

**“ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES
FUENTES DE INÓCULO CON LA ASOCIACIÓN SANTA
CATALINA DEL CANTÓN PÍLLARO”**

MANUEL JAVIER QUINATO A MEDINA

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OBTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CEVALLOS - ECUADOR

2012

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito MANUEL JAVIER QUINATO MEDINA, portador de la cédula de identidad N° 18040295-8, libre y voluntariamente declaro que la tesis de grado titulada “ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO CON LA ASOCIACIÓN SANTA CATALINA DEL CANTÓN PÍLLARO” es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi responsabilidad legal y académica.

MANUEL JAVIER QUINATO MEDINA

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de tercer nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Agronómica, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura e investigación, según las normas de la investigación.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.

MANUEL JAVIER QUINATO MEDINA

**“ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES FUENTES
DE INÓCULO CON LA ASOCIACIÓN SANTA CATALINA DEL
CANTÓN PÍLLARO”**

REVISADO POR:

Ing. Mg. GIOVANNY VELÁSTEGUI ESPÍN

TUTOR

Ing. Mg. LUCIANO VALLE VELÁSTEGUI

ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

ING. Mg. OCTAVIO BELTRÁN

ING. M. Sc. EDUARDO CRUZ T.

DEDICATORIA

Con inmensa emoción dedico este trabajo a mis padres quienes diariamente supieron fundarme su voz de aliento y su comprensión para la culminación de esta linda carrera.

A mi sobrina Emily, por ser mi gran motivación, y a mis tíos y primos por su apoyo incondicional.

JAVIER.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo va dirigido con una expresión de gratitud a la Universidad Técnica de Ambato y de manera muy especial a la facultad de Ingeniería Agronómica porque en sus aulas recibí los más valiosos e inolvidables conocimientos, para ser una profesional.

Al Centro Internacional de la Papa (CIP), institución que me acogió y confió en mí para llevar adelante esta investigación. A todo el personal técnico y administrativo del CIP por el apoyo y colaboración brindada.

Mi agradecimiento al Ing. Mg. Giovanni Velasteguí, Director de tesis, por entregar su tiempo, amistad y responsabilidad para el desarrollo y culminación de la presente investigación.

Al Ing. Mg. Luciano Valle, Asesor de Biometría, por su colaboración en el análisis estadístico de datos y al Ing. M. Sc. Julio Benítez, por su asesoría valiosa en la presentación y redacción técnica de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | Pág. |
|--|------|
| I. CAPÍTULO | 1 |
| 1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.4 OBJETIVOS | 3 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL | 3 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| II. CAPÍTULO | 4 |
| 2 MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS | 4 |
| 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 5 |
| 2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL | 5 |
| 2.2.1 EL COMPOSTAJE Y COMPOST | 5 |
| 2.2.2 INÓCULOS | 11 |
| 2.2.3 Parametros de clasificación del compost | 17 |
| 2.3 HIPÓTESIS | 19 |
| 2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL | 19 |
| 2.4 VARIABLES DE LA HIPÓTESIS | 19 |
| 2.4.1 VARIABLES DEPENDIENTE | 19 |
| 2.4.2 VARIABLES INDEPENDIENTE | 19 |
| 2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES | 20 |
| III. CAPÍTULO | 22 |
| 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 22 |
| 3.1 ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN | 22 |
| 3.1.1 ENFOQUE | 22 |
| 3.1.2 Modalidad | 22 |
| 3.1.3 Tipo | 22 |
| 3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO | 22 |
| 3.3 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR | 23 |
| 3.3.1 CLIMA | 23 |
| 3.3.2 AGUA | 23 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.3.3 | ECOLOGÍA | 23 |
| 3.4 | FACTORES DE ESTUDIO | 23 |
| 3.4.1 | MÉTODOS DE COMPOSTAJE | 24 |
| 3.4.2 | FUENTES DE INÓCULO | 24 |
| 3.5 | DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 24 |
| 3.6 | TRATAMIENTOS..... | 24 |
| 3.7 | DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO | 26 |
| 3.7.1 | Esquema | 26 |
| 3.7.2 | MEMORIA TÉCNICA..... | 27 |
| 3.8 | DATOS TOMADOS | 27 |
| 3.8.1 | Análisis Químico..... | 27 |
| 3.8.2 | Análisis bacteriológico..... | 28 |
| 3.8.3 | Análisis Micológico | 28 |
| 3.8.4 | Días a la obtencion del compost..... | 28 |
| 3.8.5 | Temperaturas periodicas | 29 |
| 3.8.6 | PORCENTAJE DE DESCOMPOSICION DEL BIOABONO | 35 |
| 3.9 | MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN | 29 |
| 3.9.1 | Instalación del ensayo. | 29 |
| 3.9.2 | Estudio y manejo de los microorganismos EMA´s..... | 30 |
| 3.9.3 | Aplicación del Compostreet..... | 32 |
| 3.9.4 | Aplicación de suelo de páramo | 32 |
| 3.9.5 | Métodos de compostaje..... | 33 |
| 3.9.6 | COSECHA | 34 |
| 3.9.7 | Recolección de la información..... | 34 |
| 3.9.8 | Tabulación y graficación..... | 34 |
| 3.9.9 | Análisis estadístico y económico | 34 |
| 3.9.10 | CAPACITACION A LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN “SANTA CATALINA” | 35 |
| IV. | CAPITULO | 36 |
| 4 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 36 |
| 4.1 | RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN | 36 |
| 4.1.1 | Análisis químico..... | 36 |
| 4.1.2 | Análisis Bacteriológico | 44 |
| 4.1.3 | ANÁLISIS MICOLÓGICO..... | 44 |
| 4.1.4 | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS FUENTES DE INÓCULO..... | 46 |
| 4.1.5 | Días a la obtención del bioabono | 47 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1.6 | Temperaturas periodicas de las unidades experimentales..... | 51 |
| 4.1.7 | Porcentaje de descomposición del bioabono..... | 53 |
| 4.2 | RESULTADOS, ANÁLISIS ECONÓMICO Y DISCUSIÓN..... | 53 |
| 4.3 | Capacitación a los miembros de la asociación “Santa Catalina” | 56 |
| 4.4 | VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS | 59 |
| V. | CAPÍTULO | 60 |
| 5 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 60 |
| 5.1 | CONCLUSIONES | 60 |
| 5.2 | RECOMENDACIONES | 62 |
| 6 | PROPUESTA..... | 63 |
| 7 | BIBLIOGRAFÍA..... | 74 |
| 8 | ANEXOS..... | 78 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. | |
|-----------|--|----|
| CUADRO 1 | PARÁMETROS INDICATIVOS DEL PROCESO DE MADURACIÓN TOMADOS EN CUENTA DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010..... | 10 |
| CUADRO 2 | SOLUCIONES PARA ALGUNOS PROBLEMAS DURANTE EL COMPOSTAJE TOMADOS EN CUENTA DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010..... | 11 |
| CUADRO 3 | CONTENIDO DE 1 CC DE CALDO RICO EN MICROORGANISMOS EFICACES AUTÓCTONOS TOMADOS EN CUENTA DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010..... | 13 |
| CUADRO 4 | OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES..... | 20 |
| CUADRO 5 | TRATAMIENTOS DISEÑADOS EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOST CON FINES COMERCIALES UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010..... | 25 |
| CUADRO 6 | ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS FUENTES DE INÓCULO..... | 47 |
| CUADRO 7 | ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO. | 48 |
| CUADRO 8 | PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR MÉTODOS, EN LA VARIABLE DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO. | 49 |
| CUADRO 9 | PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA EL FACTOR INÓCULOS, EN LA VARIABLE DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO..... | 49 |
| CUADRO 10 | PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA INTERACCIÓN MÉTODOS-INÓCULO, EN LA VARIABLE DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO..... | 50 |
| CUADRO 11 | ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TEMPERATURA..... | 51 |

| | | |
|-----------|---|----|
| CUADRO 12 | ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE DESCOMPOSICIÓN DEL BIOABONO. | 52 |
| CUADRO 13 | COSTOS DE INVERSIÓN PARA LOS TRATAMIENTOS | 54 |
| CUADRO 14 | INGRESOS TOTALES Y BENEFICIO NETO PARA LOS TRATAMIENTOS..... | 54 |
| CUADRO 15 | CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO CON TASA DE INTERÉS AL 15 % PARA LOS TRATAMIENTOS..... | 55 |
| CUADRO 16 | COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL BIOABONO SEGUN EL MÉTODO DE ESTANDARIZACIÓN..... | 59 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | Pág. |
|-----------|--|
| FIGURA 1 | PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LOS TRATAMIENTOS.....37 |
| FIGURA 2 | VALOR DE POTENCIAL HIDRÓGENO DE LOS TRATAMIENTOS.....38 |
| FIGURA 3 | CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LOS TRATAMIENTOS.....39 |
| FIGURA 4 | RELACIÓN CARBONO – NITRÓGENO EN LOS TRATAMIENTOS.....40 |
| FIGURA 5 | PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA EN LOS TRATAMIENTOS.....41 |
| FIGURA 6 | COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL EN LOS TRATAMIENTOS.....43 |
| FIGURA 7 | DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO PARA LOS TRATAMIENTOS.....50 |
| FIGURA 8 | TEMPERATURA EN LOS TRATAMIENTOS.....52 |
| FIGURA 9 | NIVEL DE ACEPTACIÓN DE ACUERDO AL MÉTODO DE COMPOSTAJE.....57 |
| FIGURA 10 | NIVEL DE ACEPTACIÓN DE ACUERDO A LAS FUENTES DE INÓCULO..58 |
| FIGURA 11 | NIVEL DE ACEPTACIÓN DE ACUERDO A LA INTERACCIÓN (TRATAMIENTO).....59 |

RESUMEN EJECUTIVO

El presente ensayo se llevó a cabo en la planta de producción de bioabonos de la Asociación Santa Catalina de Guapante Grande, ubicado en el cantón Píllaro, provincia del Tungurahua. Según los datos tomados con GPS (Global Position System), la localidad se halla a 2946 msnm, cuyas coordenadas geográficas son 01° 05' 06" de latitud Sur y 78° 32' 42" de longitud Oeste.

El objetivo principal fue mejorar la calidad del bioabono mediante la estandarización del proceso de producción con fines comerciales, utilizando tres fuentes de inóculo con la asociación Santa Catalina del cantón Píllaro.

Los factores estudiados fueron: métodos de compostaje (M): método rimero y método salchicha; y fuentes de inóculo (I): inóculo comercial (compostreet), microorganismos eficientes (EMA's), inóculo natural (suelo de páramo), además se añadió un tratamiento sin inóculo que funcionó como testigo. Se implantaron composteras de 1,00 m. de largo por 1,00 m. de ancho y 1,00 m. de alto, para el método de compostaje Rimero y composteras de 1,00 m. de largo por 1,00 m. de ancho y 0,60 m. de alto, para el método de compostaje Salchicha separados por caminos de 1,00 m. El inóculo comercial (Compost Street) se aplicó espolvoreando sobre cada capa de 20 cm de materia orgánica, 42.86 gr para el método salchicha y 71.43 gr para el método rimero. Los EMA's se aplicaron en cuatro ocasiones distribuidas durante el proceso de compostaje donde se vertieron 20 litros para el método rimero y 12 litros para el método salchicha y el inóculo natural (suelo de páramo) se aplicó esparciendo 0.23 m³ para el método salchicha y 0.38 m³ para el método rimero; el proceso de los testigos se llevo a cabo sin aplicación de inóculo alguno. Los volteos para el método rimero se realizó cada mes y para el método salchicha se realizó cada dos días durante la primera semana y después cada ocho días hasta completar sus descomposición. Se dispusieron ocho tratamientos con tres repeticiones con diseño de parcela dividida, se considero al factor métodos de compostaje como parcela grande y al factor fuentes de inóculo como subparcela. Se realizó el análisis económico en base a la relación beneficio costo (RBC).

Para cumplir con el objetivo planteado, la presente investigación está basada netamente en análisis físico-químicos, y en base a parámetros establecidos por la NORMA INN 2439, la misma que está reconocida a nivel internacional.

En lo que se refiere a parámetros físicos-químicos, la calidad del bioabono, se vio desfavorecida en el pH, al presentar valores con tendencia alcalina y en el parámetro de materia orgánica presentó valores bajos en su contenido, sin embargo en los parámetros de humedad, mantienen excelentes niveles los tratamientos del método rimero, y en la conductividad eléctrica tiene mejores niveles los tratamientos con el método salchicha y en la relación carbono-nitrógeno todos los tratamientos mantienen niveles muy adecuados y muy equitativos entre los mismos.

En cuanto al valor nutrimental, la calidad del bioabono se vio favorecida, al presentar un incremento en los valores de los nutrientes en estudio a excepción de el potasio, que presento un valor inferior, al comparar con el análisis realizado anteriormente por el INIAP. Cabe recalcar que los mejores valores recaen sobre el método salchicha, siendo más específicos en el tratamiento que contiene el inóculo a base de EMA's.

Con el método salchicha se logró acortar el tiempo a la cosecha con un promedio de 114 días en comparación al método rimero que presentó un promedio de 140 días, además la presencia de los inóculos, si incidió en el número de días a la obtención del bioabono, manifestándose el inóculo suelo de páramo con el mejor resultado, con una media de 124 días; los inóculos compost street con 126 días y EMA's con 128 días, comparten el mismo rango, mientras que los tratamientos sin inóculos se vieron desfavorecidos con una media de 130 días.

En cuanto se refiere al análisis económico los beneficios netos, presentan valores positivos en todos los tratamientos. La relación beneficio costo presenta valores mayores a cero, encontrando que el tratamiento efectuado con la fuente de inóculo suelo de paramo y el método salchicha, alcanzó la mayor relación beneficio costo con 1.68, donde los beneficios obtenidos fueron 1.68 veces lo invertido, siendo el tratamiento de mayor rentabilidad.

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PROBLEMA.

La falta de un proceso de producción de bioabono estandarizado, determina una baja calidad en el bioabono producido en la “PLANTA DE ELABORACIÓN DE BIOABONOS” de la asociación “SANTA CATALINA” del cantón Pillaro.

1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA.

La “PLANTA DE ELABORACIÓN DE BIOABONOS” de la asociación “SANTA CATALINA” del cantón Pillaro, ha iniciado la producción de bioabono con fundamentos un tanto empíricos y en la actualidad no cuenta con un proceso de producción de bioabono estandarizado, que permita optimizar los recursos y garantizar la calidad de su producto.

La falta de investigaciones que permitan identificar, en primer lugar, el método de compostaje más apropiado para la zona y para las personas involucradas, y en segundo lugar, la fuente de inóculo más eficiente para acelerar el proceso de degradación de los residuos orgánicos, ha determinado una variabilidad en la calidad del bioabono.

La falta de capacitación a las personas involucradas en la empresa, sobre el proceso de compostaje y la actividad microbiana que interviene en el mismo, es uno de los principales problemas que afectan la actividad de la agro-empresa, y que ha llevado a las personas a realizar un proceso de producción (compostaje) empírico, y que no permite asegurar los resultados esperados.

La falta de estrategias que permitan un mayor aprovechamiento de recursos (materia prima) como por ejemplo los residuos de mercados, camales y otros, ha limitado una gran fuente de materia prima que puede ser utilizado dentro del proceso de

producción de bioabono y que a su vez permitiría disminuir la cantidad de residuos destinados al relleno sanitario y ampliar la utilidad del mismo.

Una alternativa que permita disminuir la variabilidad en la composición del bioabono y garantizar la calidad del mismo, es implantar un proceso de producción estandarizado mediante la utilización de tres fuentes de inóculo y dos métodos de compostaje, de tal manera que permita identificar el tratamiento más adecuado para la zona y que nos brinde un producto de calidad que impulse el mercado de abonos orgánicos y la actividad de una agricultura más sana.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad la tendencia a la utilización indiscriminada de fertilizantes químicos y por demás labores agrícolas practicadas en nuestros campos para incrementar las cosechas, han afectado en gran medida a la comunidad microbiana, perturbándose la cadena de conversión de energía y nutrientes en su hábitat, por esta razón y para conseguir un suelo lo mas “rico” posible, se debe combatir esas malas prácticas, siendo prioritario corregir la fertilidad edáfica para lo que se considera adecuado utilizar abono orgánico, al que en la presente investigación se denomina “bioabono”.

La producción de un bioabono de calidad, optimizando el uso recursos, herramientas y mano de obra, generando la apertura del mercado de abonos orgánicos, permitirá incrementar la promoción de la agricultura ecológica, y la lucha contra la erosión, obteniendo así suelos renovados y ricos en nutrientes capaces de garantizar la calidad y altos rendimientos de los cultivos, que satisfagan las necesidades de la población humana.

El compostaje es la práctica más conveniente puesto que las inversiones económicas son modestas y los beneficios que brindan son múltiples, es por esto que se pretende promover un mercado de bioinsumos, demostrando a los agricultores la eficiencia de los mismos, de tal manera que estos se sientan motivados a usarlos, por eso es importante llevar a cabo esta investigación ya que apunta a resolver estos temas.

El establecer una metodología que garantice la calidad del bioabono, en la planta de la Asociación “Santa Catalina”, es de gran importancia, ya que permite garantizar las propiedades del mismo, además de producir abono orgánico para sus propias fincas, también permitirá generar recursos que serán utilizados para el desarrollo de dicha asociación, cabe recalcar que al realizar esta investigación también se promueve la vinculación del técnico formado en la Universidad Técnica de Ambato con los agricultores, siendo fundamental en la formación de un profesional.

El compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, que tiene por finalidad convertir estos residuos en un producto beneficioso (compost) aplicable a la tierra como abono orgánico sólido en el contenido nutricional de la especie cultivada. Se utiliza frecuentemente como mejorador del suelo en la agricultura, jardinería, huerto y obra pública. Al formarse el compost aeróbicamente no se forma metano con lo que contribuimos a evitar la formación de uno de los gases que contribuyen a aumentar la temperatura de la tierra por el efecto invernadero; también se contribuye a reciclar al suelo la energía del sol convertida en materia orgánica. Además al realizar este tratamiento de la materia orgánica (compostaje) se contribuye en la disminución de los desechos orgánicos, se reduce la contaminación y se fomenta la producción.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo general.

Mejorar la calidad del bioabono mediante la estandarización del proceso de producción con fines comerciales, utilizando tres fuentes de inóculo con la asociación Santa Catalina del cantón Píllaro.

1.4.2 Específicos.

Determinar el método más apropiado para el proceso de producción de compost.

Determinar la fuente de inóculo más eficiente en la zona para el proceso de producción de compost.

Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

Capacitar a los socios de la asociación “Santa Catalina” en la producción comercial y estandarizada de compost.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Villena, E. (2008), manifiesta que en su investigación titulada: Evaluación de tres tipos de microorganismos eficientes “EM” inoculados en desechos orgánicos, obtención de biofertilizantes y su aplicación en el cultivo de frejol; los bioabonos obtenidos por la desintegración de residuos orgánicos en presencia de los activadores EM mejoran sus contenidos nutritivos incrementando los rendimientos al ser aplicados en el cultivo de frejol, además asevera que con mayores concentraciones de microorganismos en la biomasa se logra un mayor incremento de temperatura (39-40 °C) y se redujo el tiempo de madurez de compostaje.

Monje Talavera, G. (1994), en su tesis: Evaluación de la contaminación ambiental para la disposición final de los residuos sólidos: el relleno sanitario y la producción de compost, trata sobre los problemas de contaminación generados por un inadecuado manejo de los residuos sólidos y propone como alternativa el aprovechamiento de los mismos en la producción de compost, abono obtenido mediante la fermentación aerobia de la materia orgánica.

Andrade, E. 2008. En su investigación titulada: Utilización de desechos orgánicos para obtener abono orgánico; manifiesta que al comparar dos procesos: la lombricultura y el compostaje; en base a los resultados de laboratorio, el tamaño de las partículas y la composición física del material, muestran que la lombricultura es el proceso más idóneo para la obtención de abono orgánico; pero este no se puede desarrollar sin realizar primero uno proceso de pre-compostaje.

Soria, S. (1991), manifiesta que en su investigación titulada: Elaboración y evaluación de abonos orgánicos obtenidos mediante el compostaje, el método que dio mejores resultados fue el método aeróbico Pfeifer con el que se logro obtener compost de mejores características, además añade que el compostaje permite optimizar el uso de desechos que en ciertos casos puede causar problemas de manejo de malezas invasoras.

Palate, F. (2002), asevera que en su investigación titulada: Evaluación de cuatro métodos para la elaboración de compost; el valor nutrimental del abono al comparar los resultados entre la exposición bajo cubierta plástica y a campo abierto, no se encontraron diferencia estadísticas significativas. Dentro de las condiciones bajo cubierta plástica, se observo que con el método de compostaje rimero, se obtuvo mayores contenidos de nitrógeno, fosforo y carbono, al igual que utilizando el inóculo comercial (Agro Plus sólido), con mayor contenido de fosforo, azufre, carbono y zinc.

2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.2.1 Compostaje y compost.

El compostaje o "composting" es el proceso biológico aeróbico en el que microbios actúan sobre la materia orgánica (restos de cosecha, excrementos animales y residuos urbanos) permitiendo su mineralización y pre-humificación. (Picado, J. Añasco, A. 2005).

El compostaje es un proceso bioquímico aerobio ejercido por bacterias, hongos, actinomicetos, micro y macro invertebrados que transforman los desechos orgánicos en masa fina en condiciones de aireación y humedad apropiadas. (Sztern, D. y Pravia, M. 2004) indican que el compostaje utiliza residuos orgánicos -sustratos- desechados por animales y el hombre, desde los más sencillos como aminoácidos, proteínas, azúcares, grasas, hasta los más complejos y recalcitrantes, celulosa, hemicelulosa y lignina, agregan que sirve de soporte físico y es la matriz de intercambio de gases, fuente de nutrientes

orgánicos e inorgánicos, vertedero para productos residuales metabólicos y aislamiento térmico. (Fiad, J. 2002).

2.2.1.1 Fases del compostaje

2.2.1.1.1 Primera fase.

Esta fase se la conoce también como mesolítica o mesófila, en la que los microbios se hallan adaptándose al medio putrefacto y comienzan a multiplicarse. Dura de 2 a 4 días y se desenvuelven bien en temperaturas que pueden superar los 50° C. Los microorganismos se multiplican rápidamente por la actividad metabólica, que eleva la temperatura, producen ácidos orgánicos los que hacen bajar el pH. En este período son atacadas las sustancias carbonadas fácilmente oxidables como los glúcidos, almidón, aminoácidos y proteínas solubles (Sztern, D. y Pravia, M. 2004).

2.2.1.1.2 Segunda fase.

A esta fase se la conoce como termofílica, aquí las poblaciones mesófilas son substituidas por las termófilas en ambientes entre 50-70° C, aquí los patógenos, larvas, e inclusive semillas de malezas perecen por estrés térmico. El proceso tarda entre una a ocho semanas según el ritmo de fermentación acelerado o lento, dependiendo de los especímenes que entran a una verdadera pasteurización y excesiva mineralización. Por su parte, Fiad, J. (2002), afirma que los microorganismos termófilos transforman el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A 60° C los hongos termófilos desaparecen y surgen bacterias esporígenas y actinomicetos que descomponen las ceras, proteínas y hemicelulosas, la temperatura desciende a 40° C, habitat en el que los mesófilos reinician su actividad y desciende el pH. Además dura entre una a dos semanas con 40 y 60° C. (Auroville Foundation 2010)

2.2.1.1.3 Tercera fase.

Desde el punto de vista la finalización del proceso se tipifica por la ausencia de actividad metabólica. Las actividades microbianas se presentan en fase de muerte por agotamiento de nutrientes. Con frecuencia la muerte celular no va acompañada de lisis, la biomasa puede permanecer constante por un cierto periodo aun cuando la gran mayoría de la población se haya hecho no viable. (Sztern, D. Pravia, M. 2004).

2.2.1.2 Factores para la producción de bioabonos.

2.2.1.2.1 Temperatura

Al aumentar la temperatura aumenta la actividad microbiana acelerando de esta manera el proceso de descomposición. Las temperaturas bajas las detienen de allí que la actividad microbiana es mayor en verano que en invierno, y mayor en los trópicos que en las zonas frías (Rodríguez, 1989).

Fiad, J. (2002) y muchos autores consideran como temperatura óptima entre 35 a 55 °C., para eliminar patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas.

2.2.1.2.2 Humedad.

La masa de compost requiere de cantidades normales de humedad, esto quiere decir que al presionar el material húmedo en la mano debe escurrir ligeramente el agua lo cual indica una cantidad de agua adecuada, cuando el tiempo está seco se debe regar cada ocho días (Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio, 1983).

La humedad debe estar entre 40 y 60 %. A mayor humedad los poros se llenan (anaerobiosis) y pudre la biomasa, con poca agua, los microbios son lentos, residuos forestales exigen entre 75 y 85 %, el material vegetal fresco demanda entre 50-60%. Según Sztern, D. Pravia, M. (2004), la humedad adecuada por etapas depende de

la compactación y textura, material fibroso y fino retienen más humedad y aumentan la superficie de contacto. (Fiad, J. 2002)

2.2.1.2.3 Aireación

Los microorganismos aeróbicos necesitan oxígeno para su funcionamiento. La compostera debe contener una óptima proporción de aire en sus poros para el normal funcionamiento de esta flora mineralizante. (Rodríguez, 1989).

La aireación en el compost es fundamental para microorganismos y liberación del anhídrido carbónico, por eso es necesario proporcionar oxígeno. En la etapa mesófila se precisa una degradación de 0,05 - 0,08 m³/min/TM de materia seca, aumentando rápidamente en pocos días, en la termófila se produce la máxima disgregación aeróbica con 0,5 m³/min/TM, para luego descender a 0,1 m³/min/TM. Al finalizar la degradación de los compuestos fácilmente oxidables, se necesitan entre 0,05-0,08 m³/min/TM de desintegración, luego, los niveles de oxígeno deben estar entre 10 y 18 %. Olores nauseabundos indican falta de aireación y se producen respiraciones anaeróbicas (la putrefacción genera dihidruro de azufre SH₂) con olor a amoníaco producto de la amonificación. Este fenómeno puede originarse por mucha agua o por compactación excesiva del material, se debe de inmediato suspender los riegos, remover el material y reconformar los camellones. (Sztern, D. Pravia, M. 2004).

2.2.1.2.4 Relación C/N en el compostaje.

La relación C/N inicial debe bordear los 30:1, pudiéndose añadir materiales fibrosos para incrementarla o activadores nitrogenados para disminuirla. Esta relación responderá muy bien con pHs entre 4 a 5 durante la fermentación. La temperatura máxima será de unos 60° C para descender al final a unos 30° C. Cuando hay suficiente material carbonado, la temperatura se incrementa por la presencia o aporte de materiales nitrogenados orgánicos (restos verdes, estiércoles) o minerales (urea 1,5 Kg/m³, superfosfato de cal 2 Kg/m³). Además para una buena actuación de los

microorganismos responsables de la nitrificación como Nitrosomonas y Azotobacter, se precisa una buena oxigenación. (Sztem, D. Pravia, M. 2004)

La relación C/N sufre variaciones como consecuencia de la actividad microbiana sobre los compuestos carbonados, esto ayuda a valorar el ritmo de mineralización de la materia orgánica, o el grado de humificación. Cuando la relación C/N es alta hay mucha materia orgánica con nitrógeno orgánico, y si es baja se ha consumido carbono y el ritmo de nitrificación se acelera.

El carbono es metabolizado por microorganismos del suelo, estos a su vez consumen nitrógeno para su desarrollo. La materia orgánica para ceder sus principios nutritivos debe mineralizarse y permitir que el nitrógeno orgánico se transforme en nitrógeno mineral asimilable. (Sztern, D. Pravia, M. 2004).

2.2.1.2.5 El potencial hidrógeno, pH

Los hongos toleran pHs entre 5 a 8 en tanto que las bacterias entre 6 a 7,5. Sztern, D. Pravia, M. (2004), señala como pH aceptable entre 6,5 a 7,5 (ligeramente ácido o alcalino). Señalan que los pH inferiores a 5,5 (ácidos) inhiben el crecimiento al igual que los alcalinos (pH = 8,0). (Fiad, J. 2002).

2.2.1.3 Aplicaciones del compostaje.

2.2.1.3.1 Indicadores del proceso de maduración

En el proceso de compostaje, en la primera semana, el montón se calienta y tiene olores fuertes, si hay exceso de materiales nitrogenados los olores son más fuertes. Se debe voltear para acelerar el proceso, para enfriarlo y airearlo; en estas condiciones semillas de malezas, patógenos y plagas morirán.

Más o menos al mes está muy caliente y empieza a enfriarse, los olores se vuelven suaves, saben a suelo de bosque.

El compost estará listo cuando su color sea oscuro, desmenuzable y tenga olor a tierra. Se debe cernir para eliminar el material que aún no está listo, regresando el material rechazado a la pila para que termine su proceso.

El estado inicial y final del proceso de compostaje concluyendo en los parámetros que se exhiben en el (CUADRO 1). (Sasaki y Alvarado, 1994).

CUADRO 1 PARÁMETROS INDICATIVOS DEL PROCESO DE MADURACIÓN TOMADO EN CUENTA EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| Parámetros | Inicio (8 a 15 días) | Final (90 a 120 días) |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| Temperatura (a 30 cm) | 77°C | 27 °C |
| pH | 9 (alta) | 6,5 (neutra) |
| Color | Claro | Oscuro |
| % de humedad | 63 | 45 |
| % de materia orgánica | 55 | 23 |
| Relación: C/N | 47 | 18 |
| % nitrógeno | 1,01 | 2,45 |
| Presencia de hongos | Estrato superficial | Generalizado |
| Olores | fuertes, amoníaco | A tierra fresca |

Fuente: Sasaki y Alvarado (1994).

Los datos de la Tabla 1: definen la madurez del Compost. La fermentación finaliza a los 90 días pudiendo prolongarse hasta los 120. Al inicio, el material crudo manifestará alrededor de 77° C., en estado maduro expondrá valores aproximados a los 27° C. El pH a los ocho días es altamente alcalino (pH = 9) descendiendo al final a un estado neutro en alrededor de los 6,5. El proceso empezará con un 63 % de humedad descendiendo a 45 %. La biomasa en condiciones naturales, al inicio tendrá 55 % de

materia orgánica disminuyendo al 23 %. La relación C/N con un valor inicial de 47:1 bajará a 18:1; en estas condiciones, el porcentaje de nitrógeno habrá subido a 2,45 % partiendo del 1,01 %. La presencia de olores fuertes al inicio de la descomposición del material desaparecerá al término del acontecimiento, detectándose olor a tierra fresca. Por último el color del sustrato cambiará del claro al inicio al oscuro. (Sasaki y Alvarado, 1994).

2.2.1.3.2 Enmiendas para corregir algunos problemas durante el compostaje.

CUADRO 2 SOLUCIONES PARA ALGUNOS PROBLEMAS DURANTE EL COMPOSTAJE, EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| Problema | Solución |
|-----------------------------|---|
| Muy húmedo | Revuelva la pila, agregue cubra la pila |
| Seco, parece polvo | Revuelva, riegue, cubra la pila |
| Frió al tacto | Revuelva, agregue "verdes" |
| Demasiado caliente al tacto | Revuelva, agregue tierra y riegue |
| Olor fuerte | Revuelva y agregue tierra |

Fuente: Sasaki y Alvarado (1994).

2.2.2 Inóculos

2.2.2.1 **Natural.**

El medio ambiente edáfico contiene gran variedad de bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios, señala que es uno de los sitios más dinámicos en interacción biológica en la naturaleza, en el cual se realizan la mayor parte de las reacciones bioquímicas involucradas en la descomposición de la materia orgánica, la intemperización de las rocas y la nutrición de los cultivos agrícolas. (Martín, A. 1980)

Los microorganismos presentan diferentes actividades en el suelo, los cuales están directamente relacionados con la simbiosis que acontece a nivel de la interfase sólida del suelo con la raíz de una planta, actividad que explica con la fijación del nitrógeno de la atmósfera en el suelo. (Perrera, R. 1973)

2.2.2.2 Comerciales

En el mercado existen inóculos en base a bacterias y hongos principalmente, microorganismos que son eficientes en la descomposición de los abonos orgánicos, estos son producidos en medios de cultivo y se comercializa en forma sólida o líquida.

Según la ficha técnica emitida por Ecuaquímica(2010), manifiesta que el Compost Treet es un compuesto microbial formado por una mezcla seleccionada de bacterias mesófilas y termófilas. Estos tipos de bacterias ayudan a la descomposición más efectiva en el proceso de compostaje.

Las bacterias de Compost Treet producen también enzimas altamente activas como proteasa, amilasa, xilanasas y pectinasas que ayudan a la descomposición de la pared celular de los residuos vegetales y otros materiales orgánicos.

Compost Treet contiene una densidad mínima de 2.2 billones de unidades formadoras de colonias (C.F.U) de bacterias activas por gramo. Además contiene productos alimenticios, carbonato de calcio, sulfato de calcio, fosfato de amonio, productos secos de fermentación.

Compost Treet es una combinación de nutrientes y microorganismos seleccionados y científicamente desarrollados destinados a iniciar y acelerar el proceso de compostaje. Ayuda a la descomposición natural de la materia orgánica produciendo un abono compuesto y maduro.

La dosis comercial recomendada es de 500 gr. de Compost Treet por cada 7 m³ de material orgánico esparcido en partes iguales cada 20 cm de compost y mezclar totalmente.

2.2.2.3 Microorganismos eficientes.

Villena, E. 2008, cita a Higa, T. 1997, quien manifiesta que los EM, son microbios beneficiosos de origen natural que al ponerse con la materia orgánica secretan sustancias útiles (vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados, y sustancias antioxidantes) que mejoran la micro y macro flora edáfica, manteniendo el equilibrio natural. Zarb *et. Al*, 2001, citado por fundación piedra buena (2007), exhibe como contenido general de los EM en ecosistemas naturales a: (1) bacterias de ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*. (2). Bacterias fotosintéticas: *Rhodopseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*; (3). Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*; (4). Actinomicetes: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*; y, (5). Hongos de fermento: *Azperguillus oryzae*, *Mucor hiemalis*. Parr, J. *et al.* 1992, a los EM los califica como “cultivo mixto de microorganismos no modificados o exóticos” que no hacen daño a los humanos, otros animales ni a las plantas. Lampurlanés, X. *et al.* (Sin fecha), señala que en el compostaje intervienen tres tipos de microorganismos: (a) los propios de la materia orgánica de el grupo de las bacterias entéricas (mesófilos y termófilos), (b) los reproducidos en la fermentación de bacterias, hongos y actinomicetos; y (c) las endotoxinas producidas por bacterias Gram negativos.

2.2.2.3.1 Concentración de los EM.

La composición de los microorganismos eficientes activos (EMA). En la tabla 3. Se exhibe el contenido de EMA autóctonos.

CUADRO 3 CONTENIDO DE 1 CC. DE CALDO RICO EN MICROORGANISMOS EFICACES AUTÓCTONOS TOMADO EN CUENTA EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| CLASES DE MICROORGANISMOS "EMA" | VOLUMENES /CENTIMETRO CUBICO cc |
|---|---------------------------------|
| <i>Streptomyces albus albus</i> | 105 |
| <i>Rhodopseudomonas sphaeroides</i> | 105 |
| <i>Lactobacillus plantarum</i> | 105 |
| <i>Propionibacterium freudenreichii</i> | 105 |
| <i>Streptococcus lactis</i> | 105 |
| <i>Streptococcus faecalis</i> | 105 |
| <i>Aspergillus oryzae</i> | 105 |
| <i>Mucor hiemalis</i> | 105 |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | 105 |
| <i>Candido utilis</i> | 105 |
| <i>Azotobacter sp.</i> | n/c |
| <i>Azoosporium sp.</i> | n/c |
| <i>Bradyrhizo sp.</i> | n/c |
| <i>Clostridium sp.</i> | n/c |

Fuente: (Suquilanda, M. 2006).

De acuerdo con algunos estudios ambientales destacamos que las concentraciones de hongos aplicados son en 105 y 107 ufc (unidades formadoras de colonias) por m³; mientras que la concentración de bacterias Gramnegativas superan las 10⁴ ufc/m³ *Pseudomonas spp* y *Klebsiella oxytoca*; en lo referente a actinomicetos, termófilos, se han determinado concentraciones entre 10⁵ y 10⁸ ufc/m³. EM activado al 1% (una parte de EM, 1 parte de melaza y 98 partes de agua pura). (Suquilanda, M. 2006).

2.2.2.3.2 Situación de los EM en el Ecuador.

En el Ecuador, el uso de los EM en el campo experimental avanza progresivamente, en especial en el campo agropecuario. Manuel Suquilanda es el propulsor de la agricultura orgánica, con resultados promisorios de una preparación de bioabonos e inclusión directa de EM en cultivo de hortalizas, cereales, y frutales, incluye temas medioambientales.

Llumiyinga, L. (2003), evalúa tres niveles de microorganismos en mezclas biodegradables para producir compost.

2.2.2.3.3 Costos de los EM.

Los EM resultan económicos siempre y cuando sean utilizados cerca de 20 a 50 veces su concentración y luego aplicado en forma diluida en un cociente 1:100 o 1:10000 según el uso. Si la solución de EM se utiliza cerca de 20 veces y es diluido en un cociente de 1:500, el costo del uso del EM será 1:10000 del costo común original por lo que resulta barato. (Corporación Universitaria Minuto de Dios 2006).

2.2.2.3.4 Beneficios de los EM.

Desde que el ser humano descubrió que podía capturar, “domesticar” y utilizar algunos grupos de microorganismos, éste se ha visto beneficiado en diferentes áreas, aprovechando sus capacidades de degradación y segregación de sustancias. (Cavasa, 2005).

2.2.2.3.4.1 En Alimentación.

En la preparación de alimentos existen muchos microorganismos que aportan con su acción para obtener nuevos productos apetecibles para el ser humano, así encontramos a las levaduras (que fermentan la masa para preparar pan y cakes),

bacterias ácido-lácticas (que fermentan la leche y la transforman en yogurt), entre otros. (Grant, W.;Long, P. s.f).

2.2.2.3.4.2 En Medicina.

Algunos antibióticos han sido elaborados a partir de secreciones de microorganismos que evitan la proliferación de otras especies de bacterias u hongos; por ejemplo tenemos la penicilina, obtenida de una secreción del hongo *Penicillium*, la cual suprime el crecimiento de otros hongos o microorganismos que se hallen dentro del territorio de dicho hongo (Puigdomenech G. s.f).

2.2.2.3.4.3 En Agricultura.

En esta área, la acción microbiana ha sido fundamental para mantener una producción de alimentos que sea sostenible y esté acorde con la naturaleza, ya sea por su asociación con algunas clases de plantas (*Bradyrhizobium*, micorrizas), su acción entomopatógena (*Trichoderma*, *Bacillus thuringiensis*) o su importante desempeño dentro del suelo como degradadores de materia orgánica. (Restrepo, J. 2001)

Sobre este último, se desarrollan preparados microbianos que permiten la descomposición de material vegetal en forma eficiente, para su utilización dentro de la agricultura, en la elaboración de abonos naturales tipo compost, bioles, bokashi, humus, etc., así tenemos como ejemplo los Microorganismos Eficientes o E.M. (por sus siglas en Inglés), desarrollados en Japón. (Fundases, s.f).

2.2.2.3.4.4 En Medio Ambiente

En la actualidad se utilizan bacterias capaces de degradar aceites, para contener los grandes derrames de petróleo, comunes en nuestros tiempos, y de esta forma evitar la destrucción de ecosistemas en algunas partes de mundo. (Finstein, S. 1992)

Así mismo, los E.M., son utilizados como agentes descomponedores de materia orgánica presente en los desechos urbanos o industriales, reduciendo los márgenes de contaminación, a la vez que se obtienen abonos naturales que son incorporados en la producción de alimentos (“Día Mundial del medio Ambiente” 2007)

2.2.3 Parámetros de calidad del bioabono.

Según la Comisión de Medio Ambiente (2000), el bioabono se clasifica según las siguientes características:

2.2.3.1 Humedad.

Todo tipo de compost producido y comercializado (clase A, clase B e inmaduro) el contenido de humedad no debe ser menor que el 30% en peso.

2.2.3.2 pH.

Compost clase A: 7.0 – 8.0

Compost clase B: 6.5 – 8.5

Compost inmaduro: 6.0 – 8.5

2.2.3.3 Conductividad eléctrica.

Todo compost producido deberá cumplir los siguientes parámetros de conductividad eléctrica:

Compost clase A: menor o igual a 5 mmho/cm (dS/m).

Compost clase B: 5 a 12 mmho /cm (dS/m).

Este requisito no se aplica para compost inmaduro o subestándar.

2.2.3.4 **Relación carbono/nitrógeno.**

El compost se clasificará de acuerdo a los siguientes rangos de relación C/N.

Compost clase A: entre 10 - 25.

Compost clase B: entre 10 – 40.

Compost inmaduro: máximo 50.

2.2.3.5 **Materia Orgánica.**

El contenido de materia orgánica para todos los tipos de compost (compost clase A, compost clase B e inmaduro) debe ser igual o mayor al 25% en base seca.

2.2.3.6 **Análisis Químico.**

En cuanto a la composición química según Cid, S (2000), estos valores son típicos, y pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el compost. Por otra parte, al tratarse de un producto natural no tiene una composición química constante.

Nitrógeno, como N₂= 1.5 - 2 %

Fósforo como P₂O₅= 2 - 2.5 %

Potasio como $K_2O = 1 - 1.5 \%$

Calcio= 2 - 8 %

Magnesio= 1 - 2.5 %.

2.3 HIPÓTESIS.

Ho: La estandarización del proceso de compostaje por el método salchicha mas el inóculo EMA's en la planta de la asociación "Santa Catalina" de Guapante Grande no mejora la calidad del bioabono.

Ha: La estandarización del proceso de compostaje por el método salchicha mas el inóculo EMA's en la planta de la asociación "Santa Catalina" de Guapante Grande mejora la calidad del bioabono.

2.4 VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

2.4.1 Variable dependiente.

Calidad del bioabono.

2.4.2 Variables independientes

Métodos de compostaje

Fuentes de inóculo.

2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

CUADRO 4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES REALIZADA EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| VARIABLES | CONCEPTOS | CATEGORÍAS | INDICADORES | ÍNDICES |
|------------------------|--|---|--|---|
| Métodos de compostaje. | Conjunto de técnicas que permiten la degradación controlada de la materia orgánica con las que se obtiene un abono orgánico llamado compost. | Rímero. Salchicha. | Macro y micronutrientes. Patógenos. Días a la cosecha. T° periódicas. Conductividad eléctrica. pH. Materia orgánica. | g/100g (%) Ufc # De días. °C. dS/m. Unidad de pH. % |
| Fuentes de inóculo | Son compuestos a base de microorganismos benéficos que permite acelerar la degradación de la materia orgánica. | EMA´s. Compost Treet. Tierra de páramo. | Macro y micronutrientes. Presencia de patógenos. Días a la cosecha. Temperaturas periódicas. Conductividad eléctrica. | g/100g (%) Ufc # De días. °C. dS/m. |

| | | | | |
|-----------------------|---|----------------------------------|---|---|
| | | | pH. Materia orgánica. | Unidad de pH. % |
| Calidad del bioabono. | Grado en el que el conjunto de características del bioabono cumple con los parámetros establecidos y que permiten ofrecer condiciones de uso que sea de satisfacción del cliente. | Clase A. Clase B. Inmaduro | Macro y micronutrientes. Patógenos. Días a la cosecha. T° periódicas. Conductividad eléctrica. pH Materia orgánica. Relación carbono/nitrógeno | g/100g (%) Ufc # De días. °C. dS/m. Unidad de pH. % Unidades de carbono y nitrógeno. |

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 Enfoque.

Esta investigación se realizó con un enfoque cuali- cuantitativo, porque se evaluó variables que involucra aspectos de cualidad y de cantidad.

3.1.2 Modalidad.

La modalidad fue en el campo, donde las condiciones ambientales no pueden ser controladas.

3.1.3 Tipo.

Esta investigación fue experimental, debido a que hubo un manejo de factores (variable) como métodos de compostaje y fuentes de inóculo.

3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO.

El presente ensayo se llevó a cabo en la planta de producción de bioabonos de la Asociación Santa Catalina de Guapante Grande, ubicado en el cantón Pillaro, provincia del Tungurahua. Según los datos tomados con GPS la localidad se halla a 2946 msnm, cuyas coordenadas geográficas son 01° 05' 06" de latitud Sur y 78° 32' 42" de longitud Oeste.

3.3 CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.

3.3.1 Clima.

El cantón Píllaro tiene una precipitación anual promedio de 639 mm anuales, humedad relativa de 75% y una temperatura promedio de 13.1° C. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (1986)

3.3.2 Agua.

El agua que se usa para humedecer las composteras se toma del ramal norte del canal de riego Píllaro; el mismo que es almacenado en un reservorio para luego ser dispuesto en las composteras según las necesidades de las mismas.

3.3.3 Ecología.

Según (Holdridge, 1982); la zona en experimentación corresponde a la formación ecológica estepa espinosa – Montano Bajo (ee-MB). Los cultivos de la zona son generalmente hortalizas como col, lechuga, brócoli, cebolla, papa, además se cultiva maíz y pastizales conformados por alfalfa y rey grass; lo que nos indica que es una zona productiva por excelencia.

3.4 FACTORES DE ESTUDIO.

3.4.1 Métodos de compostaje.

Rimero

Salchicha.

3.4.2 Fuentes de inóculo

Compost Treet.

Microorganismos Eficientes Autóctonos (EMA's).

Suelo de páramo.

Sin inóculo.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.

En este experimento se utilizó un diseño de parcela dividida. En la parcela grande se ubicó el factor métodos de compostaje y en la sub parcela el factor fuentes de inóculo con la combinación de 2 métodos de compostaje X 3 fuentes de inóculo + 1 testigo (sin inóculo), con tres repeticiones.

3.6 TRATAMIENTOS.

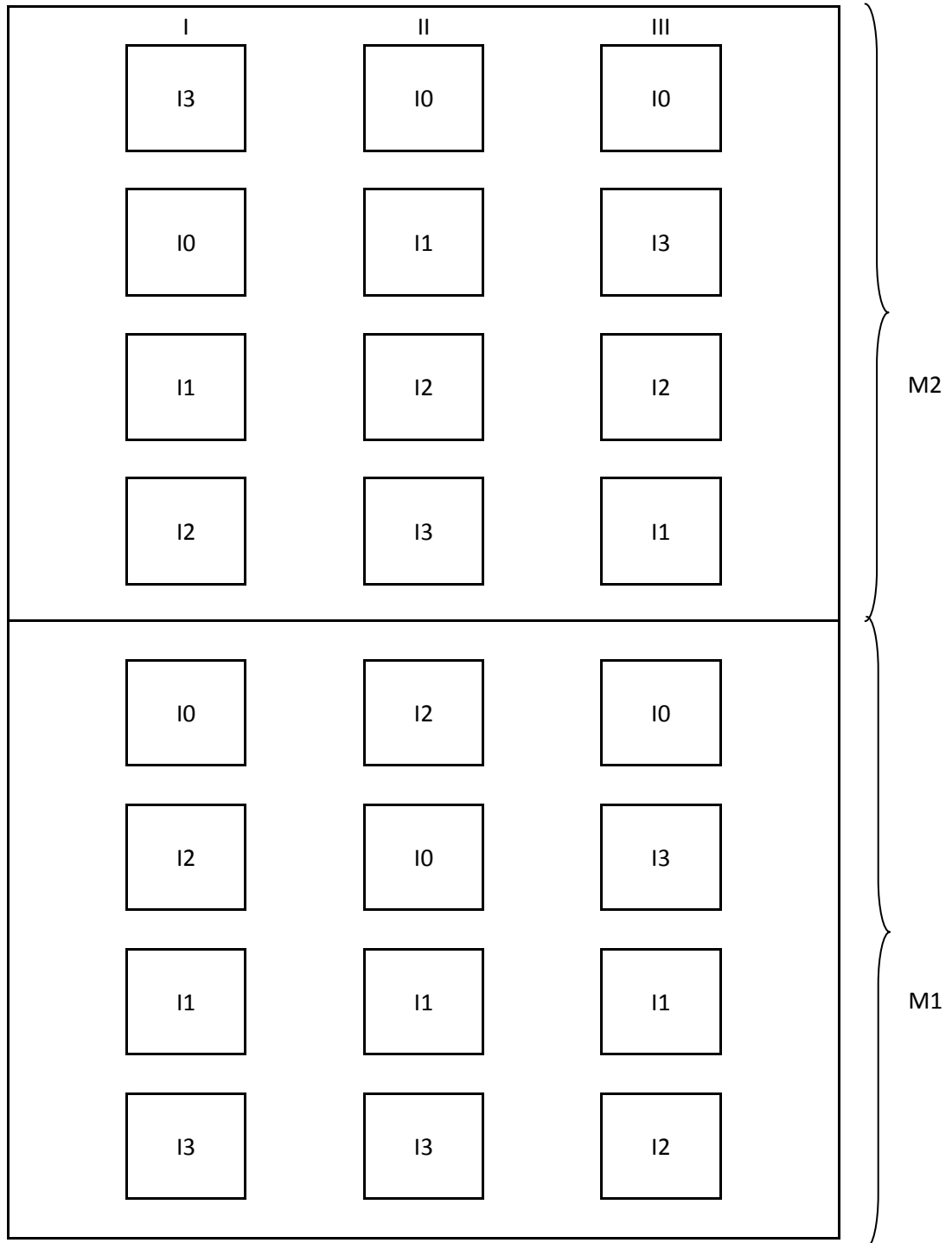
Se evaluaron 8 tratamientos de la combinación del factor métodos de compostaje y fuentes de inóculo, (mas testigos), como se muestra en el CUADRO 5.

CUADRO 5 DISEÑO DE TRATAMIENTOS.

| TRATAMIENTOS | | | |
|--------------|--------|----------------------|-----------------------------------|
| Nº | CÓDIGO | MÉTODO DE COMPOSTAJE | FUENTE DE INÓCULO |
| T1 | I1M1 | Método Rimero | Compost Treet |
| T2 | I1M2 | Método Salchicha | Compost Treet |
| T3 | I2M1 | Método Rimero | Microorganismos Autóctonos (EMAS) |
| T4 | I2M2 | Método Salchicha | Microorganismos Autóctonos (EMAS) |
| T5 | I3M1 | Método Rimero | Suelo de paramo |
| T6 | I3M2 | Método Salchicha | Suelo de paramo |
| T7 | I0M1 | Método Rimero | Sin Inóculo |
| T8 | I0M2 | Método Salchicha | Sin Inóculo |

3.7 DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO

3.7.1 Esquema.



3.7.2 Memoria Técnica

| | |
|----------------------------------|--------------------|
| Superficie total del ensayo: | 119 m ² |
| Superficie total neta: | 24 m ² |
| Área total de caminos: | 95 m ² |
| Ancho de la parcela: | 1 m |
| Largo de la parcela: | 1m |
| Área de la parcela: | 1 m ² |
| Alto de la parcela Rimero | 1m |
| Alto de la parcela Salchicha | 0.80 m |
| Ancho de camino entre parcelas | 1m |
| Ancho del camino entre bloques | 1m |
| Número de bloques (Repeticiones) | 3 |
| Área de bloque | 8 m ² |
| Número de parcelas | 24 |

3.7.3 Parcela neta.

Para las variables; días a la obtención del compost y temperaturas periódicas fueron consideradas todas las composteras, sin embargo para las variables; análisis químico, bacteriológico y micológico, se consideró una compostera representante de cada tratamiento, siendo seleccionadas al azar de las tres repeticiones.

3.8 DATOS TOMADOS.

3.8.1 Análisis químico.

El análisis químico se realizó al final del ensayo, es decir cuando las composteras presentaron una temperatura similar a la temperatura ambiental,(19°C) se tomó una muestra de 500 g de cada tratamiento, seleccionadas al azar de las tres repeticiones, desde la superficie hasta una profundidad de 10 cm, la misma que se envió

“Laboratorio Químico Agropecuario Valverde”, para su posterior análisis químico, con el cual se determinó los contenidos de N, P, K, Ca, Mg, pH, conductividad eléctrica, relación carbono/nitrógeno, materia orgánica, humedad y carbono total; luego se realizó comparación con los parámetros establecidos.

3.8.2 Análisis bacteriológico.

El análisis microbiológico se efectuó al final de la investigación, es decir cuando las composteras presentaron una temperatura similar a la temperatura ambiental (19° C); se tomó una muestra de 500 g de cada tratamiento, seleccionadas al azar de las tres repeticiones, desde la superficie hasta una profundidad de 10 cm, la misma que se envió al “Laboratorio de Protección Vegetal del INIAP, para su posterior análisis, con la finalidad de descartar la presencia de bacterias como: Pseudomonas, Xantomonas, Erwinia y Agrobacterium.

3.8.3 Análisis micológico.

El análisis micológico se efectuó al final de la investigación, es decir cuando las composteras presentaron una temperatura similar a la temperatura ambiental, (19 ° C); se tomó una muestra de 500 g de cada tratamiento, seleccionadas al azar de las tres repeticiones, desde la superficie hasta una profundidad de 10 cm, la misma que fue enviada al “Laboratorio de suelos del INIAP, para su posterior análisis, con la finalidad de descartar la presencia de: cualquier hongo fitopatógeno.

3.8.4 Días a la obtención del compost.

Se contabilizó los días transcurridos desde el momento de la implantación del ensayo, hasta la obtención del abono orgánico totalmente descompuesto.

3.8.5 Temperaturas periódicas de las unidades experimentales.

El valor de la temperatura se tomó con un termómetro, a 0.50 m de profundidad, en el núcleo de la compostera, a las 12H00 horas, cada ocho días, hasta la obtención del abono orgánico; dichos valores fueron procesados para obtener un promedio por cada tratamiento y para su respectivo análisis.

3.8.6 Porcentaje de descomposición del bioabono.

El valor del porcentaje de descomposición del bioabono se determinó al momento de la cosecha, al tamizar el producto, fue pesado en Kg. tanto el producto final como el desecho y en base al valor total, mediante regla de tres se calculó el valor en porcentaje del producto descompuesto, es decir el peso total del bioabono representa el 100%, por ejemplo si tenemos un peso total de 360 Kg. y de material descompuesto 310 Kg. la metodología de cálculo sería la siguiente:

$$\begin{array}{l} 360 \text{ Kg} = 100 \% \\ 310 \text{ Kg} = X = 86.1 \% \end{array}$$

Entonces el porcentaje de descomposición de determinado tratamiento sería 86.1%

3.9 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1 Instalación del ensayo.

3.9.1.1 Recolección de desechos orgánicos

El material vegetal fue recolectado y transportado hasta la planta de producción de bioabonos, para la conformación de la compostera, esta estuvo compuesta por material vegetal producido en la zona ya sea residuos de hortalizas, pastos, malezas, abono bovino, abono de cuy, gallinaza, cascarilla de arroz.

3.9.1.2 **Adecuación del campo experimental**

Se aprovechó de la planta de producción de bioabonos de la Asociación Santa Catalina, para implantar composteras de 1,00 m. de largo por 1,00 m. de ancho y 1,00 m. de alto, para el método de compostaje Rimero y composteras de 1,00 m. de largo por 1,00 m. de ancho y 0,60 m. de alto, para el método de compostaje Salchicha separados por caminos de 1,00 m; cada compostera se la cubrió con plástico negro con el objeto de controlar mejor la temperatura.

3.9.2 **Estudio y manejo de los microorganismos EMA's.**

El estudio microbiológico contempló la exploración, captura, cosecha, identificación microbiológica y se las multiplicaron y reprodujeron para utilizarlos como activadores inoculándolos a los desechos orgánicos en el proceso de compostaje.

3.9.2.1 **Exploración del sitio.**

Se realizó una exploración del barrio San Juan del cantón Píllaro, específicamente la zona conocida como “El Filo”, perteneciente a la comuna Tasinteo Montuctuza, según el GPS ubicado en las siguientes coordenadas 01° 11' 14" latitud sur; 78° 29' 48" longitud oeste, a una altitud de 3493 m.s.n.m.

3.9.2.2 **Captura**

Se utilizaron recipientes de plástico (10 unidades) cubiertos con tela de nylon atados con ligas, en el interior de cada tarrina se depositó 125 g. (4 onzas) de arroz cocinado y 2 cucharadas de melaza; se enterraron bajo las goteras de un árbol y debajo de matorrales, dejando la boca del recipiente a ras del suelo, se protegieron con ramillas semi-descompuestas, como lo recomienda Suquilanda (1999).

3.9.2.3 Cosecha

Después de 2 semanas, se desenterró los recipientes plásticos y se extrajo el arroz impregnado con microorganismos, como lo recomienda Suquilanda (1999).

3.9.2.4 Preparación de la solución madre

Como lo recomienda Suquilanda (2006), en 9 litros de agua limpia cocinada, fresca, se depositó el arroz contenido con microorganismos. Se Agregó 3 litros de melaza y se procedió a batir la mezcla por el espacio de 10 minutos, luego se cerró el recipiente y se dejó fermentar la mezcla durante 10 días.

3.9.2.5 Multiplicación

En consideración de la recomendación de Suquilanda, M. (2006), para incrementar la población de microorganismos y disponer de la cantidad suficiente para inocularlos en el tratamiento, se los multiplicó utilizando la siguiente mezcla:

12 litros de "solución madre de microorganismos" (EM)

4 litros de leche

4 litros de melaza, miel de caña o panela

4 litros de yogurt simple

2 kilos de torta de soya.

Agua hasta completar una solución de 200 litros.

La solución obtenida permaneció cerrada durante 10 días para su fermentación. Al respecto Suquilanda, M. (1999), recomienda conservarla por una o dos semanas en un recipiente cerrado. Su olor agridulce y pH 3,9 indica el finiquito de la fermentación y la disponibilidad como inoculante.

3.9.2.6 **Identificación**

Se tomó una muestra del caldo de cultivo y se envió al laboratorio de suelos del INIAP, con la finalidad de identificar su composición microbiológica.

3.9.2.7 **Inoculación**

En cada compostera de 1m³(tratamiento) se vertieron 20 litros para el método rimero y 12 litros para el método salchicha de la solución de EMA's, dicha cantidad es directamente proporcional al volumen de la compostera y la cantidad inóculo está dada de acuerdo a la recomendación que hace Villena, E. (2008); aplicándolo con una regadera, se revolvió los desechos orgánicos mezclando su contenido e incrementando su aireación. Se efectuaron cuatro aplicaciones distribuidas durante el proceso de compostaje, exceptuando los testigos (sin inóculo).

3.9.3 **Aplicación de Compost Street.**

La aplicación del inóculo comercial (Compost Street) se efectuó en las composteras durante su instalación, espolvoreando sobre cada capa de 20 cm de materia orgánica, 42.86 g para el método salchicha y 71.43 g para el método rimero, exceptuando los testigos (sin inóculo); dicha cantidad es directamente proporcional al volumen de la compostera y la cantidad de inóculo está dada de acuerdo a la recomendación que hace Ecuaquímica (2010).

3.9.3.1 **Identificación microbiológica del compost street.**

Se tomó una muestra de compost street utilizado como fuente de inóculo en el ensayo y se envió al laboratorio de suelos del INIAP, con el objeto de realizar una identificación microbiológica.

3.9.4 Aplicación de suelo de páramo.

La aplicación de suelo de páramo como inóculo natural se efectuó en las composteras durante su instalación, esparciendo 0.23 m³ para el método salchicha y 0.38 m³ para el método rimerero, exceptuando los testigos (sin inóculo); dicha cantidad es directamente proporcional al volumen de la compostera y la cantidad de inóculo está dada de acuerdo a la recomendación que hace Palate, F. (2002).

3.9.4.1 Identificación microbiológica del suelo de paramo.

Se tomó una muestra del suelo de páramo utilizado como fuente de inóculo en el ensayo y se envió al laboratorio de suelos del INIAP, con la finalidad de identificar la composición microbiológica.

3.9.5 Métodos de compostaje.

3.9.5.1 Rimerero.

Para el método rimerero, se estableció una pila con las siguientes dimensiones: 1 metro de largo por 1 metro de ancho y 1 metro de altura. Los materiales se estratificaron alternando hasta alcanzar la altura establecida, con capas de 0.20 m de material vegetal previamente picado, 30 Kg de gallinaza, 0.10 m de estiércol, una capa de 0,02 m de cascarilla de arroz y cubriendo con una fina capa del inóculo a aplicarse según el tratamiento, los volteos se realizó cada mes, hasta completar su descomposición.

3.9.5.2 Salchicha.

Para este método se estableció una pila con las siguientes dimensiones: 1 metro de largo por 1 metro de ancho y 0,60 metros de altura. Los materiales se

estratificaron alternando hasta alcanzar la altura establecida, con capas de 0.10 m de material vegetal previamente picado, 18 Kg de gallinaza, 0.20 m de estiércol bovino, una capa de 0,02 m de cascarilla de arroz y cubriendo con una fina capa del inóculo a aplicarse según el tratamiento; los volteos se realizó cada dos días durante la primera semana y después cada ocho días hasta completar sus descomposición.

3.9.6 Cosecha.

Para la cosecha se tomó en cuenta ciertos factores importantes que son temperatura, olor. Por ese motivo se revisó periódicamente el desarrollo del proceso de producción para determinar cuando haya alcanzado las características necesarias para ser cosechado.

3.9.7 Recolección de la información

Esta información se registró en un libro de campo en forma continua y de acuerdo a lo planteado en el proyecto.

3.9.8 Tabulación y Graficación

Se tabuló y se graficó los datos experimentales obtenidos uno a uno según el orden cronológico.

3.9.9 Análisis estadístico y económico

3.9.9.1 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA). A las fuentes de variación que resultaron significativas de las variables días a la obtención del compost y temperatura,

se aplicó la prueba de significación de Tukey al 5% y se calculó la prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5%, para el factor métodos de compostaje y fuentes de inóculo.

3.9.9.2 **Análisis económico**

El análisis económico de los tratamientos se realizó siguiendo la metodología de la relación beneficio/costo (RBC).

3.9.10 **Capacitación a los miembros de la asociación “Santa Catalina”**

La capacitación a los miembros de la asociación “Santa Catalina” estuvo basada en la disertación de cuatro charlas durante los cuatro meses que duró el ensayo y a las que asistieron 11 agricultores, las mismas que se trataron sobre la producción de compost, captura y preparación de caldo de cultivo de microorganismos eficientes autóctonos, además se realizó una evaluación participativa, la misma que se efectuó durante todo el ensayo con la finalidad de determinar el nivel de aceptación de cada tratamiento por parte de dichos socios, la misma que se basó en los siguientes aspectos:

Tiempo de duración hasta la cosecha.

Método de compostaje más aceptable de acuerdo a sus necesidades.

Facilidad para la obtención de cada fuente de inóculo.

Costos de cada tratamiento.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados, análisis estadístico y discusión

4.1.1 Análisis químico.

El análisis químico realizado en esta investigación fue con el objeto de determinar los parámetros nutrimentales y químicos, los mismos que fueron comparados con parámetros basados en la NORMA INN 2439 propuesta por la COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE de la Región Metropolitana de Santiago-Chile. Dicha norma especifica parámetros, que determinan la calidad del bioabono, y permite clasificarlo como clase A, B e inmaduro.

Además se realizó una comparación con el análisis químico de una muestra de bioabono que fue producido anteriormente en la planta de bioabonos, el mencionado análisis fue realizado por el laboratorio de suelos del INIAP de la estación “Santa Catalina”, con la finalidad de establecer diferencias, y en base a los parámetros establecidos en la norma INN 2439, verificar la existencia de una mejora en su calidad.

4.1.1.1 **Porcentaje de humedad.**

La figura 1, demuestra que los bioabonos que presentaron los valores más altos de humedad se ubican dentro del método rimero (M1), los mismos que sobrepasan el 30%, probablemente debido a que este método tuvo mayor altura de la compostera lo cual ayudaría a conservar de mejor manera la humedad; el método salchicha (M2), reporta porcentajes de humedad sobre el 30% a excepción de los tratamientos I2M2 con el 28 % y el tratamiento I3M2 con el 29.1 %. El análisis del INIAP reporta un contenido de humedad del 32.40%; en comparación con la NORMA INN 2439, la cual especifica el requerimiento de un porcentaje igual o superior al 30% de humedad para todos los tipos de compost, podemos observar que existe un buen control y manejo de la humedad

para que el bioabono sea cosechado, incluso en los tratamientos I2M2 e I3M2, los cuales reportaron valores muy cercanos al 30%.

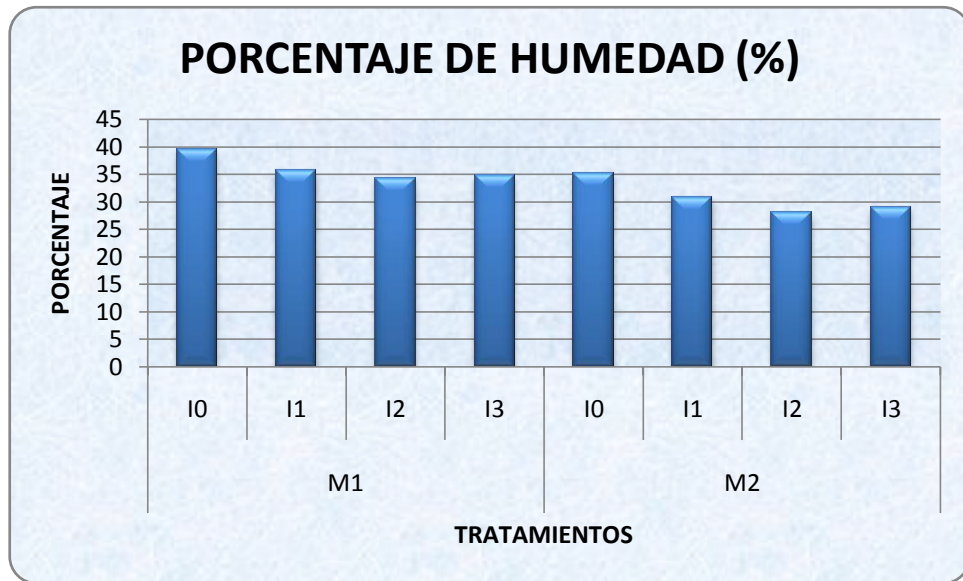


Figura 1 Porcentaje de humedad en los tratamientos.

4.1.1.2 pH.

En la figura 2, se exhiben los resultados proyectados por los valores de pH, el esquema muestra una tendencia alcalina con valores superiores a 9.0 en forma general a excepción del tratamiento I1M2 que presenta un valor de 8.4; el análisis químico que reporta el INIAP es de 8.2. La NORMA INN 2439, establece rangos de 7.0 – 8.0 para compost clase A; 6,5 – 8,5 para compost clase B y 6.0 – 8,5 para compost inmaduro, siendo el tratamiento I1M2 el único tratamiento que puede ser incluido dentro de esta normativa como un compost clase B.

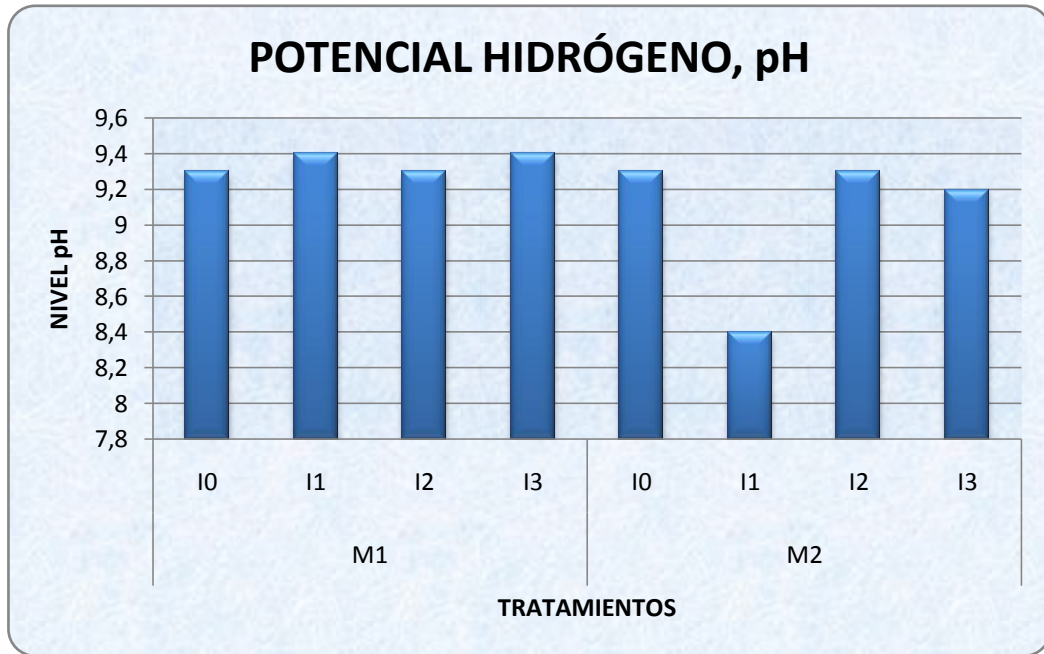


Figura 2 Valor de potencial hidrógeno de los tratamientos.

4.1.1.3 Conductividad eléctrica.

En la figura 3, el parámetro de conductividad eléctrica se ubicó en todos los tratamientos en un rango de 4.4 a 5.35 mmho/cm, lo que es considerado como un rango adecuado, probablemente esto se debe a la intervención de los radicales nitratos, favorecidos por la alcalinidad presente en el bioabono, e influidos por el potasio, calcio, magnesio y sodio. Recordemos que el exceso de sales afecta la germinación seminal, interfiriendo el proceso osmótico por falta de agua. (INPOFOS, 1997). El análisis químico que reporta el INIAP indica un valor de 3,68 mmho/cm, mientras que la NORMA INN 2439 establece los siguientes rangos de clasificación de compost: menor o igual a 5 mmho/cm para compost clase A; entre 5 y 12 mmho/cm para compost clase B; lo que indica que el bioabono producido en la planta de la asociación “Santa Catalina” mantiene excelentes niveles de conductividad eléctrica.

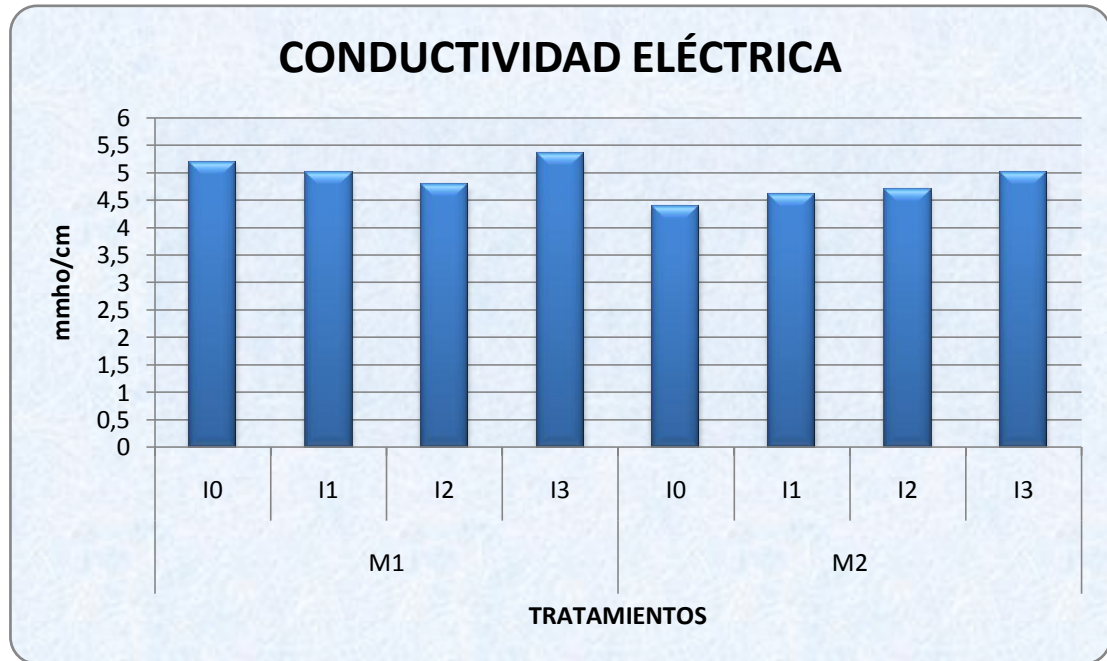


Figura 3 Conductividad eléctrica de los tratamientos.

4.1.1.4 Relación Carbono/Nitrógeno.

En la figura 4, los valores de la relación C/N en los tratamientos estudiados exhibieron, en orden descendente a I0M2 13,59, I1M2 13,16, en I2M2, I3M2, I0M1 y I1M1 valores de 12,82, 12,81, 12,74 y 12,41 respectivamente, y para los tratamientos I3M1 con 11,4 y para I2M1 10,74; se presume que esto se debe a que la materia prima, tanto material nitrogenado como carbonado fue incorporada en las cantidades adecuadas; las mismas que según Suquilanda, M (1995), son las mejores para garantizar la cantidad de nitrógeno apropiada para las plantas; a diferencia del reporte del INIAP que presenta una relación C/N de 20,50. Sin embargo, este reporte incluyendo los tratamientos en estudio, mantiene excelentes niveles de relación C/N en relación a la NORMA INN 2439 la cual establece los siguientes rangos de clasificación: 10 – 25 para compost clase A, 10 – 40 para compost clase B y un máximo de 50 para un compost inmaduro.

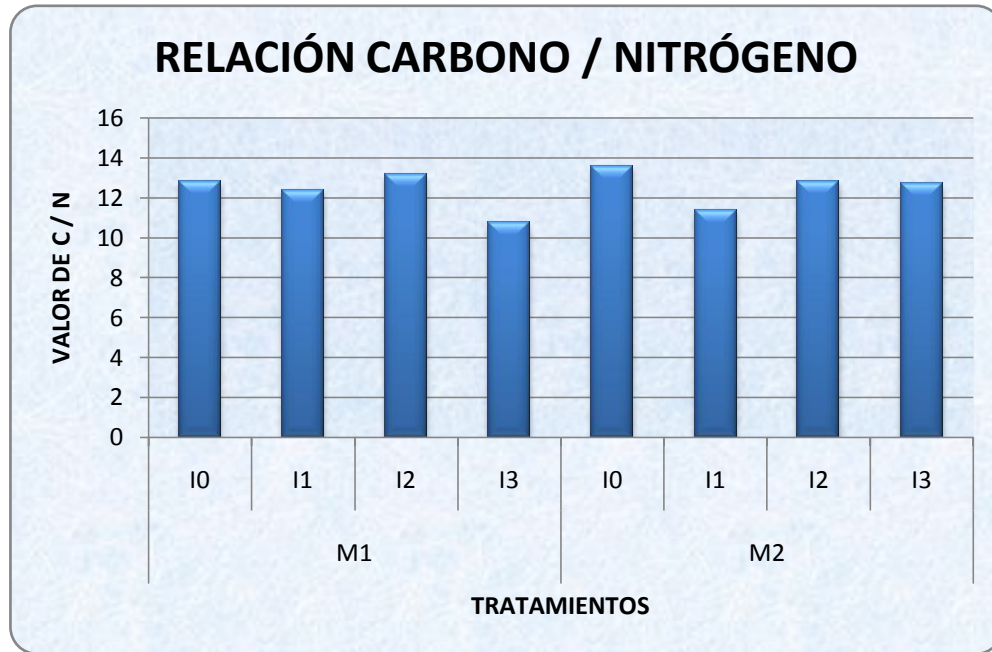


Figura 4 Relación Carbono – Nitrógeno en los tratamientos.

4.1.1.5 Porcentaje de Materia Orgánica

La figura 5, indica que el tratamiento con mayor cantidad de materia orgánica (M.O.) fue I2M2 con 13,92 seguido por I3M2 con 13,46 luego I0M1 con 13,40; los demás tratamientos reportaron valores inferiores a los mencionados y en comparación con el reporte del INIAP, este presenta un contenido de materia orgánica del 22,10 %. La NORMA INN 2439 establece que el contenido de materia orgánica para todos los tipos de compost (compost clase A, B e inmaduro) debe ser mayor o igual al 25 % en base seca; esto quiere decir que nuestro bioabono presenta una mínima deficiencia en relación a esta normativa.

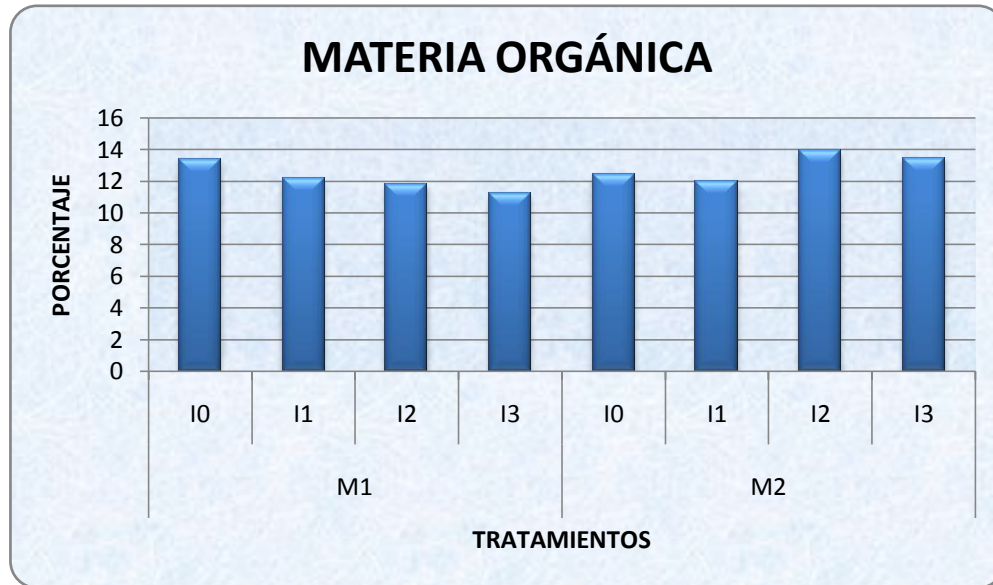


Figura 5 Porcentaje de materia orgánica en los tratamientos.

4.1.1.6 Composición nutrimental.

La figura 6, indica la composición nutrimental cuyos valores se detallan a continuación:

4.1.1.6.1 El nitrógeno (N).

Los bioabonos que presentaron más porcentaje de nitrógeno, fueron I2M1 con 0,65, I2M2 e I0M1 con 0,63, I3M2 con 0,62 %; los análisis reportados por el INIAP presentan un porcentaje de nitrógeno del 0,57%, sin duda se debe a que el estiércol utilizado en la zona se encontraba expuesto al sol y a la lluvia por lo que gran parte del nitrógeno se pierde en forma de amonio en dichas condiciones, como lo manifiesta Sasaki y Alvarado (1994).

4.1.1.6.2 El fósforo (P_2O_5).

En cuanto al contenido de fosforo, los tratamientos I2M2, I0M2, I1M2 presentaron 0,37, 0,33 y 0,32 % respectivamente, mientras que los tratamientos I1M1, I3M2, I0M1 coinciden con un contenido de 0,31%; el análisis químico que presenta el INIAP se establece en el 0,33 %.

4.1.1.6.3 El potasio (K_2O).

La presencia de potasio se manifestó en I2M1, I2M2, I3M2 con el 0,6 %, seguido por I1M1, I0M1 con 0,59% luego I1M2 con 0,56, mientras que I3M1, I0M2 reportaron el 0,53 %, en comparación con los datos que presenta el INIAP con el 1,44%.

4.1.1.6.4 El calcio (CaO).

El calcio en los bioabonos fue de 2,53 para I2M2, 2,25 para I2M1, 2,04 y 2,01 para I1M1 y I3M2 respectivamente. El análisis químico que reporta el INIAP presenta una cantidad similar con el 2,40 %.

4.1.1.6.5 El magnesio (MgO).

El contenido de magnesio, ubicó en primer lugar con 0,65% en el bioabono I1M2 luego I0M1 con 0,52 % seguido de I2M1 con 0,48 %, los demás tratamientos registraron cantidades inferiores a las mencionadas, por su parte el reporte presentado por el INIAP registra un contenido del 0,49 % en magnesio.

Cid, S. (2000), manifiesta la siguiente recomendación para un compost ideal en su contenido nutrimental así: Nitrógeno, como $N_2= 1.5 - 2 \%$, Fósforo como $P_2O_5= 2 - 2.5 \%$, Potasio como $K_2O= 1 - 1.5 \%$, Calcio= $2 - 8 \%$ y Magnesio= $1 - 2.5 \%$

El valor nutricional del bioabono producido en la panta de la asociación “Santa Catalina” reporta un contenido de calcio de acuerdo a la recomendación hecha por Cid, S. (2000); mientras que en el contenido de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio reporta valores inferiores a dicha recomendación, cabe recalcar que al tratarse de un producto natural no tiene una composición química constante ya que pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el bioabono.

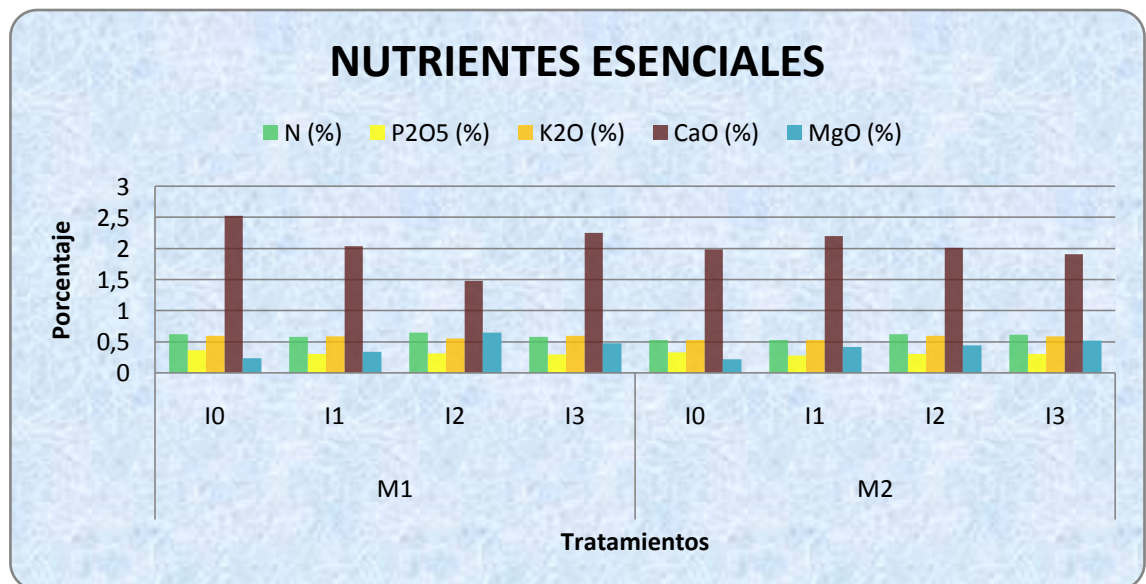


Figura 6 Composición nutricional en los tratamientos.

4.1.2 Análisis bacteriológico.

El análisis bacteriológico se realizó tomando al azar una muestra de cada tratamiento, la misma que fue enviada al laboratorio de suelos del INIAP; en dicho análisis estuvo contemplado la determinación de la presencia de las bacterias: *Pseudomonas* sp. *Xantomonas* sp. *Erwinia* sp. y *Bacillus mycoides*; de las cuales esta última manifestó su presencia en el tratamiento M2I0 y M1I1, con una densidad poblacional de 2 UFC y 1 UFC respectivamente por cada gramo de compost; dicho espécimen presenta las siguientes características: el *Bacillus mycoides* es un microorganismo presente en el suelo, el mismo que está siendo utilizado como pesticida

biológico en el tratamiento de *cercospora sp.* en el cultivo de remolacha. (www.epa.gov/opbppd1/.../factsheet_006516.ht).

Además en el tratamiento M112, se encontró la presencia de *Pseudomonas sp.* con una densidad poblacional de 2 UFC/ g. de compost; la misma que la literatura manifiesta que existen más de 50 variantes, muchas de las cuales muestran un alto grado de especificidad en las plantas. Hay numerosas especies de *Pseudomonas* que pueden actuar como patógenos de las plantas, aunque la *P. syringae* es la más distribuida y mejor estudiada. Aunque no es un patógeno estrictamente de plantas; *P. tolaasii* puede ser un gran problema agrícola, debido a que causa manchas bacterianas de setas cultivadas. (es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas).

4.1.3 Análisis micológico.

El análisis micológico se realizó tomando al azar una muestra de cada tratamiento, la misma que fue enviada al laboratorio de suelos del INIAP; dicho análisis contempló el estudio de la presencia de diferentes especímenes, el mismo que se detalla en el ANEXO 5, además a continuación se manifiesta las características de las especies encontradas en el presente estudio:

Aspergillus sp. Es un género que consta de varios cientos de molde de especies que se encuentran en climas diferentes en todo el mundo *Aspergillus* fue catalogada por primera vez en 1729 por el sacerdote italiano y biólogo.

Las especies de *Aspergillus* son muy aeróbico y se encuentran en casi todos los ambientes ricos en oxígeno, donde con frecuencia crecen como hongos en la superficie de un substrato, como resultado de la alta tensión de oxígeno.

(en.wikipedia.org/wiki/Aspergillus)

Geotrichum sp. Es un género de hongos encontrados en todo el mundo en suelo, agua, aire y aguas residuales, así como en las plantas, los cereales y los productos lácteos,

sino que también se encuentra comúnmente en los humanos normales flora y está aislado del esputo y heces.

El *Geotrichum* género incluye varias especies: La especie más común es *Geotrichum candidum*. *Geotrichum clavatum* y *fici Geotrichum* se encuentran entre las especies *Geotrichum* otros *Geotrichum* *fici* tiene un intenso olor parecido al de la piña. (en.wikipedia.org/wiki/Geotrichum).

Haplosporangium sp es un hongo que puede estar actuando como saprófito en el suelo o como patógeno en animales. (es.wikipedia.org/wiki/Haplosporangium).

Paecilomyces sp se trata de un hongo filamentoso, el mismo que fue aislado en suelo rizosférico de Arazá, en el departamento del Guaviare. Algunas cepas, que provienen de suelos ácidos, como esta solubilizan fosfatos de calcio in vitro.

(www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie).

Fusarium oxysporum es una especie de hongo causante de la enfermedad de Panamá en los bananeros y de más de un centenar de enfermedades en otras tantas especies vegetales. Coloniza los conductos xilemáticos de la planta; bloqueando y tapando los vasos, lo que determina la aparición de síntomas de marchitamiento de hoja, amarilleo y eventualmente necrosis y muerte total de la planta.

(es.wikipedia.org/wiki/Fusarium_oxysporum).

Penicillium sp. Las especies de *Penicillium* son reconocidas por su denso cepillar como las estructuras del espora-cojinete. Los conidióforos son simples o ramificados y son terminados por los racimos de fialides en forma de botella.

El *Penicillium* es un género grande y encontrado casi por todas partes, y siendo comúnmente el género de hongos más abundante en suelos. La fácil proliferación de los *Penicillium* en los alimentos es un problema. Algunas especies producen toxinas y pueden hacer el alimento no comestible o aún peligroso. Es una buena práctica desechar los alimentos que demuestran el desarrollo de cualquier moho.

(es.wikipedia.org/wiki/Penicillium).

Fusarium sp. Es un género grande de filamentosas hongos ampliamente distribuidos en el suelo y en asociación con las plantas. La mayoría de las especies son inofensivas saprobios, y son miembros relativamente abundantes de la comunidad microbiana del suelo. Algunas especies producen micotoxinas en cultivos de cereales que pueden afectar la salud humana y animal, si entran en la cadena alimentaria. Las toxinas producidas por estas principales especies de *Fusarium* son las fumonisinas y los tricotecenos. (en.wikipedia.org/wiki/Fusarium).

Metarhizium sp. Es un género de hongos entomopatógenos en el Clavicipitaceae familia. Con la llegada de los perfiles genéticos, se ha convertido en posible colocar estos hongos en los taxones adecuados. La mayoría resultan ser las formas asexuales (anamorfos) de hongos en el filo Ascomycota. (en.wikipedia.org/wiki/Metarhizium).

Rhizopus sp. Es un género común de saprofitos hongos en las plantas y especializados parásitos en los animales. Se encuentran en una amplia variedad de sustratos orgánicos, como "frutas maduras y verduras" las heces, jaleas, jarabes, cuero, pan, maní y tabaco. *Rhizopus* se reproduce por métodos vegetativos, asexuales y sexuales por esporas. El asexual esporangiosporas se produce dentro de una estructura como una cabeza de alfiler, el esporangio, y son genéticamente idénticos a sus padres. (en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus).

4.1.4 Análisis microbiológico de las fuentes de inóculo.

El análisis microbiológico de las fuentes de inóculo; (CUADRO 6), muestra el reporte de las poblaciones de hongos, bacterias, actinomicetos y grupos funcionales, encontrando dentro del grupo de bacterias al compost treet con mayor densidad poblacional, con 950 millones de UFC(unidad formadora de colonia)/ g. de producto, seguido de los EMA's con 25 mil UFC/ml de solución; finalmente se halla el suelo de paramo con 23.300 UFC/g. de suelo; del mismo modo dentro del grupo de actinomicetos tiene mayor contenido el compost treet con 1 billón 900 millones de UFC/g. de producto seguido del suelo de paramo con 151 millones de UFC/g. de suelo, finalmente se encuentra los EMA's con 25 millones de UFC/ ml de solución. Dentro del

grupo de hongos el compost treet tuvo mayor contenido con 17.5 UFC/ g. de producto mientras que el suelo de paramo se manifiesta con 15.5 UFC/g. de suelo y a diferencia de los EMA's que no tuvo presencia de hongos.

El suelo de paramo tuvo mayor contenido de celulolíticos con 544 mil UFC/g de suelo, seguido del compost treet con 35 UFC/g. de producto, mientras que en los EMA's no existió presencia de celulolíticos.

Dentro del grupo de solubilizadores de fósforo el compost treet tiene mayor contenido con 205 millones de UFC/g de producto, seguido de los EMA's con 135 millones de UFC/ml de solución y en último lugar se encuentra el suelo de páramo con 23.300 UFC/g. de suelo; cabe recalcar que el suelo de páramo tiene mejor biodiversidad de microorganismos con la presencia actinomicetos, hongos y bacterias dentro de este grupo funcional, a diferencia de los EMA's que tienen actinomicetos y bacterias y el compost treet solamente actinomicetos.

En el grupo de fijadores de nitrógeno encontramos al suelo de paramo con mayor contenido, con 46.600 UFC/g. de suelo, a continuación se encuentran los EMA's con 2.500 UFC/ml de solución y en último lugar se ubica el compost treet con 45 UFC/g. de producto.

CUADRO 6 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS FUENTES DE INOCULO.

| Ident. de la muestra | Bacterias | Actinomicetos | Hongos | Celulolíticos | Solubilizadores de Fósforo | Fijadores de Nitrógeno |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|---|
| | UFC/gss | | | | | |
| Suelo de Páramo | $2,33 \times 10^4$ | $1,51 \times 10^8$ | $1,55 \times 10^1$ | $5,44 \times 10^5$ | $2,33 \times 10^4$ | Actinomicetos, bacterias y hongos $4,66 \times 10^4$ |
| UFC/gp | | | | | | |
| Compost treet | $9,5 \times 10^8$ | $1,09 \times 10^9$ | $1,75 \times 10^1$ | $3,5 \times 10^1$ | $2,05 \times 10^8$ | Actinomicetos $4,5 \times 10^1$ |
| UFC/ml | | | | | | |
| EMAS | $2,5 \times 10^4$ | $2,5 \times 10^7$ | 0 | 0 | $1,35 \times 10^8$ | Actinomicetos y bacterias $2,5 \times 10^3$ |

Donde: UFC/gss= unidad formadora de colonia por gramo de suelo seco.

UFC/gp= unidad formadora de colonia por gramo de producto.
 UFC/ml= unidad formadora de colonia por mililitro de solución.

4.1.5 Días a la obtención del bioabono.

El análisis de varianza para la variable días a la obtención del bioabono; (CUADRO 7), muestra alta significación para métodos, esto quiere decir que probablemente el sistema de volteos utilizados en los métodos de compostaje tiene una gran incidencia sobre los días a la obtención del compost, ya que los volteos frecuentes (cada ocho días) para el método salchicha promovió una mejor aireación en las composteras y por ende se vio favorecida la degradación de los materiales compostados; a diferencia del método rimero que presento mayor tardanza en el proceso de descomposición, ya que los volteos eran menos frecuentes (cada 25 días), lo que afecto la aireación de las composteras y promovió un mayor grado de compactación de las mismas.

Además el análisis de varianza muestra una alta significancia para la fuente inóculos, lo que quiere decir que la presencia de los diferentes tipos de inóculos en la composteras incide en el tiempo a la cosecha del compost. El coeficiente de variación fue de 1.96%.

CUADRO 7 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO.

| Fuente de variación. | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Valor de F |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------|
| Repeticiones | 2 | 5,33 | 2,67 | 1 |
| Métodos (M) | 1 | 4266,67 | 4266,67 | 1600 ** |
| Error (M) | 2 | 5,33 | 2,67 | |
| Inóculos (I) | 3 | 138,67 | 46,22 | 7,4286 ** |
| M x I | 3 | 106,67 | 35,56 | 5,7143 * |
| Error (I) | 12 | 74,67 | 6,22 | |
| Total | 23 | 4597,33 | | |

Coef. de var. 1.96 %

*= significativo al 5 %

**= altamente significativo al 1 %

X= 127.33 días

La prueba de diferencia mínima significativa al 5% para el factor métodos, en la variable días a la obtención del bioabono, separó a los promedios en dos rangos de significación (CUADRO 8). Los tratamientos mediante el método salchicha reportaron menor número de días a la obtención del bioabono con un promedio de 114 días, ubicado este valor en el primer rango, en tanto que, los tratamientos mediante el método rimero reportaron mayor número de días a la obtención del bioabono, con un promedio de 140 días, ubicado en el segundo rango y último lugar.

CUADRO 8 PRUEBA DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA AL 5% PARA EL FACTOR MÉTODOS, EN LA VARIABLE DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO.

| Métodos | Medias | Rango |
|-----------|--------|-------|
| Salchicha | 114 | a |
| Rimero | 140,67 | b |

La prueba de tukey al 5% para el factor inóculos, en la variable días a la obtención del bioabono, separó los promedios en dos rangos de significación (CUADRO 9). Los días a la obtención del bioabono fue menor con el inóculo suelo de páramo, con un promedio de 124 días, ubicado en el primer rango. Mayor número de días a la obtención del bioabono, por su parte registró las composteras sin inóculo, con un promedio de 130 días, ubicado en el segundo rango y último lugar.

CUADRO 9 PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA EL FACTOR INÓCULOS, EN LA VARIABLE DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO.

| Inóculo | Medias | Rango |
|-----------------|--------|-------|
| Suelo de páramo | 124 | a |

| | | |
|-------------|--------|----|
| Compostreet | 126,67 | ab |
| EMAS | 128 | ab |
| Sin inóculo | 130,67 | b |

La prueba de tukey al 5% para la interacción métodos-inóculos, en la variable días a la obtención del bioabono, separó los promedios en cuatro rangos de significación (CUADRO 10). La interacción entre el suelo de páramo, EMA's y compost street, con el método salchicha presentó los mejores promedios con 112 días a la obtención del bioabono, seguido de la interacción del método salchicha sin inóculo con 120 días, continuamente la interacción del método rimero con el inóculo suelo de páramo con 136 días y finalmente tenemos la interacción del método rimero con el inóculo EMA's, con 146 días.

CUADRO 10 PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA INTERACCIÓN MÉTODOS-INÓCULO, EN LA VARIABLE DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO.

| INÓCULO | MÉTODO | MEDIA | RANGO |
|-----------------|-----------|-------|-------|
| Suelo de páramo | Salchicha | 112 | a |
| Compost street | Salchicha | 112 | a |
| EMA's | Salchicha | 112 | a |
| Sin inóculo | Salchicha | 120 | b |
| Suelo de páramo | Rimero | 136 | c |
| Sin inoculo | Rimero | 141 | c d |
| Compost street | Rimero | 141 | c d |
| EMA's | Rimero | 146 | d |

La figura 7, muestra los valores correspondientes a los días a la obtención del bioabono, los mismos que variaron entre 112 y 120 días para el método salchicha y entre 136 y 144 días para el método rimero. Además dichos valores se muestran en forma detallada en el ANEXO N° 1.

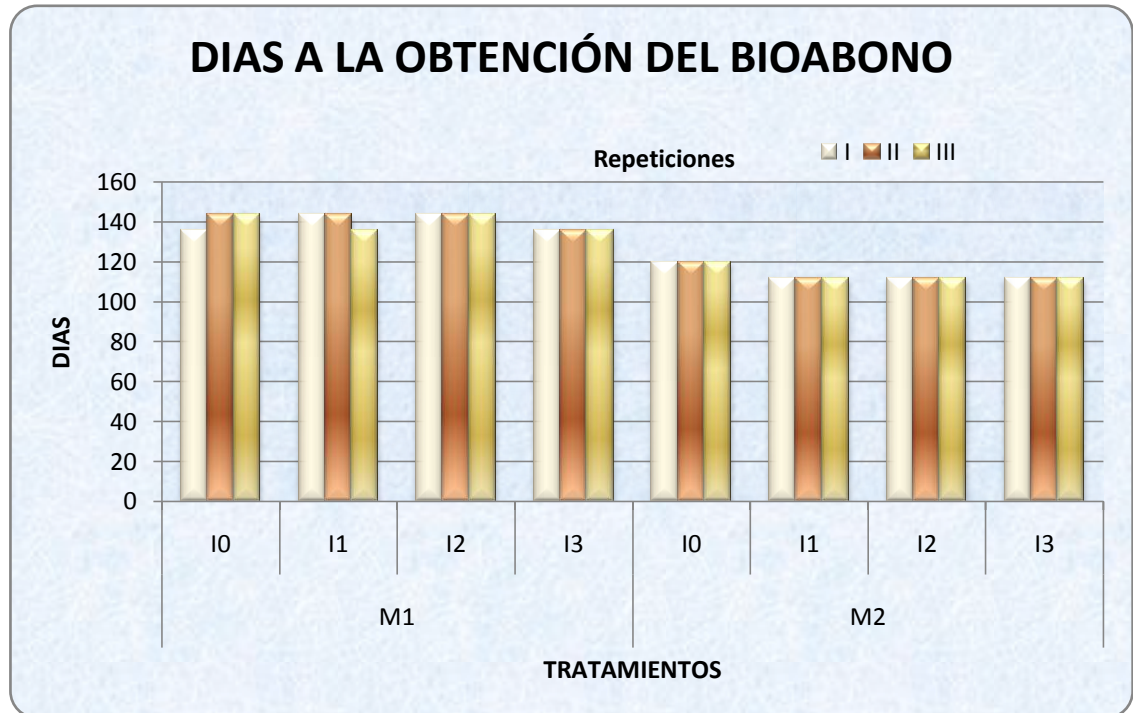


Figura 7 Días a la obtención del bioabono para los tratamientos.

4.1.6 Temperaturas periódicas de las unidades experimentales.

El análisis de varianza para la variable temperaturas periódicas (CUADRO 11), no experimentó diferencias significativas tanto para el factor métodos como para el factor inóculos y del mismo modo para la interacción de los mismos. Se deduce que la temperatura en las composteras manejadas mediante el método salchicha se lograba incrementar y conservarla mediante los volteos cada ocho días, mientras que las composteras manejadas mediante el método rimero se lograba conservar la temperatura gracias a la altura de las composteras (1 metro). Para el factor inóculos no muestra diferencias significativas lo que significa que no existe incidencia por parte de los inóculos sobre la temperatura de la composteras, sin embargo en el ANEXO N° 4 se muestra el reporte de las temperaturas periódicas, en las que se puede observar que durante la primera semana el métodos salchicha sin inóculo y con suelo de paramo muestra cierta diferencia con respecto a los demás tratamientos. El coeficiente de variación fue de 2.38%.

CUADRO 11 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TEMPERATURA.

| Fuente de variación. | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Valor de F |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------|
| Repeticiones | 2 | 2,8100 | 1,40292 | 7,635 |
| Métodos (M) | 1 | 0,0900 | 0,09375 | 0,510 ns |
| Error (M) | 2 | 0,3700 | 0,18375 | |
| Inóculos (I) | 3 | 4,3800 | 1,45931 | 3,633 ns |
| M x I | 3 | 1,6300 | 0,54486 | 1,357 ns |
| Error (I) | 12 | 4,8200 | 0,40167 | |
| Total | 23 | 14,1000 | | |

Coef. de var. 2.38 %

ns= no significativo

X= 26.63 °C.

La figura 8. Muestra los valores de las temperaturas de las unidades experimentales, las mismas que se midieron cada ocho días, a 0,50 m. de profundidad. Se puede observar que siendo la media general de todos los tratamientos 26,6 °C el tratamiento que obtuvo la media más alta fue el I2M2 con 27,5 °C, seguido de I1M2 con 27,2 °C. con respecto a la media general.

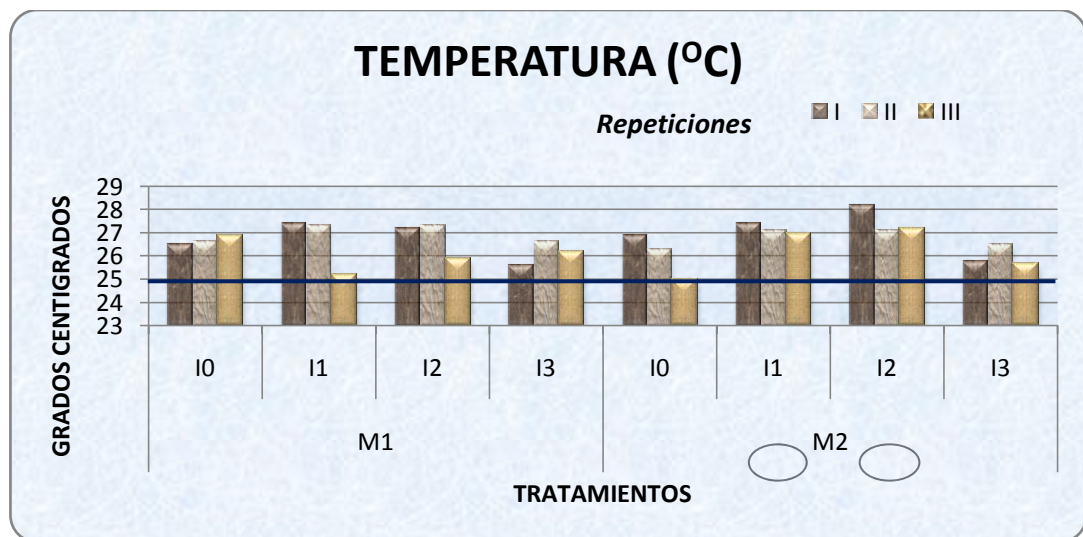


Figura 8 Temperatura en los tratamientos.

4.1.7 Porcentaje de descomposición del bioabono.

El análisis de varianza para la variable porcentaje de descomposición del bioabono (CUADRO 12), no experimentó diferencias significativas tanto para el factor métodos como para el factor inóculos y del mismo modo para la interacción de los mismos. Esto significa que la cosecha de las unidades experimentales fue realizada con la mayor uniformidad posible tomando en cuenta el grado de descomposición de los materiales compostados. El coeficiente de variación fue de 6.68%.

CUADRO 12 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE DESCOMPOSICIÓN DEL BIOABONO.

| Fuente de variación. | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Valor de F |
|----------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------|
| Repeticiones | 2 | 116,02 | 58,0118 | 0,4908 |
| Métodos (M) | 1 | 0,32 | 0,3243 | 0,0027 ns |
| Error (M) | 2 | 236,41 | 118,2034 | |
| Inóculos (I) | 3 | 149,67 | 49,8914 | 2,2145 ns |
| M x I | 3 | 58,4 | 19,4665 | 0,8641 ns |
| Error (I) | 12 | 270,35 | 22,5291 | |
| Total | 23 | 831,18 | | |

Coef. de var. 6.68 %

ns= no significativo

X= 71.01%.

4.2 **Resultados, análisis económico y discusión.**

Para evaluar la rentabilidad de la realización de dos métodos biológicos de descomposición de abonos orgánicos con la utilización de tres fuentes de inóculo, se determinaron los costos de producción del ensayo, en 119 m² que constituyó el área de investigación. El CUADRO 13, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por el diferente precio de los materiales, específicamente de las fuentes de inóculo y de la mano de obra. Los

costos de producción se detallan en tres rubros que son: costos de mano de obra, costos de materiales y costos de las fuentes de inóculo para cada tratamiento.

CUADRO 13 COSTOS DE INVERSIÓN PARA LOS TRATAMIENTOS.

| TRATAMIENTOS | MANO DE OBRA \$ | MATERIALES \$ | INÓCULO \$ | COSTO TOTAL \$ |
|--------------|-----------------|---------------|------------|----------------|
| I0M2 | 9,99 | 18,39 | 0 | 28,38 |
| I1M2 | 9,99 | 18,61 | 4,23 | 32,83 |
| I2M2 | 9,99 | 18,61 | 23,04 | 51,64 |
| I3M2 | 9,99 | 18,83 | 1,73 | 30,55 |
| I0M1 | 17,5 | 28,8 | 0 | 46,3 |
| I1M1 | 17,5 | 28,8 | 7,05 | 53,35 |
| I2M1 | 17,5 | 28,58 | 38,4 | 84,48 |
| I3M1 | 17,5 | 29,46 | 2,85 | 49,81 |

El CUADRO 14. Presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El cálculo del rendimiento se efectuó de acuerdo al número de sacos de bioabono obtenidos por tratamiento. Considerando un precio de 5.00 dólares por cada saco de bioabono.

CUADRO 14 RENDIMIENTO E INGRESOS TOTALES PARA LOS TRATAMIENTOS.

| TRATAMIENTOS | RENDIMIENTO # SACOS (45Kg) | PRECIO (\$) | INGRESO TOTAL (\$) |
|--------------|----------------------------|-------------|--------------------|
| I0M2 | 15 | 5 | 75,00 |
| I1M2 | 16 | 5 | 80,00 |
| I2M2 | 16 | 5 | 80,00 |
| I3M2 | 17 | 5 | 85,00 |
| I0M1 | 20 | 5 | 100,00 |
| I1M1 | 20 | 5 | 100,00 |
| I2M1 | 19 | 5 | 95,00 |
| I3M1 | 23 | 5 | 115,00 |

Los beneficios netos actualizados, presentan valores positivos en todos los tratamientos, en donde los ingresos superaron a los costos. La actualización de los costos se hizo con una tasa de interés bancaria del 15% anual y considerando los cuatro meses de duración del ensayo para el método rimero y tres meses de duración para el

método salchicha. La relación beneficio costo presenta valores mayores a cero, encontrando que el tratamiento efectuado con la fuente de inóculo suelo de paramo y el método salchicha, alcanzó la mayor relación beneficio costo de 1.68, donde los beneficios obtenidos fueron 1.68 veces lo invertido, siendo el tratamiento de mayor rentabilidad. (CUADRO 15).

CUADRO 15 CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO CON TASA DE INTERÉS AL 15 % PARA LOS TRATAMIENTOS.

| TRAT. | INGRESO TOTAL(\$) | COSTO TOTAL (\$) | FACTOR DE ACT. (1) | COSTO TOTAL ACT. | BENEF. NETO ACT. | RBC (2) |
|-------|-------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|---------|
| I0M2 | 75 | 28,38 | 0,9634 | 29,46 | 45,54 | 1,55 |
| I1M2 | 80 | 32,83 | 0,9634 | 34,08 | 45,92 | 1,35 |
| I2M2 | 80 | 51,64 | 0,9634 | 53,60 | 26,40 | 0,49 |
| I3M2 | 85 | 30,55 | 0,9634 | 31,71 | 53,29 | 1,68 |
| I0M1 | 100 | 46,3 | 0,9515 | 48,66 | 51,34 | 1,06 |
| I1M1 | 100 | 53,35 | 0,9515 | 56,07 | 43,93 | 0,78 |
| I2M1 | 95 | 84,48 | 0,9515 | 88,79 | 6,21 | 0,07 |
| I3M1 | 115 | 49,81 | 0,9515 | 52,35 | 62,65 | 1,20 |

$$(1) \text{ FACTOR DE ACTUALIZACIÓN } FA = \frac{1}{(1+I)^N}$$

Donde: I= interés anual.

N= numero de meses que dura el ensayo.

TASA DE INTERÉS ANUAL I = 15%.

PERIODO N = 4.0 MESES PARA EL MÉTODO RIMERO Y 3.0 MESES PARA EL MÉTODO SALCHICHA.

$$(2) \text{ RELACIÓN BENEFICIO COSTO RBC } = \frac{\text{BENEFICIO NETO ACTUALIZADO}}{\text{COSTO TOTAL ACTUALIZADO}}$$

Fuente: Carles, R; Cordonnier, P; Marsal, P. (1973).

4.3 Capacitación a los miembros de la Asociación “Santa Catalina”.

Para cumplir con el cuarto objetivo sobre la capacitación a los miembros de la asociación “Santa Catalina” estuvo basada en la disertación de cuatro charlas durante los cuatro meses que duró el ensayo y a las que asistieron 11 agricultores, las mismas que se trataron sobre la producción de compost, captura y preparación de caldo de cultivo de microorganismos eficientes autóctonos. Sin embargo en vista de que les resultaba difícil retener la información por parte de los agricultores, se elaboró un banner ilustrativo y trípticos plegables en los que se indican paso a paso el proceso de producción y la importancia del bioabono en la agricultura.

También se realizó una evaluación participativa con los socios, la misma que se realizó durante todo el ensayo con la finalidad de determinar el nivel de aceptación de cada tratamiento por parte de dichos socios.

La evaluación se basó en determinar el nivel de aceptación de acuerdo a lo siguiente:

Tiempo de duración hasta la cosecha.

Método de compostaje más aceptable de acuerdo a sus necesidades.

Facilidad para la obtención de cada fuente de inóculo.

Costos de cada tratamiento.

Los resultados de la evaluación participativa se detallan a continuación:

La figura 9, muestra el nivel de aceptación por parte de los agricultores en cuanto al método de compostaje, en el que se demuestra que de los 11 agricultores encuestados, todos manifestaron un calificativo de “bueno” al método salchicha en base al tiempo a la cosecha. Mientras tanto la metodología de volteos presentada por el

método salchicha fue mejor aceptada por parte de 10 agricultores, mientras que 1 agricultor se inclinó por la metodología de volteos dispuesta por el método rimero.

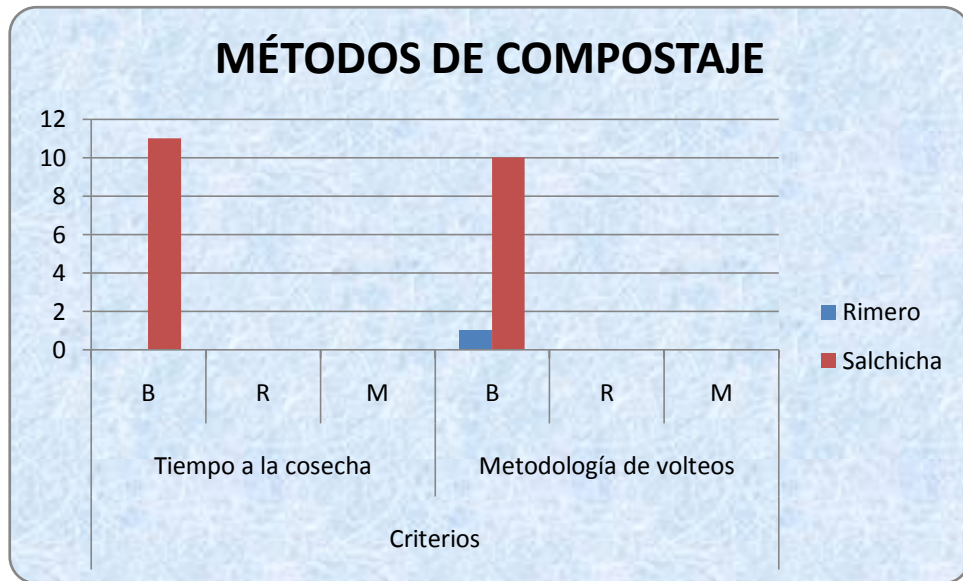


Figura 9 Nivel de aceptación de los agricultores de acuerdo al método de compostaje.

La figura 10 indica el nivel de aceptación por parte de los agricultores en base a las fuentes de inóculo, los mismos que manifiestan la mayor aceptación a la fuente de inóculo de EMA's, con 7 votos a favor de la misma, mientras que 2 agricultores se inclinaron por el suelo de páramo y 1 por el compostreet. Además, en cuanto al costo de la fuente de inóculo la mayoría se inclinó por el suelo de páramo ya que supieron manifestar que solo tenían que costear el flete de transporte, y este podía ser utilizado para varias paradas de compost.

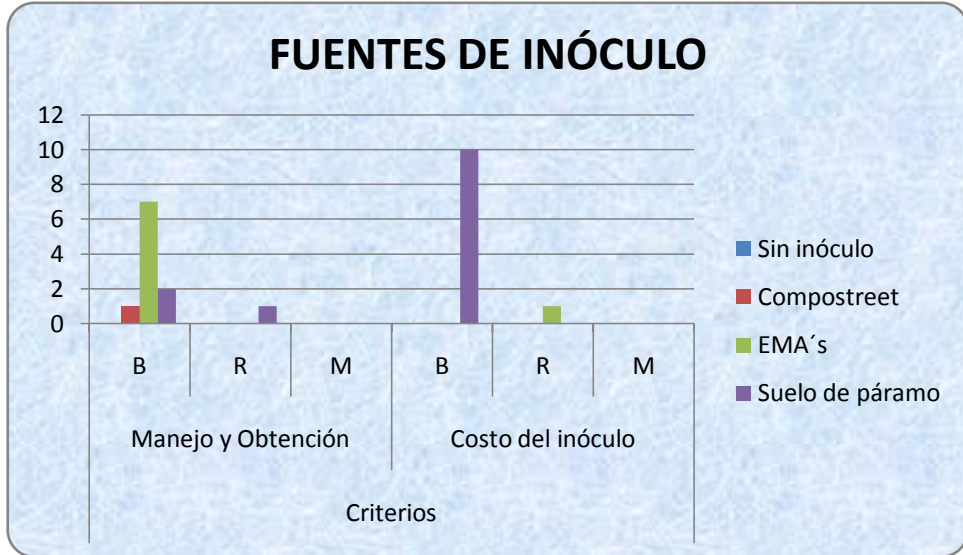


Figura 10 Nivel de aceptación de los agricultores de acuerdo a las fuentes de inóculo.

La figura 11. Indica el nivel de aceptación para cada una de las interacciones (tratamientos), por parte de la asociación, en la que la interacción más aceptada fue el método salchicha y la fuente de inóculo EMA's (I2M2), mientras que los tratamientos I3M2 y I1M2 recibieron un calificativo de regular con 2 y 1 voto respectivamente.

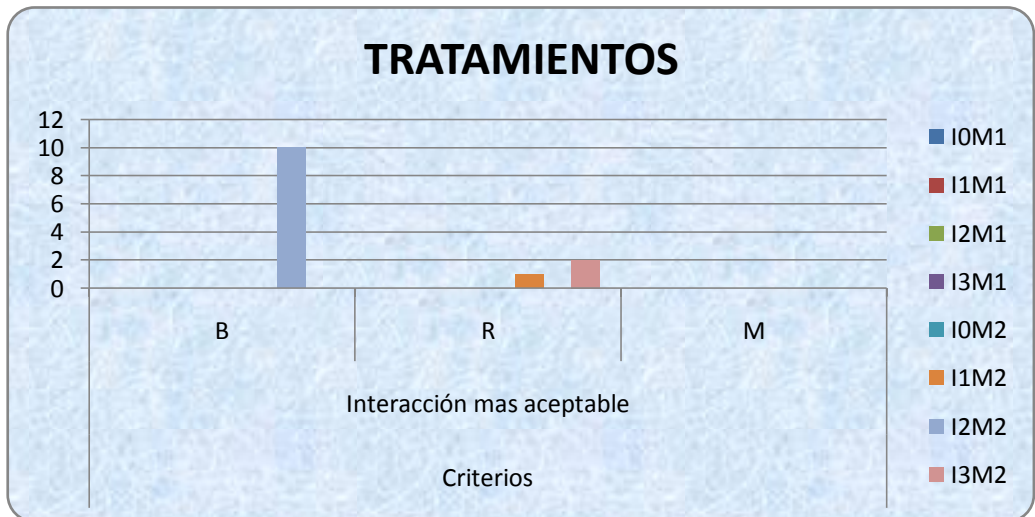


Figura 11 Nivel de aceptación de los agricultores de acuerdo a la interacción método-inóculo.

4.4 Verificación de la hipótesis.

Basados en los resultados obtenidos de la estandarización del proceso de producción de compost con fines comerciales, utilizando tres fuentes de inóculo, permite aceptar la hipótesis alternativa, por cuanto el tratamiento del método salchicha con el inóculo EMA's permite mejorar las características físico-químicas del bioabono en comparación con los promedios registrados con los tratamientos aplicados con el método rimero y con el análisis realizando anteriormente en la planta de compostaje por el INIAP, como se observa en el cuadro 16.

CUADRO 16 COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICAS DEL BIOABONO SEGÚN EL MÉTODO DE ESTANDARIZACIÓN.

| PARÁMETRO | BIOABONO | | | |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------------|---------|
| | NORMA INN 2439 | X. RIMERO | SANTA CATALINA (I2M2) | INIAP |
| humedad | no menos de 30% | 36,09% | 28% | 32,40% |
| pH | 7,0-8,0 | 9,1 | 9,3 | 8,2 |
| | < o = a 5 | 4,99 | | 3,68 |
| C.E. | mmho/cm | mmho/cm | 4,54 mmho/cm | mmho/cm |
| R. C/N | 10,0 - 25,0 | 11,82 | 12,82 | 20,5 |
| M.O. | = o > al 25 % | 12,17% | 13,92% | 22,10% |
| nitrógeno | | 0,61% | 0,63% | 0,57% |
| fósforo | | 0,30% | 0,37% | 0,33% |
| potasio | | 0,58% | 0,60% | 1,44% |
| calcio | | 2,10% | 2,53% | 2,40% |
| magnesio | | 0,44% | 0,24% | 0,49% |

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

Con respecto al valor nutrimental el tratamiento que más resalto con mejores niveles nutricionales fue el I2M2, seguido del tratamiento I2M1 y continuamente del tratamiento I3M2.

En lo que concierne al porcentaje de humedad se pudo observar que existe un buen control y manejo de la humedad ya que haciendo las debidas comparaciones entre el bioabono producido durante el ensayo, el que se produjo anteriormente en la planta de bioabonos y según la normativa utilizada (INN 2439), el bioabono producido mantiene un porcentaje superior al 30 %, a excepción de los tratamientos I2M2 e I3M2, sin embargo con valores muy cercanos al especificado anteriormente.

En cuanto se refiere al valor de pH, todos los tratamientos muestran una tendencia alcalina con valores superiores a 9.0 y el tratamiento I1M2 con un valor de 8.4; de tal manera podemos decir que en dicho parámetro no se ha logrado una mejoría en cuanto a calidad se refiere ya que el bioabono cosechado anteriormente reporta un valor de 8.2 y que en relación con la normativa INN 2439 no puede ser incluido debido a que exige rangos de 7.0 a 8.0 para poder ser considerado como un bioabono clase A.

En relación a la conductividad eléctrica se obtuvo rangos entre 4.4 y 5.35 mmho/cm y que en relación con el bioabono producido anteriormente (3.68 mmhs/cm) y la normativa INN 2439 que exige un valor menor o igual a 5 mmho/cm; se puede manifestar que el bioabono producido mantiene excelentes niveles.

La relación carbono nitrógeno reportó valores muy satisfactorios ya que la normativa utilizada (INN 2439) para realizar las debidas comparaciones exige un rango

de 10 a 25 para compost clase A, lo cual hace que el bioabono producido en el ensayo y el producido anteriormente estén dentro de dicha normativa.

En el porcentaje de materia orgánica se obtuvo valores con un rango entre 11.21% y 13.92%, los cuales no superan el valor obtenido en el bioabono producido anteriormente (22.10%),

En el análisis micológico se detectó que el tratamiento con mayor carga microbiana fue el I2M2 puesto que se identificaron seis especies de hongos de las nueve propuestas en estudio, aunque cabe recalcar que se identificó la presencia de *Fusarium sp* (1 UFC/g de suelo).

En cuanto al análisis bacteriológico se detectó la presencia de *Bacillus mycoides* en los tratamientos I0M2 e I1M1 con 2 y 1 UFC/g de suelo respectivamente; mientras que en el tratamiento I1M1 se identificó la presencia de *Pseudomonas sp.* ; con 2 UFC/g de suelo.

Del análisis económico se deduce que el tratamiento efectuado con la fuente de inóculo suelo de paramo y el método salchicha, alcanzó la mayor relación beneficio costo de 1.68, donde los beneficios obtenidos fueron 1.68 veces lo invertido.

En cuanto a la capacitación a los miembros de la asociación “Santa Catalina” a través de las charlas, banner ilustrativos e incluso materiales de apoyo como un manual para el agricultor, cada miembro está en condiciones de elaborar el compost y demás prácticas relacionadas con este, ya sea en la planta de bioabonos o para consumo de su propia finca.

5.2 RECOMENDACIONES.

De los resultados obtenidos y analizados se recomienda:

Llevar a cabo el proceso de compostaje utilizando la metodología salchicha con la fuente de inóculo EMA's, ya que fue el tratamiento que permitió mejorar las características físico-químicas del bioabono, por lo tanto a continuación desarrollamos la propuesta que nos permitirá llevar de mejor manera el proceso de compostaje por parte de la planta de producción de bioabonos.

6 PROPUESTA.

6.1 TÍTULO.

Elaboración de bioabonos en la planta de la Asociación “Santa Catalina”, con la aplicación del método salchicha con el inóculo EMA's.

6.2 FUNDAMENTACIÓN.

EL COMPOST.

El compostaje, es el proceso biológico aeróbico en el que microbios actúan sobre la materia orgánica (restos de cosecha, excrementos animales y residuos urbanos) permitiendo su mineralización y pre-humificación. (Picado, J. Añasco, A. 2005).

El compostaje es un proceso bioquímico aerobio ejercido por bacterias, hongos, actinomicetos, micro y macro invertebrados que transforman los desechos orgánicos en masa fina en condiciones de aireación y humedad apropiadas. (Sztern, D. y Pravia, M. 2004) indican que el compostaje utiliza residuos orgánicos -sustratos- desechados por animales y el hombre, desde los más sencillos como aminoácidos, proteínas, azúcares, grasas, hasta los más complejos y recalcitrantes, celulosa, hemicelulosa y lignina, agregan que sirve de soporte físico y es la matriz de intercambio de gases, fuente de nutrientes orgánicos e inorgánicos, vertedero para productos residuales metabólicos y aislamiento térmico. (Fiad, J. 2002).

PROPIEDADES DEL COMPOST.

- Mejora las propiedades físicas del suelo: La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. El compost permite suelos más esponjosos que retienen una mayor cantidad de agua.

Mejora las propiedades químicas: aumenta el contenido de micronutrientes y macro-nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio.

Mejora la actividad biológica del suelo: actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que éstos viven a expensas del humus, que es la materia orgánica descompuesta.

LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES AUTÓCTONOS.

Los EM, son microbios beneficiosos de origen natural que al ponerse con la materia orgánica secretan sustancias útiles (vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados, y sustancias antioxidantes) que mejoran la micro y macro flora edáfica, manteniendo el equilibrio natural. Zarb *et. Al*, 2001, citado por fundación piedra buena (2007), exhibe como contenido general de los EM en ecosistemas naturales a: (1) bacterias de ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*. (2). Bacterias fotosintéticas: *Rhodospseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*; (3). Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*; (4). Actinomicetes: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*; y, (5). Hongos de fermento: *Azperguillus oryzae*, *Mucor hiemalis*. (Villena, E. 2008).

BENEFICIOS DE LOS EMA'S.

Desde que el ser humano descubrió que podía capturar, “domesticar” y utilizar algunos grupos de microorganismos, éste se ha visto beneficiado en diferentes áreas, aprovechando sus capacidades de degradación y segregación de sustancias. (Cavasa, 2005).

6.3 OBJETIVOS.

Proveer orientación a los agricultores sobre el proceso de compostaje y microorganismos eficientes autóctonos.

Incentivar a los agricultores en el uso del bioabono en la agricultura.

Contribuir al desarrollo de la Asociación “Santa Catalina”, impulsando la producción de bioabono con un manejo técnico.

6.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

La falta de una metodología técnica para la producción de compost en la planta de bioabonos de la Asociación “Santa Catalina” ha sido la principal determinante para la producción de bioabono de baja calidad, por ende se ha visto conveniente diseñar una guía para el agricultor, en la que se especifique la metodología más apropiada para la elaboración del bioabono y que mejor se adapte a la zona.

La presente guía permitirá fortalecer los conocimientos de los agricultores, ya que debido a la fragilidad mental de los mismos, estos se verán necesitados de un material de apoyo que les permita manejar de mejor manera la producción de bioabono.

6.5 PROPUESTA.

Al finalizar la presente investigación en la que se evaluó distintos tratamientos, de los que comprendía dos métodos de compostaje y tres fuentes de inóculo y un tratamiento sin inóculo que funcionaba como testigo; se ha logrado determinar el tratamiento que mejor se adapta a la zona, en vista de esto se propone que la planta de bioabonos de la Asociación “Santa Catalina” sea manejada con el método salchicha, el cual nos permitió reducir el tiempo a la cosecha, con el inóculo de EMA’s, el mismo

que nos permitió mejorar las características del bioabono; sin embargo desde el punto de vista económico se pone a consideración el inóculo suelo de páramo, el mismo que tiene un bajo costo y que en combinación con el método salchicha nos permite tener una mejor rentabilidad.

6.6 PLAN DE ACCIÓN.

6.6.1 Materiales para elaborar el compost.

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Materias primas como:

Todo tipo de desecho vegetal: hojas, ramas, flores, frutos, semillas, tusas, olotes, cáscaras y cascarillas.

- Cenizas de maderas blancas, de olotes y de bagazo entre otras.
- Estiércoles de cerdo, cabra, oveja, conejo, aves, vaca y caballo.
- Orines de ganado bovinos, de cabras y otros animales domésticos.
- Desechos animales como plumas, cascos, cuernos, huesos, cáscaras de huevo, entre otros.



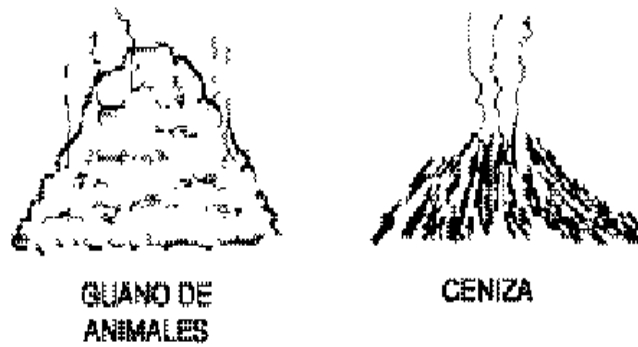
**RESTOS DE
COSECHA**



HIERBAS

Fuentes de material mineral.

Existen también fuentes inorgánicas de minerales que se pueden utilizar en procesos de transición hacia la agricultura orgánica como: cal, carbonato de calcio, algunos sulfatos, azufre, roca fosfórica, entre otros.



Tomado de: IDMA, 1993

Otras fuentes, (inóculos).

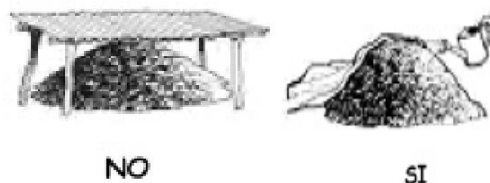
Suelo de paramo, EMA, s, inóculos comerciales (compostreet).

Nunca se debe utilizar en la preparación de abonos: desechos de metal, vidrio, plástico, papel que contenga ceras y tintas, residuos tratados con plaguicidas (venenos), productos químicos en general, alimentos grasosos como aceites, excrementos humanos, de perro o de gato.

Debe evitarse el estiércol proveniente de animales enfermos, porque sus patógenos pueden afectar la salud humana.

Tampoco usar para aboneras el estiércol contaminado con desparasitantes (ivomec, nuvan, etc.) o con herbicidas.

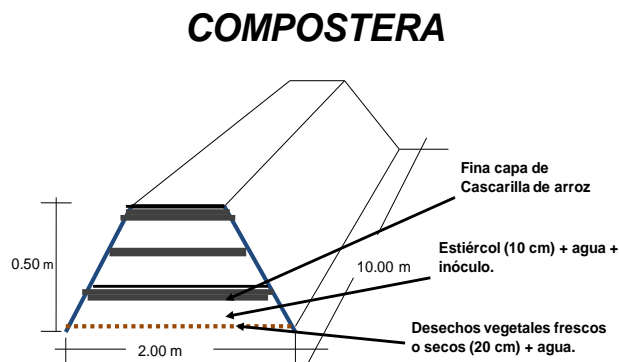
El estiércol expuesto al sol, la lluvia y el viento, pierde de un 50% a un 60 % de su riqueza, por lo tanto en la labor de pre-compostaje asegurarse de proteger el estiércol como se muestra en la siguiente imagen:



6.6.2 Pasos para elaborar compost.

Elaboración de la compostera.

Para elaborar la compostera en primer lugar es necesario marcar las dimensiones de la misma, cuyas medidas para el método salchicha son las que se especifican en la siguiente imagen. Para la aplicación del inóculo se realizará después de cada capa de material compostado, la cantidad requerida para una compostera de las dimensiones señaladas (10 m^3) es de 120 litros de solución de EMA's, sin embargo si consideran necesario manejar la compostera con el inóculo suelo de páramo se recomienda aplicar de la misma manera 2.3 m^3 de suelo por cada 10 m^3 de compost



Manejo de la compostera.

Mantener húmeda la compostera, este control se realiza tomando un puñado de material de la compostera y apretándolo, este debe formar una bola consistente, si la bola se disgrega está muy seco y por el contrario si se escurre agua está muy húmeda, en este caso se debe voltear la compostera añadiendo materiales secos.

Los volteos se debe realizar cada dos días durante la primera semana y después cada ocho días hasta completar su descomposición.

Para el tamizado se debe utilizar una zaranda con el fin de separar los excrementos que aun no están descompuestos, este desecho debe ser incorporado a la siguiente compostera para que complete su descomposición.



El ensacado debe ser de 45 Kg. Y debe llevar su respectiva etiqueta.



CAPTURA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES, EMA´s.

Que son los EMA´s?

Son una serie de microorganismos dentro de un medio líquido, que producen diversas sustancias que ejercen influencia positiva en el crecimiento de las plantas, además aceleran la descomposición de la materia orgánica aplicados en composteras.

Otros beneficios de los EMA's.

1. Mejoran la fertilidad del suelo y reducen el uso de fertilizantes.
2. Incrementan el rendimiento y calidad de los cultivos.
3. Aceleran la germinación, floración y formación de frutos.
4. Corrigen trastornos nutricionales y fisiológicos en los cultivos.
5. Incrementan el potencial fotosintético de las plantas.
6. Reducen la presencia de insectos plaga y enfermedades.
7. Mejoran la capacidad de agregación del suelo e incrementan la retención del suelo.

COMO CAPTURAR LOS EMA's?

Materiales.

- 1 tarrina de plástico.
- 1 pedazo de tela nylon (media de mujer)
- 1 liga
- 4 onzas de arroz cocinado.
- 2 cucharadas de melaza.

PROCEDIMIENTO.

Preparar una mezcla con el arroz y la melaza, e impregnar esta mezcla en la tarrina, cubrir con la media nylon y sujetar con la liga.



DONDE ENTERRAR LAS TARRINAS?

Se debe elegir lugares húmedos, ya sea un bosque o cualquier lugar que no haya sido intervenido por la agricultura.



Se procede a enterrar las tarrinas y cubrirlas con una capa de 10 cm. de materiales semi-descompuestos e identifique con algún tipo de señal los lugares en que se enterró las tarrinas.

COSECHA.

Después de dos semanas desentierre las tarrinas y mezcle material de todas las tarrinas en un balde.



Preparación de la solución madre.

- a. Agregue de 3 a 9 litros de agua limpia cocinada pero fresca a la cosecha de arroz con microorganismos.
- b. Agregue de 1 a 3 litros de melaza y proceda a batir o licuar la mezcla por el espacio de 5 a 10 minutos.
- c. Proceda a filtrar la mezcla para eliminar la parte gruesa de la mezcla (se obtienen de 4 a 12 litros de solución madre de EMAs).

PROPAGACIÓN DE LOS EMA´s.

Materiales.

- 1 Tanque plástico de 200 litros (50 galones).
- 4- 12 litros de solución madre de microorganismos (EMAs).
- 4 litros de leche.
- 4 litros de melaza, miel de caña o panela
- 4 litros de yogurth simple.
- 2 kilos de torta de soya.

PROCEDIMIENTO

Mezcle en el tanque de plástico, los materiales:

- 4 - 12 litros de solución madre de microorganismos (EMAs).
- 4 litros de leche.
- 4 litros de melaza.
- 4 litros de yogurth simple.
- 2 kilos de torta de soya.
- Agregue agua limpia, fresca y sin clorar, hasta 15 centímetros antes del borde del tanque.
- Cierre el tanque y deje fermentar entre 8 a 12 días.
- Abra la tapa del tanque periódicamente para facilitar el escape de gas de la fermentación.

7. BIBLIOGRAFÍA

Andrade, E. 2008. Abonos orgánicos. (En línea) Consultado el 23 de marzo del 2010. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/701/1/90611.pdf>

Auroville foundation, 2010. Micro-organizing the environment. (En línea). Consultado el 22 de febrero del 2010. Disponible en: <http://www.auroville.org/environment/composting.htm>

Carles, R; Cordonnier, P; Marsal, P. 1973. Economía de la Empresa Agraria. Edit. Mundiprensa. España. 401 p.

Cavasa, 2005. Manejo de desechos sólidos en Colombia. (En línea). Consultado el 23 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.cavasa.com.co/p-compostaje.php>

Cid, S. 2000. Los Nutrientes en el compost. (En línea).). Consultado el 23 de marzo del 2010. Disponible en: www.compostadores.com/repositorio/Los_nutrientes_en_el_compostnl.pdf

Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2000. Norma Calidad Compost. (En línea). Consultado el 23 de marzo del 2010. Disponible en: www.lombricultura.cl/.../normas/Norma%20calidad%20COMPOST.pdf

Corporación universitaria minuto de dios, Bogotá DC Portal. uniminuto.edu/

Día Mundial del Medio Ambiente, 2007. (En línea). Consultado el 24 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.colombia.com/tecnologia/autonoticias/salud/2007/06/05/DetalleNoticia572.asp>

Ecuaquímica. 2010. (En línea). Consultado el 23 de marzo del 2010. Disponible en: www.ecuaquimica.com.

Fiad, J, 2002. Residuos Orgánicos (R.O). FUNDASES. (En línea). Consultado el 2 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.eco2site.com/trash/ro.asp>.

Finstein M.S. 1992. Composting in the control of municipal solid waste management, En «Environmental microbiology», Ed. por R. Mitchell. Wiley-Liss, New York.

Fondo ecuatoriano populum progressio. 1983. El com-post; muy fácil de hacer en casa. Quito (Ec.). 13 P-

Fundación piedrabuena (2007). EM Research Organization- EM (Effective Microorganisms), an Earth Saving Revolution. Disponible en: <http://em.iespana.es/>

Fundases, (s.f.). EM-Microorganismos Eficientes. (En línea). Consultado el 24 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.fundases.com/home.php?c=17>

Grant W.D; Long P.E. (s.f.). Microbiología ambiental, Capítulo 1º, Ed. Acribia.

Higa, T. 1997. Making a world of difference through the technology of effective microorganisms (EM). EM Technologies, Inc.; 8 p.

Holdridge, L. (1982). Ecología Basadas En Zonas De Vida. Trad. Humberto Jiménez. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica. 216 p.

Inpofos, 1997. Potencial nutricional del compost. (En línea). Consultado el 24 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.ecosur.net>.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS. 2000 Diagnóstico del Proyecto de Desarrollo Rural Integral para el Área de Píllaro, Provincia de Tungurahua. Quito. P. 32-37.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 1986. Guía de Observaciones Meteorológicas. Quito. p.47.

Llumiyinga, L. 2003. Evaluación de tres niveles de Microorganismos y Tres Mezclas Biodegradables para producir Compost y su Aplicación en Semilleros, Mejía-Pichincha, 2002. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 136p.

Martin, A. 1980. Introducción a la Microbiología del suelo. Trad. por Juan José Peña. Cabriales. México. 491 p.

Monje Talavera, G. (1994). Evaluación de la contaminación ambiental para la disposición final de los residuos sólidos: El relleno sanitario y la producción de compost. (En línea). Consultado el 9 de marzo del 2010. Disponible en:http://www.bvsops.org.uy/pdf/estudio_comparativo_compost/pdf

Palate, F. 2002. Evaluación de cuatro métodos para la elaboración de compost. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 122 p.

Perrera, R. 1973. Manual de agromicrobiología. México, Trillas. 142 p.

Picado, J. Añasco, A. 2005. Sólidos y Líquidos Abonos Orgánicos. (En línea). Consultado el 22 de febrero del 2010. Disponible en: www.cedeco.or.cr/documentos/Abonos_organicos.pdf.

Puigdomenech G, Taxonomía Bacteriana. (En línea). Consultado el 23 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/taxonomia-bacteriana/taxonomia-bacteriana.shtml?monosearch>

Restrepo, J. 2001. Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare, IICA, 2001.

Rodríguez, F. 1989. Fertilizantes. Mexico, AGT. 150 p.

Sasaki y Alvarado, 1994. Producción de abonos orgánicos (En línea). Consultado el 16 de marzo del 2010. Disponible en: http://www.dokaestate.com/espanol/articulos/manual_cafe_organico_2001/15_produccion.html.

Soria, S. 1991. Elaboración y evaluación de abonos orgánicos obtenidos mediante el compostaje. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 98p.

Suquilanda, M.1999. Agricultura Orgánica. Quito, Ec. Ediciones UPS Fundagro. p 46-250.

Suquilanda, M.2006. Agricultura Orgánica. Alternativa tecnológica del futuro.

Sztern, D. Pravia, M. 2004. Manual para la Elaboración de Compost. Bases conceptuales y Procedimientos. (En línea). Consultado el 9 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>.

Villena, E. 2008. Evaluación de tres tipos de microorganismos eficientes “EM” inoculados en desechos orgánicos, obtención de biofertilizantes y su aplicación en el cultivo de frejol. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 142 p.

Wikipedia 2011. *Pseudomonas* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas.

Wikipedia 2011. *Aspergillus* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: en.wikipedia.org/wiki/Aspergillus.

Wikipedia 2011. *Geotrichum* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: en.wikipedia.org/wiki/Geotrichum.

Wikipedia 2011. *Haplosporangium* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: es.wikipedia.org/wiki/Haplosporangium.

Vera 1999. *Paecilomyces* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.

Wikipedia 2011. *Fusarium oxysporum*. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: es.wikipedia.org/wiki/Fusarium_oxysporum.

Wikipedia 2011. *Penicillium* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: es.wikipedia.org/wiki/Penicillium.

Wikipedia 2011. *Fusarium* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: en.wikipedia.org/wiki/Fusarium.

Wikipedia 2011. *Metarhizium* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: en.wikipedia.org/wiki/Metarhizium.

Wikipedia 2011. *Rhizopus* sp. (En línea). Consultado el 06 de octubre del 2011. Disponible en: en.wikipedia.org/wiki/Rhizopus.

8. ANEXOS

ANEXO 1. ---- DÍAS A LA OBTENCIÓN DEL BIOABONO, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| Método | Inóculo | I | II | III | Σ Trat. | X Método |
|-----------------------|---------|------|------|------|----------------|----------|
| M1 | I0 | 136 | 144 | 144 | 424 | 141,3 |
| | I1 | 144 | 144 | 136 | 424 | 141,3 |
| | I2 | 144 | 144 | 144 | 432 | 144 |
| | I3 | 136 | 136 | 136 | 408 | 136 |
| M2 | I0 | 120 | 120 | 120 | 360 | 120 |
| | I1 | 112 | 112 | 112 | 336 | 112 |
| | I2 | 112 | 112 | 112 | 336 | 112 |
| | I3 | 112 | 112 | 112 | 336 | 112 |
| Σ Repeticiones | | 1016 | 1024 | 1016 | 3056 | |

ANEXO 2. ---- PORCENTAJE DE DESCOMPOSICIÓN DEL BIOABONO, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| MÉTODO | INÓCULO | I | II | II | Σ Trat. | X Método |
|--------|---------|-------|-------|-------|----------------|----------|
| M1 | I0 | 73,04 | 73,50 | 75,01 | 221,55 | 73,9 |
| | I1 | 75,88 | 62,64 | 71,17 | 209,69 | 69,9 |
| | I2 | 63,72 | 61,59 | 72,44 | 197,76 | 65,9 |
| | I3 | 82,43 | 66,67 | 75,45 | 224,55 | 74,9 |
| M2 | I0 | 71,03 | 68,13 | 67,10 | 206,27 | 68,8 |
| | I1 | 75,94 | 70,07 | 67,45 | 213,46 | 71,2 |
| | I2 | 70,44 | 72,42 | 65,01 | 207,87 | 69,3 |
| | I3 | 80,47 | 81,56 | 61,13 | 223,15 | 74,4 |

| | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|--------|---------|--|
| Σ Repeticiones | 592,95 | 556,59 | 554,76 | 1704,30 | |
|-----------------------|--------|--------|--------|---------|--|

ANEXO 3. ---- PROMEDIO DE TEMPERATURA EN GRADOS CELCIUS, PARA LOS TRATAMIENTOS DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| MÉTODO | INÓCULO | I | II | III | Σ TRAT | X MÉTODO |
|----------------|---------|--------|-------|---------|---------------|----------|
| M1 | I0 | 26,5 | 26,6 | 26,9 | 80 | 26,7 |
| | I1 | 27,4 | 27,3 | 25,2 | 79,9 | 26,6 |
| | I2 | 27,2 | 27,3 | 25,9 | 80,4 | 26,8 |
| | I3 | 25,6 | 26,6 | 26,2 | 78,4 | 26,1 |
| M2 | I0 | 26,9 | 26,3 | 25,0 | 78,2 | 26,1 |
| | I1 | 27,4 | 27,1 | 27,0 | 81,5 | 27,2 |
| | I2 | 28,2 | 27,1 | 27,2 | 82,5 | 27,5 |
| | I3 | 25,8 | 26,5 | 25,7 | 78 | 26 |
| X Repeticiones | | 26,875 | 26,85 | 26,1375 | | |

ANEXO 4. ---- TEMPERATURA CADA OCHO DÍAS EN GRADOS CELCIUS, PARA LOS TRATAMIENTOS DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| Días | Compost treet | | EMA's | | Suelo de páramo | | Sin inóculo | |
|----------|---------------|--------------|-----------|--------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|
| | M. Rimero | M. Salchicha | M. Rimero | M. Salchicha | M. Rimero | M. Salchicha | M. Rimero | M. Salchicha |
| 8 | 44,3 | 41,3 | 46 | 43,3 | 46,3 | 35,7 | 42,3 | 37,3 |
| 16 | 40,7 | 33,7 | 41 | 35,7 | 39,3 | 30,7 | 42 | 34,3 |
| 24 | 33,7 | 34,7 | 34,3 | 34,3 | 31,3 | 32,3 | 34,3 | 33,3 |
| 32 | 30,3 | 31,3 | 30 | 31 | 28,7 | 31,3 | 31 | 30,7 |
| 40 | 28 | 30,3 | 28,7 | 29,3 | 27,3 | 31,3 | 28 | 28,7 |
| 48 | 28 | 30,3 | 27 | 29,3 | 27 | 29 | 29,3 | 27,7 |
| 56 | 26 | 25,7 | 26,3 | 27 | 24,7 | 24,7 | 25,3 | 24 |
| 64 | 25,3 | 23,7 | 25 | 25,7 | 24,3 | 24 | 24 | 24 |
| 72 | 25 | 24,3 | 24,3 | 24,7 | 25,3 | 23 | 24,7 | 23 |
| 80 | 23,3 | 23 | 23 | 23,7 | 22 | 21,7 | 22,7 | 22,3 |
| 88 | 22,3 | 22,3 | 22,3 | 22,7 | 20,3 | 21,3 | 20,7 | 21,3 |
| 96 | 22,3 | 20,3 | 23,3 | 20,3 | 23,3 | 20 | 23,7 | 20 |
| 104 | 21,7 | 20 | 21,7 | 19 | 22 | 19,7 | 22,3 | 19 |
| 112 | 20,3 | 19,3 | 20,7 | 19 | 20,7 | 19,3 | 21,3 | 19 |
| 120 | 21,3 | | 21,7 | | 22 | | 22,3 | |
| 128 | 20,3 | | 20,7 | | 19,7 | | 19,7 | |
| 136 | 19,7 | | 19,3 | | 19,7 | | 19,7 | |
| ∑ Total | 452,5 | 380,2 | 455,3 | 385 | 443,9 | 364 | 453,3 | 364,6 |
| X /Trat. | 26,6 | 27,2 | 26,8 | 27,5 | 26,1 | 26,0 | 26,7 | 26,0 |

ANEXO 5. ---- CARGA MICOLÓGICA EN LOS BIOABONOS, PARA LOS TRATAMIENTOS DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| TRATAMIENTO | HONGOS IDENTIFICADOS | UFC/gr suelo |
|-------------|----------------------|--------------|
| M111 | Aspergillus sp | 5 |
| | Penicillium sp | 2 |
| | Haplosporangium sp | 2 |
| M112 | Haplosporangium sp | 4 |
| | Geotrichum sp | 2 |
| | Aspergillus sp | 2 |
| | Penicillium sp | 2 |
| | Fusarium sp | 1 |
| M113 | Fusarium oxysporum | 5 |
| | Aspergillus sp | 5 |
| | Penicillium sp | 2 |
| M110 | Penicillium sp | 5 |
| | Aspergillus sp | 4 |
| | Paecilomyces sp | 2 |
| | Rhizopus sp | 1 |
| | Fusarium sp | 1 |
| | Metarrhizium sp | 1 |
| M213 | Penicillium sp | 5 |
| | Fusarium oxysporum | 2 |
| | Haplosporangium sp | 2 |
| | Aspergillus sp | 1 |
| | Fusarium sp | 1 |
| M212 | Haplosporangium sp | 5 |
| | Aspergillus sp | 4 |
| | Penicillium sp | 3 |
| | Paecilomyces sp | 1 |
| | Rhizopus sp | 1 |
| | Fusarium sp | 1 |
| M211 | Aspergillus sp | 5 |
| | Fusarium oxysporum | 3 |
| | Haplosporangium sp | 1 |
| M210 | Aspergillus sp | 3 |
| | Haplosporangium sp | 2 |
| | Penicillium sp | 1 |
| | Rhizopus sp | 1 |
| | Fusarium oxysporum | 1 |

ANEXO 6. ---- CARGA BACTERIOLÓGICA EN LOS BIOABONOS, PARA LOS TRATAMIENTOS DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| TRATAMIENTO | BACTERIAS A PRUEBA | UFC/gr suelo |
|-------------|--------------------|--------------|
| M111 | Pseudomonas sp | 0 |
| | Xantomonas sp | 0 |
| | Erwinia sp | 0 |
| | Bacillus mycoides | 1 |
| M112 | Pseudomonas sp | 2 |
| | Xantomonas sp | 0 |
| | Erwinia sp | 0 |
| | Bacillus mycoides | 0 |
| M113 | Pseudomonas sp | 0 |
| | Xantomonas sp | 0 |
| | Erwinia sp | 0 |
| | Bacillus mycoides | 0 |
| M110 | Pseudomonas sp | 0 |
| | Xantomonas sp | 0 |
| | Erwinia sp | 0 |
| | Bacillus mycoides | 0 |
| M111 | Pseudomonas sp | 0 |
| | Xantomonas sp | 0 |
| | Erwinia sp | 0 |
| | Bacillus mycoides | 0 |
| M212 | Pseudomonas sp | 0 |
| | Xantomonas sp | 0 |
| | Erwinia sp | 0 |
| | Bacillus mycoides | 0 |
| M213 | Pseudomonas sp | 0 |
| | Xantomonas sp | 0 |
| | Erwinia sp | 0 |
| | Bacillus mycoides | 0 |
| M210 | Pseudomonas sp | 0 |
| | Xantomonas sp | 0 |
| | Erwinia sp | 0 |
| | Bacillus mycoides | 2 |

ANEXO 7. ---- REPORTE DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DE LOS BIOABONOS, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| TRAT | N (%) | P2O5 (%) | K2O (%) | CaO (%) | MgO (%) | HUMEDAD (%) | M.O. (%) | PH | C/N | C.E. (mmho/cm) |
|------|-------|----------|---------|---------|---------|-------------|----------|-----|-------|----------------|
| I1M1 | 0,58 | 0,31 | 0,59 | 2,04 | 0,34 | 35,65 | 12,2 | 9,4 | 12,41 | 5 |
| I1M2 | 0,53 | 0,32 | 0,56 | 1,48 | 0,65 | 30,8 | 12,03 | 9,3 | 13,16 | 4,8 |
| I2M1 | 0,65 | 0,3 | 0,6 | 2,25 | 0,48 | 34,36 | 11,85 | 9,4 | 10,74 | 5,35 |
| I2M2 | 0,63 | 0,37 | 0,6 | 2,53 | 0,24 | 28 | 13,92 | 9,3 | 12,82 | 5,2 |
| I3M1 | 0,58 | 0,28 | 0,53 | 2,2 | 0,42 | 34,82 | 11,21 | 8,4 | 11,4 | 4,6 |
| I3M2 | 0,62 | 0,31 | 0,6 | 2,01 | 0,45 | 29,1 | 13,46 | 9,3 | 12,81 | 4,7 |
| I0M1 | 0,63 | 0,31 | 0,59 | 1,91 | 0,52 | 39,54 | 13,4 | 9,2 | 12,74 | 5 |
| I0M2 | 0,53 | 0,33 | 0,53 | 1,99 | 0,22 | 35,1 | 12,42 | 9,3 | 13,59 | 4,4 |

ANEXO 8. ---- ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| | | |
|---|---|---|
|  INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE | ESTACIÓN EXPERIMENTAL “SANTA CATALINA” LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Panamericana sur Km. 1, Apartado 17-01-340 Telefax: 2690-694 Email: dmsasc@iniapsc.gov.ec Quito-Ecuador |  DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS INIAP-E.E.S.C. |
|---|---|---|

REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

| DATOS DEL REMITENTE | | | |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Nombre del remitente: | Javier Quinatoa | | |
| Empresa: | <i>Asociación Santa Catalina</i> | | |
| Ubicación: | Provincia: Tungurahua | Cantón: Píllaro | Parroquia: San Andrés |
| Dirección: | Guapante Grande | Teléfono/s: | 085822462 |
| | | E- mail | dimas_1804@yahoo.es |

REPORTE DE LAS POBLACIONES DE LAS MUESTRAS 60 AL 62

Cuadro 1. Reporte de poblaciones de bacterias, hongos, actinomicetos y grupos funcionales.

| Identificación de la muestra | Bacterias | Actinomicetos | Hongos | Celulolíticos | Solubilizadores de Fósforo | Fijadores de Nitrógeno |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|---|
| | UFC/gss | | | | | |
| 60) Páramo | $2,33 \times 10^4$ | $1,51 \times 10^8$ | $1,55 \times 10^1$ | $5,44 \times 10^5$ | $2,33 \times 10^4$ | Actinomicetos, bacterias y hongos $4,66 \times 10^4$ |
| UFC/gp | | | | | | |
| 61) Compost treet | $9,5 \times 10^8$ | $1,09 \times 10^9$ | $1,75 \times 10^1$ | $3,5 \times 10^1$ | $2,05 \times 10^8$ | Actinomicetos $4,5 \times 10^1$ |
| UFC/ml | | | | | | |
| 62) EMAS | $2,5 \times 10^4$ | $2,5 \times 10^7$ | 0 | 0 | $1,35 \times 10^8$ | Actinomicetos y bacterias $2,5 \times 10^3$ |

UFC/gss: unidades formadoras de colonia por gramo de suelo seco; UFC/gp: unidades formadoras de colonia por gramo de producto; UFC/ml: unidades formadoras de colonia por mililitro.

ANEXO 9. ---- INSTALACIÓN DE LAS TRAMPAS PARA LA CAPTURA DE EMA´s, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.



ANEXO 10. ---- COSECHA DE LOS EMA´s, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.



ANEXO 11. ---- INSTALACIÓN DE LAS COMPOSTERAS, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.



ANEXO 12. ---- VOLTEO DE LAS COMPOSTERAS, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.



ANEXO 13. ---- APLICACIÓN DE AGUA EN LAS COMPOSTERAS, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.



ANEXO 14. ---- CUBIERTA PLÁSTICA E IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPOSTERAS, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO

**PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO.
PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.**



**ANEXO 15. ---- TOMA Y REGISTRO DE TEMPERATURAS EN LAS
COMPOSTERAS, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO
PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO.
PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.**

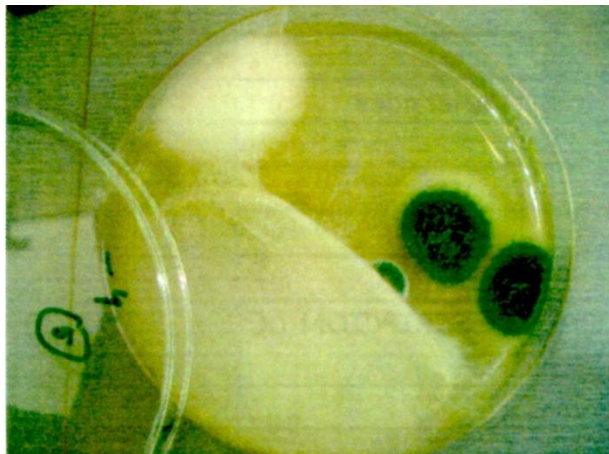


**ANEXO 16. ---- COSECHA Y TAMIZADO DEL BIOABONO, DURANTE LA
ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST**

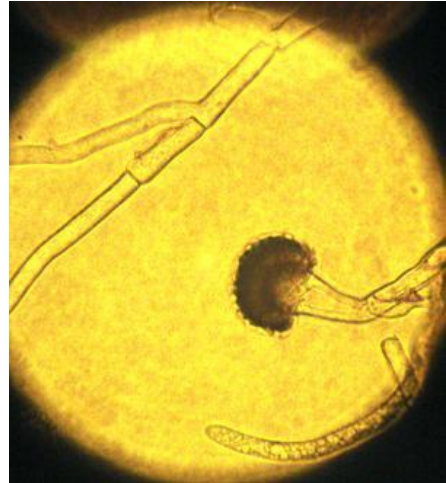
UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.



ANEXO 17. ---- ANÁLISIS MICOLÓGICO DE LOS BIOABONOS, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.



Colonias de hongos presentes en la muestra I0M2



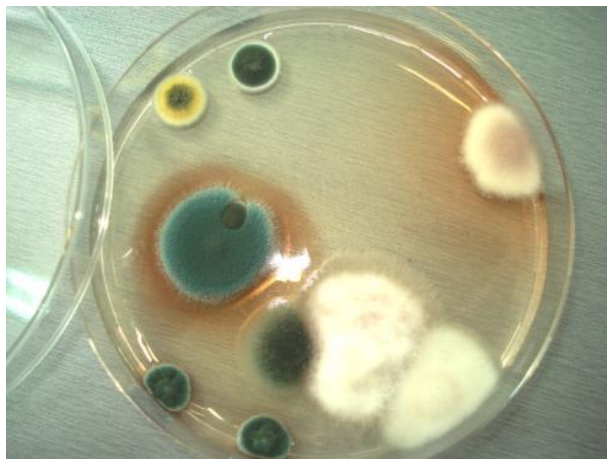
Colonias de hongos presentes en la muestra I1M2

Aspergillus sp

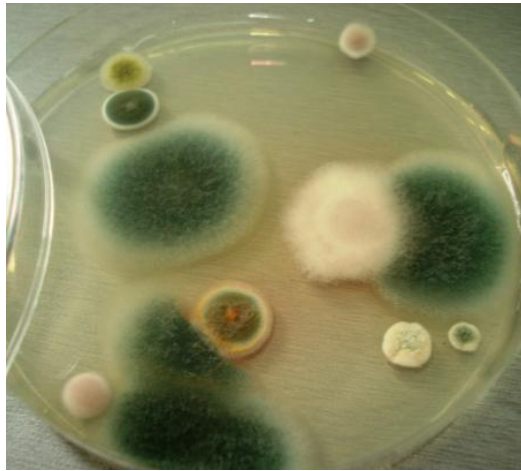


Colonias de hongos presentes en la muestra I2M2

Paecilomyces sp



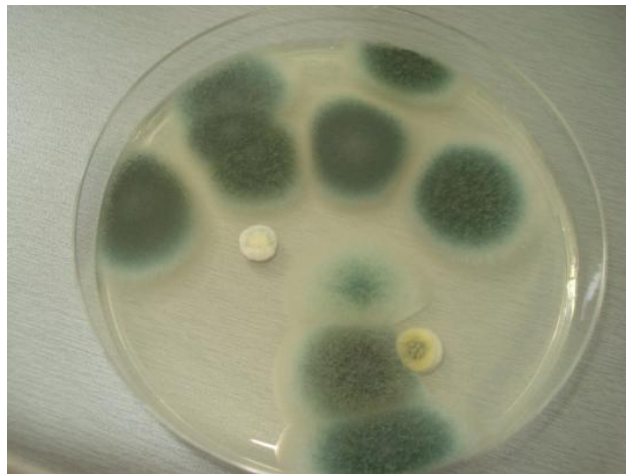
Colonias de hongos presentes en la muestra I3M2



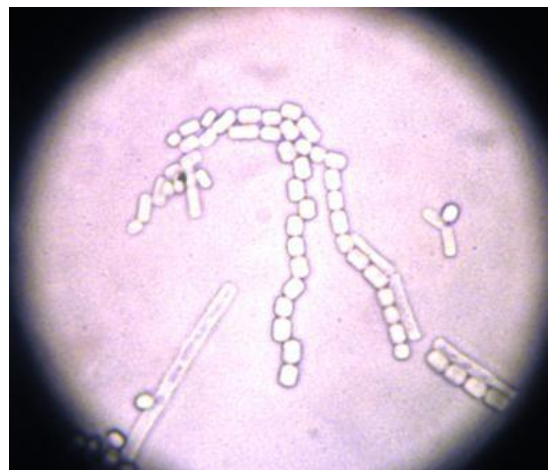
Colonias de hongos presentes en la muestra I0M1



Rhizopus sp



Colonias de hongos presentes en la muestra I1M1



Colonias de hongos presentes en la muestra I2M1

Geotrichum sp.



Colonias de hongos presentes en la muestra I3M1

Micelio de *Fusarium oxisporum*.

ANEXO 18. ---- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN PARTICIPATIVA, DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

| VARIABLES | Tiempo a la cosecha | | | Metodología de volteos | | | Manejo y Obtención de la Fuente de Inóculo | | | Costos de Inóculos | | | Interacción más Aceptable | | |
|-----------|---------------------|---|---|------------------------|---|---|--|---|---|--------------------|---|---|---------------------------|----|---|
| | B | R | M | B | R | M | B | R | M | B | R | M | B | R | M |
| M1 | | | | X | | | | | | | | | | | |
| M2 | XXXXXXXXXX | | | XXXXXXXXXX | | | | | | | | | | | |
| I0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| I1 | | | | | | | X | | | | | | | | |
| I2 | | | | | | | XXXXXXX | | | | X | | | | |
| I3 | | | | | | | XX | X | | XXXXXXXXXX | | | | | |
| I0M1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| I1M1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| I2M1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| I3M1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| I0M2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| I1M2 | | | | | | | | | | | | | | X | |
| I2M2 | | | | | | | | | | | | | XXXXXXXXX | | |
| I3M2 | | | | | | | | | | | | | | XX | |

B= Buena

R= Regular

M= Mala

ANEXO 19. ---- DISEÑO DE UN BANNER DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST, ELABORADO DURANTE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCCIÓN DE COMPOST UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO – TUNGURAHUA, 2010.

PROCESO DE COMPOSTAJE



Levadura

1. MATERIALES

MATERIA CARBONADA.
Cascarilla de arroz, desechos orgánicos (maíz, vicia, avena, hortalizas, etc)

MATERIA NITROGENADA.
Estiércol (bovino, cuyes, conejos, gallinaza)

MATERIA MINERAL.
Cal agrícola.

INÓCULOS.
Microorganismos eficientes (EMA'S), tierra de paramo, inóculo comercial (compostreet), levadura de pan.

2. ELABORACIÓN DE LA COMPOSTERA.

- a). Colocar una capa de 20 cm. de desechos orgánicos.
- b). Colocar una capa de 10 cm. de estiércol.
- c). Colocar una fina capa de cal agrícola.
- d). Colocar una capa de cascarilla de arroz.
- f). Volver a colorar capas hasta conseguir las siguientes dimensiones: 5 m. de largo * 1.50 m. de ancho * 0.80 a 1.00 m. de altura.





3. APLICAR AGUA.

Se humedece la compostera con agua que no contenga doro; se recomienda controlar la humedad mediante la prueba del puñado, es decir se toma una muestra con la mano, se presiona hasta conseguir que no escurra agua.

4. VOLTEOS.

Se recomienda voltear después de formar la compostera hasta uniformizar todos los materiales, luego se volteará tres días seguidos, finalmente se volteara cada ocho días hasta no lograr diferenciar los materiales que se incorporaron al inicio.





5. TAMIZADO.

Con el objeto de eliminar los materiales que aun no han sido descompuestos se realiza el tamizado mediante una zaranda. El desecho conseguido se incorpora a las nuevas composteras para terminar su proceso.

6. ENCASTALADO.

Todo el material tamizado es colocado en costales de 45 kg. y es expuesto a la venta.



ANEXO 20. --- NIVEL DE ACEPTACIÓN DE ACUERDO AL MÉTODO DE COMPOSTAJE, EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2010.

| Método de compostaje | Criterios | | | | | |
|----------------------|---------------------|---|---|------------------------|---|---|
| | Tiempo a la cosecha | | | Metodología de volteos | | |
| | B | R | M | B | R | M |
| Rimero | | | | 1 | | |
| Salchicha | 11 | | | 10 | | |

ANEXO 21. ---NIVEL DE ACEPTACIÓN DE ACUERDO A LAS FUENTES DE INÓCULO, EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2010.

| Fuente de Inóculo | Criterios | | | | | |
|-------------------|--------------------|---|---|-------------------|---|---|
| | Manejo y Obtención | | | Costo del inóculo | | |
| | B | R | M | B | R | M |
| Sin inóculo | | | | | | |
| Compostreet | 1 | | | | | |
| EMA´s | 7 | | | | 1 | |
| Suelo de páramo | 2 | 1 | | 10 | | |

ANEXO 22. --- NIVEL DE ACEPTACIÓN DE ACUERDO A LA INTERACCIÓN (TRATAMIENTO), EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2010.

| Tratamiento | Criterios | | |
|-------------|---------------------------|---|---|
| | Interacción más aceptable | | |
| | B | R | M |
| I0M1 | | | |
| I1M1 | | | |
| I2M1 | | | |
| I3M1 | | | |
| I0M2 | | | |
| I1M2 | | 1 | |
| I2M2 | 10 | | |
| I3M2 | | 2 | |

ANEXO 23. --- CAPACITACIÓN A LOS SOCIOS DE LA ASOCIACIÓN “SANTA CATALINA”, EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2010.



ANEXO 24. --- VISITA DE EJECUTIVOS DEL “CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA” EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2010.



ANEXO 25. --- REGISTRO DE ASISTENCIA DE LOS SOCIOS, EN LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST CON FINES COMERCIALES, UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULO. PÍLLARO-TUNGURAHUA, 2010.

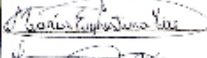







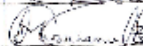

PLANTA DE ELABORACION DE ABONOS

ASD. SANTA CATALINA – HUAPANTE GRANDE – PILLARO

REGISTRO DE ASISTENCIA

RESPONSABLE: Diana Quiroga

FECHA: 18-09-2011

| No.- | NOMBRE Y APELLIDO | INSUMOS | | | FIRMA |
|------|-------------------|------------|--------------|-------|---|
| | | MAT. VERDE | ABONO DE CUY | OTROS | |
| | Anastasia Tissa | | 1.99 | |  |
| | Leonel Trapanza | 1.0 | | |  |
| | Harvies Guadalupe | | 1.99 | |  |
| | Gloria Chifurza | 1.0 | | |  |
| | Jefenda Trapanza | 1.0 | | |  |
| | Carmer Tituato | | 1.99 | |  |
| | Herminio Chifurza | | 2.99 | |  |
| | Fabiola Tisser | 1.0 | 1.99 | |  |
| | Catalina Tisser | 1.0 | | |  |
| | Mariane Tisser | 1.0 | | |  |