6.0

Conservación Producto - Refrigeración a 4° C.

Cultivos Varios - Tomate riñón, mora, babaco, pastos, tomate de árbol, flores, banano, papa, sandía, pimiento, maracuyá, cebolla, hortalizas. (Velasteguí R. 2001b, López, L. V. 1990, ESPOCH, 2001).

La reproducción y compatibilidad de los microorganismos no requiere un procedimiento específico ni condiciones de mayor control, al no existir reportes de investigaciones que incluyen la compatibilidad y las condiciones de aplicación

adecuada. En la agricultura de la región sierra es necesario investigar el proyecto apoyado en la información bibliográfica, y con la obtención de estos resultados se podrá plantear aplicaciones para posibles soluciones al tratamiento de temas agrícolas y ambientales (Velasquí R. 2001b, López, L. V. 1990, ESPOCH, 2001).

### **2.4.3. Compost**

El compost es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos (Restrepo, J. 2007).

Es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo (bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc.) en presencia de aire (oxígeno). El abono compostado es un producto estable, que se le llama humus (Restrepo, J. 2007).

Este abono orgánico se construye con el estiércol de los animales de granja (aves, caballos, vacas, ovejas o cerdos), residuos de cosechas, desperdicios orgánicos domésticos y papel (Restrepo, J. 2007).

El proceso de compostaje tiene la particularidad que es un proceso que se da con elevadas temperaturas. La materia orgánica es utilizada como alimento por los microorganismos, y es en este proceso de alimentación que la temperatura de la pila se eleva, pudiendo alcanzar los 65 a 70°C. Para que el proceso se desarrolle normalmente es imprescindible que haya humedad y oxígeno suficientes, ya que los microorganismos encargados de realizar la descomposición de los materiales orgánicos necesitan de estos elementos para vivir (Chungata. L. 2011).

La elevada temperatura que adquiere la pila de compost (o abonera) es muy importante, ya que es una manera de eliminar muchos tipos de microorganismos

que pueden perjudicar a las plantas que cultivemos y que se encontraban presentes en el material original (CHUNGATA. L. 2011).

Los microorganismos capaces de sobrevivir a temperaturas elevadas son en su mayoría desintegradores de materia orgánica, ya que se alimentan de ella; los microorganismos que perjudican las plantas no sobreviven con altas temperaturas y sí lo hacen si la temperatura es entre 15 y 25 °C (CHUNGATA. L. 2011).

En el proceso de compostaje, luego que la temperatura desciende los microorganismos perjudiciales para las plantas que pudieran existir desaparecen. Así, se favorece el desarrollo de microorganismos que viven a temperaturas de 15 a 25°C. pero no perjudican las plantas. De esta manera compiten con los organismos perjudiciales ocupando el lugar que podrían ocupar ellos (Basantes, D. 2009).

La elevada temperatura provoca también la muerte de las semillas presentes, impidiendo por lo tanto la germinación de pastos que no queremos (Basantes, D. 2009).

La incorporación de abono compostado al suelo tiene las siguientes ventajas:

- Incorpora materia orgánica y nutriente al suelo
- No contiene semillas de malezas
- Mejora las características físicas y biológicas (incorporando microorganismos beneficiosos) del suelo
- Da excelentes rendimientos en cultivos de cereales, hortalizas, pastos y árboles
- Puede utilizarse en lombricultura (Basantes, D. 2009).

#### **2.4.3.1. Microorganismos que transforman el nitrógeno en un compost de estiércol**

Uno de los principales hándicaps del compost desde un punto de vista agronómico es su contenido en nitrógeno. Es normal encontrar en la bibliografía científica compost con contenido en nitrógeno entre el 1,5 y 2,5% siendo su naturaleza

fundamental orgánica y modesto en contenido inorgánico (amonio y nitrato fundamentalmente). Esto es debido a que como los sustratos a compostar son principalmente orgánicos, y la mineralización del nitrógeno es un proceso lento que se da en menor medida. Además, también depende de la naturaleza del residuo orgánico que se composte como el caso de los estiércoles, su contenido en amonio más elevado al inicio del proceso (debido a la naturaleza de los mismos, como ya comentamos en el caso del estiércol de gallinaza) (Andino, W. 2011).

#### **2.4.3.2. Microorganismos que transforman el nitrógeno en un compost**

Como hemos comentado, la mineralización del nitrógeno en el compostaje se lleva a cabo al transformar la materia orgánica (y su contenido en nitrógeno orgánico) por acción de los microorganismos dando como principal sustrato el amonio, para luego convertirse en nitrato. Este proceso se denomina “amonificación” y lo llevan a cabo microorganismos capaces de oxidar el amonio, tal y como podemos observar en la Figura. El incremento de este tipo de microorganismos coincide con un descenso en el contenido de amonio (sobre todo se observa en las primeras fases del compostaje). (<http://www.scielo.org.ar>).

Si no hubiese pérdidas de amonio por volatilización de amoníaco (por desgracia algo muy común en el compostaje), todo el amonio se transformaría en nitrato y en nitrito. Aun así, podemos observar un incremento en la fracción inorgánica del nitrato y nitrito durante el proceso tal y como observamos en la Figura. Este fenómeno se conoce como “nitrificación” y lo llevan a cabo un determinado grupo de microorganismos conocidos genéricamente como “nitrificantes”. Este proceso se da sobre todo cuando la temperatura empieza a bajar, cuando entramos en la fase de enfriamiento o “segunda fase mesófila” del compostaje (<http://www.scielo.org.ar>).

Para finalizar, hay un fenómeno biológico conocido como desnitrificación, el cual se encarga de transformar en nitrato en nitrógeno gaseoso. Este proceso es muy específico y requiere algunas condiciones concretas como una baja concentración de oxígeno. Como sabemos, el compostaje es aeróbico pero siempre se forman

lugares que se están en condiciones de anoxia (falta de oxígeno), sobre todo si las pilas son de grandes dimensiones (<http://www.scielo.org.ar>)

## 2.5. Hipótesis

H0: Existe la compatibilidad entre los microorganismos benéficos como: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* en el sustrato de compostaje.

## 2.6. Señalamiento de variables

### 2.6.1. Variable independiente

*Beauveria bassiana*

*Bacillus thuringiensis*

*Paecilomyces lilacinus*

### 2.6.2. Variable dependiente

Composición Físico – Química del compost: pH

Materia Orgánica

Nitrógeno

Fósforo

Potasio

Composición Biológica del compost:

Presencia de bacterias

Presencia de hongos

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación tuvo un enfoque de carácter cuali - cuantitativo ya que se basó en la medición de las variables acorde a la aplicación de los microorganismos, además la investigación se la consideró bajo una modalidad explicativa de los resultados obtenidos que permitieron exponer el efecto de la aplicación de los microorganismos en el compost.

#### 3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Experimental. Se recopiló datos sobre el nivel poblacional y existencia hasta 60 días de los análisis microscópicos, es decir el trabajo en el laboratorio. Documental - Bibliográfica. Se utilizó para sustentar y complementar el trabajo investigativo.

#### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

##### 3.3.1. Variable independiente: dosis de microorganismos eficientes

**Tabla 1.** Operacionalización de las variables

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADOR	ÍNDICE
Son diferentes dosis de microorganismos eficientes como: <i>Beauveria bassiana</i> , <i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Paecilomyces lilacinus</i> , desarrolladas en compost.	<i>Beauveria bassiana</i>	100 cc de <i>Beauveria bassiana</i>	100 cc
	<i>Bacillus thuringiensis</i>	-100 cc de <i>Bacillus thuringiensis</i> -100 cc	50 cc
	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	<i>Paecilomyces lilacinus</i> .	
		50 cc <i>Beauveria bassiana</i> -100 cc <i>Bacillus thuringiensis</i> -100 cc <i>Paecilomyces lilacinus</i> .	100 cc 50 cc
		100 cc <i>Beauveria bassiana</i> -50 cc <i>Bacillus thuringiensis</i> -100 cc <i>Paecilomyces lilacinus</i> .	100 cc 50 cc
		100 cc <i>Beauveria bassiana</i> - 100 cc <i>Bacillus thuringiensis</i> - 50 cc <i>Paecilomyces lilacinus</i> .	100 cc 50 cc

**3.3.2. Variable dependiente.** Caracterización físico, química y biológica del compost.

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORIAS	INDICADOR	ÍNDICE
Es la comparación de las características físicas, químicas y biológicas del compost, con acción de microorganismos benéficos	-Composición física – química.	pH	
		Materia orgánica	Porcentaje
		Nitrógeno	Porcentaje
		Fósforo	Porcentaje
	-Composición biológica	Potasio	Porcentaje
		-Presencia de bacterias	ufc/g
	-Presencia de hongos	ufc/g	

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

### 3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

#### Manejo de la investigación

#### Establecimiento del sector.

Para realizar el presente ensayo se destinó un área de 42 m<sup>2</sup>, bajo cubierta plástica, Se construyeron cajonetas de madera de 1m x 1 m, con una altura de 0,85 m. en las que se relleno con compost, el total de cajonetas fue de 12.

El espaciamiento entre cajonetas es de 0.50m.

#### Materiales para preparar el compost.

- a. 40 m de plástico de invernadero uv6
- b. Estiércol de gallinaza: 15 m<sup>3</sup>
- c. Estiércol de ganado de páramo: 15 m<sup>3</sup> (bovinos, ovinos)
- d. Cascarilla de arroz: 1 m<sup>3</sup>
- e. Melaza: 30 l.

- f. Microorganismos benéficos (*Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*).
- g. Cal agrícola

### **Elaboración del compost.**

1. Poner una capa de 20 cm de altura de abono orgánico.
2. Colocar una capa de 1 a 2 cm de cascarilla de arroz.
3. Espolvorear 20 kg de cal agrícola.
4. Diluir 30 litros de melaza en 200 litros de agua.
5. Aplicar 50 litros de la mezcla por capa y con regadera.
6. Formar otras capas hasta llegar a 80 cm de altura.
7. Mezclar con palas, las capas y cubrimos con el plástico.
8. Remover a los 15 días de haber preparado, remojando la mezcla con agua limpia si falta humedad.
9. Remover a los 25 días de haber preparado la mezcla.
10. Adicionar a los 35 días de haber preparado la mezcla los microorganismos benéficos mezclados con agua y melaza por ser la última removida.
11. A los 55 días el compost está listo para aplicar a las plantas.

### **Obtención del compost.**

Después de haber colocado en la cajonera los componentes como: estiércol, cascarilla de arroz, melaza, cal, levadura y microorganismos en orden, luego de dejar fermentar desde su inicio, remover cada 15 y 10 días después, y colocar los microorganismos se obtuvo a los 40 días, con lo cual se encuentra listo para la aplicación en los cultivos.

### **Presentación física del compost.**

Pasados los 45 días, la mezcla se transforma en un color café y en las capas se puede observar coloraciones blanquecinas, cafés, azuladas distribuidas en

diferentes partes superficiales que de acuerdo al análisis estas capas corresponden a diferentes especies de hongos y bacterias.

### **Análisis de densidades poblacionales de los microorganismos.**

Los análisis de los microorganismos, se realizaron a los 30 y 60 días se tomó muestras del compost y se envió al laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Recursos Naturales Departamento Fitopatología.

## **3.5. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

### **3.5.1. Factores en estudio**

Se estudió fórmulas de *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus*.

### **3.5.2. Tratamientos**

**Tabla 2.** Tratamientos

<b>TRAT</b>	<b>DESCRIPCION</b>
T1	100 cc de <i>Beauveria bassiana</i> -100 cc de <i>Bacillus thuringiensis</i> -100 cc <i>Paecilomyces lilacinus</i>
T2	50 cc <i>Beauveria bassiana</i> -100 cc <i>Bacillus thuringiensis</i> -100 cc <i>Paecilomyces lilacinus</i>
T3	100 cc <i>Beauveria bassiana</i> -50 cc <i>Bacillus thuringiensis</i> -100 cc <i>Paecilomyces lilacinus</i>
T4	100 cc <i>Beauveria bassiana</i> -100 cc <i>Bacillus thuringiensis</i> -50 cc <i>Paecilomyces lilacinus</i>

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

### **3.5.3. Diseño experimental**

Se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones dando un total de 12 unidades experimentales

#### **3.5.4. Análisis estadístico**

Se realizó la interpretación de los resultados mediante los promedio obtenidos en los datos y se graficó de barras.

#### **3.5.5. Variables evaluadas**

##### **3.5.5.1. Composición físico – químico del compost.**

Se determinó los valores de pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio en el compost al inicio, a los 30 días y 60 días después, para lo cual se envió al laboratorio de la ESPOCH, para su respectivo análisis.

##### **3.5.5.2 Composición biológica del compost.**

Con este propósito se enviaron las muestras de compost al laboratorio de la ESPOCH, para su análisis de cuantificación de bacterias y hongos, al inicio, a los 30 días y 60 días después de la incorporación de los microorganismos benéficos.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. COMPOSICIÓN FÍSICO – QUÍMICO DEL COMPOST

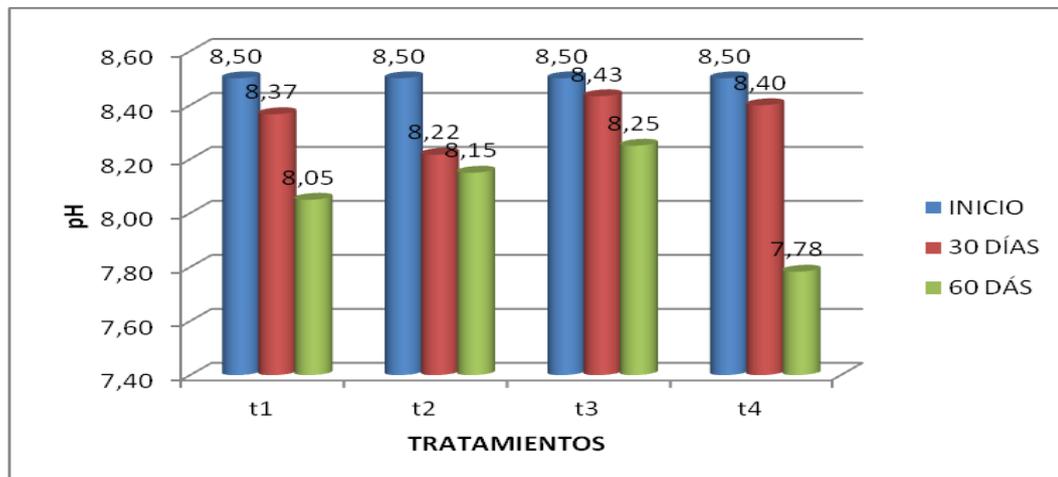
##### 4.1.1. pH

Los resultados de las muestras enviadas para el análisis del pH, se reportan a continuación:

**Tabla 3.** Valores de pH

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÁS
T1	8,50	8,37	8,05
T2	8,50	8,22	8,15
T3	8,50	8,43	8,25
T4	8,50	8,40	7,78

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014



**Gráfico 1.** Valores de pH

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 3 y gráfico 1 el pH de la muestra del compost que se envió al laboratorio y es considerada como inicial es de 8.50, en el tratamiento T1 (100 cc

*Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) a los 30 días existe un descenso de 0.13 y a los 60 días el pH baja a 8.05 con un descenso de 0.45, el tratamiento T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) a los 30 días desciende 0.28 y finaliza en 8.15 con una diferencia de 0.35, el tratamiento T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), a los 30 días baja muy poco y finaliza con 8.25 una diferencia de 0.25 y finalmente el tratamiento T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*) , que a los 60 días presenta una disminución de 0.72, aproximado al neutro.

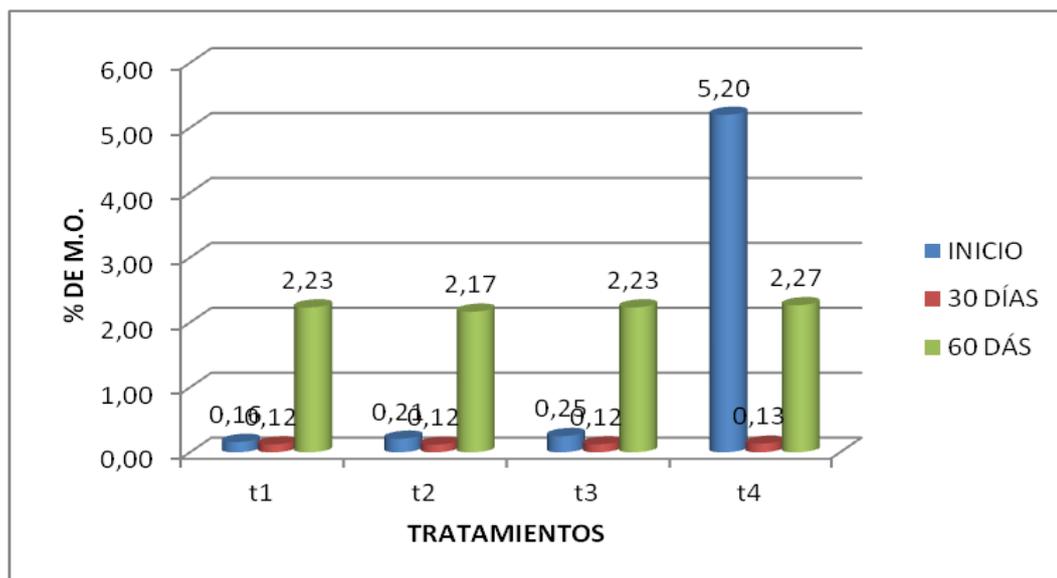
#### 4.1.2. PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA

En la tabla 4, se compara el porcentaje de materia orgánica desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días después de la incorporación de los microorganismos.

**Tabla 4.** Porcentaje de materia orgánica

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÁS
T1	5,20	25,47	23,40
T2	5,20	23,53	22,33
T3	5,20	21,47	20,00
T4	5,20	25,40	23,27

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014



**Gráfico 2.** Porcentaje de materia orgánica  
**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 4, Gráfico 2; se detalla los valores para el porcentaje de materia orgánica obtenida en las muestras de compost enviadas al laboratorio, el T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio presenta un contenido de 5,20%; a los 30 días existe un significativo incremento al 25,47% y a los 60 días hay un ligero decremento culminando con un valor de 23,40% de materia orgánica en el compost. Para el tratamiento T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) a los 30 días incrementa el porcentaje de materia orgánica a 23,53% y culmina a los 60 días con 22,33% desde el inicio hasta la finalización del proceso de elaboración de compost existe un incremento de 17,14%. El tratamiento T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio reporta un 5,20% de materia orgánica, a los 30 días se incrementa su porcentaje a 21,47% y a los 60 días culmina con el 20%. El tratamiento T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*), a los 30 días incrementa su porcentaje a 25,40 % y a los 60 días tiene un incremento de 18,7% llegando al 23,70% de materia orgánica contenida en el compost

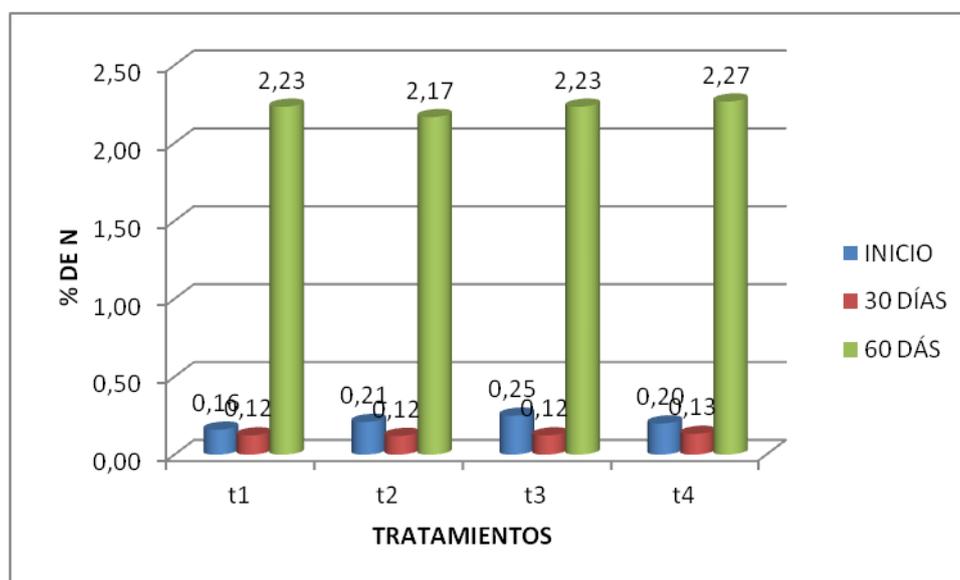
### 4.1.3. PORCENTAJE DE NITRÓGENO

En la tabla 5 se compara el porcentaje de Nitrógeno desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días.

**Tabla 5.** Porcentaje de Nitrógeno

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÁS
T1	0,16	0,12	2,23
T2	0,21	0,12	2,17
T3	0,25	0,12	2,23
T4	0,20	0,13	2,27

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014



**Gráfico 3.** Porcentaje de Nitrógeno

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 5, y el gráfico 3; se establecen los valores del porcentaje de nitrógeno, el tratamiento T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio presenta un valor de 0,16%; a los 30 días existe decrece su valor a 0,12 existiendo una diferencia de 0,04% y a los 60 días hay un incremento de de 2,05% comparado con el inicial culminando con 2,23%. Para el tratamiento T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -

100 cc *Paecilomyces lilacinus*) empieza con 0,21%, a los 30 días decrece su porcentaje a 0,12%; a los 60 días existe un incremento notable de 1,96% para obtener un valor final de 2,177%. El tratamientos T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio reporta un 0,25% de nitrógeno, a los 30 días baja su porcentaje a 0,12% y a los 60 días se incrementa a 2,23%. El tratamiento T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio tiene un porcentaje de 0,20%; los 30 días ocurre un descenso a 0,13% y a los 60 días incrementa significativamente a 2,27%.

#### 4.1.4. PORCENTAJE DE FÓSFORO (P)

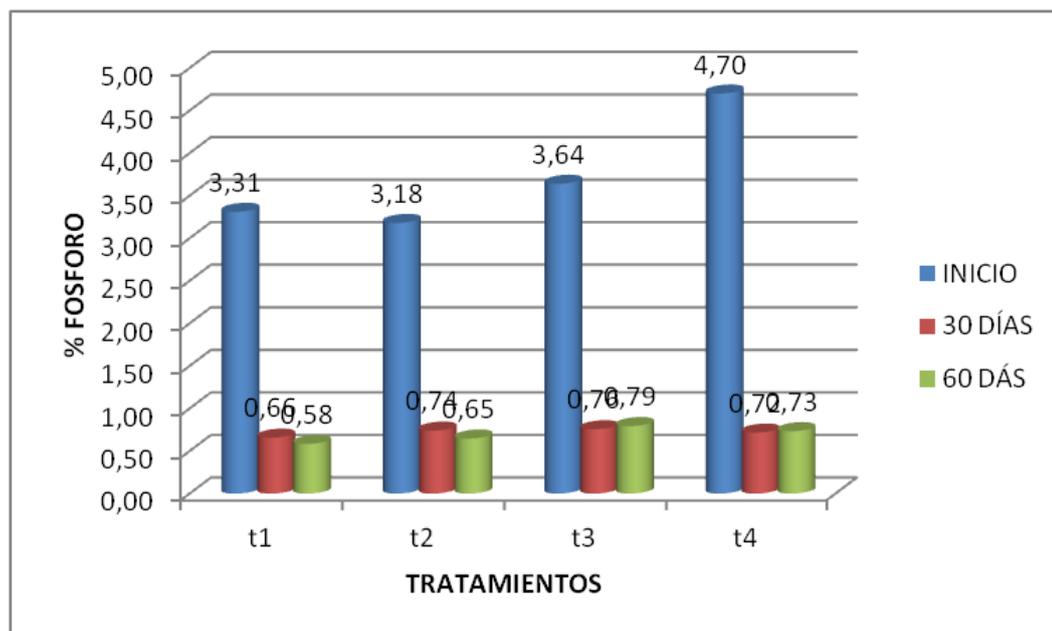
En la tabla 6 se compara el porcentaje de Fosforo desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días después de la incorporación de los microorganismos beneficios.

**Tabla 6.** Porcentaje de Fósforo

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÁS
T1	3,31	0,66	0,58
T2	3,18	0,74	0,65
T3	3,64	0,76	0,79
T4	4,70	0,72	0,73

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 6, gráfico 4; se detallan los datos del porcentaje de fósforo en el compost, el tratamiento T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio presenta un valor de 03,31%; a los 30 días decrece su valor a 0,66% existiendo una diferencia de 2,69% y a los 60 días se mantiene la tendencia de decrecimiento obteniendo una valor final de 0,58%. Para el tratamiento T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) inicia con 3,18%, a los 30 días decrece su porcentaje a 0,74%; a los 60 días también decrece hasta el 0,65%.



**Gráfico 4.** Porcentaje de Fósforo

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

El tratamientos T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio reporta un 3,64% de fósforo, a los 30 días baja su porcentaje a 0,76% y a los 60 días se incrementa a 0,79%. El tratamiento T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio tiene un porcentaje de 4,70%; los 30 días ocurre un descenso a 0,72% y a los 60 días se mantiene con un valor cercano siendo 0,73%.

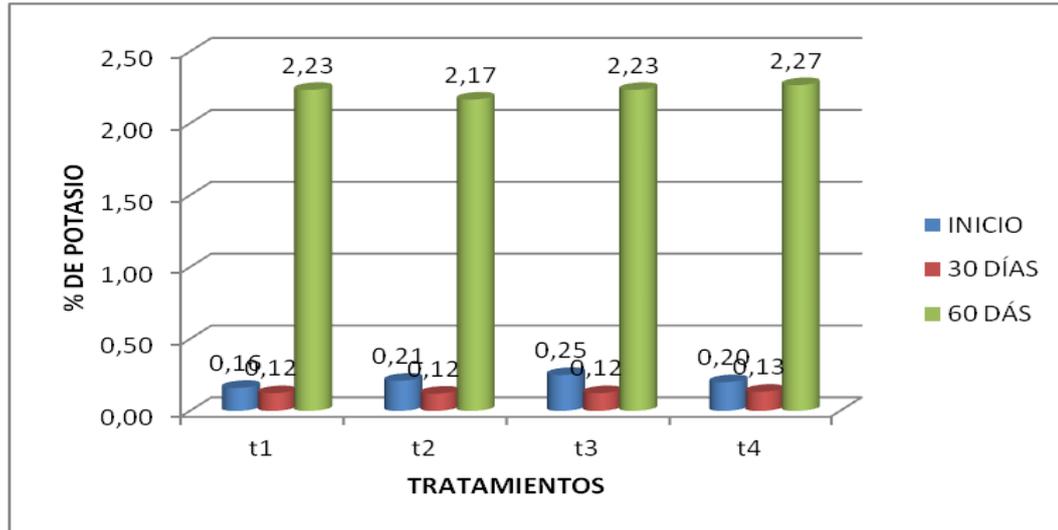
#### 4.1.5. PORCENTAJE DE POTASIO

En la tabla 7 se compara el porcentaje de Potasio desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días.

**Tabla 7.** Porcentaje de potasio

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÍAS
T1	0,16	0,12	2,23
T2	0,21	0,12	2,17
T3	0,25	0,12	2,23
T4	0,20	0,13	2,27

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014



**Gráfico 5.** Porcentaje de potasio

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 7, gráfico 5; se encuentran los valores para el porcentaje de potasio obtenida en las muestras de compost enviadas al laboratorio, el T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio presenta un contenido de 0,16%; a los 30 días existe una disminución en su contenido con 0,12% y a los 60 días hay un incremento culminando con un valor de 2,23% de potasio en el compost. Para el tratamiento T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) a los 30 días al inicio tiene 0,21% de potasio, a los 30 días hay un decrecimiento a 0,12% y culmina a los 60 días con 2,17% desde el inicio hasta la finalización del proceso de elaboración de compost existe un incremento de 1,94%. El tratamiento T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio reporta un 0,25% de potasio, a los 30 días decrece la concentración a 0,12% y a los 60 días hay un notorio aumento a 2,23%. El tratamiento T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio reporta un valor de 0,205; a los 30 días disminuye su porcentaje a 0,13% y a los 60 días tiene un incremento al 2,27% de potasio contenido en el compost.

## 4.2. COMPOSICIÓN BIOLÓGICA DEL COMPOST

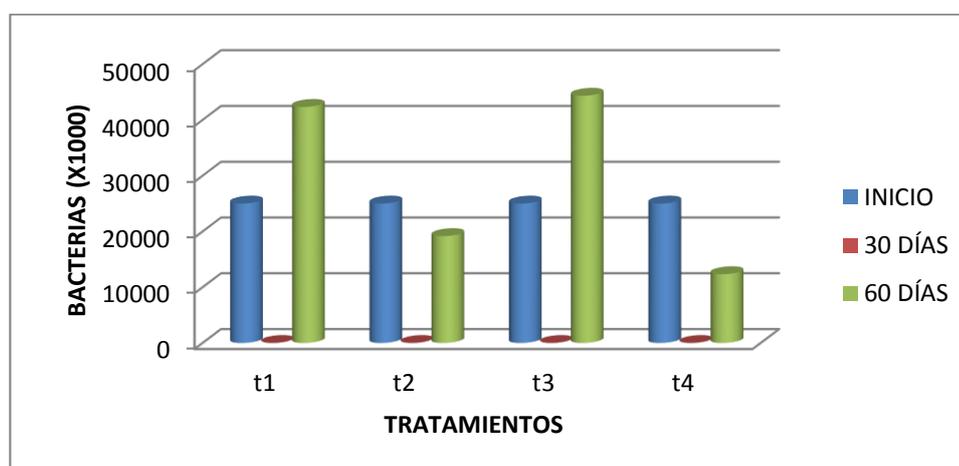
### 4.2.1. Presencia de bacterias

En tabla 8, se compara la cantidad de bacterias desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días después de la incorporación de los microorganismos benéficos.

**Tabla 8.** Cantidad de bacterias (ufc/g)

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÍAS
T1	25000,00	0,00	42333,33
T2	25000,00	0,00	19166,67
T3	25000,00	0,00	44333,33
T4	25000,00	0,00	12333,33

Elaborado por: Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014



**Gráfico 6.** Cantidad de bacterias

Elaborado por: Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

La tabla 8, y en el gráfico 6; se encuentran los valores de la cantidad de bacterias contenida en el compost, el tratamiento T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) inicio tiene la cantidad de 25000 ufc/g, a los 30 días existe ausencia y a los 60 días incrementa en 17333,33 ufc/g de los 25000 ufc/g iniciales a los 60 días culminó con 42333,33 ufc/g. El T3(50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) también experimenta un incremento de 998000,00 ufc/g, pero a los 60 días decrece la cantidad de bacterias en 5833,33 finalizando con

19166,67 ufc/g. El T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), a los 30 días existe un incremento de 154666,67 ufc/g culminando a los 60 días con 44333,33; existiendo un incremento de 19333,33 ufc/g respecto al inicio. El T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*), a los 60 días presenta un incremento de 24666,67 y a los 60 disminuye la cantidad hasta llegar a 12333,33 ufc/g.

#### 4.2.2. Presencia de hongos.

##### 4.2.2.1. Cantidad de *Aspergillus* sp.

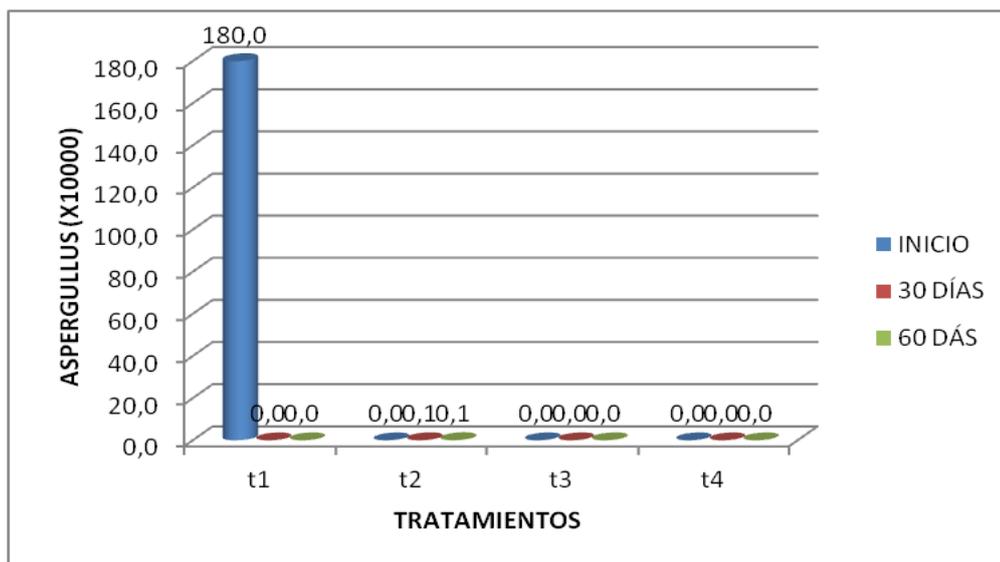
En la tabla 9, se comparan las cantidades de *Aspergillus* sp desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días.

**Tabla 9.** Cantidad de *Aspergillus* sp (ufc/g)

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÁS
T1	1800000,00	0,00	0,00
T2	0,00	666,67	1000,00
T3	0,00	166,67	333,33
T4	0,00	33,33	0,00

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 9, gráfico 7; se detallan los valores en cantidad de *Aspergillus* contenido en el compost, el tratamiento T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio se tiene 1800000 ufc/g, a los 30 y 60 días desaparece el hongo teniendo la ausencia total. El tratamiento T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio no existe la presencia de *Aspergillus*, a los 30 días se nota la presencia del hongo con 666,67 ufc/g. y a los 60 días hay un notable crecimiento con 1000 ufc/g.



**Gráfico 7.** Cantidad de *Aspergillus* sp  
Elaborado por: Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

El tratamiento T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio no existe presencia del hongo, a los 30 días tiene una cantidad de 166,67 ufc/g. y a los 60 días hay un decrecimiento con 333,33 ufc/g. para el tratamiento T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio existe usencia del hongo *Aspergillus*, a los 30 días existe una pequeña cantidad con 33,33 ufc/g. y a los 60 días desaparece, no teniendo presencia de *Aspergillus*.

#### 4.2.2.2. CANTIDAD DE *Trichoderma*

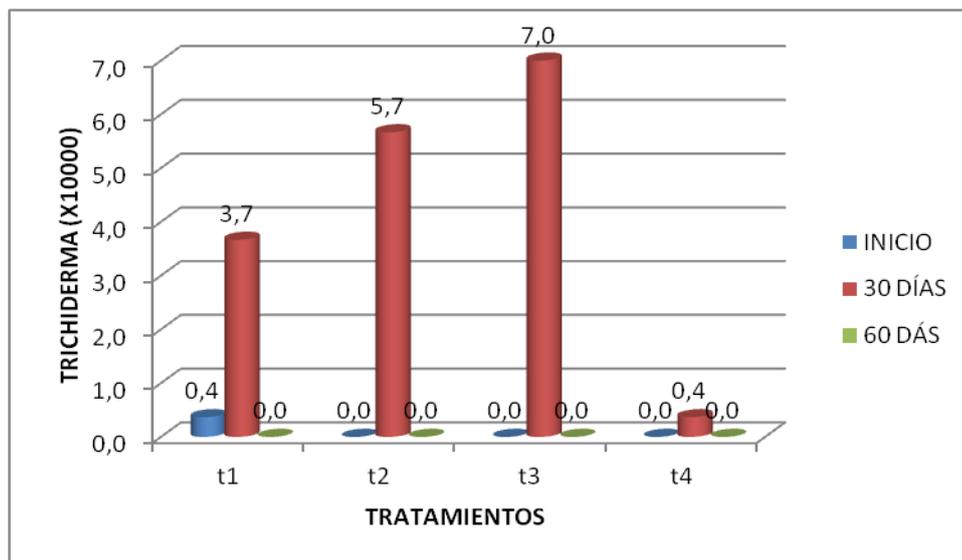
La tabla 10, se comparan las cantidades de *Trichoderma* desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días.

**Tabla 10.** Cantidad de *Trichoderma* (ufc/g)

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÁS
T1	3666,67	36666,67	0,00
T2	0,00	56666,67	0,00
T3	0,00	70000,00	0,00
T4	0,00	3666,67	0,00

Elaborado por: Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 10, gráfico 8; se detallan los valores del número de Trichoderma obtenida en las muestras de compost enviadas al laboratorio, el T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio presenta una cantidad de 3666,67 ufc/g; a los 30 días existe un significativo incremento a 36666,67 ufc/g y a los 60 días desaparece el hongo obteniendo una ausencia total.



**Gráfico 8.** Cantidad de Trichoderma

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

Para el tratamiento T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio no existe presencia de Trichoderma, a los 30 días existe presencia con 56666,67 ufc/g y a los 60 días desaparece el hongo Trichoderma. El tratamiento T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio reporta presencia del microorganismo, a los 30 días se incrementa existe presencia con 70000 ufc/g y a los 60 días no existe presencia de Trichoderma. El tratamiento T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*), al inicio no existe la presencia de Trichoderma, a los 30 días hay presencia con 3666,67 ufc/g y a los 60 días a igual que el resto de tratamientos también existe ausencia total.

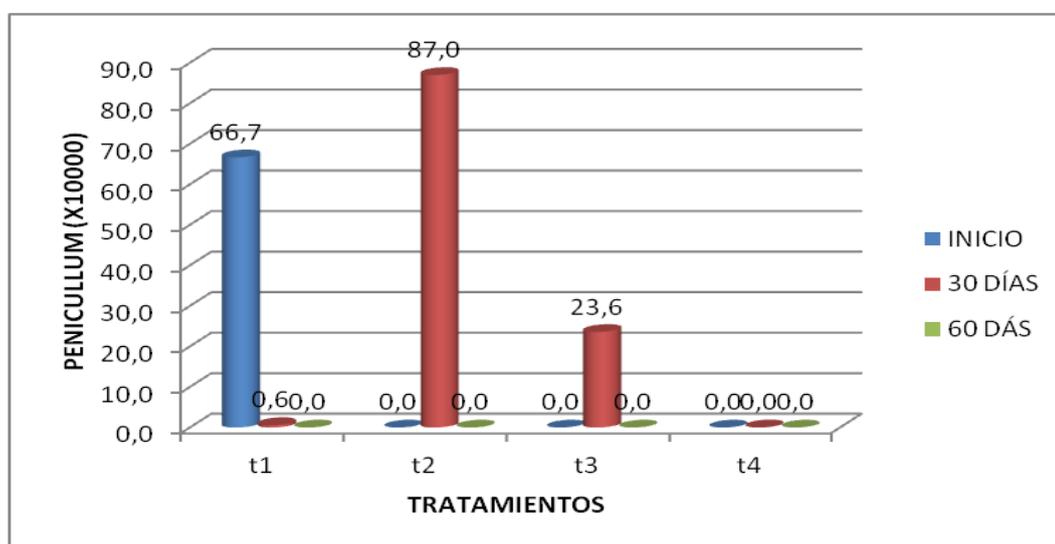
#### 4.2.2.3. CANTIDAD DE *Penicillium*

En la tabla 11, se comparan las cantidades de *Penicillium* desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días.

**Tabla 11. Cantidad de *Penicillium* (ufc/g)**

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÁS
T1	666666,67	6000,00	0,00
T2	0,00	870000,00	0,00
T3	0,00	235766,67	0,00
T4	0,00	266,67	0,00

Elaborado por: Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014



**Gráfico 9. Cantidad de *Penicillium***

Elaborado por: Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 11, gráfico 9; se establecen los valores de las cantidades de *Penicillium* contenido en el compost, el tratamiento T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio tiene 666666,67 ufc/g, a los 30 días disminuyó a 6000 culminando a los 60 día con ausencia de *Penicillium*. El T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) el inicio y al final no existe presencia de *Penicillium*, a los 30 días hay una población de 870000 ufc/g. El T3 (100 cc *Beauveria bassiana*

- 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), y el T4 manifiestan presencia solamente a los 30 días con 235766,67 ufc/g y 266,67 ufc/g respectivamente.

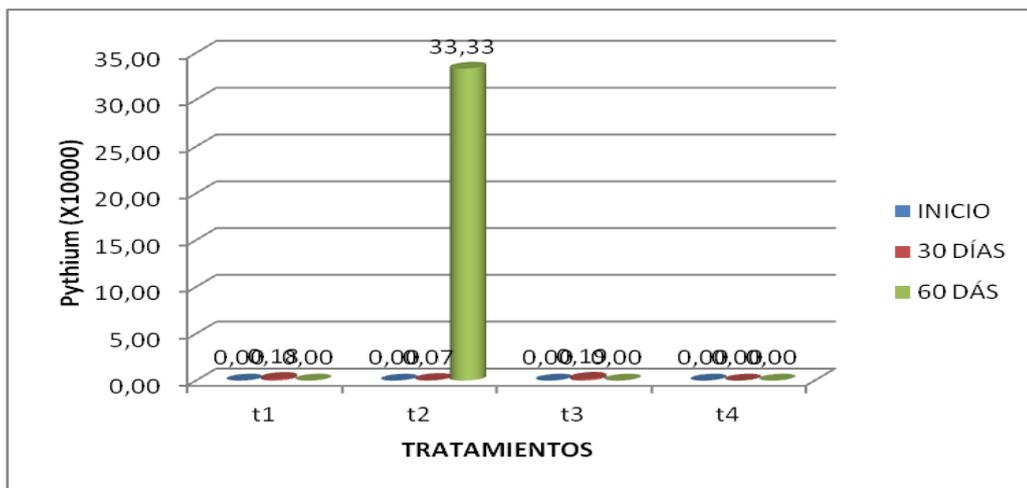
#### 4.2.2.4. CANTIDAD DE *Pythium* sp.

La tabla 12, se comparan las cantidades de *Pythium* sp. desde el inicio del ensayo y a los 30 y 60 días.

**Tabla 12.** Cantidad de *Pythium* sp. (ufc/g)

TRATAMIENTOS	INICIO	30 DÍAS	60 DÁS
T1	0,00	1800,00	0,00
T2	0,00	666,67	333333,33
T3	0,00	1933,33	0,00
T4	0,00	0,00	0,00

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014



**Gráfico 10.** Cantidad de *Pythium* sp.

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 12, gráfico 10; se establece los valores de la cantidad de *Pythium* contenido en el compost, el tratamiento T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*), T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), manifiestan presencia solamente a los 30 días con 18000 ufc/g y 1 933,33 ufc/g respectivamente, el tratamiento T2 manifiesta presencia de *Pythium* a los 30 días

con 666,67 ufc/g y 333 333,33 ufc/g a los 60 días, El T4 no presenta presencia de Pythium en ningún momento.

### 4.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

**Tabla 13.** Costos totales por tratamiento en dólares por kg de compost

TRATAMIENTOS	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	COSTO TOTAL
T1	0,04	0,03	0,07
T2	0,04	0,025	0,065
T3	0,04	0,025	0,065
T4	0,04	0,025	0,065

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

En la tabla 13 se presentan los valores calculados para los costos, para su cálculos se tomó los costos fijos que resultan de los materiales, insumos, equipos y herramientas utilizados de forma igualitaria para todos los tratamientos, luego se tiene los costos variables que se calculó en base a la cantidad de microorganismos que se añadió a cada tratamiento por lo que son diferentes. Al final se sumó los costos fijos más los costos variables y se obtuvo el costo total.

**Tabla 14.** Rentabilidad por tratamiento en porcentaje

TRATAMIENTOS	INGRESOS	COSTO	BENEFICIO	RENTABILIDAD %
T1	0,100	0,070	0,030	42,86
T2	0,100	0,065	0,035	53,85
T3	0,100	0,065	0,035	53,85
T4	0,100	0,065	0,035	53,85

**Elaborado por:** Ing. Judith Jaqueline Zapata Vela. 2014

La rentabilidad, tabla 14, se calculó en base al beneficio, que resultan de la resta de el ingreso menos los gasto, para el cálculo de la rentabilidad se dividió el beneficio para el costo y multiplicado por 100.

De acuerdo al análisis económico los tratamientos T2, T3 y T4 tienen el mismo porcentaje con 53,85% de rentabilidad, siendo más rentable que el T1.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

La cantidad de bacterias se incrementó durante los 60 días, se inició con 25000 ufc/g, y se terminó en el T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) con 42333,33 ufc/g, el T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) con 19166,67; el T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) con 44333,33 ufc/g y el T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*) con 12333,33 ufc/g

La cantidad de *Aspergillus* sp en el T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio fue de 1800000 ufc/g, terminando a los 60 días con ausencia, para el T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) al inicio existió ausencia de *Aspergillus* y a los 60 días se tuvo 1000 ufc/g. EL T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) no tuvo presencia de *Aspergillus* al inicio pero a partir de los 30 días se tuvo presencia y se alcanzo a los 60 días 333,33 ufc/g y el T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*) tampoco tuvo *Aspergillus* al inicio, luego a los 30 días hubo 33,33 ufc/g y a los 60 días hubo ausencia.

La cantidad de *Trichoderma*, cambia durante el tiempo a inicios no existe presencia excepto en el T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) con 3666,67 ufc/g, a los 30 días

existe presencia en todos los tratamientos y a los 60 días hay ausencia total para todos los tratamientos.

La cantidad de *Penicillium*, solamente existió a los 30 días con 6000 ufc/g para el tratamiento T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*), 870000 para el T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), 235766,67 para T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) y 266,67 para T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*). A los 60 días no existe presencia de *Penicillium*.

El hongo *Pythium* sp. Hace presencia a los 30 días, ya que al inicio y a los 60 días no se manifiesta.

Los contenidos de materia orgánica incrementan a los 30 días y sufre un pequeño descenso a los 60 días. El tratamiento que mayor materia orgánica alcanzó fue T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*), con 23,40%

El porcentaje de nitrógeno a medida que pasa el tiempo su contenido va incrementándose, el tratamiento con mayor concentración fue T4 con 2,27%.

El fósforo fue disminuyendo a medida que transcurrió el tiempo, el tratamiento de mayor porcentaje de fósforo fue T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) con 0,79%

El potasio incrementó su cantidad con el paso del tiempo, a los 60 días el tratamiento T4 alcanzó su mayor valor con 2,27%.

La sobre vivencia de los microorganismos, *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis*, *Paecilomyces lilacinus* presentan un tiempo indefinido de sobrevivencia ya que a los 30 días desaparecen en cambio *Bacillus* sp se registra sobrevivencia a los 60 días.

De acuerdo al análisis económico el tratamiento más rentable que el T1 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*) frente a los tratamientos T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) y T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*) tienen el mismo porcentaje con 53,85% de rentabilidad.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Utilizar los microorganismos con dosificación de 100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus* para mejorar la calidad del compost.

De acuerdo al análisis económico los tratamientos T2 (50 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*), T3 (100 cc *Beauveria bassiana* - 50 cc *Bacillus thuringiensis* - 100 cc *Paecilomyces lilacinus*) y T4 (100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* - 50 cc *Paecilomyces lilacinus*) tienen el mismo porcentaje con 53,85% de rentabilidad.

Con esta información se ha presentado la propuesta adjunta, la misma que se recomienda aplicarla.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1. DATOS INFORMATIVOS

**Tema:** “USO DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Paecilomyces lilacinus* EN LA ELABORACIÓN COMPOST”.

#### 6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Una alternativa sostenible para los agricultores y empresas es la producción de compost enriquecidos con minerales, plantas aromáticas y estiércol (guano) de animales, utilizando microorganismos eficaces que para efecto del proyecto lo llamaremos “**COMPOSmic**”.

En este estudio científico con respecto a los tres microorganismos, consideramos diferencias en cada uno de ellos y cuál es su mecanismo de acción como: Biofungicidas, nematocidas, bioinsecticida y bioestimulantes de raíces, competencia, antibiosis e hiperparasitismo. (Velasteguí R. 2001).

*Paecilomyces* es un solubilizador de fósforo y regulador de nematodos, mediante una acidificación del medio, liberando ácidos orgánicos como cítricos y oxálicos o succínico. Controla la población de nematodos afectando al sistema nervioso y causando deformación al estilete de los nematodos que sobreviven. ([http://www.controlbiologico.com/propuesta\\_cana.htm](http://www.controlbiologico.com/propuesta_cana.htm).)

El estudio minucioso sostiene que el compost es una fuente de fitoreguladores y rico en vida microbiana capaz de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo para múltiples actividades agronómicas:

enraizamiento, floración, vigorosidad y poder germinativo de las semillas. Suquilanda (1995).

No se conocen publicaciones que determinen la compatibilidad y el tiempo de sobrevivencia de los microorganismos benéficos de uso agrícola: *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lilacinus* y *Bacillus thuringiensis* en compost.

### **6.3. JUSTIFICACIÓN**

Al realizar este proyecto de investigación con la aplicación de los EMs. Cada uno de ellos tiene su poder de acción fitosanitaria, regulando o equilibrando la población de hongos, bacterias e insectos que atacan a los cultivos.

Es muy importante el aspecto social que se reflejaría primeramente en la cantidad de productores que se beneficiaran del proyecto en forma directa e indirecta a nivel nacional e internacional partiendo desde el punto de vista ecológico.

La justificación del uso de microorganismos se hace necesario conocer más de cerca cómo actúa ante los microorganismos dañinos, no contaminan los suelos, los cultivos ni el ambiente.

Sin embargo, es necesario recalcar que la mala práctica y el uso inadecuado de los pesticidas ha provocado la destrucción del equilibrio, teniendo graves consecuencias, como la desertificación de los suelos, y pérdida de la flora y fauna microbiana.

La oferta de fertilizantes subsidiados y la poca capacitación agrícola ha ocasionado daños en la salud de la población y dependencia de paquetes tecnológicos obsoletos y nocivos.

Se han contaminado los suelos y los cultivos con pesticidas altamente tóxicos, buscamos alternativas de remediación con microorganismos.

No implicaría un alto nivel de gastos, al contrario facilitaría y mejoraría las condiciones del sector agrícola.

La misión de la Universidad Técnica de Ambato es: satisfacer la demanda, científico - tecnológicas de la sociedad ecuatoriana en interacción dinámica con sus actores.

#### **6.4. OBJETIVO GENERAL**

Obtener compost de mejor calidad para las actividades agrícolas orgánicas, con la incorporación de 100 cc *Beauveria bassiana* - 100 cc *Bacillus thuringiensis* -100 cc *Paecilomyces lilacinus*.

#### **6.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Disminuir el uso de fertilizantes químicos en las actividades agrícolas.
- Fomentar el uso del compost de mejor calidad con microorganismos benéficos.

#### **6.6. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

La factibilidad de producir microorganismos bajo una tecnología científica y aplicar en los cultivos para una producción limpia es de gran importancia, así lo demuestran los resultados obtenidos en procesos investigativos como en este caso que incluyó la aplicación de tres microorganismos en compost para verificar el número poblacional y su compatibilidad, lográndose obtener los 3 microorganismos benéficos en estudio para la agricultura

#### **6.7. FUNDAMENTACIÓN**

Las investigaciones de los efectos de los microorganismos benéficos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y

supresión de enfermedades en las plantas, así como también las condiciones físicas del suelo, mejora la estructura y partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua, incrementa la biodiversidad microbiana.

Estudios realizados, analizan la actuación de los 3 microorganismos, contra algunas enfermedades como:

***Beauveria bassiana*** Insecticida.- Contra coleópteros, gusano blanco de la papa, broca del café.

***Paecilomyces lilacinus*** es un nematocida, es un gran recuperador de la flora microbiana del suelo.

***Bacillus thuringiensis*** Insecticida: Contra mosca blanca, larvas de lepidópteros.

## **6.8. METODOLOGÍA**

Se realizó un día de campo en la que socializó los resultados de la investigación

Se explicó a los asistentes sobre el procedimiento de elaboración del compost que es el siguiente:

### **Preparación del compost.**

1. Poner una capa de 20 cm de altura de abono orgánico.
2. Colocar una capa de 1 a 2 cm de cascarilla de arroz.
3. Espolvorear 20 kg de cal agrícola.
4. Diluir 30 litros de melaza en 150 litros de agua.
5. Aplicar 50 litros de la mezcla por capa y con regadera.
6. Luego formar otras capas hasta llegar a 80 cm de altura.
7. Mezclar con pala las capas y cubrimos con el plástico.
8. Remover cada 15 días remojando la mezcla con agua limpia.

9. A los 35 días adicionar los microorganismos benéficos mezclados con agua y melaza en la última remoción.

10. A los 55 días el compost está listo para aplicar a las plantas.

El procedimiento consiste en los siguientes pasos:

- Elaboración del compost.
- Adquisición de los 3 microorganismos.
- Tomar cada uno de ellos 100 cc. o 100 gr de cada microorganismo.
- Colocar en la cajoneta.
- Aplicar al suelo o a la planta a partir de los 60 días.

En el proyecto propuesto se sustenta, en la investigación realizada, por su alto contenido poblacional en Ufc. de 3 géneros de hongos y bacterias, que conviven en el compost.

## **6.9. ADMINISTRACIÓN**

La administración que se plantea, es la producir un compost de calidad bajo un registro patentado, para su buen uso en la parte agrícola orgánica.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### Bibliografía

1. Álvarez, R. et al. 2010. Efecto de los Biofertilizantes Líquidos de Producción Local “Bioles”, sobre el Desarrollo de Síntomas Causados por el Virus del Mosaico de la Calabaza (SqMV) en el Cultivo de Melón (*Cucumis melo L.*) var. Edisto en Condiciones de Invernadero. Consultado el 9 de marzo del 2012. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream>
2. Alves, S.B. and Pereira, R.M. 1989. Production of *Metarhizium anisopliae*. 1<sup>o</sup>-ed. P. 3.
3. Argañaraz, G.; Parodi, E. y Cáceres, E. 2005. Caracterización citomorfométrica de *Anabaena circinalis* (*Cyanopyita*) en una proliferación masiva en el embalse paso de las piedras (Provincia de Buenos AIRES Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. 40(1-2). pp. 1911-198 Acceso en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/bsab/v40n1-2/v40n1-2a06.pdf> Consultado, 21-Nov-2012.
4. Andino, W. 2011. Evaluación de tres tipos de bioles en la producción de fréjol (*Phaseolus vulgaris L. var. Calima*), En verde. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba, Ecuador. p. 84.
5. Basantes, D. 2009. Elaboración y aplicación de dos tipos de biol en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea var. Legacy*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
6. Castro, L.; Delgadillo, J.; Ferrera, R. y Alarcón, A. 2008. Remoción de fenantreno por *Azolla caroliniana* utilizando bioaumentación con

microorganismos hidrocarbonoclastas. *Interciencia*. 33(8). pp. 420-515 Acceso en: <http://www.scielo.org.ve/pdf/inci/v33n8/art09.pdf> Consultado, 20-Dicem-2012.

7. Castro, R.; Rodríguez, M.; Álvarez, G.; Gil, M.; Novo, R. y Castro R. 2009. Efecto de la incorporación del abono verde *Azolla* sp. en la reducción de los daños causados por fitonemátodos en cultivos de organopónico. *Cultivos Tropicales*. 30 (3).pp.10-13 Acceso

<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&hid=10&sid=62a5b7a4-ad72-4322-8901-025b7f484540%40sessionmgr12> Consultado, 18-Oct-2012.

8. Constitución de la República del Ecuador. 2008. Ecuador. 211 pág. Acceso en: <http://www.ambiente.gob.ec>.

9. Chungata, L. 2011. Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua. Estrategia Agropecuaria de Tungurahua. Elaboración de abonos orgánicos. Tríptico.

10. CHUNGATA. L. 2011. Manual de Prácticas Agroecológicas en Producción de Abonos Orgánicos,- Proyecto: FIE- 08-113 “UNA MINGA POR EL AGRO” P. 15 – 35.

11. Erazo, J. 2013 Aplicación de microorganismos promotores de la descomposición de los residuos de cosecha y promotores del crecimiento vegetal en caña de azúcar. Consultado el 18 de julio del 2012 Disponible en [http://WWW.controlbiológico.com/propuesta\\_cana.htm](http://WWW.controlbiológico.com/propuesta_cana.htm).

12. Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba, Ecuador. Cinco microorganismos benéficos para la agricultura limpia. Tríptico. p.3.

13. García S, Roque J, Ruza F, González M, Madero R, Alvarado F et al. Infection and associated risk factors in the immediate postoperative period of

pediatric liver transplantation: a study of 176 transplants. *Clin Transplant* 1998; 12: 190-7.

14. Gómez, M. 2006. Introducción a la metodología de la investigación científica. Editorial Brujas. 190 pág. Acceso en: [http://books.google.com.ec/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover&dq=metodologia+de+l+ainvestigacion&hl=es&ei=w02iT3YBunm0QHtmrz6BA&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=3&ved=0CD8Q6AEwAg#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover&dq=metodologia+de+l+ainvestigacion&hl=es&ei=w02iT3YBunm0QHtmrz6BA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CD8Q6AEwAg#v=onepage&q&f=false) Consultado, 14 Agost-2012.

15. Hernández, R. 1991. Metodología de la investigación. McGraw-Hill. México. Acceso en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/led/diaz\\_b\\_ml/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/led/diaz_b_ml/capitulo3.pdf) Consultado, 01-Oct-2012.

16. Hoja guía del laboratorio de microbiología de Carlos Rodríguez. 2008. Módulo de prácticas. Universidad Técnica de Ambato. 3 pág.

17. Holdridge, L. 2000. Ecología basada en zonas de vida. Quinta reimpresión. Imprenta del IICA. Costa Rica. 216 pág. Acceso en: [http://books.google.com.ec/books?id=m3Vm2TCjM\\_MC&printsec=frontcover&dq=%22Ecolog%C3%ADa+Basada+en++Zonas+de+Vida%22&hl=es&sa=X&ei=H3OZT\\_WkNY7rgge259DLBg&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=%22Ecolog%C3%ADa%20Basada%20en%20%20Zonas%20de%20Vida%22&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=m3Vm2TCjM_MC&printsec=frontcover&dq=%22Ecolog%C3%ADa+Basada+en++Zonas+de+Vida%22&hl=es&sa=X&ei=H3OZT_WkNY7rgge259DLBg&ved=0CDEQ6AEwAA#v=onepage&q=%22Ecolog%C3%ADa%20Basada%20en%20%20Zonas%20de%20Vida%22&f=false) Consultado, 26-Enero-2012.

18. Instructivo Técnico del cultivo del boniato 2007, ACTAF- INIVIT, Edit. Biblioteca ACTAF, Cuba. Consultado el 15 enero. de 2012. Disponible en <http://www.oeidrusslp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=12>.

19. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2010. "Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador" Iniap, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Departamento Técnico de Crystal Chemical Inter-América. Consultado el 05 de febrero del 2013. Disponible en:

<http://www.iniap-ecuador.gov.ec>-<http://www.crystal-chemical.com/col.htm>.

20. Monografías. 2013. (*Aloe vera*). Consultado el 3 de enero del 2013. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos57/aloe-vera-platanos/aloe-vera-platanos2.shtml>.

21. Mora, B. 2013. Contro Bilógico de olores en la parte pecuaria con el kit bioremediador (Subtiln Pseudobiol y Trichobiol). Consultado el 01 de mayo del 2012. Disponible en <https://snt14.mail.live.com/default.aspx?d=64855>.

22. Metsch. Sorok and *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. in Plastic Trays. Ecosystems 14:188-192.

23. Restrepo Rivera, J. 2001. Elaboración de Abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. IICA, Costa Rica, 114 p.

24. Restrepo, J. 2007. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Feriva, Cali, Colombia. P.17-21.

25. Sánchez, C. (2003). *Abonos Orgánicos y Lombricultura*. Edit. Granja y Negocios. Lima, Perú. Edit. 1. Lima. P. 38.

26. Simbaña Blanca. 2005. Tesis de Información Agroecología Económica de la Cuenca Alta del Rio Ambato mediante la aplicación de un SIG Escuela Politécnica del ejército, Sangolqui. Pp. 20-35.

27. Suquilanda, M. 1995. Fertilización Orgánica. Manual Técnico Fundagro. Editorial Fundación para el desarrollo Agropecuario. Serie Agricultura Orgánica No.3. pp. 27-36.
28. Suquilanda, M. 2.007. Manual de Ecología. 2 ed. Quito, Ecuador. Pp. 48.
29. Teruo Higa –Japón. 1980. (Descubridor de los microorganismos eficientes) Profesor de Horticultura de la Universidad de Tokio. Edit. Japón. Pp. 41-51
30. Trigale, M.; Ortho, L. 2.005. Antiparasitario Natural. 2 ed. Italia. 31 p.
31. Velasteguí R. 2005. Alternativas Ecológicas para el Manejo Integrado Fitosanitario en los Cultivos. Edit. Agro Express-Quito p.35-40.
32. Wikipedia, 2010. Nematodos Wikipedia la enciclopedia libre. Consultado 17 de sept. del 2012. En línea. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Nematoda>

# ANEXOS

Anexo 1. Análisis del compost al inicio



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA  
RIOBAMBA - ECUADOR  
DIRECCIÓN: Panamericana Sur Km 1 1/2 Telefax 031303330  
DATOS INFORMATIVOS

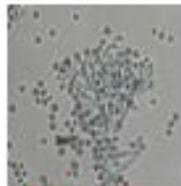
SOLICITANTE: Judith Zapata  
MUESTRA: Compost  
FECHA DE INGRESO: 4 de Febrero del 2014  
FECHA DE ENTREGA: 14 de Febrero del 2014  
MOTIVO DE ANALISIS: Determinación de las características Microbiológicas.

MUESTRA 1 (COMPOST)

pH:	8.05	
BACTERIAS	$2.5 \times 10^4$	ufc/g de compost
HONGOS		
<i>Aspergillus</i> sp.	$1.8 \times 10^6$	ufc/g de compost
<i>Rhizopus</i> sp.	$1.6 \times 10^2$	ufc/g de compost
<i>Trichoderma</i> sp.	$1.1 \times 10^4$	ufc/g de compost
<i>Penicillium</i> sp.	$2.0 \times 10^6$	ufc/g de compost

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

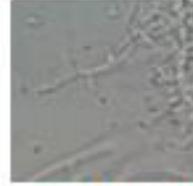
Hongos presentes en las muestras



*Penicillium* sp.



*Aspergillus* sp.



*Trichoderma* sp.



*Rhizoctonia sp.*

*Alternaria sp.*

*Rhizopus sp.*

## CONCLUSIONES:

- No se realizó identificación por géneros de bacterias por lo tanto no se puede determinar si dichos microorganismos sean patógenos o benéficos.
- 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.
- El hongo *Trichoderma sp.* se encuentra en nivel poblacional alto.
- Todos los géneros de hongos identificados se encuentran en niveles poblacionales altos, son saprófitos, habitantes naturales de materiales en descomposición.
- Controlar el valor del pH ya que este determina el crecimiento microbiano.

Atentamente,

Ing. Fernando Rivas  
ANALISTA FITOPATOLOGO



## Anexo 2. Análisis del compost a los 30 días



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: Judith Zapata

MUESTRA: compost

FECHA DE INGRESO: 19 de Febrero del 2014

FECHA DE ENTREGA: 06 de Marzo del 2014

MOTIVO DE ANALISIS: Determinación de las características Microbiológicas.

### RESULTADOS: COMPOST

#### MUESTRA 1 (CODIGO: T<sub>1</sub>A<sub>1</sub>) t1 r1

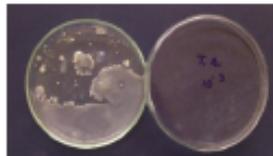
pH: 8.35

BACTERIAS 3.5 X 10<sup>4</sup> ufc/g de compost

HONGOS

*Penicillium sp.* 3.5 X 10<sup>3</sup> upc/g de compost

*Pythium sp.* 5.4 X 10<sup>3</sup> upc/g de compost



#### MUESTRA 2 (CODIGO: T<sub>1</sub>B<sub>1</sub>) t2r1

pH: 8.15

BACTERIAS 3.0 X 10<sup>6</sup> ufc/g de compost

HONGOS

*Aspergillus sp.* 2.0 X 10<sup>3</sup> upc /g de compost

*Trichoderma sp.* 6.0 X 10<sup>4</sup> upc /g de compost

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

*Pythium sp.* 2.0 X 10<sup>3</sup> upc/g de compost



### MUESTRA 3 (CODIGO: T<sub>1</sub>C<sub>1</sub>) t3r1

pH: 8.40

BACTERIAS  $3.0 \times 10^4$  ufc/g de compost

HONGOS

*Aspergillus sp.*  $1.0 \times 10^2$  upc /g de compost

*Trichoderma sp.*  $1.0 \times 10^4$  upc /g de compost

*Penicillium sp.*  $7.0 \times 10^5$  upc /g de compost



### MUESTRA 4 (CODIGO: T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>) t4r1

pH: 8.50

BACTERIAS  $9.0 \times 10^4$  ufc/g de compost

HONGOS

*Aspergillus sp.*  $1.0 \times 10^2$  upc /g de compost



### MUESTRA 5 (CODIGO: T<sub>2</sub>A<sub>2</sub>) t1r2

pH: 8.40

BACTERIAS  $2.1 \times 10^4$  ufc/g de compost

HONGOS

*Trichoderma sp.*  $1.0 \times 10^4$  upc /g de compost

*Penicillium sp.*  $1.4 \times 10^4$  upc /g de compost



**MUESTRA 6 (CODIGO: T<sub>2</sub>B<sub>2</sub>) t2r2**

**pH:** 8.20

**BACTERIAS** 9.0 X 10<sup>3</sup> ufc/g de compost

**HONGOS**

*Trichoderma sp.* 1.0 X 10<sup>5</sup> upc /g de compost

*Penicillium sp.* 1.4 X 10<sup>6</sup> upc /g de compost



**MUESTRA 7 (CODIGO: T<sub>2</sub>C<sub>2</sub>) t3r2**

**pH:** 8.55

**BACTERIAS** 9.0 X 10<sup>3</sup> ufc/g de compost

**HONGOS**

*Trichoderma sp.* 1.0 X 10<sup>5</sup> upc /g de compost

*Penicillium sp.* 3.0 X 10<sup>2</sup> upc /g de compost



**MUESTRA 8 (CODIGO: T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>) t4r2**

**pH:** 8.35

**BACTERIAS** 9.0 X 10<sup>3</sup> ufc/g de compost

**HONGOS**

*Trichoderma sp.* 1.0 X 10<sup>3</sup> upc/g de compost

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

*Pythium sp.* 2.8 X 10<sup>4</sup> upc/g de compost



**MUESTRA 9 (CODIGO: T<sub>3</sub>A<sub>3</sub>) t1r3**

pH: 8.35

**BACTERIAS** 4.8 X 10<sup>5</sup> ufc/g de compost

**HONGOS**

*Trichoderma sp.* 1.0 X 10<sup>5</sup> upc/g de compost

*Penicillium sp.* 5.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de compost



**MUESTRA 10 (CODIGO: T<sub>3</sub>B<sub>3</sub>) t2r3**

pH: 8.30

**BACTERIAS** 6.0 X 10<sup>4</sup> ufc/g de compost

**HONGOS**

*Trichoderma sp.* 1.0 X 10<sup>4</sup> upc/ g de compost

*Penicillium sp.* 1.3 X 10<sup>6</sup> upc/ g de compost



**MUESTRA 11 (CODIGO: T<sub>3</sub>C<sub>3</sub>) t3r3**

pH: 8.35

**BACTERIAS** 5.0 X 10<sup>5</sup> ufc/g de compost

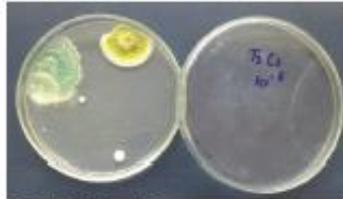
**HONGOS**

*Paecilomyces sp* 1.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de compost

*Trichoderma sp.* 1.0 X 10<sup>4</sup> upc/ g de compost

*Penicillium sp.* 7.0 X 10<sup>3</sup> upc/ g de compost

*Pythium sp* 3.0 X10<sup>6</sup> upc/ g de compost



MUESTRA 12 (CODIGO: T<sub>3</sub>D<sub>3</sub>) t4r3

pH: 8.35

**BACTERIAS** 5.0 X 10<sup>4</sup> ufc/g de compost

**HONGOS**

*Aspergillus sp* 4.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de compost

*Beauveria sp.* 1.0 X 10<sup>2</sup> upc/g de compost

*Trichoderma sp.* 1.0 X 10<sup>4</sup> upc/ g de compost

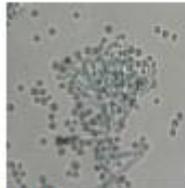
*Penicillium sp.* 7.0 X 10<sup>2</sup> upc/ g de compost



Ufc: unidad formadora de colonia

Upc: unidad propagadora de colonia

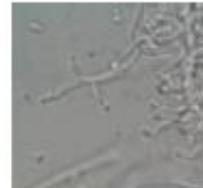
**Hongos presentes en las muestras**



*Penicillium sp*  
*Trichoderma sp.*



*Aspergillus sp.*

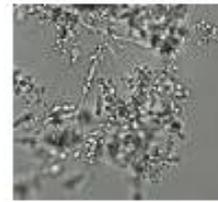




*Rhizopus sp.*



*Pythium sp.*



*Beauveria sp.*

#### CONCLUSIONES:

- No se realizó identificación por géneros de bacterias por lo tanto no se puede determinar si dichos microorganismos sean patógenos o benéficos.
- 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.
- El hongo *Trichoderma sp.* se encuentra en nivel poblacional alto, a excepción del muestra T2,D2, *Paecilomyces sp Beauveria sp.* T3, C3, D3, en la que se encuentra una población media.
- Todos los géneros de hongos identificados se encuentran en niveles poblacionales altos, son saprófitos, habitantes naturales de materiales en descomposición.
- Controlar el valor del pH ya que este determina el crecimiento microbiano.
- *Pythium spp.* son patógenos de plantas de importancia económica en la agricultura, ocasiona la podredumbre común de las raíces de las plantas. Esta es una enfermedad muy común en el campo y los invernaderos, donde el organismo mata a las plantas en los semilleros recién plantados

Atentamente,

Ing. Fernando Rivas

ANALISTA FITOPATOLOGO



### Anexo 3. Análisis del compost a los 60 días



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: Judith Zapata  
MUESTRA: compost  
FECHA DE INGRESO: 17 de Marzo del 2014  
FECHA DE ENTREGA: 28 de Marzo del 2014  
MOTIVO DE ANALISIS: Determinación de las características Microbiológicas.

RESULTADOS:  
COMPOST

MUESTRA 1 (CODIGO: T<sub>1</sub>A<sub>1</sub>)

pH: 8.20  
BACTERIAS

$9.8 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)



MUESTRA 2 (CODIGO: T<sub>1</sub>B<sub>1</sub>)

pH: 8.90  
BACTERIAS  
HONGOS  
*Penicillium sp.*  
*Rhizopus sp.*

$5.0 \times 10^2$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

$9.0 \times 10^2$  upc /g de compost

$1.4 \times 10^3$  upc/g de compost



**MUESTRA 3 (CODIGO: T<sub>1</sub>C<sub>1</sub>)**

pH: 8.10  
BACTERIAS

$1.4 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)



**MUESTRA 4 (CODIGO: T<sub>1</sub>D<sub>1</sub>)**

pH: 8.15  
BACTERIAS  
HONGOS  
*Penicillium sp.*

$1.2 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

$2.0 \times 10^6$  upc /g de compost



**MUESTRA 5 (CODIGO: T<sub>2</sub>A<sub>2</sub>)**

pH: 8.20  
BACTERIAS  
HONGOS  
*Aspergillus sp.*

$1.7 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

$3.0 \times 10^3$  upc /g de compost



**MUESTRA 6 (CODIGO: T<sub>2</sub>B<sub>2</sub>)**

pH: 7.55

**BACTERIAS**

$2.4 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

**HONGOS**

*Rhizopus sp.*

$1.2 \times 10^4$  upc/g de compost

*Pythium sp.*

$1.0 \times 10^6$  upc/g de compost



**MUESTRA 7 (CODIGO: T<sub>2</sub>C<sub>2</sub>)**

pH: 8.30

**BACTERIAS**

$7.4 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

**HONGOS**

*Penicillium sp.*

$1.0 \times 10^4$  upc /g de compost



**MUESTRA 8 (CODIGO: T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>)**

pH: 8.00

**BACTERIAS**

$1.2 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

**HONGOS**

*Bausveria b.*

$4.0 \times 10^4$  upc/g de compost



**MUESTRA 9 (CODIGO: T<sub>3</sub>A<sub>3</sub>)**

pH: 7.75

**BACTERIAS**

$1.2 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

**HONGOS**

*Rhizopus sp.*

$6.0 \times 10^6$  upc/g de compost



**MUESTRA 10 (CODIGO: T<sub>3</sub>B<sub>3</sub>)**

pH: 8.00

**BACTERIAS**

$3.3 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)



**MUESTRA 11 (CODIGO: T<sub>3</sub>C<sub>3</sub>)**

pH: 8.35

**BACTERIAS**

$4.5 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

**HONGOS**

*Aspergillus sp*

$1.0 \times 10^3$  upc/g de compost



**MUESTRA 12 (CODIGO: T<sub>3</sub>D<sub>3</sub>)**

pH: 7.20

**BACTERIAS**

$1.3 \times 10^4$  ufc/g de compost (*Bacillus sp*)

**HONGOS**

*Paecilomyces sp*

$5.0 \times 10^3$  upc/g de compost

*Bausveria b*

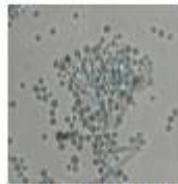
$3.0 \times 10^3$  upc/g de compost



Ufc: unidad formadora de colonia

Upc: unidad propagadora de colonia

**Hongos presentes en las muestras**



*Penicillium sp*



*Aspergillus sp.*



*Paecilomyces sp.*



*Rhizopus sp.*

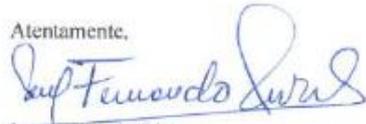


*Pythium sp.*

**CONCLUSIONES:**

- Se realizó la identificación y cuantificación de bacterias del genero *Bacillus sp.*
- Todos los géneros de hongos identificados se encuentran en niveles poblacionales altos, son saprófitos, habitantes naturales de materiales en descomposición.
- Controlar el valor del pH ya que este determina el crecimiento microbiano.
- *Paezilomyces sp.* y *Bausveria b.* Se encuentran en niveles poblacionales bajos.

Atentamente,



Ing. Fernando Rivas

ANALISTA FITOPATOLOGO



## Anexo 4. Análisis físico-químico del compost a los 30 días

Nombre del Propietario: Judith Zapata  
 Remite:  
 Ubicación:

Fecha de ingreso: 25/02/2014  
 Fecha de salida: 12/03/2014

Ambato  
 Cantón

Provincia

Nombre de la granja  
**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE MATERIAL ORGÁNICO**

Identificación	% M.O	pH	mmS/cm		%				
			Cond. Elét	N	P	K	Ca	Mg	Fe
TIA1	25.4	5.6 Lig. Acido	14.6 salino	0.13	0.65	1.62	5.30	5.51	1.68
TIB1	23.6	5.5 Lig. Acido	13.9 salino	0.12	0.69	1.38	4.18	6.74	2.20
TIC1	23.0	5.7 Lig. Acido	16.01 salino	0.13	0.74	1.74	5.85	6.37	2.24
TID1	25.8	5.9 Lig. Acido	15.7 salino	0.13	0.70	1.58	6.16	6.64	2.35
T2A2	24.6	5.6 Lig. Acido	12.2 salino	0.12	0.72	2.02	6.39	5.96	1.50
T2B2	22.6	5.6 Lig. Acido	13.9 salino	0.11	0.77	1.48	5.31	5.58	1.77
T2C2	21.2	5.4 Acido	13.1 salino	0.12	0.63	1.87	6.16	7.04	2.07
T2D2	26.4	5.4 Acido	11.98 salino	0.15	0.62	1.75	6.29	8.53	3.25
T3A3	26.4	5.5 Lig. Acido	14.98 salino	0.12	0.60	1.58	7.30	6.63	1.99
T3B3	24.4	5.4 Acido	14.1 salino	0.13	0.76	1.63	5.74	7.03	1.93
T3C3	20.2	5.4 Acido	18.25 salino	0.12	0.90	1.97	7.83	8.78	2.98
T3D3	24.0	5.8 Lig. Acido	17.52 salino	0.12	0.83	1.70	6.19	6.61	2.58

Ing. Elizabeth Pachacama  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN DE SUELOS  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 16, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418  
 "Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

## Anexo 5. Análisis físico-químico del compost a los 60 días

Nombre del Propietario: Judith Zapata  
 Remite:  
 Ubicación:

Fecha de ingreso: 17/03/2014  
 Fecha de salida: 24/03/2014

Ambato  
 Cantón

Tungurahua  
 Provincia

Nombre de la granja  
**RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE MATERIAL ORGÁNICO**

Identificación	% M.O	pH	mS/cm		%				
			Cond. Elét	N	P	K	Ca	Mg	Fe
TIA1	23.4	8.9 Alcalino	14.5 salino	2.4	0.49	0.80	17.5	1.78	0.47
TIB1	21.6	8.6 Alcalino	13.6 salino	2.1	0.53	0.45	16.6	1.63	0.27
TIC1	20.8	9.0 Alcalino	14.1 salino	2.4	0.87	0.42	20.7	2.31	0.33
TID1	22.2	9.1 Alcalino	13.3 salino	2.0	0.76	0.54	18.8	1.58	1.02
T2A2	23.4	9.0 Alcalino	9.9 salino	2.1	0.62	0.69	18.3	0.89	0.51
T2B2	25.0	8.5 Alcalino	11.7 salino	2.0	0.76	0.39	8.0	1.65	0.25
T2C2	20.4	9.3 Alcalino	14.5 salino	2.1	0.71	0.56	20.6	2.19	0.21
T2D2	24.4	8.8 Alcalino	13.7 salino	2.4	0.69	0.14	17.9	1.58	0.50
T3A3	23.4	8.4 Alcalino	12.1 salino	2.2	0.64	0.13	19.5	1.20	0.41
T3B3	20.4	9.1 Alcalino	8.8 salino	2.4	0.65	0.59	21.7	1.58	1.20
T3C3	18.8	9.3 Alcalino	13.1 salino	2.2	0.80	0.62	22.6	1.56	0.42
T3D3	23.2	8.9 Alcalino	12.8 salino	2.4	0.75	0.54	7.5	1.75	0.59

Ing. Elizabeth Pachacama  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

DIRECCIÓN DE SUELOS  
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 16, Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418  
 "Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

Anexo 6. pH

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	INICIO	30 DIAS	60 DIAS		
T1	5,800	5,567	8,767	20,13	6,71
T2	5,500	5,500	8,733	19,73	6,58
T3	4,300	5,500	9,200	19,00	6,33
T4	4,097	5,700	8,933	18,73	6,24

Anexo 7. Cantidad de bacterias

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	inicio	30	60		
T1	25000,000	241666,667	42333,333	309000,00	103000,00
T2	25000,000	1023000,000	19166,667	1067166,67	355722,22
T3	25000,000	179666,667	44333,333	249000,00	83000,00
T4	25000,000	49666,667	12333,333	87000,00	29000,00

Anexo 8. Cantidad de *Aspergillus* sp

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	inicio	30	60		
T1	1800000,000	0,000	0,000	1800000,00	600000,00
T2	0,000	666,667	1000,000	1666,67	555,56
T3	0,000	166,667	333,333	500,00	166,67
T4	0,000	33,333	0,000	33,33	11,11

Anexo 9. Cantidad de *Trichoderma*

TRATAMIENTOS	DIAS			SUMA	PROMEDIO
	INICIO	30	60		
T1	11000,000	36666,667	0,000	47666,67	15888,89
T2	0,000	56666,667	0,000	56666,67	18888,89
T3	0,000	70000,000	0,000	70000,00	23333,33
T4	0,000	3666,667	0,000	3666,67	1222,22

Anexo 10. Cantidad de *Penicillium*

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	2,600	6000,000	0,000	6002,60	2000,87
T2	0,000	870000,000	300,000	870300,00	290100,00
T3	0,000	235766,667	3333,333	239100,00	79700,00
T4	0,000	266,667	666666,667	666933,33	222311,11

Anexo 11. Cantidad de *Pythium* sp.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES			SUMA	PROMEDIO
	I	II	III		
T1	0,000	5400,000	0,000	5400,00	1800,00
T2	0,000	2000,000	333333,333	335333,33	111777,78
T3	0,000	1933,333	0,000	1933,33	644,44
T4	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00

Anexo 12. Porcentaje de Nitrógeno (N)

TRATAMIENTOS	DIAS			SUMA	PROMEDIO
	INICIO	30	60		
T1	0,190	0,123	2,233	2,55	0,85
T2	0,160	0,120	2,167	2,45	0,82
T3	0,210	0,123	2,233	2,57	0,86
T4	0,250	0,133	2,267	2,65	0,88
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,203</b>	<b>0,125</b>	<b>2,225</b>	<b>2,55</b>	<b>0,85</b>

Anexo 13. Porcentaje de Fósforo (P)

TRATAMIENTOS	DIAS			SUMA	PROMEDIO
	INICIO	30	60		
T1	3,310	0,657	0,583	4,55	1,52
T2	3,180	0,740	0,647	4,57	1,52
T3	3,640	0,757	0,793	5,19	1,73
T4	4,700	0,717	0,733	6,15	2,05
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,708</b>	<b>0,718</b>	<b>0,689</b>	<b>5,11</b>	<b>1,70</b>

Anexo 13. Porcentaje de potasio (K)

TRATAMIENTOS	DIAS			SUMA	PROMEDIO
	INICIO	30	60		
T1	0,070	1,740	0,540	2,35	0,78
T2	0,050	1,497	0,477	2,02	0,67
T3	0,120	1,860	0,533	2,51	0,84
T4	0,210	1,677	0,407	2,29	0,76
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,113</b>	<b>1,693</b>	<b>0,489</b>	<b>2,30</b>	<b>0,77</b>

## FOTOGRAFIAS



