

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



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

**Tema: “APROVECHAMIENTO DE LOS E.M. (Microorganismos
eficientes) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL ABONO
ORGÁNICO TIPO COMPOST”**

Trabajo de Investigación

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

Autor: Ing. Agr. Ángel Wilfrido Yáñez Yáñez.

Director: Ing. Agr. Mg. Eduardo Saúl Cruz Tobar.

Ambato - Ecuador

2014

Al Consejo de Posgrado de la Universidad Técnica de Ambato.

El tribunal receptor de la defensa del trabajo de investigación con el tema: **“APROVECHAMIENTO DE LOS E.M. (Microorganismos eficientes) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL ABONO ORGÁNICO TIPO COMPOST”**, presentado por: Ing. Agr. Ángel Wilfrido Yáñez Yáñez y conformado por: Ing. Agr. Mg. Jorge Dobronski Arcos, Dr. Pedro Pomboza Tamaquiza PhD, Ing. Agr. Mg. Luis Jiménez Esparza, Miembros del Tribunal, Ing. Agr. Mg. Eduardo Saúl Cruz Tobar, Director del trabajo de investigación y presidido por: Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui Espín, Presidente del Tribunal; Ing. Mg. Juan Garcés Chávez Director de Posgrado, una vez escuchada la defensa oral el Tribunal aprueba y remite el trabajo de investigación para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Agr. Mg. Giovanni Velástegui Espín
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. Mg. Juan Garcés Chávez
DIRECTOR DE POSGRADO

Ing. Agr. Mg. Eduardo Saúl Cruz Tobar
Director de Trabajo de Investigación

Ing. Agr. Mg. Jorge Dobronski Arcos
Miembro del Tribunal

Dr. Pedro Pomboza Tamaquiza. PhD
Miembro del Tribunal

Ing. Agr. Mg. Luis Jiménez Esparza
Miembro del Tribunal

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte de él un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo de investigación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de ésta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Agr. Ángel Wilfrido Yánez Yánez
C.C. 02011100088

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis hijos que han esperado tanto, por su apoyo y motivación que me han brindado, va dedicada a mi familia que me han apoyado a la realización de este proyecto.

A las futuras generaciones de estudiantes universitarios que vayan leyendo este trabajo y sirva de ejemplo y guía para su avance y perfección.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al CREADOR del cielo y la tierra nuestro Padre que está en los cielos, aunque no hemos escuchado su voz, ignorando sus preceptos y sus leyes, Él es justo y fiel que nos ha permitido por su misericordia vivir hasta el día de hoy con salud inteligencia y sabiduría, ha sido el apoyo más grande que he tenido en mi vida, Gracias Padre.

A mis hijos por el esfuerzo que han hecho para hoy culminar mis estudios, por su comprensión y apoyo que me han brindado, a la Universidad Técnica de Ambato por su educación, al Ing. Agr. Mg. Eduardo Saúl Cruz Tobar, por sus conocimientos y por la calidad de ser humano.

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	III
DERECHOS DE AUTOR	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
RESUMEN EJECUTIVO	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	2
TEMA	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
CONTEXTUALIZACIÓN	2
ANÁLISIS CRÍTICO	4
PROGNOSIS	5
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
PREGUNTAS DIRECTRICES	5
DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	6
LÍMITES DE CONTENIDO	6
LÍMITE ESPACIAL	6
LÍMITE TEMPORAL	6
JUSTIFICACIÓN	6
OBJETIVOS	7
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	9
FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	12

GENERALIDADES DE LOS EM, MICROORGANISMOS EFICIENTES	12
IMPORTANCIA	12
TAXONOMÍA DE LOS MICROORGANISMOS	13
FUNDAMENTACIÓN LEGAL	17
CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	19
CATEGORIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....	20
CATEGORIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	21
DEFINICIÓN DE LAS CATEGORÍAS	22
VARIABLE INDEPENDIENTE	22
LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA AGRICULTURA.....	22
SISTEMA AGRÍCOLA IDEAL	22
UTILIZACIÓN EFICIENTE.....	23
RECICLAJE DE ENERGÍA	23
AGRICULTURA SOSTENIBLE	24
PRINCIPIOS	24
ESTRATEGIAS	25
MICRO FLORA DEL SUELO.....	25
PRODUCCIÓN.....	26
PROTECCIÓN	26
DEFINICIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	27
RESIDUOS ORGÁNICOS.....	27
ORIGEN	27
AGROINDUSTRIALES	28
AGROPECUARIOS.....	28
ABONOS ORGÁNICOS SÓLIDOS.....	29
AERÓBICO	29
ANAERÓBICO	30
LOMBRICOMPOST.....	30
COMPOST	30
MANEJO	31
HIPÓTESIS	32
SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	32

CAPÍTULO III.....	33
METODOLOGÍA	33
ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33
ENFOQUE	33
MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	33
MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
CAPTURA DE MICROORGANISMOS - EM	34
ABONO TIPO COMPOST ENRIQUECIDO CON MICROORGANISMOS EM	35
FACTORES EN ESTUDIO.....	36
TRATAMIENTOS.....	36
ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN	36
DATOS TOMADOS	37
SIEMBRA DE SEMILLAS	38
FACTORES EN ESTUDIO.....	38
TRATAMIENTOS.....	38
ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN	39
DISEÑO EXPERIMENTAL	41
DATOS TOMADOS	41
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES, ABONO TIPO COMPOST ENRIQUECIDO	41
PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	42
CAPÍTULO IV	43
RESULTADOS.....	43
CAPTURA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM).....	43
COMPOST ENRIQUECIMIENTO CON EMAs, PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS	43
PROPIEDADES FÍSICAS	44
PROPIEDADES QUÍMICAS	44
PROPIEDADES BIOLÓGICAS.....	47
IMPORTANCIA DEL GÉNERO PENICILLIUM.	49

EFFECTO DEL ABONO ORGÁNICO ENRIQUECIDO CON EM EN LA BROTACIÓN DE SEMILLAS.	50
GERMINACIÓN DE FRUTEPAN (<i>ARTOCARPUS ALTILIS</i> .)	50
CUADRO 9. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE FRUTEPAN <i>ARTOCARPUS ALTILIS</i>	50
GERMINACIÓN DE CACAO (<i>TEOBROMA CACAO L.</i>).....	53
GERMINACIÓN DE NARANJA WASHINGTON (<i>CITRUS CINENSIS</i>).....	57
VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	60
CAPÍTULO V.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
CAPÍTULO VI.....	64
PROPUESTA.....	64
TEMA	64
ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	64
JUSTIFICACIÓN	65
OBJETIVO	66
ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.	66
FUNDAMENTACIÓN	67
METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	67
ADMINISTRACIÓN.....	68
PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	68
MATERIAL DE REFERENCIA.....	69
ANEXOS 1.ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES.....	72
ANEXO 2 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL COMPOST.....	73
ANEXO 3. MACRO NUTRIENTES REGISTRADOS EN COMPOST ENRIQUECIDO.....	88

ANEXO 4. MICRO NUTRIENTES REGISTRADOS EN COMPOST ENRIQUECIDO.....	88
ANEXO 5. DATOS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, RELACIÓN C/N, Y PH	88
ANEXO 6. DATOS REGISTRADOS EN LA BROTACIÓN DE FRUTEPAN.....	89
ANEXO 7. DATOS REGISTRADOS EN LA BROTACIÓN DE CACAO ..	89
ANEXO 8. DATOS REGISTRADOS EN LA BROTACIÓN DE NARANJA WASHINGTON	90

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. TRATAMIENTOS PARA EL ABONO TIPO COMPOST ENRIQUECIDO.....	36
CUADRO 2. TRATAMIENTOS APLICADOS PARA DETERMINAR EL EFECTO DEL ABONO TIPO COMPOST EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS	39
CUADRO 3. VARIABLE INDEPENDIENTE: MICROORGANISMOS EFICIENTES.....	41
CUADRO 4. VARIABLE DEPENDIENTE: ABONO ORGÁNICO TIPO COMPOST.....	41
CUADRO 5. VARIABLE DEPENDIENTE: GERMINACION DE SEMILLAS	42
CUADRO 6. DISPONIBILIDAD DE MACRO NUTRIENTES	45
CUADRO7.DISPONIBILIDAD DE MACRO NUTRIENTES	46
CUADRO 8: NIVELES DE CONDUCTIVIDAD EELECTRICA, RELACIÓN CARBONO /NITROGENO (C/N) Y PH.....	46
CUADRO 9. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE FRUTEPAN <i>ARTOCARPUS ALTILIS</i>.....	50
CUADRO 10. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE FRUTEPAN <i>ARTOCARPUS ALTILIS</i>...	51
CUADRO 11. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE FRUTE PAN <i>ARTOCARPUS ALTILIS</i>.	51
CUADRO 12. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE FRUTE PAN <i>ARTOCARPUS ALTILIS</i>	52
CUADRO 13. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE PLANTULAS DE FRUTE PAN <i>ARTOCARPUS ALTILIS</i>.	52

CUADRO 14. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE FRUTEPAN <i>ARTOCARPUS ALTILIS</i>.....	53
CUADRO 15: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE CACAO <i>TEOBROMA CACAO L.</i>	53
CUADRO 16. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE CACAO <i>TEOBROMA CACAO L.</i>	54
CUADRO 17. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE CACAO <i>TEOBROMA CACAO L.</i>.....	54
CUADRO 18. PRUEBA DE DUNCAN AL 5 % PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE CACAO <i>TEOBROMA CACAO L.</i>.....	55
CUADRO 19. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE PLANTULAS DE DE CACAO. <i>TEOBROMA CACAO L.</i>.....	55
CUADRO 20. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE CACAO. <i>TEOBROMA CACAO L.</i>.....	57
CUADRO 21. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE NARANJA WASHINGTON <i>CITRUS CINENSIS</i>	57
CUADRO 22. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE NARANJA WASHINGTON <i>CITRUS CINENSIS</i>	58
CUADRO 23. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE NARANJA WASHINGTON <i>CITRUS CINENSIS</i>	58
CUADRO 24. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE NARANJA WASHINGTON <i>CITRUS CINENSIS</i>	59

CUADRO 25. NÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE PLANTULAS DE NARANJA WASHINGTON <i>CITRUS CINENSIS</i>.....	59
CUADRO 26. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE PLANTULAS DE NARANJA WASHINGTON <i>CITRUS CINENSIS</i>.....	60
CUADRO 27. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA HIPÓTESIS PARA CADA PARÁMETRO	61

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. CAUSAS Y EFECTOS DEL PROBLEMA EN INVESTIGACIÓN	4
GRAFICO 2. ÁRBOL FILOGENÉTICO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES.....	15
GRÁFICO 3. CATEGORIZACIÓN VARIABLES INDEPENDIENTE Y DEPENDIENTE	19
GRÁFICO 4. CATEGORIZACIÓN VARIABLE INDEPENDIENTE.....	20
GRÁFICO 5. CATEGORIZACIÓN VARIABLE DEPENDIENTE	21
GRÁFICO 6. ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN PARA EL ABONO TIPO COMPOST.....	37
GRÁFICO 7. ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN PARA LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE FRUTEPAN (V1)	39
GRÁFICO 8. ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN PARA LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CACAO (V2).....	40
GRÁFICO 9. ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN PARA LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE NARANJA WASHINGTON (V3) ...	40

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

“APROVECHAMIENTO DE LOS E.M. (Microorganismos eficientes) PARA
MEJORAR LA CALIDAD DEL ABONO ORGÁNICO TIPO COMPOST”.

Autor: Ing. Agr. Ángel Wilfrido Yáñez Yáñez

Director: Ing. Agr. Mg. Eduardo Saúl Cruz Tobar.

Fecha: 25 de noviembre del 2013

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se realizó en el Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica, el propósito fue comprobar que el compost, elaborado con EM (microorganismos eficientes) mejora su calidad, y luego de su aplicación conocer el grado de eficiencia en la brotación de semilla de Frutepan *Artocarpus altilis*, cacao *Teobroma cacao L.* y Naranja Washington *Citrus cinensis*. El campo experimental está ubicado en la provincia de Napo, con clima ecuatorial, a 1° 16' y 36" S, longitud: 77° 58' y 76" W, altitud: 775 msnm, con una temperatura entre 18 y 32°C, la precipitación promedio anual supera los 3000mm y la humedad relativa entre 87 y 89%. Se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se capturaron EMas "in situ", luego de reproducirlos se determinó que la mayor carga microbiológica correspondía a las bacterias fototróficas, estos EMas y las bacterias del ácido láctico fueron obtenidos a nivel artesanal y las levaduras adquiridas comercialmente, se determinó que aceleran el proceso de compostaje y eliminan microorganismos patógenos por efecto de las altas temperaturas. En la brotación de semillas se comprobó disminuir el número de días a la germinación 33 días en frutepan y naranja y 13 días en cacao, igualmente se elevó el número de plantas emergidas, a 90 en el caso de frutepan y naranja, y 91,67 en cacao, así como se redujo los días al trasplante a 116,26 para la naranja Washington, de 87.47 para cacao y 117.86 para frutepan.

Descriptor: Microorganismos eficientes, compost, germinación, cacao, frutepan, naranja Washington.

Ambato Technical University
Agricultural Science Faculty
Post-graduate Direction
Master Degree on Agro-ecology and Environmental
THE USE OF E.M. (Efficient microorganisms) TO IMPROVE THE QUALITY
OF ORGANIC FERTILIZER LIKE COMPOST

Author: Ing. Agr. Ángel Wilfrido Yáñez Yáñez

Directed by: Ing. Agr. Mg. Eduardo Saúl Cruz Tobar.

Date: November 25th, 2013

ABSTRACT

The investigation took place in Research Centre, post-graduate and Amazon Conservation (CIPCA) of the Amazon State University, the aim was to verify the compost created out of EM (efficient microorganisms) improves its quality and to know the efficiency degree of the frutepan sprouting seeds *Artocarpus altilis*, cocoa *Theobroma cacao* L. and Washington orange, *Citrus cinensis* after its application. The trial field is located in Napo Province with equatorial climate to 1° 16 ´ and 36 ´´ S, length: 77° 58´ and 76´´ W, altitude: 775 msnm, with a temperature between 18 and 32°C, the average annual rainfall is above 3000 mm and the relative humidity is between 87 and 89%. It was applied randomized block design completely at random with three replicates. It captured EMAs in place, after to be reproduced, it was determined the most microbiological burden was up to the phototropic bacteria's. These EMAs and the lactic acid bacterial were gathered to artisanal level and yeasts commercially acquired, it was established they accelerate composting process to about a third, eliminate the pathogenic microorganisms as a result of higher temperatures. The sprouting seeds was found to reduce the germination days to 33 in frutepan and orange and 13 days in cocoa, equally the number of emerged seedlings went up to 90 in the case of frutepan and orange and 91, 67 in cocoa as well as the transplanting days was reduced to 116, 26 to Washington orange, 87.47 to cocoa, and 117.86 to frutepan.

Key words: Efficient microorganisms, compost, germination, cocoa frutepan, Washington orange

INTRODUCCIÓN

La presente investigación fue realizada para el aprovechamiento de los EM (Microorganismos eficientes) en la producción agropecuaria, buscando mejorar la calidad del abono orgánico tipo compost como alternativa para contrarrestar el uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes químicos que generan el deterioro del suelo, alimentos y medio ambiente en general. Para una comprensión del proceso de investigación, se describen el contenido de los seis capítulos, que abarca el presente documento.

En el primer capítulo, se detalla el problema planteado, examinando sus principales causas y efectos,

En el segundo capítulo, en base a información documental, se describen los antecedentes investigativos respecto al tema y se detallan las categorías fundamentales que componen el problema, haciendo hincapié en las variables de la hipótesis.

El tercer capítulo, se centra en explicar la metodología empleada, las diferentes técnicas e instrumentos que permitieron la recopilación y procesamiento de información y la aplicación de los modelos estadísticos aplicados para la medición de variables y verificación de la hipótesis.

El cuarto capítulo, pone en evidencia el análisis y discusión de los resultados. La información se presenta en cuadros y gráficos.

En el quinto capítulo, se señalan las conclusiones y recomendaciones, productos del proceso de investigación.

Finalmente en el sexto capítulo se presenta una propuesta técnica y viable para ser aplicada por los agricultores como alternativa para mejorar la producción de plantas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Tema

APROVECHAMIENTO DE LOS E.M. (Microorganismos eficientes) PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL ABONO ORGÁNICO TIPO COMPOST

Planteamiento del problema

La producción agropecuaria en los actuales momentos presenta una verdadera crisis, debido especialmente a la contaminación existente, la disminución de la población de EMas (Microorganismos eficientes autóctonos), el uso indiscriminado de plaguicidas y en general el mal uso del suelo, por los distintos métodos y medios de producción, estos problemas están simultáneamente presentes en las diferentes fases de la producción.

Contextualización

La Tecnología EM está basada en el empleo de microorganismos, según Guimeno, (2013) se trata de una tecnología probiótica y natural desarrollada hace 28 años en Japón por el Dr. Teruo Higa, quien es autor del célebre libro “An Earth Saving Revolution”, traducido al Castellano como “UNA REVOLUCION PARA SALVAR LA TIERRA”. Los productos a base de EM se encuentran en el mercado desde 1983. EM significa “Microorganismos efectivos” y es el líquido base de esta tecnología, está compuesto por organismos benéficos y altamente eficaces. Estos microorganismos no son nocivos, ni patógenos, ni genéticamente modificados, ni químicamente sintetizados. Muchos de ellos ya están utilizándose desde hace siglos en la producción de alimentos: vino, cerveza, pan, yogurt, entre otros. Los grupos más importantes que componen esta combinación son: bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, hongos y levaduras.

Originalmente fue desarrollada como alternativa para los fertilizantes químicos y

pesticidas, sin embargo, el uso de la Tecnología EM® en las dos últimas décadas se ha expandido de la agricultura al tratamiento de aguas y fuentes, control de los malos olores, salud animal, salud humana y otros usos. Actualmente el EM es usado en más de 120 países y existen 54 fábricas alrededor del mundo. Más de 30 centros de investigación, distribuidos por varios países diariamente crean y analizan nuevas alternativas para incrementar y expandir más el rango de uso de esta tecnología.

Ecomundo, (2013) confirma que el compost es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos. Es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo (bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc.) en presencia de aire (oxígeno). El abono compostado es un producto estable, que se le llama humus.

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

La elevada temperatura que adquiere la pila de compost (o abonera) es muy importante, ya que es una manera de eliminar muchos tipos de microorganismos que pueden perjudicar a las plantas que cultivemos y que están presentes en el material original.

“Los microorganismos capaces de sobrevivir a temperaturas elevadas son en su mayoría desintegradores de materia orgánica, ya que se alimentan de ella; los microorganismos que perjudican las plantas no sobreviven con altas

temperaturas y lo hacen si la temperatura es entre 15 y 25°C". Nadia ElHage Scialabba, (2003)

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

Análisis crítico

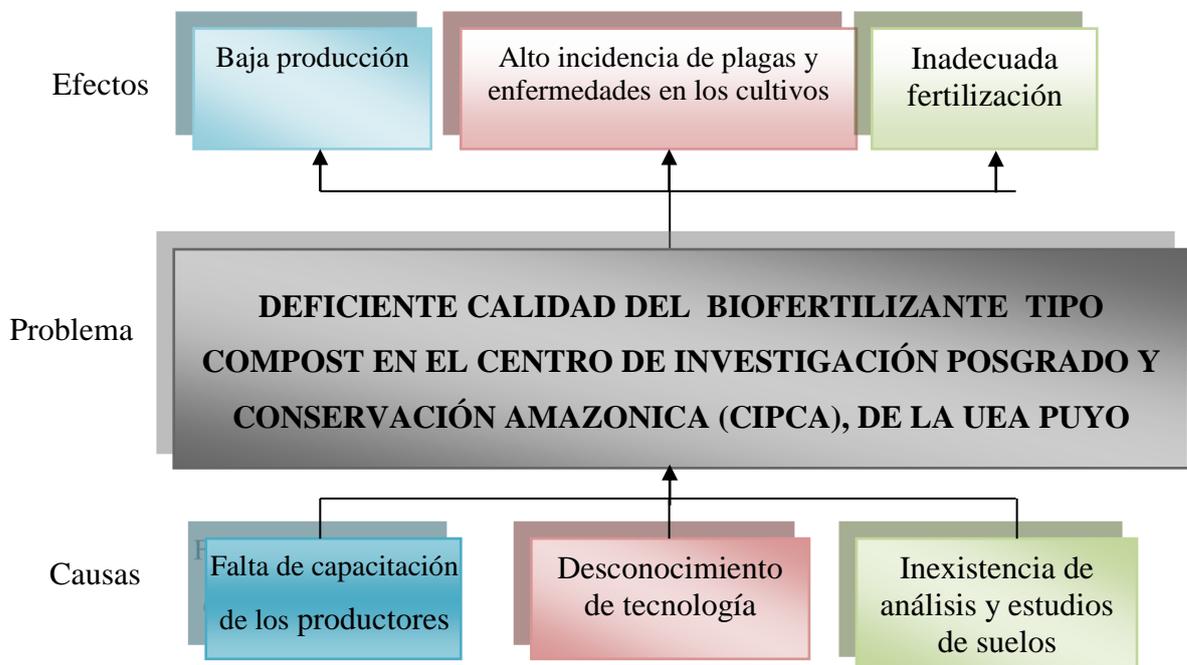


Gráfico 1. Causas y efectos del problema en investigación

La falta de capacitación de los productores es la principal causa de la deficiente calidad del biofertilizante por no existir un proceso continuo de capacitación, mediante el cual no se desarrolla las habilidades y destrezas de los productores, en la que no permiten una mejor calidad en el biofertilizante, otra de las causas es el desconocimiento de tecnología ya que es un factor importante a la hora de realizar el biofertilizante, por la falta de los conjuntos de conocimientos técnicos, ordenados científicamente que no permiten diseñar y crear bienes y

servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y no satisfacen la calidad en los biofertilizantes, a este problema aporta la inexistencia de análisis y estudios de suelos que recaen principalmente en la calidad del biofertilizante la cual hace que no se pueda realizar una adecuada aportación de biofertilizantes, pues al no disponer del análisis las aportaciones que se realizan carecen de sustento técnico y en la mayoría de los casos son inadecuadas e inoportunas.

Prognosis

Si el problema no se resuelve bajará la producción y existirán menos productos y cultivos, con la baja producción disminuirán las ganancias de los agricultores, debido a que subirán los costos de producción como consecuencia de la alta incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, debido a la inadecuada fertilización al no disponer biofertilizantes de calidad; por otro lado la tierra perderá fertilidad, no será útil a la hora de la siembra, no asegurarán su desarrollo y no crearán defensas lo que conlleva a que sean más susceptibles a los ataques de agentes bióticos.

Por otro lado al no existir un sistema de producción de plantas de calidad, que utilicen sustratos amigables con el medio ambiente, la contaminación ambiental seguirá en aumento, por lo que mediante la aplicación de EM en la elaboración de sustratos se ha logrado obtener plantas más resistentes al ataque de agentes bióticos y la disminución de insumos extras a la finca.

Formulación del problema

¿De qué manera influye la aplicación de EMs en la calidad del compost y cómo se pueden aprovechar los principios de la biotecnología para su captura y su aplicación en procesos de producción agrícola?

Preguntas directrices

¿Cómo se capturarían los EM Microorganismos Eficientes para mejorar la calidad del abono orgánico tipo compost.?

¿Cuáles serán las propiedades físicas, químicas y biológicas del abono tipo compost para la aplicación eficiente del biofertilizante?

¿Cuál será el efecto del biofertilizante en la producción de plantas?

Delimitación del objeto de investigación

Límites de contenido

Campo Cognitivo: Agricultura

Área: Microbiología

Aspecto: Microorganismos Eficientes

Límite espacial

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA), de la Universidad Estatal Amazónica, ciudad del Puyo, provincia Pastaza.

Límite temporal

La investigación se realizó en el periodo comprendido entre enero y julio del año 2013.

Justificación

La agricultura orgánica constituye una parte cada vez más importante del sector agrícola por sus ventajas ambientales y económicas, lo cual nos lleva a pensar que día a día más personas se dan cuenta de lo importante que es consumir alimentos sanos, libres de residuos que la agricultura convencional no les proporciona. De igual manera los agricultores ven que en un corto plazo sus sistemas tradicionales de cultivo serán cada vez menos sostenibles debido a su alta dependencia de insumos, por lo que la agricultura orgánica se presenta como una opción interesante, en la que sin embargo es fundamental una adecuada fertilidad del suelo para asegurar una producción de calidad. En tal sentido, una alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos pueden ser los Microorganismo Eficientes,

los mismos que son un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculados al suelo contribuyen a restablecer el equilibrio microbiano, muchas veces deteriorado por las malas prácticas de manejo agronómico; estos a su vez contribuyen a acelerar la descomposición de los desechos orgánicos en el suelo, lo cual incrementa también la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Por lo general en la Amazonía no existen viveros que posibiliten la obtención de plantas de buena calidad, por eso la necesidad de producir plántulas con una adecuada tecnología, utilizando insumos y materiales de la zona y a bajo costo.

La necesidad de producir plantas de buena calidad y los costos que esto implica, ha hecho que se busquen métodos de producción con insumos de bajo costo y que garanticen una buena salud de las mismas, es el caso de la producción de sustratos enriquecidos con EMs y demás microorganismos que ayuden al productor, por un lado a bajar costos de producción y por otro a obtener plántulas con buen estado fitosanitario, garantizando así un buen desarrollo del cultivo.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la incidencia de los EM, Microorganismos Eficientes, para su aprovechamiento en procesos de producción agropecuaria.

Objetivos Específicos

- Capturar EM Microorganismos Eficientes en diferentes sitios del CIPCA, para mejorar la calidad del abono orgánico tipo compost.
- Analizar las propiedades físicas, químicas y biológicas del biofertilizante inoculado con EM.

- Evaluar el efecto del abono orgánico enriquecido con EM en la brotación de semillas de tres especies vegetales de la Amazonía ecuatoriana (Frutepan, *Artocarpus altilis*, cacao *Theobroma cacao* L. y Naranja Washington *Citrus cinensis*).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes Investigativos

Medina, (2012) al realizar la investigación “ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO UTILIZANDO TRES FUENTES DE INÓCULACIÓN EN LA ASOCIACIÓN SANTA CATALINA DEL CANTÓN PÍLLARO”, registró como principales resultados los siguientes:

La falta de un proceso de producción de abono orgánico estandarizado, determina una baja calidad en el abono orgánico producido en la “PLANTA DE ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTES”; como objetivo se ha planteado; proveer orientación a los agricultores sobre el proceso de compostaje y microorganismos eficientes autóctonos, incentivar a los agricultores el uso de abono orgánico en la agricultura.

Contribuir al desarrollo de la Asociación “Santa Catalina”, impulsando la producción de abono orgánico con un manejo técnico, se propone 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 abono orgánico de la Asociación “Santa Catalina” sea manejada con el método salchicha, el cual permitió reducir el tiempo a la cosecha, con el inóculo de EMA’s, mejorando las características del abono orgánico; concluyendo en lo que concierne al porcentaje de humedad que existe un buen control y manejo de la humedad ya que haciendo las debidas comparaciones entre el abono orgánico producido durante el ensayo, el que se produjo anteriormente en la planta de abono orgánico y según la normativa utilizada, el abono orgánico producido, mantiene un porcentaje superior al 30 %, así también la relación carbono nitrógeno reportó valores muy satisfactorios ya que la normativa utilizada para

realizar las debidas comparaciones exige un rango de 10 a 25 para compost clase A, lo cual hace que el abono orgánico producido en el ensayo y el producido anteriormente estén dentro de dicha normativa.

Proaño, (2008) en su investigación titulada “PRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE CUATRO TIPOS DE ABONOS ORGÁNICOS COMO ALTERNATIVA BIOTECNOLÓGICA DE USO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA FERTILIZACIÓN DE PASTOS”, En la Escuela Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, identificó que preocupa a los gobiernos y a la ciudadanía en general el problema de la contaminación ambiental, en donde los residuales orgánicos al acumularse son sumamente agresivos y causan diversos daños a la ecología en general, estos pueden ser transformados de diversas formas y así convertirse en abono orgánico, en alimento animal ó en biogás, especialmente en países tropicales productores poco eficientes a nivel convencional y en donde por lo tanto la producción alternativa es incuestionable; como objetivo se ha planteado producir y evaluar cuatro tipos de abonos en base a desechos orgánicos agroindustriales para fertilización de pastos, evaluar a nivel de laboratorio la calidad físico - química y microbiológica de los abonos orgánicos obtenidos, determinar los costos de producción y su rentabilidad a través del indicador beneficio / costo, por lo que se propone que la existencia de residuales de este tipo en lugar de verlo como un problema debemos verlo como una oportunidad para aprovecharlos y mediante el uso de la Biotecnología, generar bienes útiles para el sector agropecuario. Refiriéndonos a la agricultura, problemas como la baja producción, los altos costos de los fertilizantes comerciales, su efecto poco amigable sobre el suelo, la erosión, actualmente con la generación de nuevas especies forrajeras mejoradas genéticamente la fertilización es menos exigente así como las necesidades de riego dificultando con ello el proceso de asimilación de fertilizantes químicos, lo que no ocurre con los abonos orgánicos que son asimilados con mucha facilidad por los pastos y los proveen de una cantidad de sustancias que mejoran significativamente su crecimiento y valor nutritivo, que traen consigo un incremento en los beneficios del ganadero o agricultor al reducir los costos de producción de su explotación, se

concluye que los residuos orgánicos agroindustriales tienen un valor intrínseco importante, ya que de estos se pueden obtener bioabonos que pueden ser utilizados como fertilizantes, plaguicidas, bioestimulantes naturales y acondicionadores del suelo, supliendo así la necesidad de fertilizantes químicos, analizados microbiológicamente los bioabonos producidos mostraron cargas altas tanto de aerobios mesófilos totales como de hongos y levaduras, Bokashi alcanzó los mayores valores en ambas categorías de estos análisis con 633333 UFC/g. y 32000 UFC/g. Estas altas cargas microbiológicas favorecen a la biodegradación de materia orgánica del suelo facilitando y diversificando la incorporación de nutrientes a las plantas, dentro de los análisis físico-químicos de los bioabonos los mejores resultados se obtuvieron del compost, tanto en pH, % M.O, N, P,K y relación C:N. mostrando valores dentro de los rangos óptimos para su uso agronómico. Los mejores rendimientos de forraje verde por hectárea de reygrass, se obtuvo al aplicar el bioabono compost, presentando una producción de 18.4 Tnfv/ha/corte, difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos.

Tingos, (2010) en su trabajo de investigación “EVALUACIÓN NUTRIMENTAL DE COMPOST PROVENIENTE DE CUATRO COMBINACIONES DE DESECHOS ORGÀNICOS FRENTE A LA APLICACIÓN DE ECO - ABONAZA EN EL CULTIVO DE LECHUGA” determinó que la erosión es uno de los principales causantes de la degradación de los suelos; en el Ecuador se estima que la pérdida de este recurso por erosión se encuentra entre los 80 a 200 t/ha/año, esta pérdida se asume a las malas prácticas agrícolas y la falta de conocimiento de nuevas tecnologías por parte de los agricultores, por lo que se propone que la presente investigación plantee, evaluar las características cualitativas y cuantitativas de cuatro tipos de compost elaborado a partir de cuatro mezclas de material orgánico producto de las cosechas, planteando como objetivo; determinar las diferencias cuantitativas nutrimentales del compost proveniente de cuatro combinaciones de material orgánico, evaluar la eficacia de los cuatro tipos de compost frente a Eco - abonanza en la producción del cultivo de lechuga, realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio; llegando a las siguientes conclusiones; Al utilizar la mezcla de residuos

de cosecha 40% de maíz más el 40% de fréjol, y 20% de arveja, para la preparación del compost C3, éste determinó el mejor contenido nutrimental y microbiológico en relación a los otros tres tipos de compost, ya que los niveles de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn; y unidades formadoras de colonias de microorganismos benéficos por g/peso seco fueron superiores a los compost C1, C2 y C4 que alcanzaron resultados variables del contenido nutrimental y microbiológicos entre sí, Con la aplicación del (T9) Ecoabonaza en niveles de 180 – 116 - 228.5 kg./ha; N – P 2 O 5 - K₂O (64.56 g/pl.); se obtuvo el mejor comportamiento agronómico ya que fue superior en casi todas las variables de estudio.

Fundamentación filosófica

Generalidades de los EM, Microorganismos Eficientes

En el planeta existen diversas clases de organismos que interactúan con la naturaleza, permitiendo un equilibrio adecuado entre todos los reinos vivientes. Sin embargo, existen algunos tipos de seres que han sido beneficiosos dentro de este proceso, los microorganismos. Estos diminutos seres están presentes en casi todos los rincones de nuestro planeta, dentro de casi todos los procesos existentes, ayudando a mantener el equilibrio de la materia y energía en el ciclo del planeta. Saña, J. Soliva, M. (1998).

La diversificación de estos microorganismos nos lleva a encontrar desde microorganismos parásitos y patógenos tanto de planta, animales y el hombre, hasta microorganismos llamados benéficos, por la gran ayuda que éstos brindan en diversos procesos en algunas áreas de la vida del ser humano. Toro, D. (2005).

Importancia

Los microorganismos son muy importantes dentro del ciclo de transformación de la materia y energía. Se encargan de degradar los restos animales y vegetales, transformándolos en nutrientes indispensables para su

propio metabolismo, además de generar sustancias y minerales que servirán como fuente de energía para otras especies dentro de otros ciclos.

Por tanto, la presencia de los microorganismos saprófitos resulta importante, por cuanto su inexistencia provocaría que muchos procesos naturales no funcionen correctamente y microorganismos patógenos se desarrollen aceleradamente, provocando la proliferación de enfermedades infecciosas para las plantas y animales; además del agotamiento de fuentes de alimento para otros organismos debido al rompimiento de cadenas tróficas.

Taxonomía de los Microorganismos

Como todos los seres vivos, los microorganismos han sido agrupados en un sistema de clasificación taxonómica que nos permite identificarlos de forma sencilla y concisa al momento de estudiarlos o utilizarlos en algún proceso.

El agrupamiento taxonómico se basa en un sistema binomial de nomenclatura que designa un nombre al organismo, utilizando dos palabras latinizadas: la primera indica el género al cual pertenece el individuo, y la segunda indica su especie dentro del género; por ejemplo, *Bacillus thuringiensis*: *Bacillus* (género) y *thuringiensis* (especie) Sin embargo, la taxonomía se encarga de realizar un agrupamiento más completo, haciendo uso de categorías jerarquizadas, que permiten trazar un historial biológico comparativo del organismo con otros. Estas categorías son: Reino, subreino, Tipo o Phylum, subtipo, Clase, subclase, Orden, suborden, Grupo, Familia, subfamilia, Género y Especie. Comúnmente los taxónomos ordenan a todas las especies dentro de estas categorías utilizando caracteres fenotípicos específicos comunes entre los individuos. Puigdomenech, (2005)

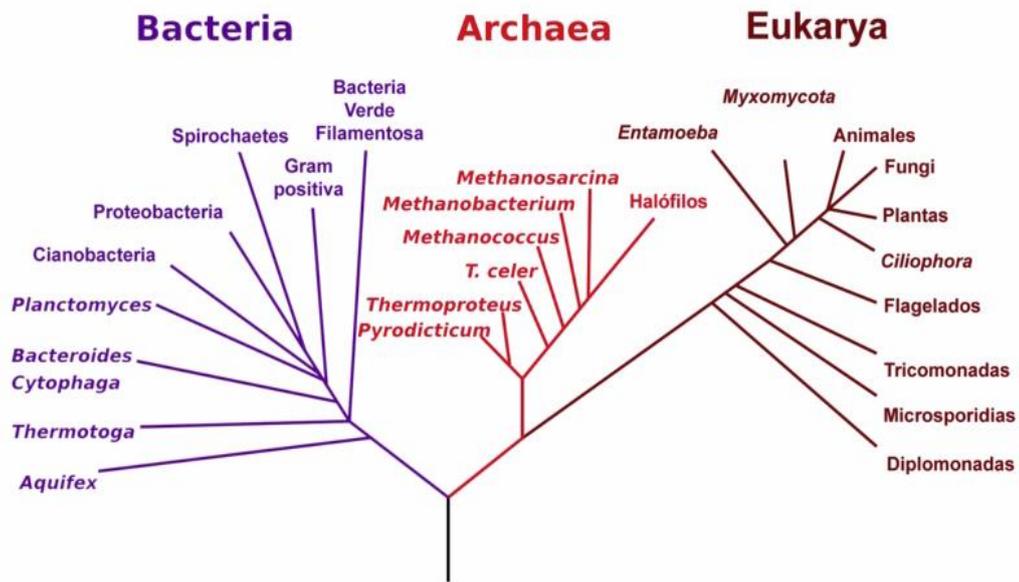
En el caso de los microorganismos, este proceso pudo ser aplicado solo a los hongos y las algas, que son organismos más complejos; las bacterias constituyen la excepción a la clasificación taxonómica por su extrema simplicidad

estructural, dado que todas, sin excepción, son organismos unicelulares con organelos simples.

Esta simplicidad hace que el rango de caracterización se vuelva reducido, y provocaría un erróneo agrupamiento de especies sin similitudes funcionales.

Es por estos que los taxónomos han considerado otros parámetros fisiológicos y bioquímicos de comparación que ayuden, junto con los estructurales, a determinar una correcta clasificación de las bacterias. Actualmente se está recurriendo a la utilización de marcadores moleculares, secuenciación de ácidos nucleicos y la determinación de bases de ADN para lograr una mayor precisión al momento de identificar y clasificar bacterias. Puigdomenech, (2005).

Gracias a esto, se ha desarrollado un nuevo sistema de clasificación denominado Árbol Filogenético (Grafico 2), donde todos los organismos se encuentran agrupados en 3 Categorías Superiores: Eukarya (organismos eucarióticos o pluricelulares), Archaea (organismos unicelulares con mayor relación con los eucarióticos) y Bacteria (organismos unicelulares, propiamente bacterias). De esta forma se puede agrupar mejor las bacterias según sus características morfológicas a nivel de membrana y otros organelos, y según la funcionalidad de estos. Puigdomenech, (2005)



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Bacteria>

Grafico 2. Árbol filogenético para la clasificación de las especies

Toda superficie en este mundo está habitada por microbios. Éstos son los reales gestores de toda forma de vida. Están a cargo de la supervivencia en todas partes, ya sea en el suelo o en el aire, en membranas mucosas y sobre la piel.

En tanto que las superficies estén habitadas por microbios "buenos", no tienen cabida los microbios causantes de enfermedad. Los microbios conforman estructuras sociales muy estables ya que una especie vive tras el término del ciclo metabólico de otra. Este planeta, que una vez fue un lugar desierto e inhabitado, ha sido transformado en un mundo hermoso gracias a los microbios. Estos organismos unicelulares tan despreciados disponen de todo el material genético básico para el desarrollo de organismos multicelulares, plantas, animales y humanos. Restrepo, (2001).

Su tarea primordial en la naturaleza es la de asegurar que todo organismo muerto se convierta en recurso para una nueva vida. Por lo general, esto ocurre en el

suelo, los “intestinos” del mundo vegetal. Las plantas son los únicos seres vivos que digieren su alimento fuera de sus cuerpos, a través de los microbios del suelo.

Los microbios del suelo metabolizan y transforman plantas, animales, humanos, o petróleo derramado, en sustancias que sirven a otras formas de vida. Sin este proceso el mundo se degradaría hasta convertirse en un vertedero gigante.

Los microbios son altamente adaptables y, por ello, garantizan la continuidad de la vida. Cada veinte minutos doblan su población y, en solo seis años, pasan a través de 200.000 generaciones, la misma cantidad que dispuso la humanidad para la adaptación. Por el bien de la estabilidad, los biotopos microbiológicos necesitan todas las especies existentes, incluyendo aquellas que predominan en condiciones de enfermedad; por eso no es sensato dejar que nuestro afán por la “higiene” erradique estas especies. Restrepo, (2001).

Nosotros somos dependientes en un mundo microbiológico equilibrado. En el tracto intestinal, de todas las criaturas con un estómago simple, el número de microbios es tan elevado que cada célula es cuidada por 10 microbios. “La muerte está en los intestinos“, como todos sabemos. Pero también albergan la vida. Más del 80% de nuestra inmunidad se genera en los intestinos. Y cada Macro organismo, humano o animal, a causa del estrés, la polución y los estimulantes, daña a sus microbios generadores de vida. Ésta es la razón por la que los organismos Mayores necesitan un suministro externo de microbios nuevos, a través del aire, la comida y la bebida. Suquilanda, (1996).

Sería sensato que los humanos y los animales se rodeasen de un entorno microbiológico saludable esto es posible con EM. Lo saludable se mantiene y sustenta independientemente. Los biotopos son estables solamente si conviven un gran número de especies. En caso de que surja un problema repentino, la diversidad aumenta las posibilidades de llegar a una solución. Tendría que existir en el aire, en toda superficie y en la piel una mezcla de microbios buenos. Es

importante que un pequeño grupo de organismos beneficiosos preserve su rol dominante. Restrepo, (2001).

Cuando Teruo Higa, profesor de ingeniería agrícola de la universidad de Ryukyus en Okinawa, inició sus experimentos microbiológicos, ya partía con éstas Premisas.

Siguiendo el enfoque convencional, buscaba la mejor variedad microbiológica para mejorar el rendimiento de las cosechas de los agricultores. Cuando utilizó bacterias fotosintéticas, observó una mejora en la calidad de la cosecha, pero sin efectos en la cantidad. Accidentalmente, en una ocasión experimentó con una mezcla de más de 200 microbios, procedentes en su mayoría del procesamiento tradicional de vegetales encurtidos. Con éstos consiguió cosechas mayores, con mejor sabor y de vida más larga. Como es obvio, éstas tenían intrínsecamente mayor estabilidad y se presumió que la misma estabilidad podría impartirse al consumidor del Producto. Suquilanda, (1996)

Con estas tradicionales mezclas microbiológicas el Profesor Higa desarrolló, hace más de veinte años, la composición de los Microorganismos Eficaces, la cual está disponible hoy en día como EM1. EM1 es muy estable, por eso puede conservarse por más de un año a temperaturas normales, entre los 10^oC y 30^oC.

Fundamentación legal

La presente investigación se fundamenta en varios aspectos que contempla la constitución de la República (2008), entre los cuales se puede citar los siguientes:

En el Capítulo cuarto, respecto a los derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades, Art. 57, Literal 8, se señala la necesidad de conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El

Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.

En la sección octava, al respecto de la ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, el Art. 385 menciona que el sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad:

1. Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
2. Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.

En la misma sección, en el Art. 387 se menciona que será responsabilidad del Estado según el literal 2 el promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así construir el buen vivir o *sumak kawsay*. En lo referente a la Biodiversidad, en el Art. 400 se menciona que el Estado ejercerá la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. En este sentido se declara de interés público la conservación de la biodiversidad y todos sus componentes, en particular la biodiversidad agrícola y silvestre y el patrimonio genético del país.

Categorías fundamentales

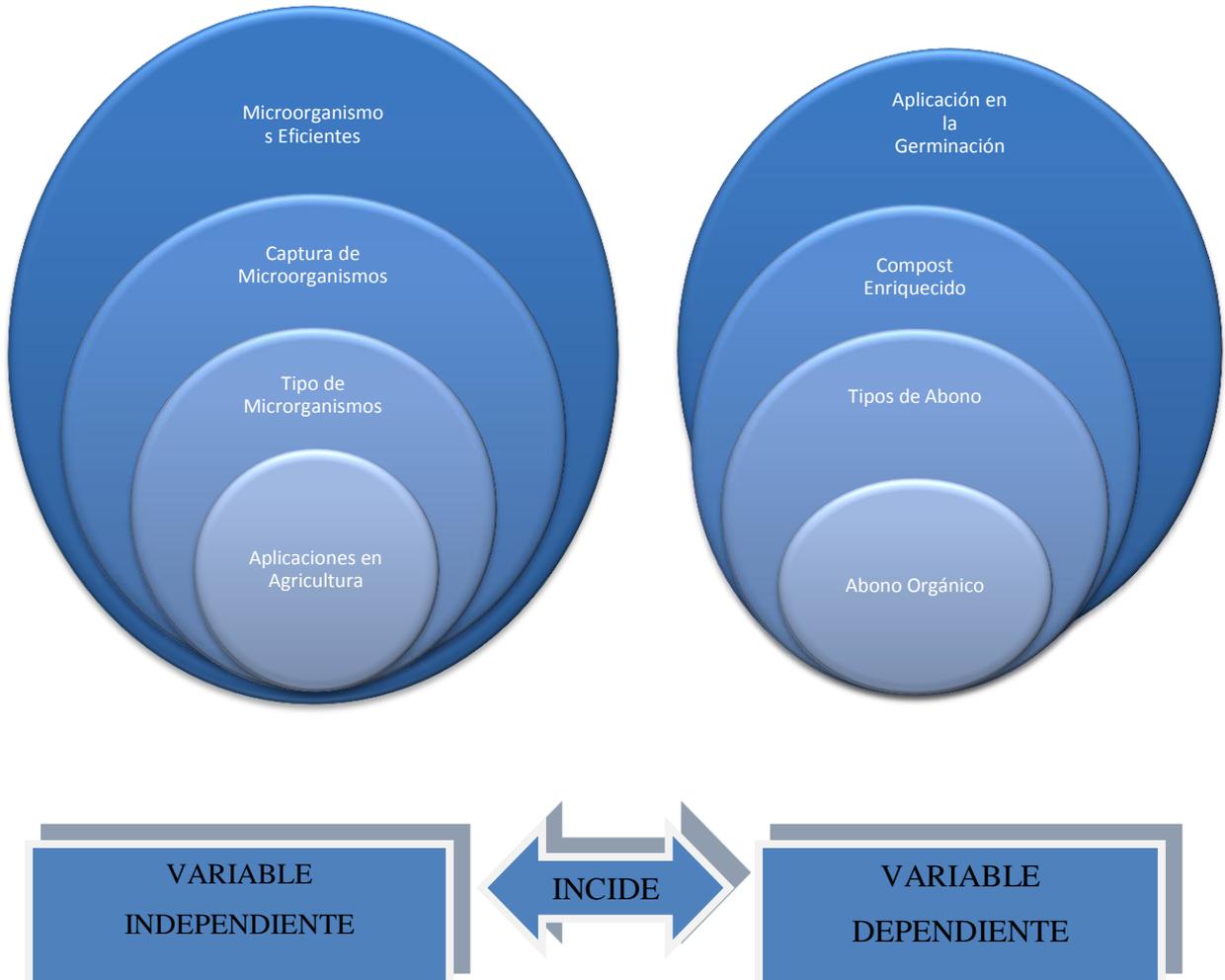


Gráfico 3. Categorización variables independiente y dependiente

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

Categorización de la variable independiente

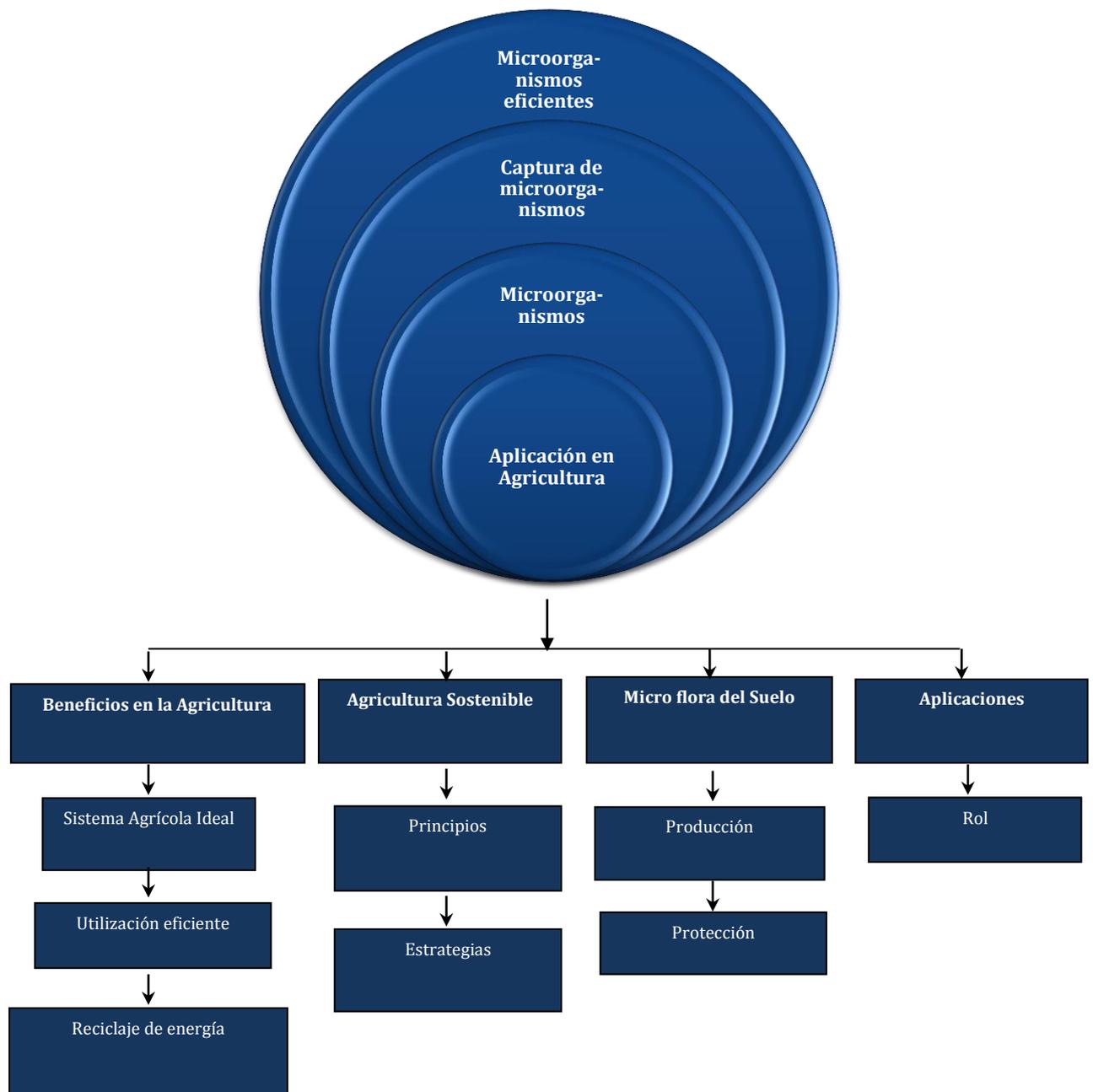


Gráfico 4. Categorización variable independiente

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

Categorización de la variable dependiente

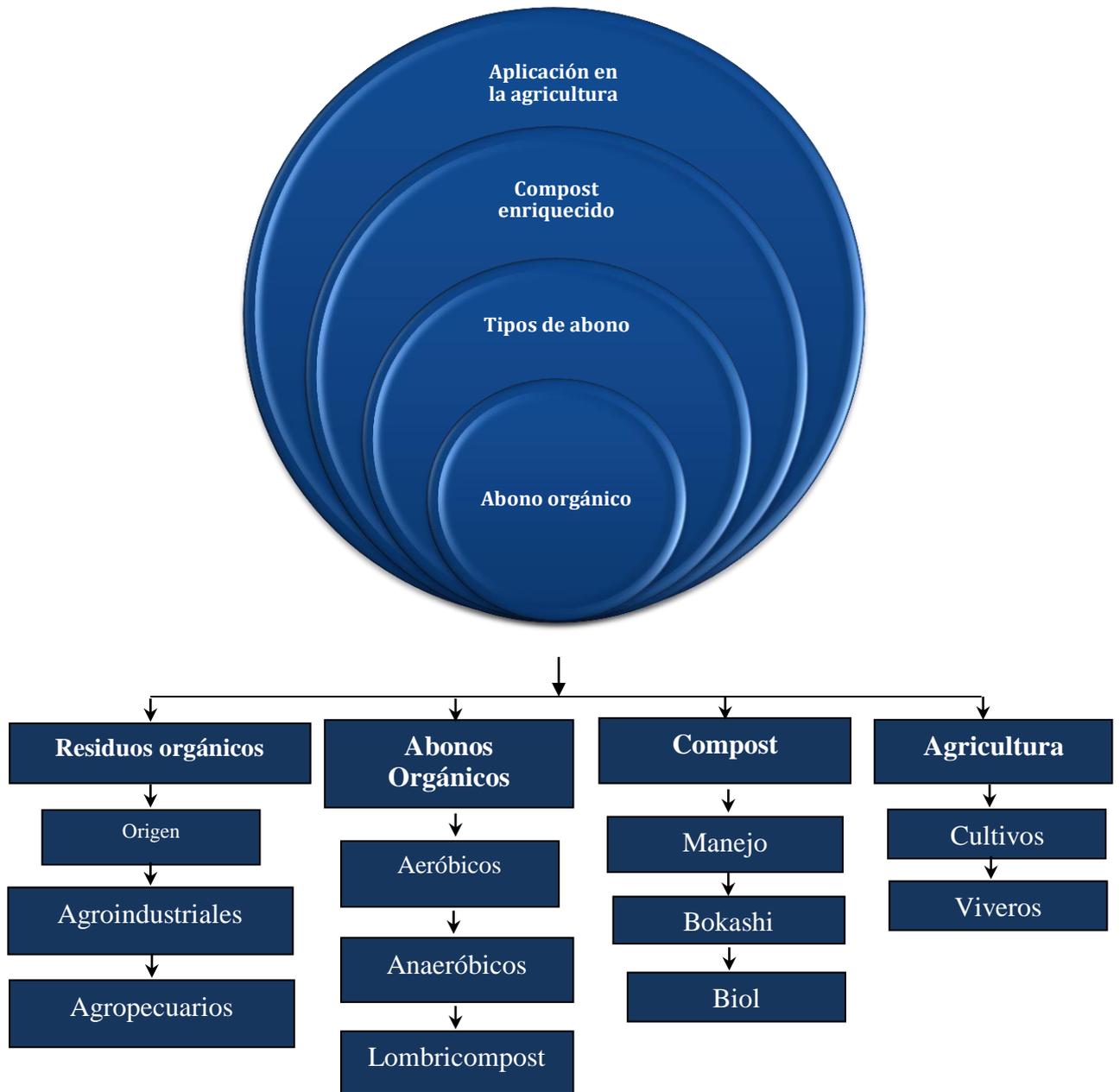


Gráfico 5. Categorización variable dependiente

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

Definición de las categorías

Variable independiente

Los Microorganismos Eficientes en la agricultura

“Los efectos de los microorganismos en los suelos tratados con materia orgánica enriquecida con los EM, está enmarcado en el mejoramiento de las características físicas, químicas, biológicas y supresión de enfermedades. Los EM, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementa la producción de los cultivos y su protección, además conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible”. Gliesman, Stepha, A. (2002).

Se notan los beneficios de tratamientos orgánicos naturales al utilizar microorganismos eficientes en los suelos, porque se aprecia un mejoramiento en las características de los suelos suprimiendo enfermedades, además ayudando al suelo a mejorar en relación a las condiciones físico químicas, incrementando la producción de sus cultivos, teniendo una calidad natural que no afectara a las personas que consuman de los frutos que produzca el suelo, también aportando a una agricultura y medio ambiente sano.

Sistema Agrícola Ideal

“Si el EM se hace parte natural del día a día como lo es el aire y el agua, en otras palabras si practicamos un estilo de vida basado en el uso del EM en todos los aspectos de la vida, entonces inevitablemente vamos “Dejar un planeta limpio para nuestros hijos y nietos” Gliesman, Stepha, A. (2002)

El sistema Agrícola Ideal es sostenible cuando produce en pos del mantenimiento y el mejoramiento de la salud humana, protegiendo el medio ambiente y satisfaciendo las necesidades económicas y de salud de las personas este cometido se puede lograr trabajando con materiales orgánicos como son los

microorganismos eficientes, que ayudan al suelo a cuidarse y a cuidar de las personas que consumen de él, mejorando aún su producción.

Utilización Eficiente

“Una aproximación integral es necesaria para incrementar los niveles de utilización de energía solar por las plantas para que una mayor cantidad de carbono atmosférico pueda ser convertido en un componente útil”. Gliesman, Stepha, A. (2002).

Se debe utilizar todo tipo de energía orgánica que está a nuestro alrededor para no depender de químicos que a la postre pueden dañar los suelos e inclusive la calidad de los productos así como nuestro ecosistema por eso se debe tomar parte en estrategias y optar por todo elemento orgánico siendo el sol nuestra mayor fuente de energía se puede cultivar en lugares estratégicos donde la luminosidad del sol aporte al cultivo del suelo y tenga una mejor producción en el trabajo de alimentar de energía a los suelos teniendo en cuenta que los microorganismos esenciales dependen mucho de la temperatura para adaptarse a un ambiente y sobrevivir en él.

Reciclaje de Energía

“Se debe explorar maneras de reciclar la energía orgánica contenida en residuos de plantas y animales a través de un aprovechamiento directo de moléculas orgánicas por las plantas”. Bautista, C. (1998).

A medida que ha transcurrido el tiempo y la tecnología se han incrementado investigaciones donde indican que todo cuerpo físico está compuesto por moléculas y energía es de este modo el caso de residuos de plantas y animales que tienen un potencial grande de moléculas energéticas que sirven a la agricultura como un ahorro de energía ya que no depende de otras fuentes para la producción sino aprovechar los desechos orgánicos que son la base de una buena producción saludable y natural.

Agricultura Sostenible

“La agricultura en un amplio sentido, no es una empresa que deja todo a la naturaleza excluyendo la intervención. Mejor dicho, es una actividad humana en la cual los productores intentan integrar ciertos factores agroecológicos e insumos para obtener una óptima producción de cultivos animales. De esa manera, es razonable asumir que los productores puedan estar interesados en maneras y mecanismos para controlar microorganismos benéficos del suelo como un importante componente de la agricultura limpia” Gliessman, (2002).

El contexto de agricultura se entiende una estrecha relación entre la naturaleza y el hombre, extendiendo el sentido de una empresa se puede decir que tienen una relación laboral donde el hombre obtiene producción y la naturaleza cuidado, teniendo un sentido de equidad donde el hombre cuida y la naturaleza produce, de esta manera las personas se deben interesar en microorganismos eficientes del suelo como un importante componente de producción y agricultura limpia.

Principios

“El mal y excesivo uso de pesticidas y fertilizantes químicos han, a menudo, afectado adversamente el medio ambiente y creado muchos problemas de seguridad, calidad de los alimentos, salud animal y humana. Consecuentemente, ha estado creciendo el interés por la producción natural y agricultura orgánica tanto en consumidores, como en ambientalistas, siendo una posible alternativa a la agricultura convencional”. Benzing, A. (2001)

Las personas se han dado cuenta que el uso de químicos y fertilizantes afectan de una manera irreversible al suelo de producción de indistintos alimentos, creando problemas de seguridad en la salud de sus consumidores y en la calidad de alimentos, salud animal y medio ambiente, al observar esta situación en la gente ha crecido un principio de producción natural y optar por la agricultura

orgánica tanto en las personas que consumen como en las personas que producen, se nota este principio al hacer compras y ver muchos productos que tienen en sus etiquetas productos orgánicos que es consumidos por las personas al ser lo más saludable que se puede encontrar, tomando una alternativa al consumo y a la agricultura convencional.

Estrategias

“Es importante reconocer que los suelos pueden variar tremendamente como su tipo y número de microorganismos. Estos pueden ser benéficos dañinos para las plantas, predominando uno de los dos, dependiendo del cultivo y las prácticas de manejo que son aplicadas. Se puede hacer énfasis en que la mayoría de los suelos más fértiles y productivos tienen un alto contenido de materia orgánica y generalmente, tienen altas poblaciones de alta diversidad de microorganismos”. Saña, J. Soliva. (1998).

Se debe tomar en cuenta en qué tipo de suelo se está trabajando, para ver la incidencia de microorganismos que pueden estar a favor de una buena producción porque existen diferentes tipos de estos algunos beneficiosos, otros perjudiciales, además de tomar en cuenta de las temperaturas en que se pueden preservar los microorganismos beneficiosos para una producción saludable, y así sustente una buena producción para las personas que se dedican en la agricultura para mantener una buena relación de producción y estabilidad ecológica.

Micro flora del Suelo

“La Microbiología del suelo tiene una estrecha relación con el desarrollo de la producción agrícola y en el centenar de años de su existencia, ha ayudado a resolver muchos problemas, fundamentalmente con la conservación e incremento de la fertilidad de los suelos”. Martinka, D. (2010)

La naturaleza tiene una sabiduría innata donde ella misma se alimenta y produce su alimento con la desintegración de organismos, es necesario que el hombre aprenda de la naturaleza y no busque elementos trastocados en su esencia

como la química que pueden dañar porque siendo el cuerpo parte de la naturaleza concibe bien a lo natural por eso hay que aprovechar las materia orgánicas que nos brinda la naturaleza para dar fertilidad a los suelos y buen funcionamiento al organismo de las personas.

Producción

“Por muchos años, los microbiólogos han tratado de cultivar microorganismos benéficos para usarlos como inoculantes del suelo y sobrellevar los efectos dañinos de organismos fitopatógenos, incluyendo bacterias, hongos y nematodos. Dichos intentos, usualmente, envuelven aplicaciones simples de cultivos puros de microorganismos los cuales han sido insatisfactorios por muchas razones.” Benzing, A. (2001)

Hasta la actualidad no se ha podido crear microorganismos eficientes en la cantidad que sobrevivan a diferentes bacterias dañinas que están en el suelo porque sólo se ha podido producir en menor cantidad y de una estructura físico biológica débil, aprovechada por otro tipo de organismos pero es por un lado provechosos porque los productores necesitan de elementos orgánicos, que pueden ser reutilizados.

Protección

“Para facilitar el establecimiento de los microorganismos inoculados, se requiere que el productor haga ciertos cambios en sus prácticas culturales y de manejo para inducir las condiciones que permitan, su crecimiento y supervivencia además del crecimiento y actividad de los microorganismos nativos patogénicos para las plantas”. Negróni, (2009)

El productor debe otorgar una cierta ayuda a los microorganismos en el son de preservar su ambiente para priorizar su supervivencia, y aumentar su eficacia tomando en cuenta temperaturas en las que se puedan desarrollar y

aumentar su efectividad, además de aportar con elementos patógenos en las plantas.

Definición de la variable dependiente

Residuos Orgánicos

“El compostaje es un proceso natural, donde intervienen microorganismos vivos que necesitan oxígeno para reproducirse y degradar la materia orgánica. Una vez a la semana airea la composta, revolviendo toda la materia para permitir la entrada de oxígeno; no olvides cubrir al final con materia seca”. Cardenas, B. (1998)

Los residuos orgánicos pasan por un proceso natural que se llama compostaje que es donde intervienen microorganismos que elevan los desechos orgánicos a una calidad de abono, para priorizar la producción agrícola dando una eficiente producción de alimentos sanos libres de químicos

Origen

“Uno de los principales generadores son los comercios de alimentación: fruterías y verdulerías, carnicerías, supermercados, mercados fijos y ambulantes, etc. Se generan gran cantidad de excedentes alimentarios derivados de los productos en mal estado o caducados. En la manipulación de los productos también se generan residuos orgánicos de las partes no comercializables. Otro de los principales generadores son los establecimientos de restauración y hostelería: bares y restaurantes, hoteles, comedores colectivos de empresas, etc. La mayoría de estos restos orgánicos se producen en la preparación de comidas o durante su consumo (excedentes no consumidos por los usuarios y restos no consumibles). También se pueden generar residuos de productos en mal estado o caducados. Seoanez, M. (2000)

Podemos notar que los residuos orgánicos son producidos en gran masa en todas partes es aquí donde moran microorganismos que pueden ser aprovechados

por eso es importante tener buenos mecanismos de reciclaje que puedan enviar estos desperdicios a empresas que puedan ser aprovechadas, para reducir el impacto ambiental de la naturaleza para realizar un ciclo donde no se desperdicie nada de los que se produce naturalmente y ya no tengan uso.

Agroindustriales

“Los establecimientos de producción primaria, tambos, feed-lot, explotaciones avícolas -tanto parrilleras como de gallinas ponedoras-; establecimientos de cría y engorde de cerdos generan diariamente cantidades importantes de residuos sólidos y semi-líquidos, con significativa carga orgánica y bacteriana; lo cual requiere un saneamiento adecuado para minimizar su impacto” Seoanez, M. (2000)

Habitualmente los tratamientos precarios que se realizan sobre estos efluentes, sin proyectos sustentables de ingeniería ambiental, pueden contaminar acuíferos, emitir gases de efecto invernadero como el metano que impacta veintiún veces más que el anhídrido carbónico y desperdicios. Los desechos agroindustriales son de naturaleza orgánica y prácticamente están clasificados en origen, lo cual facilita su reciclaje transformando así un problema en una oportunidad; pudiéndose generar energía.

Agropecuarios

“Son todos aquellos residuos que se generan a partir de cultivos de leña o de hierba y los producidos en el desarrollo de actividades propias de estos sectores. Estos desechos se obtienen de los restos de cultivos o de limpiezas que se hacen del campo para evitar las plagas o los incendios y pueden aparecer en estado sólido, como la leña, o en estado líquido, como los purines u otros elementos residuales obtenidos en actividades agropecuarias. Los dos grupos de residuos se generan por necesidades forestales, no energéticas, y son materiales que no tienen calidad suficiente para otras aplicaciones que no sean las energéticas”. Davices y Albrigo. (1999).

Tanto los residuos agrícolas como los forestales presentan una marcada estacionalidad, tanto por el momento de su producción como por la necesidad de retirarlos del campo en el menor tiempo posible para no interferir otras tareas agrícolas, y evitar la propagación de plagas o incendios. Estos residuos, los herbáceos, se ven afectados por la posibilidad de ser empleados en su totalidad o en parte para la alimentación del ganado.

Abonos Orgánicos Sólidos

“No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos”. Negroni, M. (2009).

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos.

Aeróbico

“Las temperaturas pueden superar los 70°C, por eso hay que adicionar microorganismos benéficos continuamente durante los primeros 15 – 21 días de proceso”. Seoanez, M. (2000).

Se utilizan materiales combinados de bajo y alto contenido de humedad; estiércoles, tamo de madera o de arroz, pasto picado, banano, por eso tienen una elevada temperatura pero es aquí donde se proporcionan microorganismos para la producción de abonos fiables para la producción agrícola.

Anaeróbico

“A base de material de desecho de la tala de árboles de madera blanda, más estiércol de ganado vacuno, teniendo un Tiempo de proceso de 150 días“. Martin, D.L Gershuny, G. (1992).

Este tipo de abono se elabora a partir de materiales con bajo contenido de humedad, como por ejemplo harinas de maíz, banano, hueso y yuca, pasta de palmiste y pasta de soya, etc. Se mezclan los materiales según intereses del productor, su proceso es totalmente anaeróbico, mantiene proteínas y minerales, se adiciona microorganismos benéficos

Lombricompost

“Hay que resaltar que un alto porcentaje de los componentes químicos del humus son proporcionados, no por el proceso digestivo de las lombrices, sino por la actividad microbiana que se lleva a cabo durante el periodo de reposo que éste tiene dentro del lecho. Por ejemplo, el 50% del total de los ácidos húmicos que contiene el humus, son proporcionados durante el proceso digestivo y el 50% restante durante el periodo de reposo o maduración”. Saña, J. Soliva, M. (1987).

Se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos. En consecuencia, se encuentra químicamente estabilizada como coloide; el que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Esto puede ocurrir en forma natural a través de los años o en un lapso de horas, tiempo que demora la lombriz en “digerir” lo que come. El humus se obtiene luego de un proceso, cercano a un año, en que la lombriz recicla a través de su tracto intestinal la materia orgánica, comida y defecada, por otras lombrices.

Compost

“El proceso de compostaje tiene la particularidad que es un proceso que se da con elevadas temperaturas. La materia orgánica es utilizada como alimento

por los microorganismos, y es en este proceso de alimentación que la temperatura de la pila se eleva, pudiendo alcanzar los 65 a 70^o C. Para que el proceso se desarrolle normalmente es imprescindible que haya humedad y oxígeno suficientes, ya que los microorganismos encargados de realizar la descomposición de los materiales orgánicos necesitan de estos elementos para vivir”. McGee, (2011).

El compost es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos, es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo (bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc.) en presencia de aire (oxígeno). El abono compostado es un producto estable, que se le llama humus, este abono orgánico se construye con el estiércol de los animales de granja (aves, caballos, vacas, ovejas o cerdos), residuos de cosechas, desperdicios orgánicos domésticos y papel.

Manejo

“Al cabo de un periodo de 4-6 meses de descomposición aeróbica (compostaje), el compost se halla en un estado de semimaduración (con métodos rápidos el periodo se puede acortar hasta los 2 meses). Los componentes orgánicos iniciales aún se pueden reconocer parcialmente y presentan un color marrón oscuro. El compost fresco tiene una actividad biológica elevada y por esto activa los procesos de transformación del suelo. El % de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas es más elevado que en el compost maduro y por lo tanto estimula mucho el crecimiento”. Gliesman, Stepha, A. (2002).

El compost se puede utilizar tanto para el cultivo de huerta como de flores, se puede aplicar maduro o fresco, tamizado o sin pasarlo por el cedazo. Árboles, matorrales y otras plantas tienen necesidades de compost diferentes y presentan un grado de tolerancia también diferente frente al grado de maduración del compost.

Hipótesis

La aplicación de microorganismos eficientes EM, mejorará la calidad del abono orgánico tipo compost y contribuirá a mejorar la emergencia de semillas de cacao, frutepan y naranja

Señalamiento de las variables de la hipótesis

Variables de la hipótesis.

Variable independiente: Microorganismos eficientes (EM)

Variable dependiente: Emergencia de semillas, número de semillas muertas y número de días a la emergencia, de semillas de cacao, frutepan y naranja Washington.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque, modalidad y tipo de investigación

Enfoque

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualicuantitativo, pues se evaluaron variables cualitativas y a su vez fueron mediadas y cuantificadas.

Modalidad básica de la investigación

La presente investigación es de campo y experimental, ya que se manejaron variables tanto en la fase de la elaboración del compost, así como en la evaluación de la germinación semillas de varias especies vegetales; además la sustentación científica, se basó en la investigación bibliográfica-documental.

Nivel o tipo de investigación

Los resultados de proceso investigativo son explicativos y a su vez aplicados, pues pueden ser puestos en práctica inmediatamente por el sector productivo agropecuario.

Ubicación del ensayo

La fase de campo de la presente investigación se realizó en la Granja y Laboratorios del Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica - CIPCA de propiedad de la Universidad Estatal Amazónica. Misma que tiene las siguientes características agroclimáticas: la propiedad está ubicada en las provincias de Pastaza y Napo, cuyo clima es ecuatorial y se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 1° 16' 39" S, Longitud: 77° 58' 16" W, altitud: 775 msnm, con una temperatura que oscila entre 18°C y 32°C y una precipitación promedio anual que supera los 3000 mm; la humedad relativa está entre el 87 al 89 %.

En el sector se encuentran suelos formados predominantemente por sedimentos de arcilla y areniscas, ligeramente gredoso y de poco drenaje, poco profundos, su topografía es ligeramente irregular en la mayor parte plana. Según Cañadas 1988, esta región corresponde a la formación ecológica: Bosque húmedo pluvial pre montano (b.h.p.PM) y Bosque muy húmedo pluvial pre montano (b.m.h.p.PM). Diagnóstico Ecoturístico del Cantón Santa Clara. (2009).

Manejo de la investigación

Captura de microorganismos - EM

Para la captura de los EMas, se procedió a la colocación de trampas captadoras, misma que consistió en 20 g de arroz cocinado sin condimentos, colocados en vasos de plástico de 14 onzas, sellados con una tela nylon y sujetos con una liga, se colocaron de forma que el arroz quedó en contacto con el suelo y se procedió a la captura en diferentes sitios del Centro de investigación postgrado y conservación amazónica CIPCA de propiedad de la Universidad Estatal Amazónica, se colocaron 100 trampas y al cabo de ocho días fueron recolectadas y diluidas en una solución madre de melaza al 10 % mas 50 g de pasta de soya, los sitios seleccionados para la colocación de los capturadores fueron en donde aún no ha intervenido el hombre, en donde hubo hojarasca en descomposición, se escarbó 3 cm de profundidad, se colocaron los capturadores de modo que el arroz quede en contacto con el suelo, esta metodología se empleó por su facilidad de conseguir los insumos y por su sencillez de empleo y por existir experiencias anteriores que han demostrado eficiencia en la captura de EMas, por lo general las trampas captadoras se pueden construir de acuerdo a la disponibilidad de materiales e insumos , lo importante que se debe tener en cuenta es que contengan una alta cantidad de proteína, pudiendo utilizarse cualquier cereal o leguminosa y ser enriquecido con jugos de carne, pescado o cualquier otro material rico en proteína .

Se decidió realizar la captura de los EMas en la Granja del Centro de investigación postgrado y conservación amazónica CIPCA de propiedad de la UEA, en una área aproximada de 18 ha, por cuanto está tiene interés en contar

con información básica para futuras investigaciones y para incorporarlas al proceso enseñanza aprendizaje de los futuros profesionales; por otro lado la granja constituye un escenario que cuenta con sus más de 2000 ha de bosque aún no intervenido, lo que asegura una amplia diversidad microbiológica nativa.

Abono tipo compost enriquecido con microorganismos EM

En la investigación se utilizó compost del programa de abonos orgánicos del CIPCA, mismo que fue elaborado con desechos de las granjas de crianzas de especies menores, aves, cerdos y ganado bovino, además se adicionaron restos vegetales como hojas y tallos picados, con el fin de regular la relación C/N y el proceso de descomposición sea el adecuado, cada cajón de 0,05m de alto por 1m de largo y por 1 m de ancho 0.05 m^3 de compost por unidad experimental, la investigación se llevó a cabo dentro de un invernadero, las unidades experimentales estuvieron cubiertas con polietileno de color negro, en donde se inocularon los EM de acuerdo al sorteo de las repeticiones, previo al establecimiento del ensayo se capturaron los (EM bacterias fotosintéticas), para lo cual se colocaron 20 g de arroz cocinado sin condimentos en un vaso de plástico, se le cubrió con una tela nylon, se le sujetó con una liga de caucho y se colocaron en los sitios en donde aún no ha sido intervenida por el hombre, para este caso y por tratarse de interés didáctico e investigativo de la Universidad Estatal Amazónica las capturas se realizaron en los predios del CIPCA que tiene una extensión de más de 2000 ha de selva virgen.

Para la obtención de las bacterias del ácido láctico se colocaron 10 litros de leche en un recipiente con capacidad para 20 litros y se dejó en descomposición por espacio de 8 días, luego de este tiempo se colocaron las bacterias en una solución madre de melaza más leche al 10% respectivamente y se dejaron por 8 días más, transcurrido este tiempo se procedió a colocar en el compost de acuerdo al sorteo de los tratamientos.

En lo referente a las levaduras, estas fueron adquiridas comercialmente la utilizada en pastelería.

Factores en estudio

- a) EMas capturados "in situ"
- b) Bacterias del acido láctico
- c) Levadura comercial
- d) Mezcla de los anteriores
- e) Testigo

Tratamientos

Para determinar la calidad del abono enriquecido, se aplicaron 5 tratamientos, los mismos que se describen en el cuadro 1

CUADRO 1. TRATAMIENTOS PARA EL ABONO TIPO COMPOST ENRIQUECIDO

Tratamiento	Simbología	Descripción
T1	CEMIS	Compost + EM (Capturado "in situ")
T2	CEMBAL	Compost + EM (Bacterias ácidas lácticas)
T3	CEML	Compost + EM (Levaduras)
T4	CEMZ	Compost + (Mezcla de EM)
T5 (testigo)	CTG	Compost

Esquema de investigación

El esquema del proceso de investigación sobre el abono tipo compost enriquecido, se señala en el gráfico 6.

Tratamientos

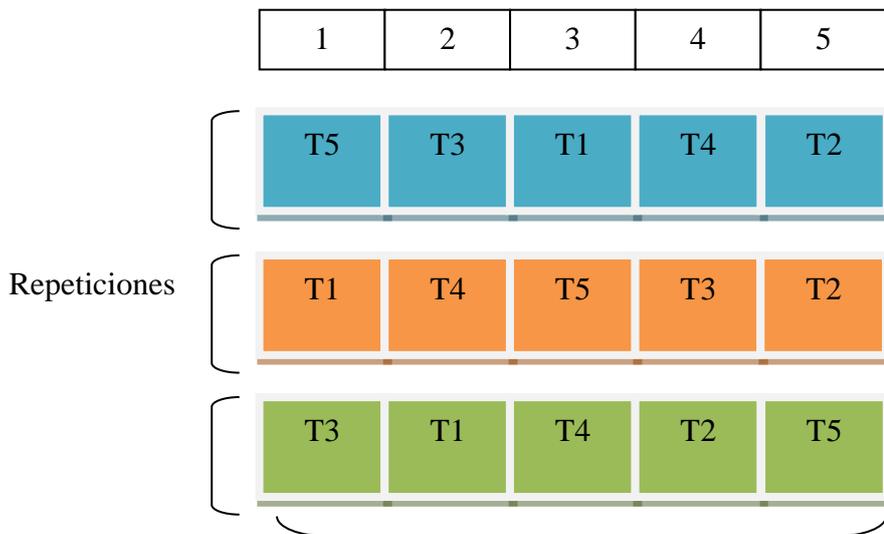


Gráfico 6. Esquema de investigación para el abono tipo compost

El experimento se realizó bajo cubierta en un invernadero del CIPCA, donde la temperatura promedio fue de 28⁰C; se utilizó compost previamente descompuesto, el mismo que fue colocado en cajonetas de madera de un metro cuadrado por 0,05m de alto, cada parcela fue cubierta con plástico de color negro, para posteriormente inocular los EM, estos fueron regados con agua cada dos días. Transcurridos dos semanas de inoculado los EM en el compost se colectaron las muestras de cada uno de los tratamientos, se embalaron 700 g en fundas Ziploc y se enviaron a AGROBIOLAB para su análisis respectivo.

Datos tomados

Para facilitar la toma de datos se realizó un pool de muestras (mezcla) y se envió al laboratorio una muestra de cada tratamiento y se analizaron los siguientes datos:

- Propiedades físicas, en base al contenido de materia orgánica.
- Propiedades químicas, considerando el contenido de macro y micronutrientes, pH y conductividad eléctrica.
- Propiedades microbiológicas, en base al contenido de microorganismos

Siembra de semillas

Para el caso de la germinación y emergencia de las semillas de frute pan, cacao y cítrico (naranja Washington), se procedió primeramente al lavado de las semillas para quitar el mucílago, luego se las colocó en cada uno de los tratamientos de acuerdo al sorteo y se fueron tomando datos de días a la germinación, porcentaje de semillas muertas y días a la emergencia de cada uno de los tratamientos, se utilizó el mismo compost enriquecido con EM.

Previo a la siembra de las semillas se realizó una prueba de geminación de las mismas, obteniéndose un porcentaje de germinación para frutepan de un 65%, para cacao de un 85% y para naranja Washington de un 80%.

Factores en estudio

a. Especie vegetal

- Frutepan (V1)
- Cacao (V2)
- Naranja Washington (V3)

b. Abono enriquecido

- Compost + EM capturado in-situ (C1)
- Compost + Bacterias del ácido láctico (C2)
- Compost + Levadura (C3)
- Compost + Mezcla de las tres anteriores (C4)
- Testigo (solo compost) (C5)

Tratamientos

Para la evaluación del efecto del abono tipo compost se aplicó para cada especie vegetal los tratamientos que se señalan en el cuadro 2.

CUADRO 2. TRATAMIENTOS APLICADOS PARA DETERMINAR EL EFECTO DEL ABONO TIPO COMPOST EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Tratamiento	Simbología	Descripción
T1	C1V	Compost 1 + especie vegetal
T2	C2V	Compost 2 + especie vegetal
T3	C3V	Compost 3 + especie vegetal
T4	C4V	Compost 4 + especie vegetal
T5 (testigo)	C5V	Compost 5 + especie vegetal

V= Especie vegetal

Esquema de investigación

Los esquemas de investigación aplicados con cada especie vegetal se señalan en los gráficos 7, 8 y 9.

Tratamientos

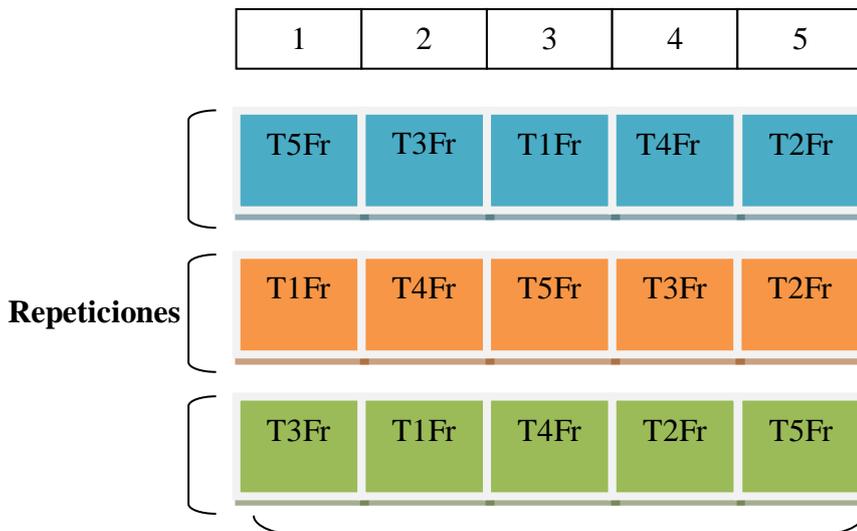


Gráfico 7. Esquema de investigación para la germinación de semillas de frutepan (V1)

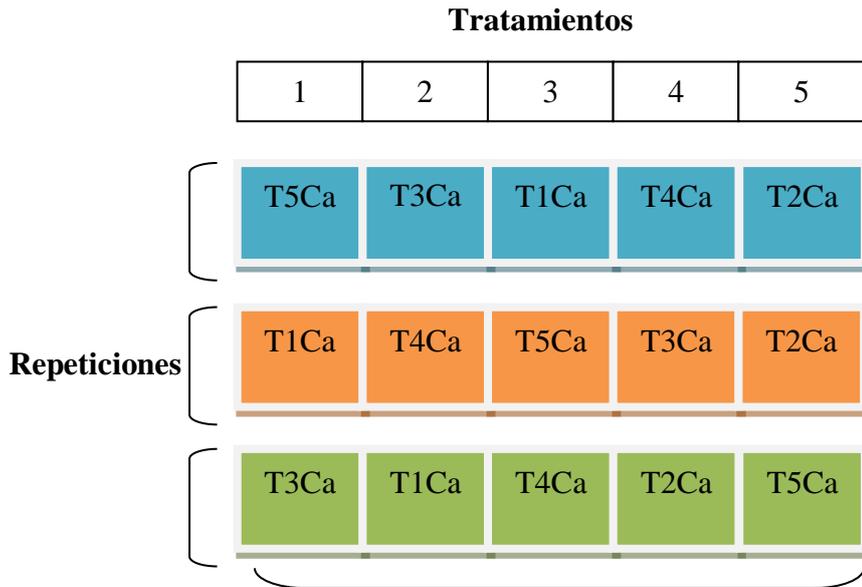


Gráfico 8. Esquema de investigación para la germinación de semillas de cacao (V2)

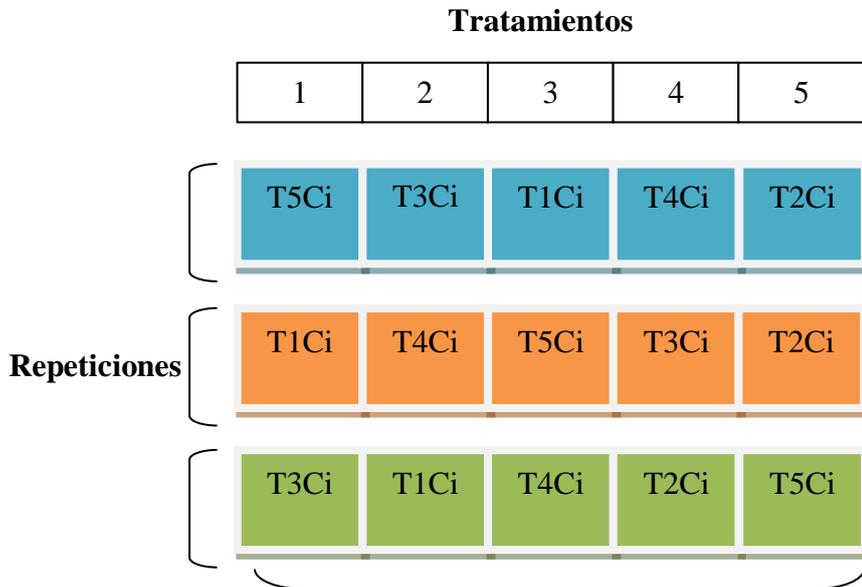


Gráfico 9. Esquema de investigación para la germinación de semillas de naranja Washington (V3)

Diseño experimental

El ensayo se ajustó a un Diseño de Bloques al Azar con 3 repeticiones, además se aplicó la prueba de Duncan al 5 % para los tratamientos que demostraron ser estadísticamente significativos.

Datos tomados

Se tomaron datos de: días a la germinación, porcentaje de plantas emergidas y días al transplante, de cada uno de los tratamientos; se utilizó el mismo compost enriquecido con EM.

Operacionalización de variables, abono tipo compost enriquecido

CUADRO 3. VARIABLE INDEPENDIENTE: MICROORGANISMOS EFICIENTES

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	INDICE
Son microorganismos capturados in situ y que tienen ciertas características para mejorar las propiedades del suelo y abonos.	Métodos de captura	Trampas	Fórmula arroz
	Tipos de microorganismos	Mezcla de EM	Mayor carga microbiológica

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

CUADRO 4. VARIABLE DEPENDIENTE: ABONO ORGÁNICO TIPO COMPOST

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	INDICE
Es la materia orgánica tipo compost obtenida en el CIPCA y enriquecida con diferentes cepas de EM para cambiar sus propiedades físicas, químicas y biológicas	Enriquecimiento del compost con EM	Inoculación de EM Calidad del compost	EM capturado in-situ Bacterias del ácido láctico Levaduras Mezcla de los tres EM Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas.

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

Germinación de semillas

CUADRO 5. VARIABLE DEPENDIENTE: GERMINACIÓN DE SEMILLAS

CONCEPTUALIZACIÓN	CATEGORÍAS	INDICADOR	ÍNDICE
En la aplicación del abono orgánico tipo compost para la germinación de semillas de distintas especies vegetales	Cacao	Germinación	Nº Días
		Plantas muertas	Número
		Transplante	Nº Días
		Emergencia	Porcentaje
	Frutepan	Germinación	Nº Días
		Plantas muertas	Número
		Transplante	Nº Días
		Emergencia	Porcentaje
	Naranja Washington	Germinación	Nº Días
		Plantas muertas	Número
		Transplante	Nº Días
		Emergencia	Porcentaje

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

Plan de procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizó el programa estadístico InfosTat. Se efectuaron los análisis de varianza correspondientes, además se aplicó la prueba de Duncan al 5% para los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas significativas.

Se codificó cada variable de manera coherente y se elaboraron tablas y gráficos para visualizar claramente los resultados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

CAPTURA DE MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

Con el procedimiento ya señalado se procedió a la captura en diferentes sitios del Centro de Investigación Postgrado y Conservación Amazónica CIPCA de propiedad de la Universidad Estatal Amazónica, para lo cual se colocaron 100 trampas y se recolectaron al cabo de ocho días. Los materiales fueron recolectados y diluidos en una solución madre de melaza al 10 % más 50 g de pasta de soya, para luego ser multiplicadas en un tanque con capacidad para 100 litros, el mismo que contenía melaza al 10 %, agua limpia y un kg de pasta de soya, para este caso y por tratarse de interés didáctico e investigativo de la Universidad Estatal Amazónica las capturas se realizaron en aproximadamente 18 ha de los predios del CIPCA que tiene una extensión de más de 2000 ha de selva virgen.

COMPOST ENRIQUECIMIENTO CON EMas, PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS

De forma general podemos mencionar que un compost bien elaborado y de buena calidad mejora las propiedades físicas del suelo, la materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, aumenta su capacidad de retención de agua, mejora las propiedades químicas, aumenta el contenido en macro y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y es la fuente principal de nutrientes.

Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

Propiedades físicas

De acuerdo al análisis el compost enriquecido con EM presenta valores promedios de MO de 31.23 % lo cual es muy significativo, considerando las condiciones de los suelos de la Amazonía que en promedio poseen cantidades de MO de alrededor del 15 al 25%, igualmente presenta valores promedios de 46.56% de humedad, lo cual contribuye a la mejora de la estructura, condición que al ser incorporado al suelo dará soltura a aquellos pesados y compactos, mejorará la porosidad, y por consiguiente la permeabilidad y ventilación, reduciendo la erosión del suelo, incrementando la capacidad de retención de humedad, confiriendo un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calórica.

Propiedades químicas

Sobre la base del análisis realizado al compost enriquecido con EM, utilizando los métodos de absorción atómica, colorimétrica y Kjeldhal, podemos apreciar que los valores obtenidos en el compost para los macro y micro elementos, es muy satisfactorio sus contenidos (ver análisis en anexo 1), mismos que con seguridad contribuirán al incremento de la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrogenada, estabilizando la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón (pH), también inactivando los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción e inhibiendo el crecimiento de microorganismos patógenos que afectan a las plantas.

Al realizar los análisis de laboratorio en relación con el contenido de macro y micronutrientes, conductividad eléctrica, relación carbono/nitrógeno y pH, se presentan en los cuadros 6, 7 y 8.

En el cuadro 6, se observa que el Nitrógeno disponible en el compost aplicado los EM disminuye de 5.66% a 5.18%, esto se puede interpretar debido a que los microorganismos utilizan este elemento para su supervivencia, la enzima responsable de la fijación biológica del nitrógeno (FBN) en las baterías es la nitrogenasa. Para la agricultura orgánica, la FBN es la única fuente de N. Los abonos orgánicos, en cambio, no son fuentes de N, sino solamente formas de

reciclaje. La mayor parte del N en el suelo se encuentra en la materia orgánica (MO). La FBN del N. ahorra energía y con eso recursos naturales y económicos, en cuanto al Fosforo P_2O_5 se mantuvo igual en el 0.69%, la disponibilidad de este elemento depende en buena parte del pH, un pH de 6,0 a 6,5 es óptimo, la reserva de P orgánico tiene en muchos suelos una mayor disponibilidad para los cultivos que las formas inorgánicas, es decir se aprovecha más el P existente en los abonos orgánicos, el Potasio K_2O aumentó de 0.15% al 0.30%, mientras que el Calcio Ca se mantuvo en 2.45%, el Magnesio igual se mantiene con el 0.83% al igual que el sodio 0.7%. Al contrario de lo que ocurre con el N, P y S, no existen reservas orgánicas de estos cuatro elementos en el suelo, por lo que su mayor parte se encuentra en forma estructural, es decir en minerales primarios o secundarios que tienen que pasar por un proceso de meteorización para solubilizarse. Sus principales funciones en las plantas es la absorción, transporte de agua, regulan las estomas, el caso del Mg. Es pieza central de la clorofila, en ribosomas y núcleo, el Ca, forma parte de las paredes celulares, regula hormonas. (Benzing A. 2001)

CUADRO 6. DISPONIBILIDAD DE MACRO NUTRIENTES

Tra	N%	P_2O_5 %	K_2O %	Ca %	Mg. %	Na. %	M.O %	C%	Hum %
T1	0.16	0.92	0.15	2.63	0.83	0.07	29.21	16.9	46.93
T2	6.04	0.69	0.30	2.45	0.83	0.08	32.61	18.9	44.41
T3	5.00	0.69	0.30	2.10	0.62	0.06	25.80	18.4	46.67
T4	5.18	0.69	0.30	2.45	0.83	0.07	30.56	17.7	48.00
T5	5.66	0.69	0.15	2.45	0.83	0.07	32.07	18.6	46.78

Fuente: AGROBIOLAB

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

En el cuadro 7, los micronutrientes están especificados en partes por millón ppm, y de acuerdo a los requerimientos de la mayoría de los cultivos se encuentran en cantidades adecuadas, por lo que podemos manifestar que la inoculación de EM en el compost no incidió de forma significativa en el mejoramiento de la calidad del biofertilizante, puesto que podemos apreciar que la diferencia entre los tratamientos con EM y el sin EM (T5) no difiere de forma

significativa, pero la presencia del Fe en tan altas cantidades hace que el compost tenga que revisarse el calendario de los volteos para airear de forma más adecuada ya que el hierro bajo condiciones reductoras su solubilidad crece drásticamente.

La disponibilidad de los micronutrientes depende en alto grado del pH, y de acuerdo al análisis, nuestro compost presenta un nivel adecuado de este parámetro (6.5), lo que indica que se está utilizando la tecnología apropiada para la elaboración del compost. La regulación del pH (óptimo 6 a 6.5) es muchas veces más eficiente que el suministro de determinados micronutrientes. El abono orgánico es la fuente más importante de estos elementos.

CUADRO 7. DISPONIBILIDAD DE MICRO NUTRIENTES

C	NO ³ . ppm	S. ppm	Zn. ppm	Cu. ppm	Fe. ppm	Mn. ppm	B. ppm
T1	23.10	1114.30	111.00	16.000	8890.00	632.00	0.10
T2	19.20	1166.50	116.00	18.000	9115.00	615.00	0.11
T3	25.80	1173.70	113.00	15.000	8440.00	637.00	0.17
T4	23.10	1140.40	113.00	17.000	9835.00	633.00	0.10
T5	25.10	1144.70	165.00	22.000	9810.00	597.00	0.33

Fuente: AGROBIOLAB

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

CUADRO 8: NIVELES DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, RELACIÓN CARBONO /NITROGENO (C/N) Y pH

Tratamientos	C.E.	C/N	pH
T1	11.14	10.89	6.60
T2	12.48	3.13	6.50
T3	10.87	3.87	6.70
T4	11.88	3.42	6.60
T5	12.05	3.28	6.50

Fuente: AGROBIOLAB

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

El pH se define por la concentración de H* (protones) en una solución. El pH influye sobre todas las características del suelo, tanto la acidez como la alcalinidad tienen efectos negativos sobre las plantas. El pH óptimo para la mayoría de los cultivos se ubica entre 6 y 7, la MO corrige dentro de ciertos límites, tanto la acidez como la alcalinidad, para el caso del compost que se ha analizado se ha logrado aumentar el pH de 6.5 a 6.6 con la inoculación de los EM.

De acuerdo al análisis de las muestras se tiene que los parámetros de C.E. son aceptables para la mayoría de los tratamientos al igual que para los parámetros de la relación carbono nitrógeno, lo cual indica que se está utilizando la tecnología apropiada en el proceso de elaboración del compost (cuadro 8).

Propiedades biológicas

El compost es una fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana, al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

El análisis microbiológico de hongos y bacterias presentes en las muestras se presenta en el anexo 2. En el compost del T1, realizadas en la cámara húmeda y análisis microscópico, se pueden identificar la estructura de los hongos de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*.

Se contabilizó el número de organismos vivos en el compost por el método del hematocytometro y de plato. El resultado fue el siguiente:

El T1 presenta cantidad significativa de bacterias detectadas que van del orden de 1.8×10^6 UFC (Unidades Formadoras de Colonias) por gramo de compost y hongos de 1 UFC *Penicillium*, 15 UFC *Aspergillus* por gramo de compost. Para el T2 el análisis microbiológico presenta estructuras de los hongos, micelios y esporas, y se pudo identificar que los hongos presentes en el compost son: *Penicillium* y *Aspergillus*.

La muestra del T2 de compost presenta cantidad significativa de bacterias detectadas que van del orden de 8×10^3 UFC por gramo de compost, y hongos de 25 UFC *Penicillium* y 2 UFC *Aspergillus* por gramo de compost.

En el análisis de la cantidad de bacterias y hongos del T3 se contabilizó el número de organismos vivos por el método del hematocymetro y de platos y se pudo determinar la presencia significativa de bacterias detectadas que van del orden de 1.5×10^3 UFC por gramo de compost y hongos de 45 UFC de *Penicillium* y 32 UFC de *Aspergillus* por gramo de compost.

En el análisis microbiológico del T4 se contabilizó el número de organismos vivos en el compost por el método del hematocymetro y de platos y se pudo determinar la presencia significativa de bacterias detectadas que van del orden de 1.8×10^3 UFC por gramo de compost y hongos de 12 UFC de *Penicillium* y 6 UFC de *Aspergillus* por gramo de compost.

En el análisis microbiológico del T5 se contabilizó el número de organismos vivos en el compost por el método del hematocymetro y de platos y se pudo determinar la presencia significativa de bacterias detectadas que van del orden de 8×10^3 UFC por gramo de compost y hongos de 35 UFC de *Penicillium* y 29 UFC de *Aspergillus* por gramo de compost.

Para una mejor comprensión de la escritura y notación científica de base diez, por ejemplo 8×10^3 UFC por gramo de compost, significa que existen ocho mil unidades formadoras de colonias de bacterias, por cada gramo de compost, lo cual es muy satisfactorio, pues su elevado nivel determina el grado de existencia de vida en el suelo o en este caso en el compost.

Importancia del género *Aspergillus*

El *Aspergillus* es un género de alrededor de 600 hongos (mohos). Los hongos se pueden clasificar en dos formas morfológicas básicas: las levaduras y

las hifas. El *Aspergillus* es un hongo filamentoso (compuesto de cadenas de células, llamadas hifas). El hábitat natural del *Aspergillus* son el heno y el compostaje, son hongos saprófitos capaces de colonizar y degradar numerosos sustratos como papel, cuero, pinturas o alimentos, a los que además pueden contaminar con micotoxinas; pues algunas de sus especies son los productores más importantes de estas sustancias.

Los hongos filamentosos son un grupo de interés industrial en la producción de enzimas. *Aspergillus* es un organismo ampliamente utilizado en la producción de una gran variedad de glucanasas con un espectro tal que puede lograrse la completa degradación de la celulosa. Las glucanasas son utilizadas en muchos procesos industriales, como bioblanqueo, panificación, extracción y clarificación de jugos, elaboración de alimento animal, industria textil, entre otras. *Aspergillus* muestra algunas ventajas para la producción industrial de enzimas: tiene un alto nivel de producción, presenta buenas propiedades para el cultivo, lo que posibilita la producción a gran escala, sus productos son generalmente considerados como GRAS (generally regarded as safe), lo que permite su aplicación en la industria de alimentos tanto para el hombre y animales. De Vries & Visser, (2001).

Importancia del género *Penicillium*.

Penicillium es un género del reino Fungi. Tiene entre 100 y 150 especies. El *Penicillium* es un género grande y encontrado casi por todas partes, y siendo comúnmente el género de hongos más abundante en los 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.

Por otra parte otras especies de *Penicillium* son beneficiosas para los seres humanos. Los quesos tales como el roquefort, brie, camembert, stilton, etc. se crean a partir de su interacción con algunos *Penicillium* y son absolutamente seguros de comer. La penicilina es producida por el hongo *Penicillium*

chrysogenum, un moho que está en el ambiente y que sirve para el control de otros hongos patógenos que causan enfermedades en los cultivos.

EFECTO DEL ABONO ORGÁNICO ENRIQUECIDO CON EM EN LA BROTACIÓN DE SEMILLAS.

Para el cumplimiento del objetivo tres, se seleccionaron 100 semillas de tres especies amazónicas (Frutepan, *Artocarpus altilis*, cacao *Theobroma cacao L.* y Naranja Washington *Citrus cinensis*) y se pusieron a germinar en sustrato que contenía inoculado los mismos cinco tratamientos evaluados para la calidad del biofertilizante, el experimento se instaló dentro de un invernadero en cajas de madera de un metro cuadrado con 8 cm de compost, la temperatura promedio durante la investigación fue de 32⁰C.

Para el caso de la germinación y emergencia de las semillas de frutepan, cacao y naranja Washington, se procedió primeramente al lavado de las semillas para quitar el mucílago, luego se las colocó en cada uno de los tratamientos de acuerdo al sorteo y se fueron tomando datos de días a la germinación, número de plantas emergidas y días al transplante de cada uno de los tratamientos, se utilizó el mismo compost enriquecido con EM.

Germinación de frutepan (*Artocarpus altilis*.)

CUADRO 9. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE FRUTEPAN *Artocarpus altilis*.

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	3,73	2	1,87	1,96
TRAT	91,60	4	22,90	24,11**
Error	7,60	8	0,95	
Total	102,93	14		

CV = 2,69%

** = Altamente significativo

En cuadro 9, Se reporta el análisis de varianza para la variable días a la germinación de frutepan, con un coeficiente de variación de 2.69%, además se

muestran diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos p (p menor o igual que 0,05).

CUADRO 10. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE FRUTEPAN *Artocarpus altilis*

Tratamientos	Medias	Nivel de significación
T4	33,00	A
T3	34,00	A
T2	36,67	B
T1	38,00	BC
T5	39,67	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

La prueba de Duncan al 5 % para la variable días a la germinación de frute pan (cuadro 10), al analizar los valores promedio se detecta la existencia de tres rangos de significación, observándose que el tratamiento T4 (mezcla de los EM) se ubica en el primer rango ya que presenta el menor número de días a la germinación de las semillas con una media de 33 días, seguido del T3 (levaduras) con un promedio de 34 días, se ubica en el último rango el tratamiento testigo y el T1.

CUADRO 11. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE FRUTE PAN *Artocarpus altilis*.

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	2.13	2	0.07	0.06
TRAT	207,07	4	51,77	48,53**
Error	8,53	8	1,07	
Total	215,73	14		

CV = 1,24%

** = Altamente Significativo

Al realizar el análisis de varianza para la variable plantas emergidas de frutepan, se encontró un CV de 1,24% y diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos p (p menor o igual que 0,05).

CUADRO 12. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE FRUTE PAN *Artocarpus altilis*

Tratamiento	Medias	Nivel de significación
T4	90	A
T3	84	B
T1	81	C
T2	81	C
T5	79,67	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

Al realizar la prueba de Duncan al 5 % para la variable número de plántulas emergidas, podemos apreciar tres rangos de significación, que el tratamiento T4 el que presentó el mayor valor con 90 emergencias a los 33 días después de la siembra, seguido del T3 con 84 plántulas emergidas a los 334 días, además en el último rango se ubican los tratamientos T1, T2 y T5 con valores que oscilan entre 79 y 81 plantas emergidas (cuadro 12).

CUADRO 13. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE PLANTULAS DE FRUTE PAN *Artocarpus altilis*.

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	2.53	2	10.77	0.84
Trat	43,07	4	10,77	7,10*
Error	12,13	8	1,52	
Total	57,73	14		

CV = 1,04%

* = Significativo.

Con los valores del anexo 6, se realizó el análisis de varianza (cuadro 13) para la variable días al transplante de frute pan, observándose un coeficiente de variación de 1.04%, además se registró la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos p (p menor o igual que 0,05).

CUADRO 14. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE FRUTEPAN *Artocarpus altilis*.

Tratamientos	Medias	Nivel sig.
T4	115,33	A
T3	116,33	A
T2	119,00	B
T5	119,33	B
T1	119,33	B

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

La prueba de Duncan al 5% (cuadro 14) para la variable días al transplante de frutepan, registró dos rangos de significación, al comparar los promedios se puede deducir que el T4 que es la mezcla de los tres EMas mas abono orgánico tipo compost, es el más adecuado para germinar semillas de frutepan, pues se ubica en el primer rango con el promedio más bajo de días al transplante (ciento quince), seguido del tratamiento T3 (levaduras), con (116) días al transplante, en tanto que el mayor número de días al transplante, se observó con el tratamiento testigo y el T1.

Germinación de cacao (*Teobroma cacao* L.)

CUADRO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE CACAO *Teobroma cacao* L.

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	4.13	2	2.07	2.53
Trat	7,07	4	1,77	2,16*
Error	6,53	8	0,82	
Total	17,73	14		

CV = 6,22%

*= Significativo

En el cuadro 15 se presenta el análisis de varianza para la variable días a la germinación de cacao, realizados con los valores del anexo 7, de acuerdo con ellos se registró un coeficiente de variación de 4.62% además de diferencias

estadísticas significativas entre el T4 y los demás tratamientos (p menor o igual que 0,05).

CUADRO 16. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE CACAO *Teobroma cacao* L.

Tratamientos	Medias	Nivel de significación
T4	13,33	A
T1	14,33	A
T3	14,67	A
T2	15,00	A
T5	15,33	B

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

En el cuadro 16, se presenta la prueba de Duncan al 5 % para la variable días a la germinación de cacao, observándose dos rangos de significación, siendo el tratamiento T4 (mezcla de los tres EM) el que presenta el mejor tratamiento con el menor número de días a la germinación (13,33), con valores estadísticos similares los tratamientos T3, T1 y T2 en su orden, se ubica en el último rango, el tratamiento testigo con 15,33 días.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE CACAO *Teobroma cacao* L.

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	3.37	2	1.87	0.76
Trat	229,60	4	57,40	23,43**
Error	19,60	8	2,45	
Total	252,93	14		

CV= 1,86%

** = Altamente significativo.

El análisis de varianza para la variable plantas emergidas de cacao, se presenta en cuadro 17, se registró un coeficiente de variación de 1.27% y

diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos, p (p menor o igual que 0,05).

CUADRO 18. PRUEBA DE DUNCAN AL 5 % PARA LA VARIABLE PLANTAS EMERGIDAS DE CACAO *Teobroma cacao* L.

Tratamientos	Medias	Nivel de significación
T4	91,67	A
T3	84	B
T5	83,67	B
T1	81	C
T2	81	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

En el cuadro 18, se presenta la prueba de Duncan al 5 % para la variable plantas emergidas de cacao, se registran tres rangos de significación, ubicándose en el primer rango el tratamiento T4 (mezcla de los tres EM) con 91,67 plantas emergidas, seguidos de los tratamientos T3 y T5, que ubican el segundo rango y en tercer rango los tratamientos T1 y T2 con 81 plantas emergidas.

CUADRO 19. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE PLANTULAS DE CACAO. *Teobroma cacao* L.

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	0.93	2	0.47	0.32
Trat	43,07	4	10,77	7,34*
Error	11,73	8	1,47	
Total	55,73	14		

CV = 1,38%

* = Significativo.

Con los valores del anexo 7, se realizó el análisis de varianza (cuadro 19) para la variable días al transplante de cacao, observándose un coeficiente de variación de 1.38%, además se registró la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos p (p menor o igual que 0,05).

CUADRO 20. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE CACAO. *Teobroma cacao* L.

Tratamientos	Medias	Nivel de significación
T4	84,67	A
T3	86,67	AB
T2	88,00	BC
T5	88,33	C
T1	89,67	C

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

La prueba de Duncan al 5% (cuadro 20) para la variable días al transplante de cacao, registró tres rangos de significación, al comparar los promedios se puede deducir que el T4 que es la mezcla de los tres EMas mas abono orgánico tipo compost, es el más adecuado para germinar semillas de cacao, pues se ubica en el primer rango con el promedio más bajo de días al transplante (84,67), seguido del tratamiento T3 (levaduras), con (86.67) días al transplante, en tanto que el mayor número de días al transplante, se observó con los tratamientos testigo y el T1.

Germinación de naranja Washington (*Citrus cinensis*).

CUADRO 21. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA GERMINACIÓN DE NARANJA WASHINGTON *Citrus cinensis*

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	5.73	2	2.87	1.39
Trat	113.60	4	28.40	19.59**
Error	11,60	8	1.45	
Total	130.92	14		

CV=3,34%

** = Altamente significativo

En el cuadro 21, se presenta el analisis de varianza para la variable días a la germinación de naranja, con coeficiente de variación de 3.34% y diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos p (p menor o igual que 0,05).

**CUADRO 22. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS
A LA GERMINACIÓN DENARANJA WASHINGTON
*Citrus cinensis***

Tratamientos	Medias	Nivel de significación
T4	33	A
T3	34	A
T2	36,67	B
T1	38	BC
T5	39,67	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

Como se puede apreciar en el cuadro 22, la prueba de Duncan al 5% para la variable días a la germinación de las semillas denaranja Washington, con tres rangos de significación, en el primer lugar se ubican los tratamientos T4 y T3 con 33 y 34 días a la germinación, en rangos intermedios se ubicaron el T2 y T1, en tanto que el mayor número de días a la germinación se presentaron en el tratamiento testigo con un promedio de 39,67 días.

Los datos del cuadro 23, presentan el análisis de varianza para la variable plantas emergidas de naranja, con un coeficiente de variación de 2,17% y diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos p (p menor o igual que 0,05).

**CUADRO 23. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE
PLANTAS EMERGIDAS DE NARANJA WASHINGTON
*Citrus cinensis***

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	0.93	2	0.47	0.14
Trat	281.22	4	70.33	20.79**
Error	27.07	8	3.38	
Total	309.33	14		

CV= 2,17%

** = Altamente significativo

**CUADRO 24. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE
PLANTAS EMERGIDAS DE NARANJA WASHINGTON
*Citrus cinensis***

Tratamientos	Medias	Nivel de significación
T4	92.33	A
T3	84	B
T1	81	C
T2	81	C
T5	79,67	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

En el cuadro 24, la prueba de Duncan al 5% para la variable número de plantas emergidas, detectándose tres rangos de significación, en el primer rango encontramos al tratamiento T4, con 92.33 plantas emergidas. Estadísticamente similares y en forma negativa se comportaron los tratamientos T1, T2 y T5 con valores entre 79,67 y 81 plantas emergidas.

**CUADRO 25. ANÁLISIS DE LA VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS
AL TRANSPLANTE DE PLÁNTULAS DE NARANJA
WASHINGTON *Citrus cinensis***

F.V.	SC	gl	CM	F
Rep	0.43	2	0.47	0.14
Trat	33,60	4	8,40	2,55*
Error	26,40	8	3,30	
Total	60,93	14		

CV = 1,56%

* = Significativo.

Con los valores del anexo 8, se realizó el análisis de varianza (cuadro 25) para la variable días al transplante de cacao, observándose un coeficiente de variación de 1.56%, además se registró la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos p (p menor o igual que 0,05).

CUADRO 26. PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS AL TRANSPLANTE DE PLÁNTULAS DE NARANJA WASHINGTON *Citrus cinensis*

Tratamientos	Medias	Nivel sig.
T4	114,00	A
T3	116,00	AB
T2	116,00	AB
T1	116,67	AB
T5	118,67	B

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

La prueba de Duncan al 5% (cuadro 26) para la variable días al transplante de naranja Washington, registró tres rangos de significación, al comparar los promedios se puede deducir que el T4 que es la mezcla de los tres EMas mas abono orgánico tipo compost, es el más adecuado para germinar semillas de naranja Washington, pues se ubica en el primer rango con el promedio más bajo de días al transplante (114), seguido del tratamiento T3 (levaduras), y el T2 (bacterias del ácido láctico) con (116)días al transplante, en tanto que el mayor número de días al transplante, se observó con los tratamientos testigo y el T1.

Verificación de la Hipótesis

Para la verificación de la hipótesis 1, se aplicó la prueba de T – STUDENT, para comparar los valores registrados en los tratamientos T1, T2, T3 y T4 con el testigo T5, la prueba se presenta el cuadro 27. El cual se demuestra que los resultados son similares a excepción de los valores de Zinc, Cobre y Manganeso, por lo que se rechaza la hipótesis de que “La aplicación microorganismos eficientes mejorará la calidad del abono orgánico tipo compost” y se acepta la hipótesis alternativa.

En tanto que la hipótesis de que “la aplicación de compost enriquecido con microorganismos eficientes mejorará la emergencia de semillas de cacao, frutepan y cítricos”, fue comprobada, pues así lo demuestran los resultados registrados en las variables analizadas.

CUADRO 27. VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA HIPÓTESIS PARA CADA PARÁMETRO

Unidad	Parámetro	MUESTRA				REFERENCIA	Media muestral	Desviación estándar de la muestra	_____	COMPARACION PARA CADA PARAMETRO CON VALOR TABULAR: +/- 3,1824
		T1	T2	T3	T4	T5				
%	N	0,16	6,04	5	5,18	5,66	4,10	2,66	-0,5878	No verifica hipótesis
ppm	NO3	23,1	19,2	25,8	23,1	25,1	22,80	2,72	-0,8466	No verifica hipótesis
%	P2O5	0,92	0,69	0,69	0,69	0,69	0,75	0,12	0,5000	No verifica hipótesis
%	K2O	0,15	0,3	0,3	0,3	0,15	0,26	0,07	1,5000	No verifica hipótesis
%	CaO	2,63	2,45	2,1	2,45	2,45	2,41	0,22	-0,1916	No verifica hipótesis
%	MgO	0,83	0,83	0,62	0,83	0,83	0,78	0,11	-0,5000	No verifica hipótesis
%	Na	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,07	0,01	0,0000	No verifica hipótesis
ppm	S	1114,3	1166,5	1173,7	1140,4	1144,7	1148,73	27,04	0,1488	No verifica hipótesis
ppm	Zn	111	116	113	113	165	113,25	2,06	-25,1024	Si verifica hipótesis
ppm	Cu	16000	18000	15000	17000	22000	16500,00	1290,99	-4,2603	Si verifica hipótesis
ppm	Fe	8890	9115	8440	9835	9810	9070,00	582,11	-1,2712	No verifica hipótesis
ppm	Mn	632	615	637	633	597	629,25	9,74	3,3102	Si verifica hipótesis
ppm	B	1	0,11	0,17	0,1	0,33	0,35	0,44	0,0343	No verifica hipótesis
%	MO	29,21	32,61	31,7	30,56	32,07	31,02	1,47	-0,7145	No verifica hipótesis
%	C	16,94	18,91	18,38	17,72	18,6	17,99	0,85	-0,7195	No verifica hipótesis
%	Humedad	46,93	44,41	46,67	48	46,78	46,50	1,51	-0,1839	No verifica hipótesis
mmho	CE	11,14	12,46	10,87	11,88	12,05	11,59	0,72	-0,6410	No verifica hipótesis
	C/N	105,89	3,13	3,67	3,42	3,28	29,03	51,24	0,5025	No verifica hipótesis
	pH	6,6	6,5	6,7	6,6	6,5	6,60	0,08	1,2247	No verifica hipótesis

Elaborado por: Wilfrido Yáñez

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se concluyó que aplicando principios de Biotecnología se capturó, EM Microorganismos Eficientes los mismos que se aprovecharon en los procesos de producción agropecuarios, como en este caso en la producción de plántulas.
- El tratamiento T4, conformado por compost más la mezcla de microorganismos registró la presencia significativa de bacterias que van del orden de 1.8×10^3 UFC por gramo de compost, y hongos de 12 UFC de *Penicillium* y 6 UFC de *Aspergillus* por gramo de compost. En el tratamiento T5, se contabilizó el número de organismos vivos en el compost y se pudo determinar la presencia significativa de bacterias que van del orden de 8×10^3 UFC por gramo de compost y hongos de 35 UFC de *Penicillium* y 29 UFC de *Aspergillus* por gramo de compost.
- Al evaluar el efecto del abono orgánico enriquecido con EM Microorganismos Eficientes en la variable días a la germinación de semillas de tres especies vegetales de la Amazonía ecuatoriana (cacao, frutepan y naranja Washington), se registraron valores promedio para el cacao 13.33 días, para el frutepan 33.66 días y para naranja Washington 33 días.
- De la misma forma se evaluó el efecto de los EMas en las variables días al transplante y porcentaje de plantas emergidas, obteniéndose un promedio de días al transplante de 116,26 para la naranja Washington, de 87.47 para cacao y 117.86 para frutepan, y un porcentaje promedio de plantas emergidas de 90% para naranja Washington, 91.67% para el cacao y 90% para el frutepan.

RECOMENDACIONES

- Identificar y caracterizar los EM (Microorganismos Eficientes) para determinar la especie de los mismos, estableciendo protocolos para su multiplicación.
- Aplicar los biofertilizantes enriquecidos con EM (Microorganismos Eficientes) en los cultivos de interés en la región amazónica, disminuyendo la utilización de plaguicidas tóxicos para el medio ambiente y para brindar así al consumidor un producto más sano y natural, como es el caso de la propuesta adjunta preparada para el cacao, especie de interés para la región amazónica.
- Emplear el biofertilizante enriquecido con EM Microorganismos Eficientes en la brotación de semillas de interés para la región amazónica, como la propuesta preparada para la producción de plantas de cacao en base a los resultados de este proceso de investigación.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

Tema

APLICACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE TIPO COMPOST ENRIQUECIDO CON EMAS A NIVEL DE VIVERO PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE CACAOTEobroma cacao L.

Antecedentes de la propuesta

La falta de un proceso de producción de abono orgánico estandarizado y beneficiado con EM, determina una baja calidad en el abono producido, Medina, (2012).

Según Benzing, A. (2001).preocupa a los gobiernos y a la ciudadanía en general el problema de la contaminación ambiental, en donde los residuales orgánicos al acumularse son sumamente agresivos y causan diversos daños a la ecología en general, estos pueden ser transformados de diversas formas y así convertirse en biofertilizante, en alimento animal o en biogás, especialmente en países tropicales productores poco eficientes a nivel convencional y en donde por lo tanto la producción alternativa es incuestionable, por lo que la existencia de residuales de este tipo en lugar de verlo como un problema debemos verlo como una oportunidad para aprovecharlos y mediante el uso de la Biotecnología generar bienes útiles en este caso para el sector agropecuario, refiriéndonos a la agricultura, problemas como la baja producción, los altos costos de los fertilizantes comerciales, su efecto poco amigable sobre el suelo.

La necesidad de producir plantas de buena calidad y los costos que esto implica, ha hecho que se busquen métodos de producción con insumos de bajo costo y que garanticen una buena salud de las mismas, es el caso de la producción de sustratos enriquecidos con EMas y demás microorganismos que ayuden al productor, por un lado a bajar costos de producción y por otro a obtener plántulas con buen estado fitosanitaria, garantizando así un buen desarrollo del cultivo.

Por lo general en la Amazonía no existen viveros que posibiliten la obtención de plantas de buena calidad, es por eso la necesidad de producir plántulas con una adecuada tecnología, utilizando insumos y materiales de la zona y a bajo costo, por lo que esta propuesta pretende convertirse en un referente en la zona y proveer de plantas con muy buen estado fitosanitario y con un costo razonable.

En la actualidad con la generación de nuevas especies mejoradas genéticamente la fertilización es menos exigente, así como las necesidades de riego, dificultando con ello el proceso de asimilación de fertilizantes químicos, lo que no ocurre con los abonos orgánicos que son asimilados con mucha facilidad por los cultivos y los proveen de una cantidad de nutrientes que mejoran significativamente su crecimiento y valor nutritivo, que traen consigo un incremento en los beneficios del productor al reducir los costos de producción de su explotación, se concluye que los residuos orgánicos agroindustriales tienen un valor intrínseco importante, ya que de estos se pueden obtener biofertilizantes que pueden ser utilizados como fertilizantes de base, plaguicidas, bioestimulantes naturales y acondicionadores del suelo, supliendo así la necesidad de fertilizantes químicos.

La erosión es uno de los principales causantes de la degradación de los suelos; en el Ecuador se estima que la pérdida de este recurso por erosión se encuentra entre los 80 a 200ton/ha/año, esta pérdida se asume a las malas prácticas agrícolas y la falta de conocimiento en nuevas tecnologías para el manejo y conservación del recurso suelo.

Justificación

La agricultura orgánica constituye una parte cada vez más importante del sector agrícola por sus ventajas ambientales y económicas, lo cual nos lleva a pensar que día a día más personas se dan cuenta de lo importante que es consumir alimentos sanos, libres de residuos que la agricultura convencional no les proporciona. De igual manera los agricultores ven que en un corto plazo sus

sistemas tradicionales de cultivo serán cada vez menos sostenibles debido a su alta dependencia de insumos, por lo que la agricultura orgánica se presenta como una opción interesante, en la que sin embargo es fundamental una adecuada fertilidad del suelo para asegurar una producción de calidad. En tal sentido, una alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos pueden ser los Microorganismo Eficientes, los mismos que son un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos, que inoculados al suelo contribuyen a restablecer el equilibrio microbiano, muchas veces deteriorado por las malas prácticas de manejo agronómico; estos a su vez contribuyen a acelerar la descomposición de los desechos orgánicos en el suelo, lo cual incrementa también la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

La demanda de plántulas de buena calidad que posibiliten el establecimiento de cultivos más resistentes al ataque de fito patógenos con lo que se apoya el cambio de la matriz productiva del país, ha hecho que los centros de Educación superior coadyuven en este proceso, por lo que la generación de nuevas tecnologías amigables con el ambiente deben tener mucho impulso, ya que al producir plántulas que garanticen una buena salud de las mismas se disminuye la dependencia de insumos extras a la finca, es el caso de la producción de sustratos enriquecidos con EMAs y demás microorganismos que ayuden al productor, por un lado a bajar costos de producción y por otro a obtener plántulas con buen estado fitosanitaria, garantizando así un buen desarrollo del cultivo.

Objetivo

Aplicar biofertilizante tipo compost enriquecido con EMAS a nivel de vivero para la germinación de semillas de cacao *Teobroma cacao L.*

Análisis de Factibilidad

La aplicación de la presente propuesta es viable por parte de los productores o viveristas, puesto que está orientada a la implementación de una técnica amigable con el ambiente y que se fundamenta en el uso de insumos y materiales de fácil obtención y que los costos de los mismos no serán elevados en comparación con la producción convencional de plántulas.

Fundamentación

En el planeta existen diversas clases de organismos que interactúan con la naturaleza, entre ellos los Microorganismos Eficientes autóctonos, permitiendo un equilibrio adecuado entre todos los reinos vivientes. Sin embargo, existen algunos tipos de seres que han sido beneficiosos dentro de este proceso, los microorganismos. Estos diminutos seres están presentes en casi todos los rincones de nuestro planeta, dentro de casi todos los procesos existentes, ayudando a mantener el equilibrio de la materia y energía en el ciclo del planeta. Hurtado, (2001).

La diversificación de estos microorganismos nos lleva a encontrar desde microorganismos parásitos y patógenos tanto de planta, animales y el hombre, hasta microorganismos llamados benéficos, por la gran ayuda que éstos brindan en diversos procesos en algunas áreas de la vida del ser humano. Hurtado, (2001).

Los microorganismos son muy importantes dentro del ciclo de transformación de la materia y energía. Se encargan de degradar los restos animales y vegetales, transformándolos en nutrientes indispensables para su propio metabolismo, además de generar sustancias y minerales que servirán como fuente de energía para otras especies dentro de otros ciclos.

Por tanto, la presencia de los microorganismos saprófitos resulta importante, por cuanto su inexistencia provocaría que muchos procesos naturales no funcionen correctamente y microorganismos patógenos se desarrollen aceleradamente, provocando la proliferación de enfermedades infecciosas para las plantas y animales; además del agotamiento de fuentes de alimento para otros organismos debido al rompimiento de cadenas tróficas.

Metodología, modelo operativo

Para la preparación de los sustratos se utilizará compost enriquecido al 50% es decir la mitad del material a ser utilizado será compost, más tierra de la

zona al 20 %, material que de estructura al sustrato al 15%, que puede ser cascarilla de arroz o aserrín de maderas suaves y materiales que de permeabilidad al sustrato que puede ser arena o pomina al 15%.

Para una mejor comprensión de la propuesta las cantidades han sido considerados en carretillas, es decir una “fórmula” para 10 carretillas de sustrato, se utilizarán 5 carretillas de compost enriquecido con EMas, de acuerdo a los resultados de la investigación realizada se utilizará una mezcla de los tres EMas, lo que consistió en el tratamiento 4 por ser el que presento los mejores resultados en las variables analizadas, a estos se le añadirán 2 carretillas de tierra de la zona, más 1.5 carretillas de aserrín de madera suave o cascarilla de arroz, más 1.5 carretillas de material que de permeabilidad al sustrato, que puede ser arena o pomina, se mezclan bien todos los materiales, de tal manera que el sustrato sea homogéneo.

Administración

La administración de la propuesta estará bajo la responsabilidad del Centro de Investigación, Postgrado y Conservación Amazónica CIPCA, en donde se instalará el vivero y se transmitirá la tecnología mediante visitas de productores y personas interesadas en la producción de plántulas, para luego ser replicado en otro lugar pero ya bajo la responsabilidad de los beneficiarios o interesados.

Previsión de la evaluación

La evaluación de la eficiencia de la propuesta se lo realizará a través del grado de adopción por parte de los beneficiarios, luego se realizará la verificación del cumplimiento del objetivo, la implementación de aportes recomendadas por los viveristas productores de plántulas de cacao.

MATERIAL DE REFERENCIA

Artículo, 2004. “*Los Microorganismos Eficientes (E.M.) en la Producción Sostenible*”, Revista El Agro Edición 96, Editorial UMINASA S.A., Guayaquil, Ecuador.

Artículo, 2005. “*El Compostaje*”; accesible en worldwide web at <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp>, revisado en Agosto del 2005.

Artículo, 2007. “*Bacterias*”; accesible en worldwide web at <http://es.wikipedia.org/wiki/Bacteria>, revisado en Agosto del 2007

Bautista, C. 1998. *Residuos. Guía Técnico-Jurídica*. Ed. Mundi-Prensa.

Bejar, J. 2010. *Guía para elaborar la Tesis de Grado*. Ambato, Ecuador.

Benzing, A. 200. *Agricultura orgánica- fundamentos para la región andina*. Neckar-Verlag, Villingen- Schwenningen.

Cardenas, B. 1998. *Tratamiento biologico de compuestos organicos*. Semarna: INEGI.

Comisión Europea, 2000. Dirección General de Medio Ambiente. *Ejemplos de Buenas prácticas de compostaje y recogida selectiva de residuos*. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

Davices y Albrigo. 1999. *Enciclopedia de la agricultura y la ganadería*.

Ecomundo. (s.f.). Recuperado el 23 de 03 de 2013, de www.ecocomunidad.org: <http://www.ecocomunidad.org.uy/ecosur/txt/compost.htm>

GAD, Sanata Clara. 2009. *Diagnóstico Ecoturístico del Cantón Santa Clara*.

Guimeno, M. (s.f.). *la marihuana.com*. Recuperado el 23 de 03 de 2013, de <http://www.lamarihuana.com/cultivo/tecnologia-e-m-microorganismos-efectivos>

Gliesman, Stepha, A. 2002. *Agroecología, procesos agroecológicos en agricultura sustentable*, Turrialba, C.R, CATIE.

Hernandez, A. 2009. *Microbiología Industrial*. Madrid: Ileana.

Martinka, D. 2010. Brock *Biology of microorganisms*.

Martin, D.L, Gershuny, G., 1992. *The Rodale Book of Composting*. Ed. Rodale Press.

Nadia El Hage Scialabba, C. H. 2003. *Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria*. Chile: Food & Agriculture Org.

Negrón, M. 2009. *Microbiología Estomatológica, Fundamentos y guía práctica*. Editorial Medica pan-americana, 2da edición, Buenos Aires Argentina

Puigdomenech German, *Taxonomía Bacteriana*; accesible en worldwide web at <http://www.monografias.com/trabajos14/taxonomiabacteriana/axonomia-bacteriana.shtml>, revisado en Agosto del 2005.

Ramon, A. 2002. *Bioquímica de los Microorganismos*. España: Reverte, S.A.

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

Rodríguez, J. M. 2006. *Microorganismos y Salud*. Madrid: Complutense.

Saña, J. Soliva, M., 1987. *El Compostatge, Procés, sistemes i aplicacions*. Colección de Cuadernos de Ecología Aplicada. Ed. Diputación de Barcelona.

Seoanez, M., 2000. *Tratado de Reciclado y Recuperación de productos de los residuos*. Colección Ingeniería de Medio Ambiente. Ed. Mundi-Prensa.

Suquilanda, V. M, 1996. *Agricultura Orgánica, alternativa tecnológica del futuro*, UPS, Fundagro, Quito, Ecuador.

Toro, D. 2005. *Manual para la introducción al laboratorio de microbiología*. Manizales-Colombia: edit. ASEUC.

Torrico, J. C. 2010. *Guía para la Buena Prácticas Ganaderas Experiencias en el Sumapaz-Colombia*. Colombia: Cardona.

Villaseñor, J. 2001. *Eliminación biológica de fósforo en aguas residuales*. Cuenca: La mancha.

Wassenaar, T., 2000. “*Las Bacterias: Más que Patógenos*”; accesible en worldwide web at www.actionbioscience.org, revisado en Agosto del 2007.

Zavala, S. 2012. *Guía a la redacción en el estilo APA*, 6ta edición, UMET, México

ANEXOS 1. ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE NUTRIENTES

 AGROBIOLAB - GRUPO CLÍNICA AGRÍCOLA Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P. Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com COMPOST											
Datos del Cliente						Referencia					
Cliente : UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA Propiedad: UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA Cultivo : COMPOST Ingreso : 15/03/2013 Ensayo: 18/03/2013 No. Lab : Desde: 2606 Hasta : 2610						No. Doc: 46268 Emisión: 22/03/2013 Impreso: 22/03/2013 Página: 1 de 1					
Nombre: T 1											
No. Lab.: 2,606											
N %	NO3 ppm	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	Na %	S ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm
0.16	23.10	0.92	0.15	2.63	0.83	0.07	1114.30	111.00	16.000	8890.00	632.00
B ppm	M. O. %	C %	Humedad %	C. E. mmho	C/N	pH					
0.10	29.21	16.94	46.93	11.14	105.89	6.60					
Nombre: T 2											
No. Lab.: 2,607											
N %	NO3 ppm	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	Na %	S ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm
6.04	19.20	0.69	0.30	2.45	0.83	0.08	1166.50	116.00	18.000	9115.00	615.00
B ppm	M. O. %	C %	Humedad %	C. E. mmho	C/N	pH					
0.11	32.61	18.91	44.41	12.46	3.13	6.50					
Nombre: T 3											
No. Lab.: 2,608											
N %	NO3 ppm	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	Na %	S ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm
5.00	25.80	0.69	0.30	2.10	0.62	0.06	1173.70	113.00	15.000	8440.00	637.00
B ppm	M. O. %	C %	Humedad %	C. E. mmho	C/N	pH					
0.17	31.70	18.38	46.67	10.87	3.67	6.70					
Nombre: T 4											
No. Lab.: 2,609											
N %	NO3 ppm	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	Na %	S ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm
5.18	23.10	0.69	0.30	2.45	0.83	0.07	1140.40	113.00	17.000	9835.00	633.00
B ppm	M. O. %	C %	Humedad %	C. E. mmho	C/N	pH					
0.10	30.56	17.72	48.00	11.88	3.42	6.60					
Nombre: T 5											
No. Lab.: 2,610											
N %	NO3 ppm	P2O5 %	K2O %	CaO %	MgO %	Na %	S ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm
5.66	25.10	0.69	0.15	2.45	0.83	0.07	1144.70	165.00	22.000	9810.00	597.00
B ppm	M. O. %	C %	Humedad %	C. E. mmho	C/N	pH					
0.33	32.07	18.60	46.78	12.05	3.28	6.50					
Símbolo decimal = (.) Métodos: Absorción Atómica, Colorimétrica y Kjeldhal. P (PEE/ABL/35), K (PEE/ABL/36) Resultados corresponden a muestras analizadas, si se va a fotocopiar hacer del documento total. ¡SU EXITO ES NUESTRO!											
										 Dr. Washington A. Padilla G. Ph.D. Director del Laboratorio	

ANEXO 2. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL COMPOST

MUESTRA: Compost MUESTRA 1 (T1)
HOSPEDERO: COMPOST
PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA
FINCA: CIPCA
FECHA RECEPCIÓN: 18-3-2013
FECHA RESPUESTA: 15-4-2013

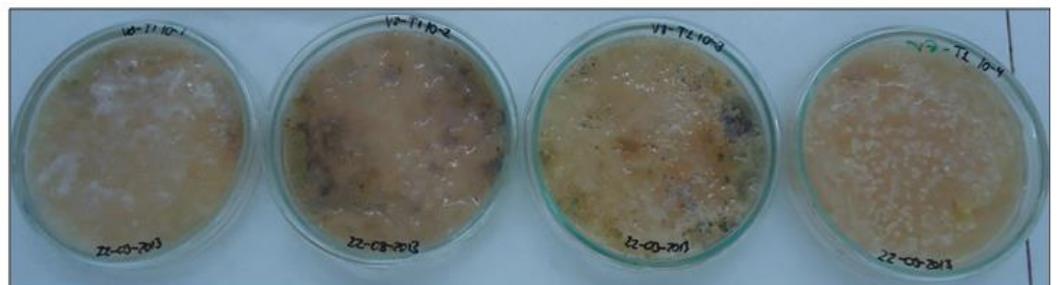
ANÁLISIS DE LABORATORIO REALIZADOS EN CÁMARA HÚMEDA Y OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA

El compost enviado fue filtrado con agua destilada estéril para tener el extracto de compost necesario para los medios de cultivo. Las muestras a diferentes diluciones fueron introducidas en cultivo de los medios Potato Dextro Agar (PDA) y medio V8 modificado con y sin antibiótico. Al incubar las placas a 25°C durante 12 días, se pudo observar un mayoritario crecimiento de hongos y bacterias de diverso fenotipo (Ver abajo).

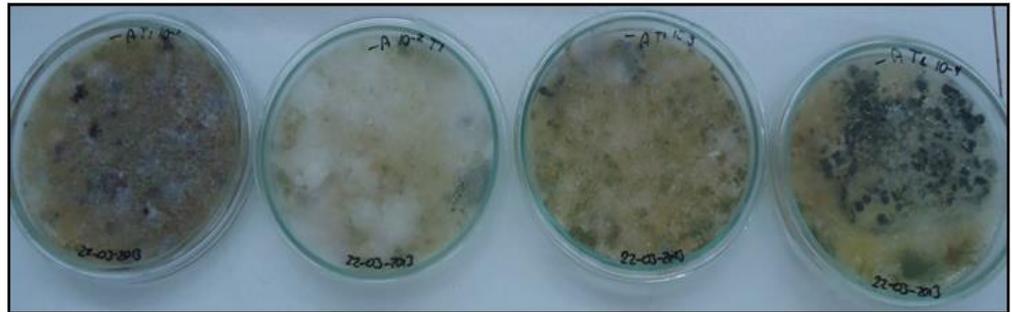
11 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 con antibiótico



T1 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 sin antibiótico



T1 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA sin antibiótico



T1 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA con antibiótico

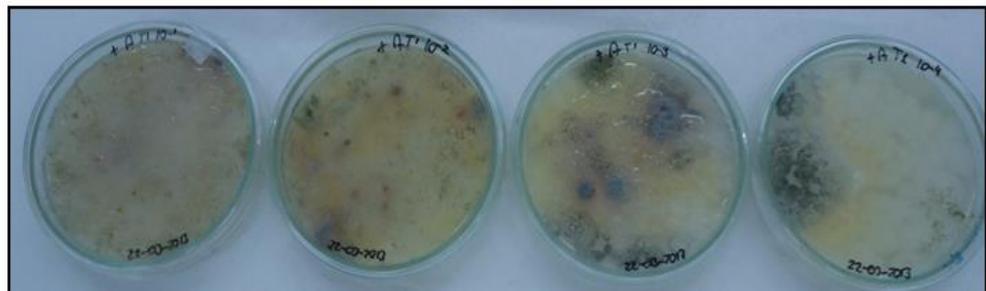


Foto: Aislamiento del hongos y bacterias del extracto de compost

Análisis de la cantidad de bacterias y hongos en el extracto de compost

Se contabilizó el número de organismos vivos en el compost por el método del hematocymetro y de platos. El resultado es el siguiente:

Bacterias: 1.8×10^6 CFU por gramo de compost

Hongos: 1 CFU *Penicillium*, 12 CFU *Fusarium*, y 15CFU *Aspergillus* por gramo de compost

Al observar más detenidamente al microscopio los diferentes hongos se puede identificar la estructura de los hongos, micelios y esporas.

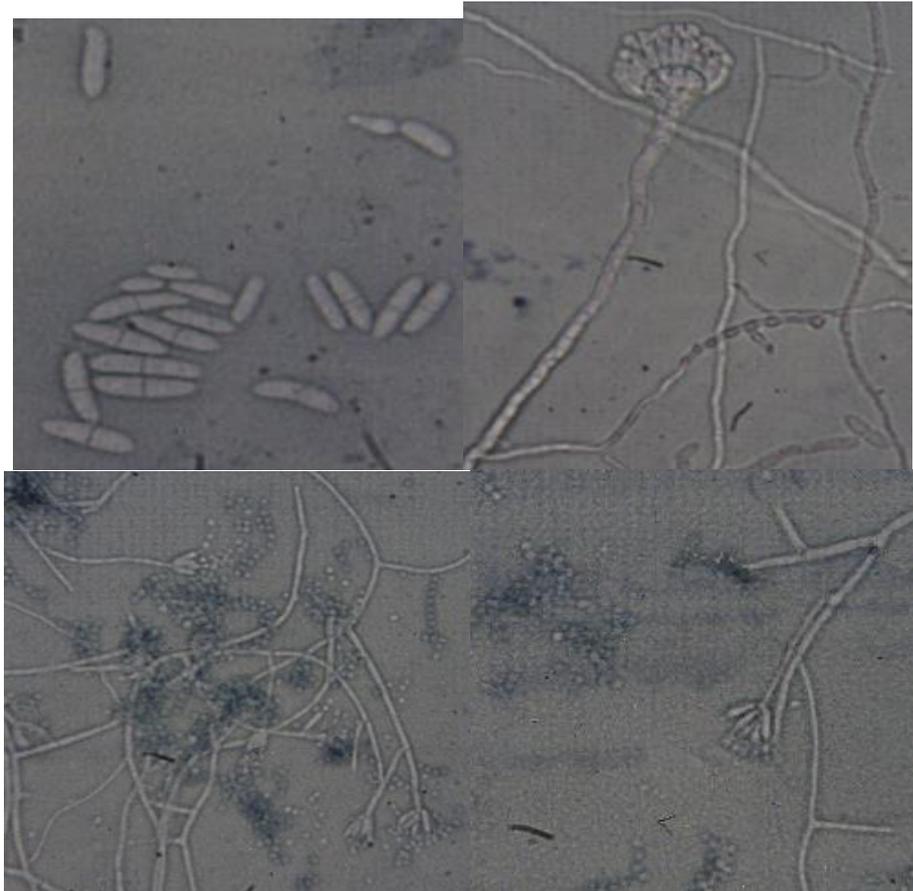


Foto: Algunas de las estructuras analizadas de los platos. Estructura del micelio del hongo *Penicillium*, *Fusarium* y *Aspergillus*

CONCLUSIONES

La muestra de compost enviada presenta, cantidad significativa de bacterias detectadas que van del orden de bacterias 1.8×10^6 CFU por gramo de compost y hongos de 1CFU *Penicillium*, 22 CFU *Fusarium*, y 15 CFU *Aspergillus* por gramo de compost.

MUESTRA: COMPOST, MUESTRA 2 (T2)
HOSPEDERO: COMPOST
PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA
FINCA: CIPCA
FECHA RECEPCIÓN: 18-3-2013
FECHA RESPUESTA: 15-4-2013

ANÁLISIS DE LABORATORIO REALIZADOS EN CÁMARA HÚMEDA Y OBSERVACION MICROSCÓPICA

El COMPOST enviado fue filtrado con agua destilada estéril para tener el extracto de compost necesario para los medios de cultivo. Las muestras a diferentes diluciones fueron introducidas en cultivo de los medios Potato Dextro Agar (PDA) y medio V8 modificado con y sin antibiótico. Al incubar las placas a 25°C durante 12 días, se pudo observar un mayoritario crecimiento de hongos y bacterias de diverso fenotipo (Ver abajo).

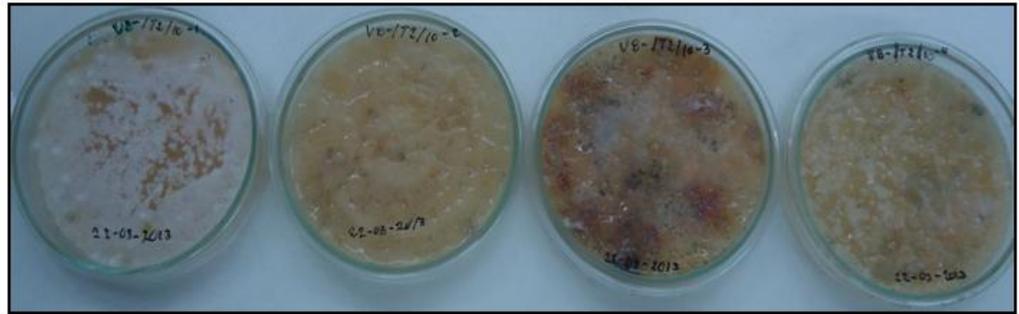
T2 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA con antibiótico



T2 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA sin antibiótico



T2 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 sin antibiótico



T2 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 con antibiótico



Foto: Aislamiento del hongos y bacterias del extracto de compost

Al observar más detenidamente al microscopio los diferentes hongos se puede identificar la estructura de los hongos, micelios y esporas. Y se pudo identificar que los hongos presentes en el compost son:

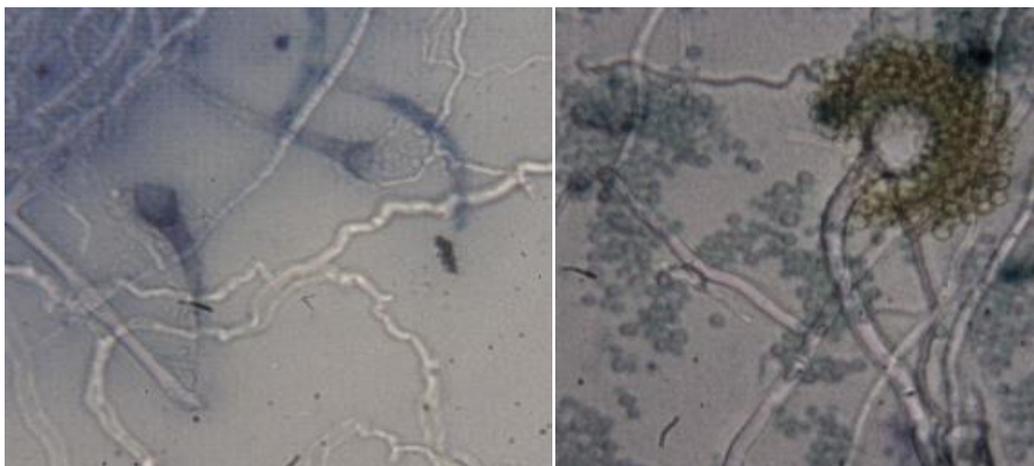


Foto: Algunas de las estructuras analizadas de los platos. Estructura del micelio del hongo *Penicillium*, y *Aspergillus*

Análisis de la cantidad de bacterias y hongos en el extracto de compost

Se contabilizó el número de organismos vivos en el compost por el método del hematocymetro y de platos. El resultado es el siguiente:

Bacterias: 8×10^3 CFU por gramo de compost

Hongos: 25 CFU *Penicillium*, y 2CFU *Aspergillus* por gramo de compost

CONCLUSIONES

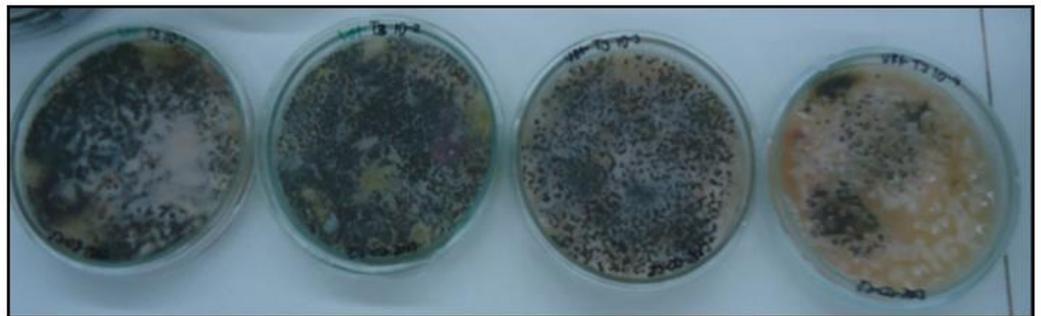
La muestra de compost enviada presenta, cantidad significativa de bacterias detectadas que van del orden de bacterias 8×10^3 CFU por gramo de compost y hongos de 25CFU *Penicillium*, y 2 CFU *Aspergillus* por gramo de compost.

MUESTRA: Compost, MUESTRA 3 (T3)
HOSPEDERO: COMPOST
PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA
FINCA: CIPCA
FECHA RECEPCIÓN: 18-3-2013
FECHA RESPUESTA: 15-4-2013

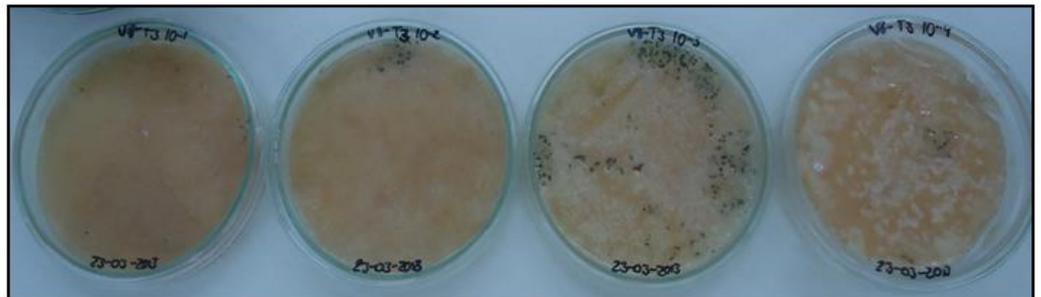
ANÁLISIS DE LABORATORIO REALIZADOS EN CÁMARA HÚMEDA Y OBSERVACION MICROSCÓPICA

El compost enviado fue filtrado con agua destilada estéril para tener el extracto de compost necesario para los medios de cultivo. Las muestras a diferentes diluciones fueron introducidas en cultivo de los medios Potato Dextro Agar (PDA) y medio V8 modificado con y sin antibiótico. Al incubar las placas a 25 °C durante 12 días, se pudo observar un mayoritario crecimiento de hongos y bacterias de diverso fenotipo (Ver abajo).

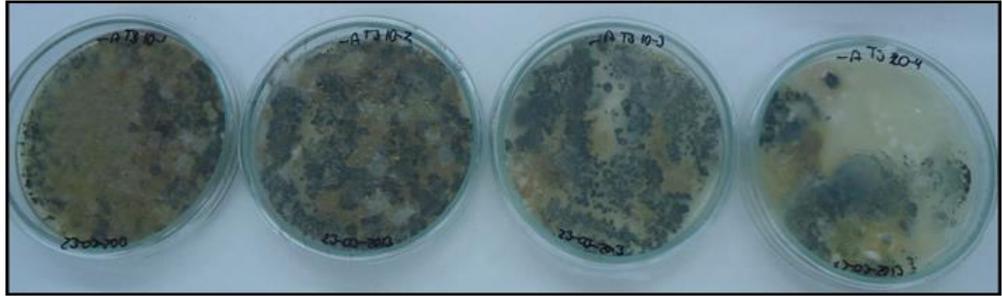
T3 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 con antibiótico



T3 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 sin antibiótico



T3 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA sin antibiótico



T3 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA con antibiótico

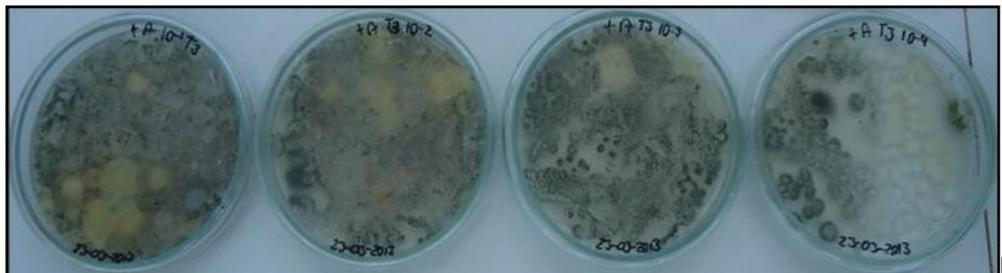


Foto: Aislamiento del hongos y bacterias del extracto de compost

Al observar más detenidamente al microscopio los diferentes hongos se puede identificar la estructura de los hongos, micelios y esporas. Y se pudo identificar que los hongos presentes en el compost son:

Hongos: 45 CFU *Penicillium*, y 32CFU *Aspergillus* por gramo de compost

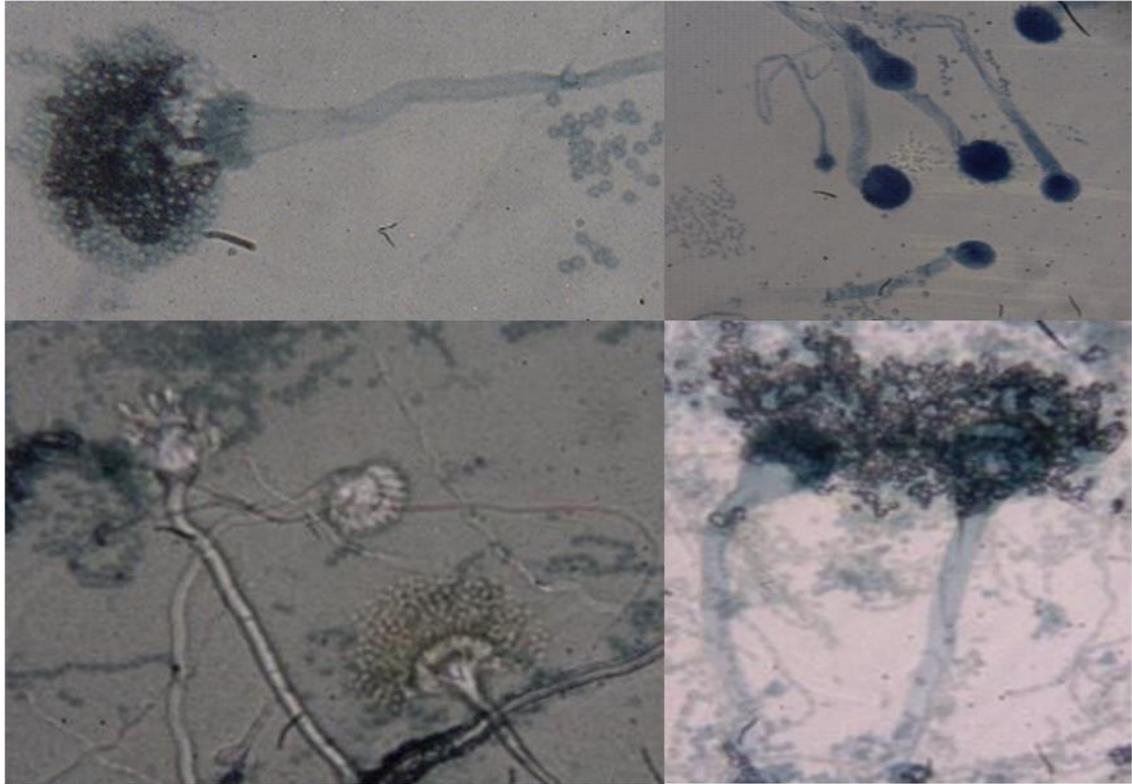


Foto: Algunas de las estructuras analizadas de los platos. Estructura del micelio del hongo *Aspergillus* y *Penicillium*.

Análisis de la cantidad de bacterias y hongos en el extracto de compost

Se contabilizó el número de organismos vivos en el compost por el método del hematocymetro y de platos. El resultado es el siguiente:

Bacterias: 1.5×10^3 CFU por gramo de compost

Hongos: 45 CFU *Penicillium*, y 32CFU *Aspergillus* por gramo de compost

CONCLUSIONES

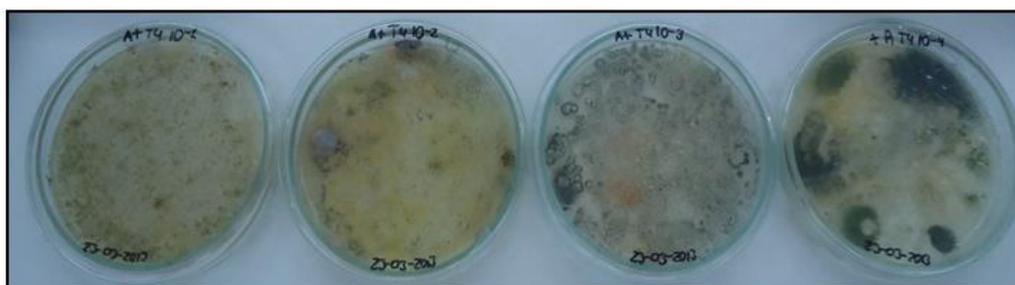
La muestra de compost enviada presenta, cantidad significativa de bacterias detectadas que van del orden de bacterias 1.5×10^3 CFU por gramo de compost y hongos de 45 CFU *Penicillium*, y 32CFU *Aspergillus* por gramo de compost.

MUESTRA: Compost, MUESTRA 4 (T4)
HOSPEDERO: COMPOST
PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA
FINCA: CIPCA
FECHA RECEPCIÓN: 18-3-2013
FECHA RESPUESTA: 15-4-2013

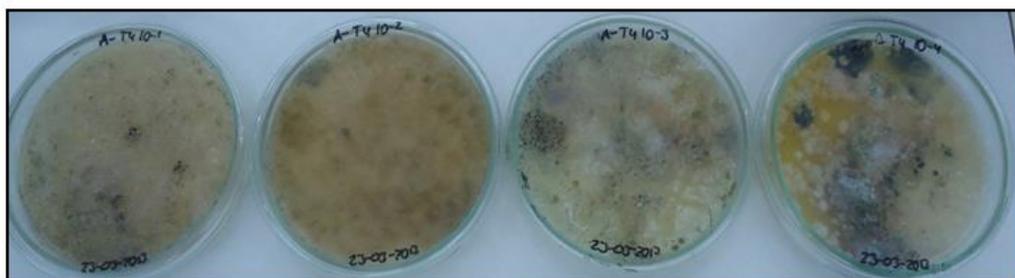
ANÁLISIS DE LABORATORIO REALIZADOS EN CÁMARA HÚMEDA Y OBSERVACION MICROSCÓPICO

El compost enviado fue filtrado con agua destilada estéril para tener el extracto de compost necesario para los medios de cultivo. Las muestras a diferentes diluciones fueron introducidas en cultivo de los medios Potato Dextro Agar (PDA) y medio V8 modificado con y sin antibiótico. Al incubar las placas a 25 °C durante 12 días, se pudo observar un mayoritario crecimiento de hongos y bacterias de diverso fenotipo (Ver abajo).

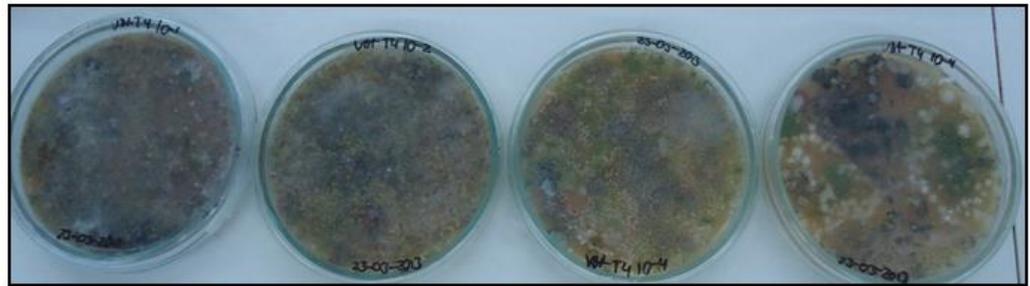
T4 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA con antibiótico



T4 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA sin antibiótico



T4 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 con antibiótico



T4 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 sin antibiótico



Foto: Aislamiento de hongos y bacterias del extracto de compost

Al observar más detenidamente al microscopio los diferentes hongos se puede identificar la estructura de los hongos, micelios y esporas. Y se pudo identificar que los hongos presentes en el compost son:

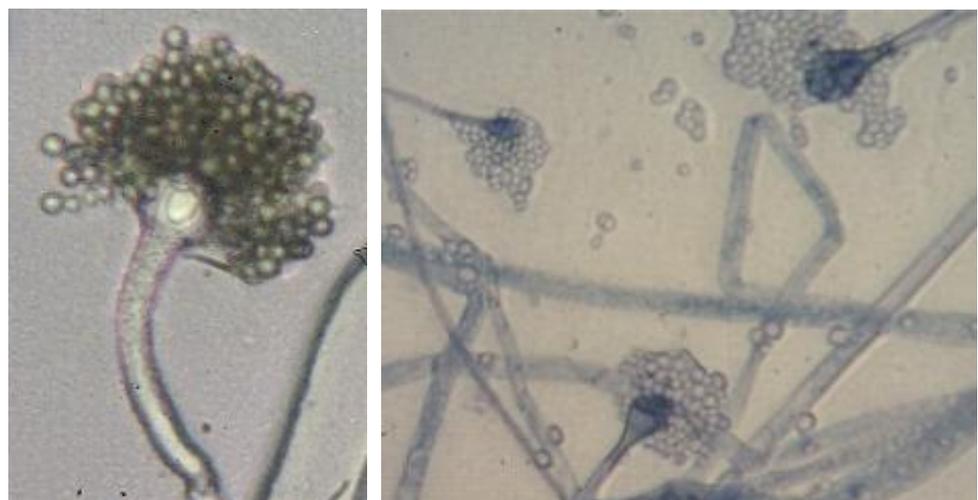


Foto: Algunas de las estructuras analizadas de los platos. Estructura del micelio del hongo *Aspergillus* y *Penicillium*.

Análisis de la cantidad de bacterias y hongos en el extracto de compost

Se contabilizó el número de organismos vivos en el compost por el método del hematocymetro y de platos. El resultado es el siguiente:

Bacterias: 1.8×10^3 CFU por gramo de compost

Hongos: 12 CFU *Penicillium*, y 6 CFU *Aspergillus* por gramo de compost

CONCLUSIONES

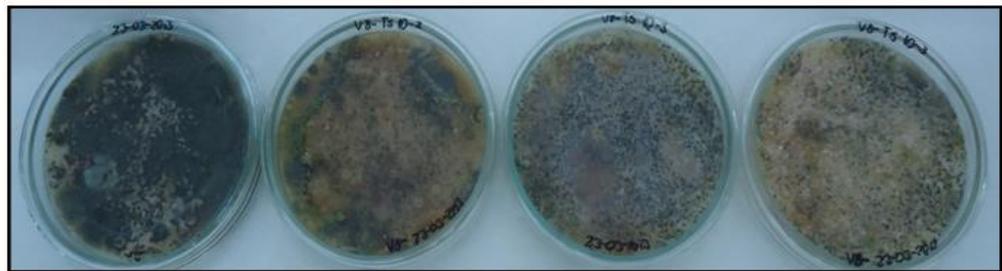
La muestra de compost enviada presenta, cantidad significativa de bacterias detectadas que van del orden de bacterias 1.8×10^3 CFU por gramo de compost por gramo de compost y hongos de 12 CFU *Penicillium*, y 6 CFU *Aspergillus* por gramo de compost.

MUESTRA: Compost, MUESTRA 5 (T5)
HOSPEDERO: COMPOST
PROCEDENCIA: UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA
FINCA: CIPCA
FECHA RECEPCIÓN: 18-3-2013
FECHA RESPUESTA: 15-4-2013

ANÁLISIS DE LABORATORIO REALIZADOS EN CÁMARA HÚMEDA Y OBSERVACION MICROSCÓPICA

El compost enviado fue filtrado con agua destilada estéril para tener el extracto de compost necesario para los medios de cultivo. Las muestras a diferentes diluciones fueron introducidas en cultivo de los medios Potato Dextro Agar (PDA) y medio V8 modificado con y sin antibiótico. Al incubar las placas a 25 °C durante 12 días, se pudo observar un mayoritario crecimiento de hongos y bacterias de diverso fenotipo (Ver abajo).

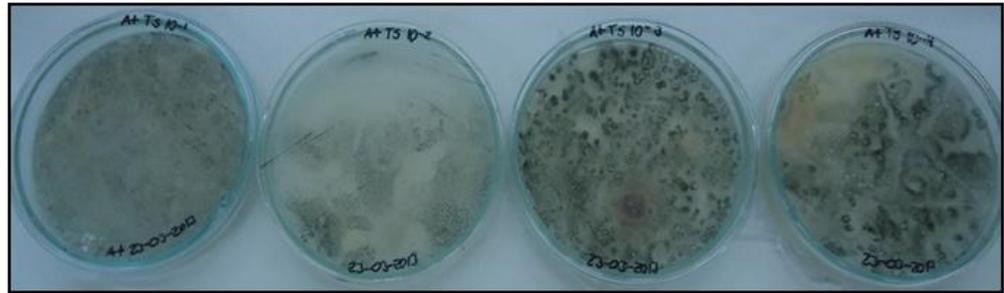
T5 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 sin antibiótico



T5 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA sin antibiótico



T5 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio PDA con antibiótico



T5 diluciones de 10^{-1} a 10^{-4} medio V8 con antibiótico

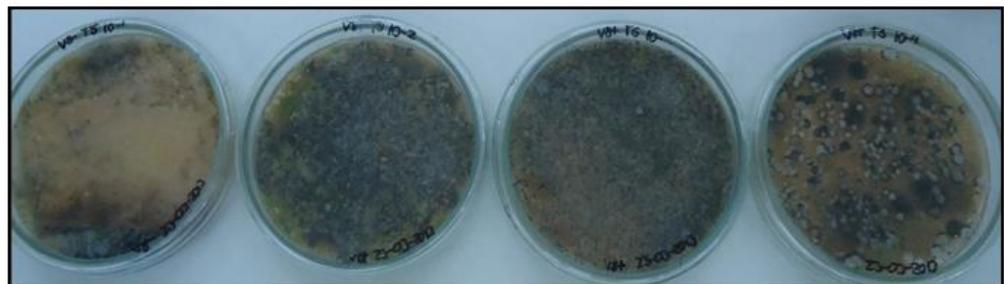


Foto: Aislamiento del hongos y bacterias del extracto de compost

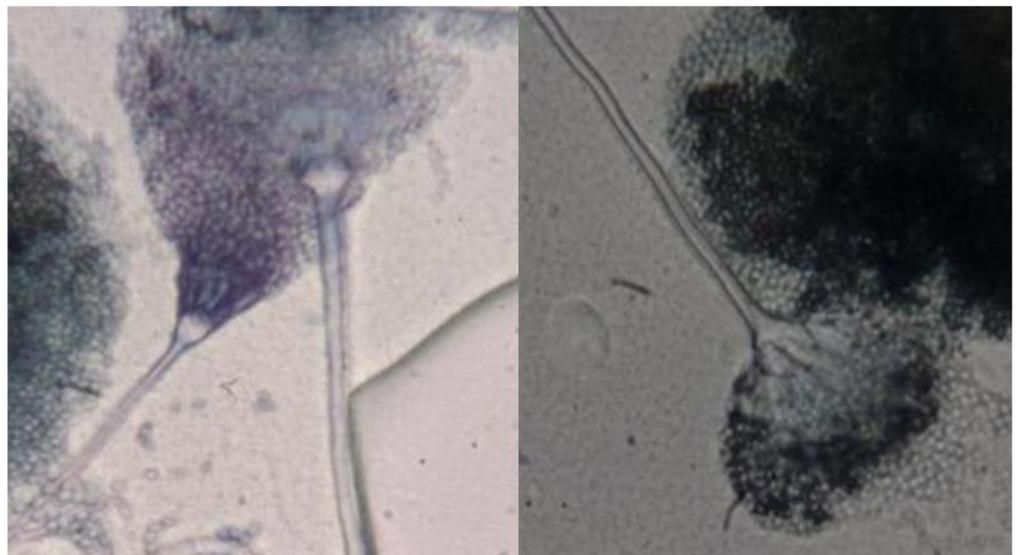


Foto: Algunas de las estructuras analizadas de los platos. Estructura del micelio del hongo *Aspergillus* y *Penicillium*.

Análisis de la cantidad de bacterias y hongos en el extracto de compost

Se contabilizó el número de organismos vivos en el compost por el método del hematocymetro y de platos. El resultado es el siguiente:

Bacterias: 8×10^3 CFU por gramo de compost

Hongos: 35 CFU *Penicillium*, y 29CFU *Aspergillus* por gramo de compost

CONCLUSIONES

La muestra de compost enviada presenta, cantidad significativa de bacterias detectadas que van del orden de bacterias 8×10^3 CFU por gramo de compost y hongos de 35 CFU *Penicillium*, y 29 CFU *Aspergillus* por gramo de compost.

ANEXO 3. MACRO NUTRIENTES REGISTRADOS EN COMPOST ENRIQUECIDO

Tratamientos	N%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	Ca %	Mg %	Na %	MO %	C%	Humedad %
T1	0,16	0,92	0,15	2,63	0,83	0,07	29,21	16,90	46,93
T2	6,04	0,69	0,30	2,45	0,83	0,08	32,61	18,90	44,41
T3	5,00	0,69	0,30	2,10	0,62	0,06	25,80	18,40	46,67
T4	5,18	0,69	0,30	2,45	0,83	0,07	30,56	17,70	48,00
T5	5,66	0,69	0,15	2,45	0,83	0,07	32,07	18,60	46,78

ANEXO 4. MICRO NUTRIENTES REGISTRADOS EN COMPOST ENRIQUECIDO

Tratamientos	NO ³ ppm	S ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm
T1	23.10	1114.30	111.00	16.000	8890.00	632.00	0.10
T2	19.20	1166.50	116.00	18.000	9115.00	615.00	0.11
T3	25.80	1173.70	113.00	15.000	8440.00	637.00	0.17
T4	23.10	1140.40	113.00	17.000	9835.00	633.00	0.10
T5	25.10	1144.70	165.00	22.000	9810.00	597.00	0.33

ANEXO 5. DATOS DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA, RELACIÓN C/N, Y pH

Tratamientos	Conductividad eléctrica	Relación C/N	pH
T1	11,14	10,89	6,6
T2	12,48	3,13	6,5
T3	10,87	3,87	6,7
T4	11,88	3,42	6,6
T5	12,05	3,28	6,5

ANEXO 6. DATOS REGISTRADOS EN LA BROTACIÓN DE FRUTEPAN

REP	TRAT	DIASGER	PLANEMER	DIASTRANS
1	T1	38	82	120
2	T1	37	80	118
3	T1	39	81	120
1	T2	35	80	119
2	T2	38	82	120
3	T2	37	81	118
1	T3	34	84	116
2	T3	33	85	115
3	T3	35	83	118
1	T4	32	90	114
2	T4	34	89	116
3	T4	33	91	116
1	T5	39	80	120
2	T5	40	79	118
3	T5	40	80	120

ANEXO 7. DATOS REGISTRADOS EN LA BROTACIÓN DE CACAO

REP	TRAT	DIASGER	PLANEMER	DIASTRANS
1	T1	13	80	90
2	T1	15	81	90
3	T1	15	82	89
1	T2	15	81	89
2	T2	16	80	88
3	T2	14	82	87
1	T3	13	83	87
2	T3	16	87	88
3	T3	15	82	85
1	T4	13	92	85
2	T4	13	91	84
3	T4	14	92	85
1	T5	15	82	88
2	T5	15	85	87
3	T5	16	84	90

**ANEXO 8. DATOS REGISTRADOS EN LA BROTACIÓN DE NARANJA
WASHINGTON**

REP	TRAT	DIASGER	PLANEMER	DIASTRANS
1	T1	38	85	115
2	T1	37	83	118
3	T1	39	81	117
1	T2	35	80	119
2	T2	38	82	115
3	T2	37	81	114
1	T3	34	88	115
2	T3	33	85	116
3	T3	35	86	117
1	T4	30	92	113
2	T4	34	94	114
3	T4	32	91	115
1	T5	39	80	119
2	T5	40	79	117
3	T5	40	83	120