



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE MEDIO AMBIENTE

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
EN MEDIO AMBIENTE**

TEMA:

**ESTUDIO DE SALUD DEL SUELO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE
COMPOST A BASE DE GRAMÍNEA Y LEGUMINOSA EN EL SITIO
LA PITA MANABÍ - ECUADOR**

AUTORES:

SOLÓRZANO BARÉN DANIEL FABIÁN

VALDEZ DEMERA MARÍA DEL CARMEN

TUTORA:

ING. CUMANDÁ PHILCO VELASCO M.Sc

CALCETA, NOVIEMBRE 2018

DERECHOS DE AUTORÍA

María del Carmen Valdez Demera y Daniel Fabián Solórzano Barén, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual.

MARÍA D. VALDEZ DEMERA

DANIEL F. SOLÓRZANO BARÉN

CERTIFICACIÓN DE TUTORA

Estela Cumandá Philco Velasco certifica haber tutelado la tesis ESTUDIO DE SALUD DEL SUELO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE COMPOST A BASE DE GRAMÍNEA Y LEGUMINOSA EN EL SITIO LA PITA MANABÍ - ECUADOR, que ha sido desarrollada por **María del Carmen Valdez Demera y Daniel Fabián Solórzano Barén**, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. ESTELA CUMANDÁ PHILCO VELASCO, M.Sc.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis ESTUDIO DE SALUD DEL SUELO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE COMPOST A BASE DE GRAMÍNEA Y LEGUMINOSA EN EL SITIO LA PITA MANABÍ - ECUADOR, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **María del Carmen Valdez Demera y Daniel Fabián Solórzano Barén**, previa la obtención del título de ingeniero de Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

DR. ENRIQUE RICHARD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ECON. TEÓDULO ZAMBRANO FARIÁS, M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. LAURA MENDOZA CEDEÑO, M.Sc.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos cada día de vida con amor e infinita misericordia.

A nuestro cuerpo, mente y espíritu que son instrumento que Dios utilizó para cristalizar nuestras metas.

A la ESPAM MFL por habernos abierto sus puertas en esta hermosa región de la patria con el fin de construir un mejor porvenir.

A nuestros profesores, que transmitieron diversidades de conocimientos; que hoy nos consolidan como profesional de Ingeniería en Medio Ambiente.

A mis compañeros y amigos que hicieron mi estadía por esta universidad muy placentera.

Agradecimientos especiales a: nuestra tutora Cumandá Philco, Ing. José Manuel Calderón, Ing. Fabián Peñarrieta, Ing. Katty Zambrano y al Ing. Carlos Larrea por las asesorías proporcionadas a la investigación.

Al Ing. Francisco Velásquez por ser ejemplo de profesionalismo, pero más aun de excelencia humanística, sin duda, maestro, consejero, cómplice y amigo.

A todos ustedes, gracias totales.

Los Autores

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios, a mis padres, Secundino Valdez Quiñonez y María Demera Reyes que con su amor, paciencia y dedicación me han apoyado incondicionalmente a lo largo de mi vida, pues hemos batallado conmigo para alcanzar los retos que me impuesto hasta ahora.

A mis hermanos Julio Cesar, José Joaquín y a mi hermanita del alma María Monserrate.

A Daniel Fabián Solórzano Barén, compañero, amigo y novio; la persona que inspiró esta tesis.

A la memoria de JHOANA ANDREA LOPEZ CUZME (FRESITA) y MARÍA ELENA MACKIFF CHARCOPA (LA NENITA), y aunque sus cuerpos ya no están, sus anhelos siguen latentes.

A la memoria de JOSÉ ALBERTO DEMERA REYES (COMPA) hermano de mi alma, lo hicimos y vamos por más; tú desde el cielo y yo en la tierra hasta que volvamos a estar juntos "COMPA".

MARÍA C. VALDEZ DEMERA

DEDICATORIA

A Dios, por la salud fuerza y paciencia que me da cada día.

A mis padres Tulio Solórzano y Jovita Barén, por toda la fuerza el apoyo y esfuerzo que me brindaron cada día.

A mis hermanas, Holanda Mercedes, Carmen Leonor, María Concepción, Clara Marilú, Ángela Celina, María Isabel, María Dolores, Zoila Candelaria Solórzano Barén, Marcos Tulio, Ramón Bienvenido Solórzano Barén, por su apoyo y palabras de aliento que me inspiraron para seguir en esta etapa universitaria.

A María del Carmen, con todo mi amor y cariño por ser la persona especial que quiero y aprecio mucho, con la que he transitado este camino universitario como, compañeros, amigos y novios.

DANIEL F. SOLÓRZANO BARÉN

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTORA.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1.OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. DEFINICIÓN DE SUELO	5
2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO.....	5
2.1.2. SUELO COMO RECURSO NATURAL.....	5
2.1.3. SUELO COMO CAPITAL NATURAL	6
2.1.4. CAUSAS DEL DETERIORO DE SUELOS.....	7
2.2. ENMIENDA ORGÁNICA	8
2.2.1. ENMIENDA ORGÁNICA PARA MITIGAR PROPIEDADES ADVERSAS DEL SUELO	8

2.2.1. 1. pH	8
2.2.1.2. NIVELES DE NUTRIENTES	9
2.2.1.4. MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO	9
2.2.2 COMPOST	10
2.2.3. LA SALUD DEL SUELO.....	10
2.2.4. MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE COMPOST.....	11
2.2.4.1. COMPOST DE SUPERFICIE	11
2.2.4.2. COMPOSTAJE EN PILAS O MONTONES	11
2.2.4.3. CARBONO VIVIENTE, PRERREQUISITO PARA UN HUMUS VIVIENTE.....	12
2.2.4.4. LEGUMINOSAS Y GRAMÍNEAS EN EL COMPOST	12
2.2.4.5. BENEFICIOS DE LAS LEGUMINOSAS	13
2.2.4.6. LEGUMINOSA PUERARIA O KUDZÚ	13
2.2.5. LA CROMATOGRAFÍA.....	13
2.2.6. VENTAJAS DE LA CROMATOGRAFÍA DE PAPEL.....	14
2.2.7.1. ZONA CENTRAL.....	17
2.2.7.2. ZONA INTERNA.....	18
2.2.7.3. ZONA INTERMEDIA.....	18
2.2.7.4. ZONA EXTERNA	18
2.2.8. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA FERTILIDAD DE CINCO SUELOS CON DIFERENTES MANEJOS ORGÁNICOS Y CONVENCIONALES, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA.....	19
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	20
3.1. UBICACIÓN.....	20
3.2. DURACIÓN	21
3.3. VARIABLES.....	21
3.3.1. INDEPENDIENTE	21

3.3.2. DEPENDIENTE	21
3.4. TRATAMIENTOS	21
3.4.1. INDICADORES.....	21
3.5. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA FASE DE LABORATORIO Y DE CAMPO.....	22
3.7. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	22
3.8. PROCEDIMIENTOS	23
3.8.1. PRIMERA FASE. ELABORACIÓN DEL COMPOST A BASE DE GRAMÍNEA Y LEGUMINOSA	23
3.8.1. SEGUNDA FASE: ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELOS PRE Y POS ENMIENDA MEDIANTE CROMATOGRAFÍA.....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. ELABORACIÓN DEL COMPOST.....	30
4.1.3. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DEL SUELO PRE ENMIENDA.....	32
4.1.2. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DEL SUELO POS ENMIENDA	36
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
5.1. CONCLUSIONES.....	44
5.2. RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS.....	48

CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 2. 1. Manejo Ecológico del Suelo	9
Figura 2. 2. Fuente (Restrepo y Phineiro, 2011).....	15
Figura 2. 3 Identificación enzimática de las principales partes de un cromá... ..	16
Figura 3. 1. Coordenadas de los sitios de investigación	20
Figura 3. 2. Suelos del sitio la pita.....	21
Figura 3. 3. Toma de las muestras de suelo en el Sitio La Pita	25
Cuadro 2. 1. Comparación descriptiva de los parámetros de un cromá.....	17
Cuadro 3. 1. Información global del muestreo	25
Cuadro 4. 1. Resultado de los análisis del compost pre enmienda.....	30
Cuadro 4. 2. Resultado de los análisis pre enmienda.....	32
Cuadro 4. 3. Condensado de los análisis efectuados a las muestras después de la enmienda	36
Foto 4. 1. Cromas compost testigo	30
Foto 4. 2. Cromas del compost para la enmienda 70% L y 30% G	31
Foto 4. 3. Cromas del compost para la enmienda 30% L y 70% G.	31
Foto 4. 4. Cromas de suelo de cacao bajo	33
Foto 4. 5. Cromas de suelo de cacao en pendiente.....	33
Foto 4. 6. Cromas de suelo de café en bajo.	34
Foto 4. 7. Cromas de suelo de café en pendiente.	35
Foto 4. 8. Cromas de la enmienda CCB 70%L + 30%G	37
Foto 4. 9. Cromas de la enmienda CCB 60%L + 40%G	38
Foto 4. 10. Cromas de la enmienda CCP 70%L + 30%G	38
Foto 4. 11. Cromas de la enmienda CCP 40%L + 60%G	39
Foto 4. 12. Cromas de la enmienda CFB 70%L + 30%G.....	40
Foto 4. 13. Cromas de la enmienda CFB 40%L + 60%G.....	41
Foto 4. 14. Cromas de la enmienda CFP 70%L + 30%G.....	41
Foto 4. 15. Cromas de la enmienda CFP 40%L + 60%G.....	42

RESUMEN

La presente investigación evaluó la vida y salud del suelo en el sitio La Pita, valorando la enmienda lograda en unas muestras de suelo con la aplicación de un compost balanceado a base de gramíneas y leguminosas, para lo cual se estableció un diseño completamente al azar (DBCA) bifactorial, el factor A correspondió al tipo de suelo según el cultivo (Cacao y Café), el B a los tratamientos propuestos (leguminosas y gramíneas) y su interacción (T1 = 70% pueraria + 30% saboya y T2 = 30% pueraria + 70% saboya en ambos casos de cultivo). Su eficiencia se determinó con análisis cromatográfico a las muestras pre y pos enmienda, luego de aplicada la enmienda. Los resultados muestran en la fase de pre enmienda que existe baja disponibilidad nutricional, mala evolución de radicación, y baja actividad microbiana mientras que en las muestras pos enmienda que hay una mejora en la aireación y en la disminución de compactación causada por animales, así como una alta actividad biológica y de oxidación. Se concluye que los análisis de las muestras correspondientes a los cultivos de café y cacao establecidos en las zonas con pendiente, presentaron niveles bajos de nutrientes frente a los suelos de los cultivos en zonas planas. El uso de gramíneas y leguminosas en forma de compost como enmienda de los suelos, favorece notablemente la presencia de elementos ventajosos en el compost para la obtención de nutrientes, lo que mejora la calidad del suelo notablemente.

Palabras clave: Enmienda biológica, combinación de leguminosas y gramíneas, compost, suelos

ABSTRACT

The present investigation evaluated the life and health of the soil in La Pita site, assessing the amendment achieved in some soil samples with the application of a balanced compost based on grasses and legumes, for which a completely randomized design was established (DBCA), Factor A corresponded to the type of soil according to the crop (Cocoa and Coffee), B to the proposed treatments (legumes and grasses) and their interaction (T1 = 70% pueraria + 30% Savoy and T2 = 30% pueraria + 70% savoy in both cases of cultivation). Its efficiency was determined with chromatographic analysis of the pre and post amendment samples, after the amendment was applied. The results show in the pre-amendment phase that there is low nutritional availability, poor evolution of radiation, and low microbial activity, while in post-amendment samples there is an improvement in aeration and in the reduction of compaction caused by animals, as well as high biological and oxidation activity. It is concluded that the analysis of the samples corresponding to the coffee and cocoa crops established in the sloping areas, presented low levels of nutrients against the soils of the crops in flat areas and that the use of grasses and legumes in the form of compost as an amendment of the soils, it notably favors the presence of advantageous elements in the compost for the obtaining of nutrients, which improves the quality of the soil remarkably.

Key words: biological amendment, combination of legumes and grasses, compost, soils.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los suelos del mundo se están deteriorando rápidamente debido a la erosión, el agotamiento de los nutrientes, la pérdida de carbono orgánico, el sellado del suelo y otras amenazas, pero esta tendencia puede revertirse siempre que los países tomen la iniciativa en la promoción de prácticas de manejo sostenible y el uso de tecnologías apropiadas según lo expuesto por la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013).

Lal, (1994) expresa que el manejo sustentable de los recursos naturales es una preocupación mundial, ya que la producción alimentaria constituye una necesidad básica y fundamental que garantiza la seguridad alimentaria del ser humano. El cuidado, uso y racionamiento del suelo y agua como recursos prioritarios, es primordial y de allí, es indiscutible trabajar en la fertilidad del suelo que determinan la capacidad de éste para sostener el desarrollo de la vegetación (Suquilanda, 2008)

En el Ecuador y el mundo existen extensiones de áreas de tierra que han sido afectadas por procesos de degradación acelerada, debido a la deforestación causando compactación, robustez, acidificación, disminución de la fertilidad natural de la materia orgánica del suelo (Lal, 1994).

El cantón Bolívar, está entre las zonas ganaderas más importantes de la provincia, junto con el cantón Chone, Rocafuerte y la zona norte del Cantón Sucre, ESPAC (2013) citado por Montaña y Solórzano (2015). Lal, (1994) refiere que la degradación del suelo y la contaminación ambiental tiene una mayor frecuencia en las zonas industriales, agrícolas, ganaderas.

De acuerdo a lo establecido por Ramírez-Carballo *et al.* (2011) la ausencia de una metodología de fácil adaptación, que permita de manera participativa, integral, objetiva y rápida de diagnosticar la susceptibilidad de los suelos a sufrir erosión y determinar su capacidad de almacenar agua; obstaculiza la

valoración ambiental y por consiguiente impide brindar alternativas eficaces y sustentables en el manejo de los suelos, en especial para ejecutar procesos de remediación o restauración de este recurso.

Lo dicho por Omero y Velázquez (1999), menciona que la principal pérdida de nutrientes en el suelo, es causada por la deforestación y erosión (arrastre de partículas finas del suelo por escorrentía), la degradación se produce principalmente debido a la eliminación de la cobertura vegetal y al uso intensivo de agroquímicos que modifica desfavorablemente las propiedades físicas del suelo.

Esta información nos permite recrear una panorámica más clara de la pertinencia de realizar estudios que induzcan al mejoramiento de la salud del suelo en la comunidad de La Pita situada en la Parroquia Quiroga el Cantón Bolívar de la provincia de Manabí.

¿Cómo contribuye la aplicación de compost a base de gramínea y leguminosa en el buen estado de salud del suelo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Las actividades de la revolución industrial dominante por hace más 6 décadas en el Ecuador, han producido bajas sensibles en la productividad agropecuaria ya que se ha causado severos desbalances traducidos en impactos negativos y contaminación ambiental; también la salud de los agricultores y consumidores finales se refleja afectad. El suelo, es el recurso que se ha visto más afectado ya que presenta serios problemas de erosión que ha permitido el desgaste físico, pérdida de la base nutrimental y húmica así como la actividad microbiana comprometiendo su fertilidad y productividad en detrimento de la seguridad y soberanía alimentaria.

Después de dilucidar estos problemas, la Constitución de la República del Ecuador (2008), aprobada en Montecristi, considera dentro del Régimen de Desarrollo la seguridad alimentaria, estableciéndola como: “un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas,

comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente (art.281).

De igual manera dentro de los derechos del buen vivir se establece: “Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil” (art. 409).

Según lo expuesto por el Fondo de Protección del Agua (2010), los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas del suelo, esto a su vez mejora su condición física, incrementan la absorción del agua y mantiene la humedad. La aplicación prolongada es duradera, se puede utilizar con frecuencia sin dejar efectos en el suelo y un notable ahorro económico.

Finalmente, el beneficio más importante de los abonos orgánicos es que se reduce la carga de agentes químicos que afectan a los cultivos; sumado a esto, aportan a la integración prolongada y duradera de los elementos nutritivos, mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo, permitiendo proteger la salud del ser humano y la biodiversidad y a su vez pueden ser empleados con frecuencia sin que por ello se generen secuelas en el suelo, representando un gran ahorro económico a los productores.

Por ende, es urgente la implementación de técnicas de enmienda que permita un aumento en la fertilidad natural y de la materia orgánica del suelo ya que la primera está muy asociada al contenido de esta última (Suquilanda, 2008)

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado de salud del suelo mediante la aplicación de compost a base de gramínea y leguminosa.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar compost a base de gramínea y leguminosa.
- Analizar las muestras de suelos pre y pos enmienda mediante cromatografía.

1.4. HIPÓTESIS

La aplicación de compost a base de gramínea y leguminosa contribuye al buen estado de salud del suelo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN DE SUELO

Montaño y Solórzano (2015) lo definen como la capa superficial de espesor variable que recubre la corteza terrestre, procedente de la meteorización física y química de la roca preexistente y sobre la que se asienta la vida. Los tres elementos del sistema suelo como son la materia orgánica, los minerales y nutrientes, que son muy importantes para mantener la actividad biológica de este recurso, son los que actualmente se están alterando por actividades como la cría de ganado vacuno y a su vez, el cultivo de pastos, que en la mayoría de los casos por su mal manejo, despliegan otros aspectos ambientales que traen deterioro de su calidad, estas son el sobrepastoreo, la deforestación, reciclaje de materia orgánica, entre otros.

2.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Las propiedades físicas de los suelos, son determinadas en gran medida, por la capacidad de los usos a los que el hombre los sujeta; la condición física de un suelo especifica la rigidez, fuerza de sostenimiento, facilidad de penetración de las raíces, aireación, plasticidad, capacidad de drenaje y almacenamiento del agua, y la retención de nutrientes (Ramírez-Carballo *et al*, 2011). Por tanto, es de gran importancia las propiedades físicas del suelo ya que estas determinan el crecimiento de las plantas.

2.1.2. SUELO COMO RECURSO NATURAL

El aprovechamiento tanto del suelo, agua y de vegetación están acoplados por el conjunto de actividades, estrategias y herramientas, cuya organización social determinará la conservación y la capacidad de los recursos naturales para el desarrollo de la población, en algunas experiencias destacan la presencia de factores internos y externos causantes del estado de los recursos naturales y medio ambientales. Los factores internos atribuidos a los pobladores destacan las prácticas inadecuadas en el uso y aprovechamiento de la tierra, el uso

excesivo de agroquímicos. Los factores externos identifican el aumento social de la población y la tala ilegal de la cubierta vegetal, estos efectos se expresan en la disminución del agua de lluvia, en la escasez de plantas útiles, en la infertilidad de los suelos, en la pérdida de biodiversidad, el aumento de plagas, la deforestación, el incremento de la temperatura, incendios y erosión del suelo (Orozco, et al, 2011).

Mastrangelo (2009), expresa que los recursos, son iguales a su clasificación renovables y no renovables, provenientes de un concepto moderno al vínculo hombre, naturaleza, sociedad.

La abundancia de recursos naturales puede constituirse un factor decisivo para los procesos de crecimiento económico, la teoría económica ha considerado la tierra como un recurso determinante para las posibilidades de crecimiento de largo plazo de una economía, no obstante, y dado su carácter exógeno, con disponibilidad limitada y rendimientos marginales decrecientes, se convierte en un factor limitante al crecimiento, cuyo uso terminaría por reducir el nivel de producción (Sánchez, 2011).

2.1.3. SUELO COMO CAPITAL NATURAL

El suelo es parte de la biósfera, y se relaciona directamente con el paisaje, la vegetación, el clima y la sociedad en su conjunto. El suelo como tal ha sido definido de múltiples formas de acuerdo con las disciplinas de estudio, si bien el suelo es un cuerpo que puede ser evaluado a través de los sentidos, resulta complejo imaginar su funcionamiento interno. En general, el suelo se analiza como un cuerpo aislado en donde evaluamos tanto sus propiedades físicas, químicas y biológicas entre otras, que nos permiten aceptar, rechazar y generar nuevas hipótesis asociadas a su estudio (Zuñiga. *et al*, 2018).

Domingo, *et al* (2016) dicen que el suelo como capital natural es un patrimonio que debería ser aprovechado para beneficio y bienestar de habitantes actuales y conservarse para las generaciones futuras. Sin embargo, el suelo ha sido y

mal utilizado ya que los factores físicos, tecnológicos, políticos, organizativos sociales, y económicos han influido en el disturbio, degradación y destrucción de los ecosistemas forestales, situación que ha reducido su relevancia como fuente generadora de bienes, servicios, satisfactores, empleos y bienestar social; el estudio se fundamenta en que por ejemplo, los bosques del país son una representación del capital natural que tiende a desaparecer a pesar de todos los bienes y servicios que brindan. Además, detonan diversos procesos para el fortalecimiento e interacción entre los capitales natural, humano, social, financiero y físico que contribuyen al desarrollo personal, familiar, comunitario y regional, cuando se manejan de forma sustentable.

2.1.4. CAUSAS DEL DETERIORO DE SUELOS

La Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES, 2013), dice que Ecuador está considerado entre los 17 países megadiversos del mundo, conservando grandes recursos naturales, y a su vez ha sufrido un gran impacto de las actividades productivas sobre tales recursos, esto debido a urgentes necesidades de su población. Una de sus mayores ventajas comparativa con la que cuenta el país es su biodiversidad, por ello es fundamental aprovecharlo de manera adecuada, mediante su conservación y su uso sustentable.

Según lo manifestado por Restrepo y Pinheiro (2011), los recursos naturales cumplen una doble condición: la de utilidad que puede constituir un beneficio material o una satisfacción inmaterial; y la de mayor escasez, en término de cantidad y calidad, por ejemplo, al apreciar un paisaje hermoso, una magnifica vista panorámica, un aire limpio, etc. derivando de todas estas condiciones los recursos tangibles o intangibles.

La degradación del suelo afecta directamente la estabilidad y sustentabilidad de la producción de alimentos generando hambre y pobreza. La disminución de suelos productivos pone en peligro la seguridad alimentaria y nutricional que tiene como consecuencia la migración masiva dentro y fuera del país, desintegra el núcleo familiar; todo esto converge por la degradación de los recursos naturales (Ortiz, *et al.*, 2013).

La erosión del suelo es una de las principales problemáticas ambientales a nivel mundial, la degradación de los ecosistemas provocan indirectamente un impacto económico y social negativo, mientras que los efectos que presenta en el recurso suelo son variados y muchos de ellos se asocian a la pérdida de productividad (Brunel y Seguel, 2011).

2.2. ENMIENDA ORGÁNICA

Es el restablecimiento, mantenimiento e incremento de la fertilidad del suelo mediante la utilización de una combinación de nutrientes vegetales o minerales; es una elaboración eficiente de los residuos de las cosechas y de los desechos orgánicos de la cosecha que limitan la pérdida de nutrientes de la planta (FAO, 1998).

Los residuos orgánicos sin descomponer se forman por: hidratos de carbono simples y complejos, compuestos nitrogenados, lípidos, ácidos orgánicos (cítrico, fumárico, málico, malónico, succínico); polímeros y compuestos fenólicos (ligninas, taninos, etc.) y elementos minerales. Todos estos componentes de la materia viva sufren una serie de transformaciones que originan lo que conocemos como materia orgánica propiamente dicha. En el suelo coinciden los materiales orgánicos frescos, las sustancias en proceso de descomposición (hidratos de carbono, etc.) y los productos resultantes del proceso de humificación. Todos estos elementos son importantes porque ayudan a formar la materia orgánica del suelo (Meléndez y Soto, 2003)

2.2.1. ENMIENDA ORGÁNICA PARA MITIGAR PROPIEDADES ADVERSAS DEL SUELO

2.2.1. 1. pH

Ibarra *et al.*, (2009) mencionan que el pH óptimo de los suelos agrícolas debe variar entre 6.5 y 7.0 para obtener los mejores rendimientos. Es decir que el pH de un suelo ácido se puede mejorar de forma gradual mediante el manejo

apropiado, con aplicación de cal ayudando a disminuir su acidez. El pH del suelo puede influir en la disponibilidad de los nutrientes para las plantas, es por esto que este factor puede ser la causa de afectaciones de toxicidad o elementos que no se encuentren en niveles adecuados, además los valores extremos del pH pueden afectar la estructura del suelo.

2.2.1.2. NIVELES DE NUTRIENTES

Los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el compost y el Bocashi, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre estos contenidos nutricionales y prácticamente no hacen referencia a la carga microbial existente en estos materiales (Ramos y Terry, 2014).

2.2.1.4. MANEJO ECOLÓGICO DEL SUELO

El manejo ecológico de los suelos, implica el mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas que permitan mantener la capacidad productiva de manera indefinida para lograr la sostenibilidad agrícola, que facilite mejorar el medio ambiente, lograr producciones más ecológicas y obtener beneficios económicos y sociales para el país (Suquilanda, 2008; Sánchez, 2011).



Figura 2. 1. Manejo Ecológico del Suelo
Fuente: Suquilanda, 2008

2.2.2 COMPOST

La FAO (2013) define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición, en condiciones aeróbicas; se emplea para producir enmienda en la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. Esta composición tiene una gran cantidad de nutrientes, ya que los procesos biológicos se incrementarán.

El compost como acondicionador orgánico natural, mejora a mediano y largo plazo las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, incrementa su porosidad, disminuye la densidad aparente, fortalece tanto la estructura como la consistencia del suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, la concentración de algunos nutrientes esenciales y la actividad biológica del suelo (Bohórquez, *et al* 2014).

2.2.3. LA SALUD DEL SUELO

Los suelos compactados no pueden respirar. Los microorganismos aerobios que dependen del oxígeno morirán porque no existe un flujo de aire en el suelo compactado y denso. Esta es la razón por la cual los suelos tienen muy poca micro vida y biodiversidad a nivel mundial (Heifer Foundation, 2016), dando a conocer qué;

- El desaparecimiento de la micro vida es una d las más grandes amenazas para la existencia del ser humano en este planeta.
- Lo que gramo de suelo debería contener alrededor de 10 a 12 millones de microorganismos o más.
- En la actualidad, muchos de los suelos escasamente contienen 2 millones de microorganismos.

A su vez define que el humus en los suelos estimula el apareamiento o la permanencia de una morada para los microorganismos, alrededor de un gramo de humus hay aire, puede circular agua y almacenarse. “Tan pronto como se aplica compost (humus) al suelo, la retención de humedad empieza a mejorar

instantáneamente, ya que los grumos de humus son la morada de la microflora, el humus viviente es la despensa de un suelo”

2.2.4. MÉTODOS DE ELABORACIÓN DE COMPOST

2.2.4.1. COMPOST DE SUPERFICIE

Una forma de producir compost que tiene aceptación en zonas tropicales es la denominada compost de superficie, caso en el cual no se construye ni pila ni montón; sino que paulatinamente van agregándose las capas sucesivas de los materiales o se mezcla previamente y se lo incorpora directamente sobre la superficie del suelo. No solo actúa como compost, sino también como cubierta orgánica para proteger al suelo (Acuña *et al*, 2002).

2.2.4.2. COMPOSTAJE EN PILAS O MONTONES

La pila de compostaje constituye un ecosistema en el que diversas poblaciones microbianas que están constituidas por bacterias, hongos y actinomicetos, que degradan secuencialmente toda la materia orgánica con presencia de oxígeno generando un producto estable humificado junto con gases, agua y calor como residuos del metabolismo microbiano (Gordillo *et al.*, 2011).

Es el método más conocido de los sistemas y posibilidades que se tienen para compostar materia orgánica. Ideal para compostar en grandes volúmenes de materiales: estiércol, restos de poda y residuos agropecuarios. El objetivo es realizar montones de más de 1m³ de volumen para poder alcanzar temperaturas de hasta 70°C en el interior de la pila, para higienizar el compost. Este sistema permite facilitar la mezcla de los materiales, la aireación, el volteo y el riego de la pila (Escudero de Fonseca y Arias, 2012).

2.2.4.3. CARBONO VIVIENTE, PRERREQUISITO PARA UN HUMUS VIVIENTE

El carbono es la base de la formación del humus. En un proceso aerobio, se libera CO₂ y también existe pérdida de carbono. Sin embargo, la cantidad total de carbono que se pierde en un proceso aerobio es mucho menor que en un proceso anaerobio. La pérdida de carbono a través de la producción de CO₂ es todavía un factor que hay que poner atención (Vegas y Martiarena, 2014).

Pero, el mayor argumento para un proceso aerobio en los suelos y el compost es la desintoxicación que ocurrirá solamente bajo condiciones aerobias, en un proceso aerobio, el oxígeno proveniente del aire, se fija orgánicamente, En un proceso anaerobio o de putrefacción, el oxígeno se extrae de los materiales; en este último se forman ptomaínas, putrescina y cadaverina, partiendo de la descomposición de los componentes de las proteínas, hay que tener en cuenta que: *“los patógenos necesitan estas Ptomaínas para su crecimiento”* (Heifer Foundation, 2016).

2.2.4.4. LEGUMINOSAS Y GRAMÍNEAS EN EL COMPOST

Las leguminosas son las únicas plantas que pueden fijar y a la vez acumular el nitrógeno del aire en sus raíces y aportar de esta manera el nutriente más importante para el suelo, hay leguminosas que pueden fijar hasta 300 kg de nitrógeno que nos ahorrarían fertilizantes químicos. Las leguminosas tienen capacidad de producir follaje (lo que también es llamado biomasa) y son muy importantes para la producción de forrajes y abonos verdes, por los cuatro aportantes que generan al suelo: aporte de nitrógeno, cobertura, aporte de materia orgánica y ayudan a profundizar el suelo; las leguminosas son también excelente para la recuperación suelos erosionados, compactados, o pobres en nutrientes (Guerrero, 2010)

Las especies utilizadas deben ser de rápido crecimiento, producir una gran cantidad de biomasa aérea radicular y su semilla sea accesible; normalmente

se utilizan leguminosas como vicia (*Vicia atropurpurea*), chicharo (*Lathyrus salivus*), lupino (*Lupinus albus*), arveja (*Pisum sativum*) y trébol encarnado (*Trifolium incarnatum*), la elección dependerá de la textura del suelo esta se mezcla con gramíneas como avena (*Avena sativa*), que es la más difundida aunque también puede utilizarse triticale (*Triticosecale*). (Fernández, *et al*, 2008)

2.2.4.5. BENEFICIOS DE LAS LEGUMINOSAS

Unos de los Beneficios de las leguminosas es la habilidad de las que tienen para fijar N₂ atmosférico y adicionar nitrógeno (N₂) externo al ecosistema suelo-cultivo, es un beneficio distintivo de esta familia de plantas (Guerrero, 2010).

2.2.4.6. LEGUMINOSA PUERARIA O KUDZÚ

Originaria del Asia Sudoriental, Malasia e Indonesia, se encuentra altamente difundida en los trópicos húmedos del mundo. En la sequía se desprenden las hojas, pero sobrevive rebrotando en las próximas lluvias. Se propaga de forma natural por rizomas colonizando amplias extensiones de suelo, siempre que las precipitaciones sean suficientes. Tiene alta capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico al suelo e incorporarlo, sea como abono verde o por la caída de sus hojas. Se estima un aporte de 600 Kg. de Nitrógeno por hectárea al año (Paredes, 2013).

Tiene un alto valor nutritivo, en términos de proteína, digestibilidad, contenido de minerales; el consumo animal en algunos casos requiere de bastante acostumbramiento. La aceptación es alta especialmente en época seca; mejora las condiciones físicas y químicas del suelo por las cantidades de hojas que deposita y por el nitrógeno fijado (Murillo, *et al* 2015).

2.2.5. LA CROMATOGRAFÍA

La cromatografía es un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas, con aplicación en todas las ramas de la ciencia. Es un

conjunto de técnicas basadas en principios de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla para identificar y en muchos casos determinar las cantidades de dichos componentes (Restrepo y Pinheiro, 2011), exponiendo varias técnicas de cromatografías:

- Cromatografía plana
- Cromatografía en papel
- Cromatografía en capa fina
- Cromatografía en columna
- Cromatografía de líquidos
- Cromatografía de gases
- Cromatografía de fluidos supercríticos

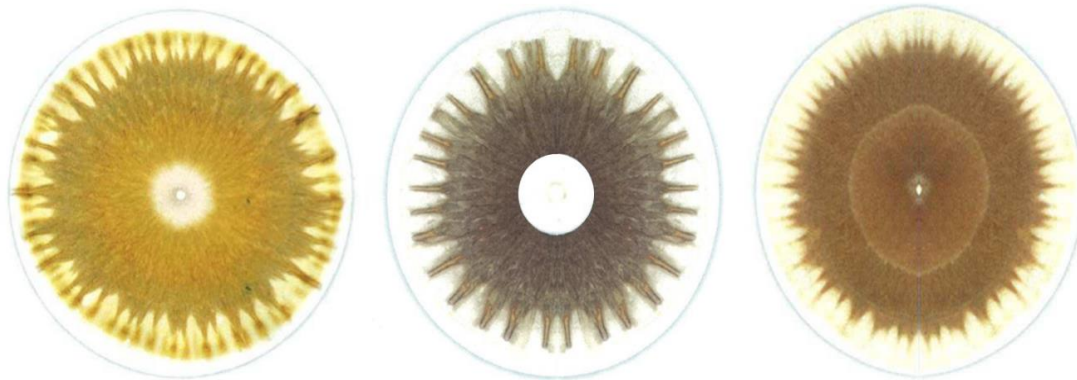
2.2.6. VENTAJAS DE LA CROMATOGRAFÍA DE PAPEL

En la cromatografía sobre papel, las interacciones del soluto con el papel hacen que los compuestos se transporten a velocidades diferentes. Una pequeña mancha de disolución que contiene la muestra se aplica sobre una tira de papel cromatográfico a una distancia aproximada de un centímetro de la base. La muestra es adsorbida en el papel. Esto significa que la muestra entra en contacto con el papel y puede establecer interacciones. El papel es sumergido en un disolvente adecuado (etanol o agua) e introducido en un contenedor cerrado. A medida que el disolvente asciende por el papel, va encontrando la muestra que empieza a viajar por el papel con el disolvente (Restrepo y Pinheiro, 2011).

2.2.7. CROMAS

El principio de la interpretación de la “prueba del cromas” se basa en el hecho de que el humus se forma durante el composteo o génesis del suelo y que, a medida que el proceso avanza, las sustancias húmicas de peso molecular relativamente bajo, producidas inicialmente, se polimerizan y convierten en

humus maduro menos soluble y macromolecular. Las cromas se interpretan por la forma y color de las zonas central, transicional y periférica. Varios son los colores a observar: blanco, rosa, violeta, verde, amarillo y naranja; asimismo se analizan las formas tales como suave, dentado o irregular (Rodríguez, 2009).



Suelo de buena calidad y excelente estado de salud, trabajo con los principios agricultura orgánica.

Suelo de mala calidad y mal estado de salud, trabajo con anos orgánicos crudos ricos en nitrógenos que han sido adulterados con abonos químicos a base de urea

Suelo de mala calidad y mal estado de salud, trabajo con maquinarias pesadas y contante aplicación de abonos químicos

Figura 2. 2. Fuente (Restrepo y Phineiro, 2011)

Fuente: Diferencia de cromas según el estado y salud del suelo

Según Voiti y Guggenverger (2013) la cromas, está relacionada con la zona interna, o sea con el espacio entre la zona central y la zona intermedia. Esta zona interna puede estar separada notablemente en color y estructura de la zona intermedia o también puede estar fundida con ésta. El primer caso muestra a la materia orgánica que no (o aún no) esta transformada; el último caso es un signo para un proceso continuo de descomposición con una buena disposición de humus. La coloración de la zona interna puede presentarse muy diferente comparada con los otros colores de las otras zonas; Tonos de color violeta indican una mineralización progresiva. En este paso del análisis se debe observar, sobretodo, las líneas radiales o rayos. El análisis del patrón radiado no es tan fácil, pero con algunos ejercicios, comparando constantemente los cromas, uno puede reconocer y evaluar pronto las líneas características.

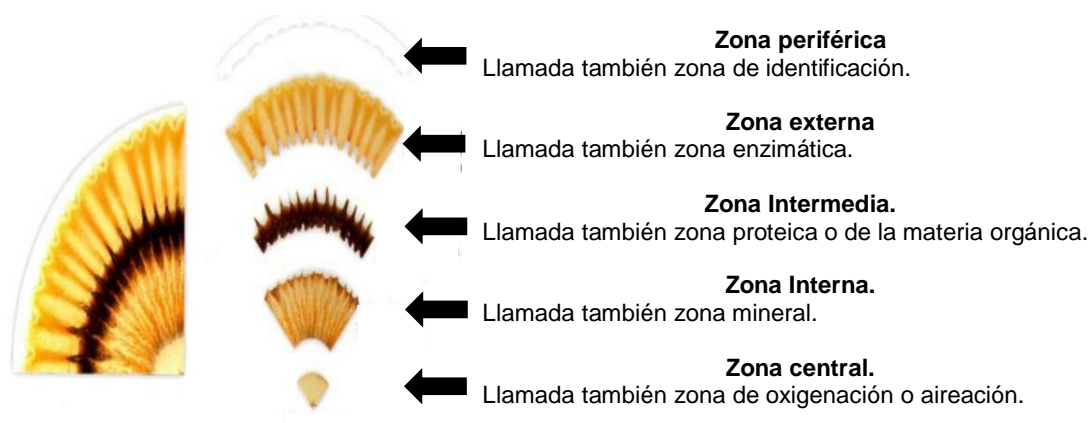


Figura 2. 3 Identificación enzimática de las principales partes de un cromograma

Fuente: Restrepo y Phineiro, 2011.

La zona central no se manifiesta en suelos que han tenido mal manejo, ya sea esta por maquinaria pesadas, agroquímicos o exposición directa al sol, también por compactación o inexistencia de materia orgánica: cuando la zona central del cromograma presenta color blanco representa excesivas dosis de abonos nitrogenados y abonos químicos de alta solubilidad o el uso permanente de herbicidas y abonos crudos como gallinaza estiércol no procesado. La zona interna se evidencia la mayoría de minerales, cuando su coloración es pardo negruzco sin hacer distinciones entre zona con terminaciones en puntas, es indicador que el suelo está altamente mineralizado y destruido, con ausencia de materia orgánica y baja actividad biológica. Cuando la zona intermedia hay presencia de anillo, es indicador de que existe materia orgánica, más no de la integración al suelo de la misma: si su color es de marrón o café oscuro en esta zona es un indicador característico de suelos con alta presencia de materia orgánica cruda o en proceso de descomposición: esta manifestación es común en la evaluación de abonaduras, indica la integración de la materia orgánica en el suelo. En la zona externa si se observan lunares suaves o nubes onduladas muy tenues, se está frente a un suelo de calidad ideal. La presencia de estas formas indica la diversidad y variación nutricional disponible en el suelo. En general, al existir armonía entre las cuatro zonas, de una manera tenue y armónica, el suelo está en condiciones ideales, con equilibrio entre los microorganismos, materia orgánica y mineral; es un suelo sano y productivo (Restrepo y Phineiro, 2011).

Cuadro 2. 1. Comparación descriptiva de los parámetros de un cromata

Comparación descriptiva de los parámetros de un Cromata		
Descripción	(Según Restrepo y Pinheira, 2011)	(Según Lubke, et al 2016)
Zonas que integran del cromata	<ul style="list-style-type: none"> - Zona central - Zona interna - Zona intermedia - Zona externa - Zona periférica 	<ul style="list-style-type: none"> - Zona central - Zona media o zona mineral - Zona exterior /externa o zona proteica
Colores deseables o ideales	Tonalidades: amarilló, dorado, anaranjado, rojizo o café claro, tonalidades verdosas.	Tonalidades: verde, marrón, naranja, amarillo.
Colores indeseables o no ideales	Tonalidades; negras, cenizas, pardo oscuro, violeta, lila, gris, tonalidades azuladas.	Tonalidades: gris, azul, negro, violeta.
Formas deseables o ideales	Terminación ideal, en forma de explosión y lunares enzimáticos.	<ul style="list-style-type: none"> - Púas que se dividen en púas más grandes y más pequeñas. - Líneas radiales con apariencia de plumas y tridimensionales (como arbolitos navideños).
Formas indeseables o no ideales	<ul style="list-style-type: none"> - Terminación no ideal en forma plana circular y sin bordes. - En forma de dientes de caballos. - En forma de dientes puntiagudos. - En forma de agujas irregulares. - En forma de granos de maíz. 	<ul style="list-style-type: none"> - Púas geométricas idénticas del mismo tamaño y forma. - Líneas solidas en la zona exterior. - Líneas radiales solidas como si hubieran sido dibujadas con un lápiz. - Ningún tipo de definición es señal de que el suelo es bastante pobre. En el caso de compost es un indicador de materiales crudos (sin procesar).

Fuente: Restrepo y Phineiro. 2011: Según Lubke, et al 2016.

2.2.7.1. ZONA CENTRAL

Llamada también zona de oxigenación o aireación. Esta zona no se manifiesta en suelos que han tenido mal manejo, ya sea por el uso de maquinaria pesada, agroquímicos y/o exposición directa al sol. Cuando el centro del cromata se presenta de color blanco, representa el contenido de excesivas dosis de

abonos nitrogenados y abonos químicos de alta solubilidad o el uso constante de herbicidas y de abono crudos como gallinazas o estiércoles no procesados, ricos en nitrógeno (Abad, 2014).

2.2.7.2. ZONA INTERNA

Denominada zona mineral, en esta zona se evidencia la concentración de la mayoría de minerales. Cuando se encuentra la presencia del color pardo negruzco, desde la zona central, sin hacer distinción entre zonas también las terminaciones en puntas, es indicador que el suelo está altamente mineralizado y destruido, con ausencia de materia orgánica y baja actividad biológica (Abad, 2014).

Según lo expuesto por Restrepo & Pinheiro (2011), en esta zona se pueden reconocer los impactos positivos que un suelo en recuperación muestra con la practicas de agricultura orgánica que se esté implementando en él.

2.2.7.3. ZONA INTERMEDIA

Denominada zona proteica o de materia orgánica. Es aquí donde se expresa tanto la presencia como la ausencia de la materia orgánica (Restrepo & Pinheiro 2011).

2.2.7.4. ZONA EXTERNA

Denominada también zona enzimática o zona nutricional (humus permanente). Cuando en esta zona se observa lunares suaves o nubes onduladas muy tenues, se está frente a un suelo de calidad ideal. La presencia de estas formas indica la diversidad y variación nutricional disponible en el suelo (Abad, 2014).

2.2.8. EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA FERTILIDAD DE CINCO SUELOS CON DIFERENTES MANEJOS ORGÁNICOS Y CONVENCIONALES, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA.

Los análisis convencionales de fertilidad del suelo determinan elementos químicos, pH, densidad aparente y porcentaje de materia orgánica de los suelos sin considerar las interacciones entre componentes químicos, físicos y biológicos de los mismos. Además, al realizarse en laboratorios especializados, el costo asociado a ellos y la generalizada falta de capacitación de productores sobre su interpretación, limitan su utilización correcta. Es por esto que se propone la evaluación de la cromatografía en papel de extractos de suelo como una herramienta alternativa útil, integral y funcional para el diagnóstico de la buena salud del suelo (fertilidad) En efecto, esta técnica es ampliamente utilizada en sistemas de producción y permite, a través de la interpretación de los patrones y colores del cromatograma, estimar la vida y salud del suelo, así como las interacciones entre componentes químicos, físicos y biológicos (Abad, 2014).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

Parte de la investigación se llevó a cabo en el sitio La Pita, de la parroquia Quiroga, cantón Bolívar en la provincia de Manabí, ya que las muestras del suelo fueron extraídas del lugar mencionado. La materia prima utilizada para el compost, se obtuvo de la misma zona de estudio.

Los análisis y el ensayo respectivo, se realizaron en el laboratorio de suelos de la carrera de agrícola de la ESPAM MFL.

Figura 3. 1. Coordenadas de los sitios de investigación

Lugar	Este (m)	Norte (m)
Laboratorio de suelos de la carrera de agrícola	590620	9908613
Toma de muestra (sitio la Pita)	604024	9894991

Fuente: Autores de la investigación
Proyección UTM
Zona 17 S

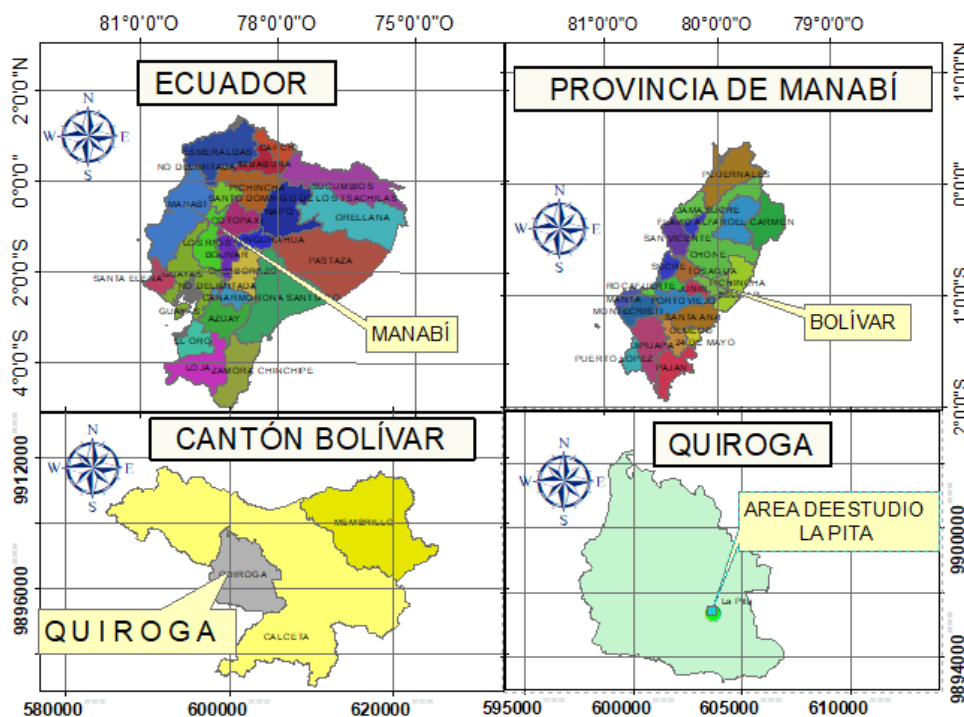


Figura 3.1. Área de estudio

Fuente: Autores de la investigación "Sitio La Pita"

3.2. DURACIÓN

La investigación tuvo una duración de nueve meses a partir de su aprobación.

3.3. VARIABLES

3.3.1. INDEPENDIENTE

Compost a base de gramíneas y leguminosas

3.3.2. DEPENDIENTE

Estado de salud del suelo.

3.4. TRATAMIENTOS

3.4.1. INDICADORES

Compost a base de gramínea y leguminosa:

MO, humus, C, pH, T°.

Estado de salud del suelo:

MO, humus, C, pH, T°.

Indicadores y tratamientos de objetivo 1

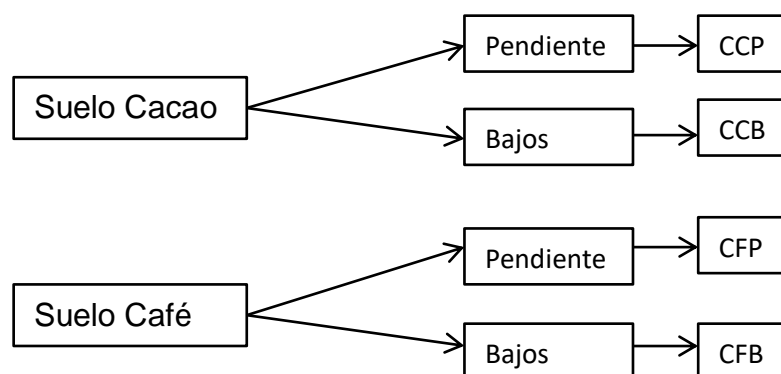


Figura 3. 2. Suelos del sitio la pita.

EN DONDE:

CCP = Suelo de cacao en pendiente

CCB = Suelo de cacao en bajos

CFP = Suelo de café en pendiente

CFB = Suelo de café en bajos

Indicadores y tratamiento de objetivo 2.**Tratamiento 1.**

T1 Compost 70% leguminosa (pueraria) + 30% gramínea (saboya)

Tratamiento 2.

T2 Compost 70% gramínea (saboya) + leguminosa (pueraria) 30%

Testigo.

T Método tradicional: desechos de cosecha de cacao, resto picado de poda, estiércol de ganado, tierra de monte, ceniza, desechos de cocina.

3.5. MÉTODOS UTILIZADOS EN LA FASE DE LABORATORIO Y DE CAMPO

- Cromatografía en papel.

3.7. MATERIAL EXPERIMENTAL

El material experimental está compuesto por una mezcla de gramínea *Saboya* (*Panicum maximum*) y leguminosa *Pueraria* (*Pueraria phaseoloides*) en condiciones controladas para dar la relación de C/N ideal para la elaboración de compost. El compost está compuesto en pilas las mismas que se cubren para permitir alcanzar las temperaturas deseadas.

3.8. PROCEDIMIENTOS

3.8.1. PRIMERA FASE. ELABORACIÓN DEL COMPOST A BASE DE GRAMÍNEA Y LEGUMINOSA

Esta fase, se describió el proceso sobre la elaboración del compost. Para realizarlo, se planificaron las actividades de acuerdo al método INDORE (Álvarez, 2012) Anexo 2

OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA VEGETAL PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON POTENCIAL DE ENMIENDA, A BASE DE SABOYA (*Panicum maximum*) Y PUERARIA (*Pueraria phaseoloides*)

Se elaboró el compost utilizando el método INDORE (pilas o montones) los mismos que fueron tapadas con sacas de yute, incorporando poca agua para su proceso ya que la materia prima utilizada dispone de ésta. Se cortó y recolectó el pasto Saboya en el mayor punto de contenido de nitrógeno (etapa de floración) y la pueraria, igualmente. Los materiales así recolectados, se trasladaron al área donde se realizó las pilas para el compost.

Al recolectarse la materia vegetal se procedió a picarla por separado hasta dejarla en el menor tamaño posible (5 a 10 mm). Una vez troceado el material, se realizó dos pilas, cada una de un metro cúbico; una con mayor cantidad de pueraria y menor pasto y la otra con mayor cantidad de pasto y menor de pueraria.

La pila uno se conformó de la siguiente forma: 20 cm de pueraria, 10 cm de pasto, 20 cm de pueraria, 10 cm de pasto saboya, 20 cm de pueraria, 10 cm de pasto saboya y en la cúspide 10 cm de pueraria. Para la pila dos se estructuró: 20 cm de pasto saboya, 20 cm de pueraria, 20 cm de pasto saboya, 10 cm de pueraria, 20 cm de pasto saboya y en la cúspide 10 cm de pasto. Posteriormente se aplicó un tutor para la oxigenación de las pilas al momento de hacerlas, luego se humedecieron y se retiró el tutor, cubriéndolas con sacas

de cabuya. Se monitorearon las pilas cada 24 horas, realizando un volteo y midiendo pH y temperatura, durante seis semanas que tarda el compost en estar listo.

3.8.1. SEGUNDA FASE: ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELOS PRE Y POS ENMIENDA MEDIANTE CROMATOGRFÍA

Esta fase describe la situación actual del sitio La Pita que sirvió de referencia para poder evaluar la salud y vida del suelo. También Esta fase describe como las pilas de compost pueden mejorar la salud y vida del suelo. Por lo que se planificaron las siguientes actividades:

RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

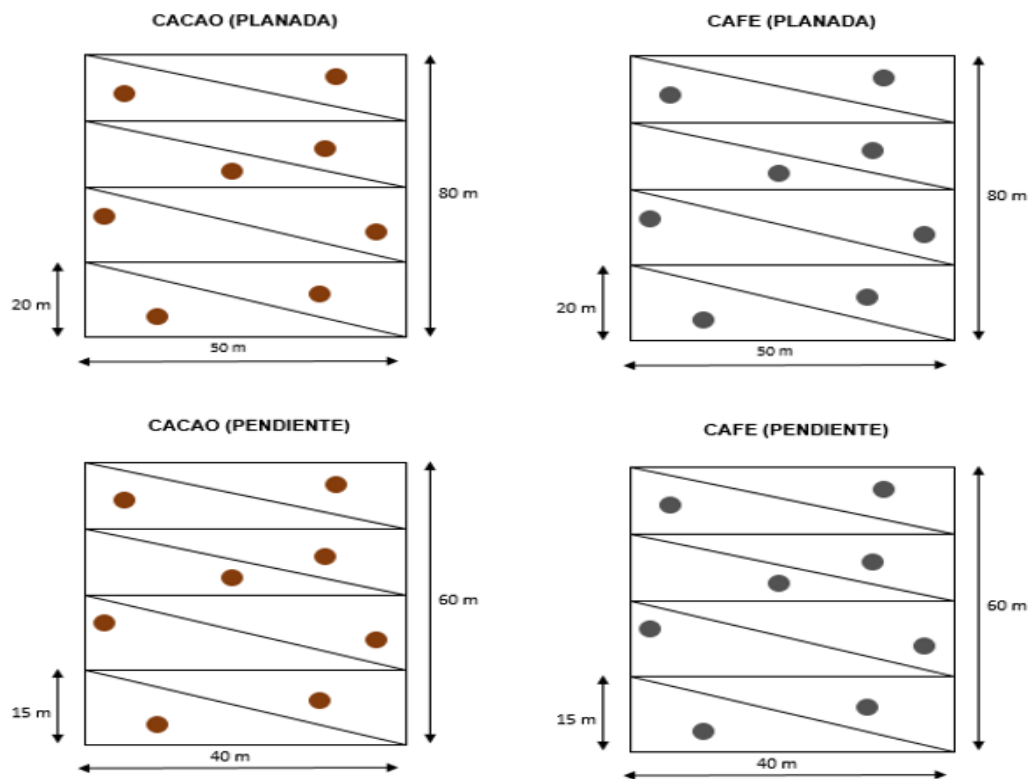
Se realizaron recorridos de observación con lo que se obtuvieron características del sitio respecto al estado actual del suelo, además de familiarizarse con la zona, identificando la extensión geográfica y las rutas de acceso.

TOMA DE LAS MUESTRAS DE SUELO EN EL SITIO LA PITA MEDIANTE TRANSECTOS

Se tomaron las muestras del área de estudio siguiendo un modelo de transecto de 80 m de largo por 50 m de ancho para el área en plano cultivada con cacao y café y otro transecto de 60 m de largo por 40 m de ancho para el área en pendiente cultivada con cacao y café igualmente, con un intervalo entre zig-zag de 20 m entre punto y punto para la zona plana y de 15 m para la pendiente. A su vez, se tomó en cuenta la pendiente del terreno y en el transecto, se dividió horizontalmente contrario a la pendiente en dos partes: “*baja*” y “*pendiente*”.

MODELO DEL TRANSECTO Y MUESTREO EFECTUADO

Figura 3. 3. Toma de las muestras de suelo en el Sitio La Pita



Elaboración: Autores de la investigación

Fuente: transectos de las muestras en el Sitio La Pita.

DISEÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO.

El esquema del transectos y muestreo para la realización de los análisis se refleja en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. 1. Información global del muestreo

Transectos	Tipo De Cultivo	Nº Sub-muestras	Nº Muestras
T1 (Plano)	Cacao	8	1
T2 (Pendiente)		8	1
T3 (Plano)	Café	8	1
T3 (Pendiente)		8	1
TOTAL		32	4

Elaboración: Autores de la investigación

Fuente: Análisis de laboratorio a las muestras de suelo del sitio La Pita

De los 4 transectos realizados, se obtuvieron 32 submuestras recolectadas aleatoriamente, las cuales se combinaron por cada uno de los transectos efectuados dando un total de 4 muestras totales. De las cuatro muestras se tomó medio quilo de cada muestra y se llevó hacerle sus respectivos análisis. El resto de las muestras se pusieron en bandejas en condiciones controladas hasta que el compost estuvo listo. Luego se aplicó el compost al suelo que estaba en condiciones controladas dejándolo cuatro semanas y después de este tiempo se tomó 1kg de cada muestra y se las traslado al laboratorio de la ESPAM MFL para hacerle sus respectivos análisis.

ANÁLISIS DE COMPOST OBTENIDO

Una vez cumplido el plazo de maduración del compost, se extrajo una muestra de cada pila y se llevó al laboratorio de suelos de la ESPAM MFL, para sus respectivos análisis los cuales se encuentran en resultado del condensado de los análisis efectuados a las muestras antes de la aplicarlo a las muestras de suelo que se encuentran en condiciones controladas.

METODOLOGÍA DE CROMATOGRAFÍA DE SUELO

ANÁLISIS DEL SUELO PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO MEDIANTE CROMATOGRAMAS

Una vez recolectadas las muestras, se llevaron al Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Agrícola ubicada en el área agropecuaria de la ESPAM MFL, mediante el método de Restrepo y Pinheiro (2011)

En esta área se procedió a secar al ambiente las muestras por 15 días, luego fueron molidas con un molino industrial para muestras de suelo, posteriormente fueron ubicadas en sus fundas individuales.

Se pesaron cinco gramos de la muestra de suelo

Se preparó una solución de hidróxido de sodio al 1% en 100 cc de agua destilada.

En un vaso de precipitación de 50 ml, se agregó los 5 g más 5 ml de solución NaOH al 1%. Se la agito en forma de círculo seis movimientos hacia la derecha y seis hacia la izquierda.

Luego de agitado se dejó, se dejó la solución de suelo por 15 min

Transcurridos los 5 min se ajito por segunda vez de la misma forma y se dejó reposar por una hora.

Transcurrida la hora se procedió a repetir los ciclos de movimiento por tercera ocasión, para finalmente dejar en reposo durante seis horas.

Aprovechando el tiempo de reposo de seis horas se preparó el papel filtro que sería utilizado para el tiraje de los cromatogramas, así como los respectivos popotes; el papel filtro que se utiliza para el tiraje de los Cromatogramas fue de manera Schleicher y Schuell, 589 – IH de 150 milímetros de diámetros; a este se lo ubicó en el centro y partiendo de ahí se midieron cuatro y seis centímetros hacia los bordes procediendo a colocarles una marca con una aguja o un lápiz lo más suave posibles. Al centro de cada papel filtro se abrió un agujero pequeño con la punta de un clavo de acero que fue el que dio lugar a colocar el popote. Luego se cuadrículo una hoja de papel filtro con rallas distanciada a dos centímetros entre cada una y luego se realizó cortes con una tijera para obtener cuadros de 4 cm² los cuales se enrollaron e forma de cigarrillo (popote); estos fueron los popotes que ayudaron a absorber las distintas soluciones hacia el papel filtro de 150 mim durante el impregnado con la solución de nitrato de plata, así como para el corrido del Cromatogramas con la solución de suelo.

Luego se preparó una solución de nitrato de plata 0,5% en 100 cc de agua destilada.

En una caja de Petri de 8,5 cm de diámetro, se introdujo otra caja de Petri más pequeña aproximadamente de 5 cm de diámetro, luego se agregó a la caja de Petri pequeña, 5 a 10 cc de la solución de nitrato de plata.

Se tomó el papel filtro (ya preparado con las marcas de 4 y 6 cm) y se le colocó un popote en el agujero del centro, luego se situó sobre la caja de Petri preparada en el paso anterior (se cuidó que el popote estuviera en contacto con la solución) y se dejó hasta que se absorbió la solución de nitrato de plata se desplazó por el papel filtro más o menos al nivel de la marca de 4 cm. Se retiró inmediatamente el papel filtro y se procedió a retirarle el popote con gran cuidado halando hacia abajo (nunca hacia arriba), luego el papel filtro ya impregnado con la solución de nitrato de plata se colocó en el interior de una caja oscura, aproximadamente de tres a seis horas hasta que se secó completamente.

El papel filtro se conservó en dichas soluciones mientras no fue utilizado.

Transcurrida las seis horas de reposo de la solución del suelo y contando con el papel filtro ya impregnado con la solución de nitrato de plata debidamente seco, se procedió al recorrido del Cromatogramas; en una caja de Petri pequeña se agregó aproximadamente 5 a 10 cc del líquido sobrenadante de la solución de suelo luego de las seis horas de reposo.

Se sacó de la caja oscura el papel filtro ya impregnado con la solución de nitrato de plata y se colocó un popote en el agujero del centro, posteriormente se situó sobre la caja preparada en el paso anterior (se verificó que el popote estuviera en contacto con la solución) y se dejó impregnar el líquido hasta el nivel de la segunda marca (seis centímetros desde el centro).

Finalmente se retiró el Cromatogramas de la solución de suelo y se descartó el popote; colocando este al sol hasta que quedar completamente seco.

INCORPORACIÓN DEL COMPOST A LAS MUESTRAS DE SUELO QUE SE ENCUENTRAN EN CONDICIONES CONTROLADAS

Una vez analizado el compost se incorporó a las muestras de suelo (resultantes del análisis de la fase 1) las cuales se encontraron en condiciones controladas.

ANÁLISIS DEL SUELO CON EL COMPOST APLICADO.

Posteriormente, a las cuatro semanas de aplicado el compost, se evaluó la muestra de suelo para verificar la incidencia del compost de acuerdo a lo expuesto por (Restrepo y Pinheiro, 2011).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ELABORACIÓN DEL COMPOST

Cuadro 4. 1. Resultado de los análisis del compost pre enmienda

Cromatogramas (Según Restrepo y Pinheira, 2011)		
Transectos	Color de las zonas	Forma de los bordes
Compost Testigo (T)	Coloración violeta y gris en la zona intermedia e interna, la central con un café oscuro.	Dientes de caballo
Compost para la enmienda Leguminosa (L)	Coloración blanquecina en la zona central, periferias de tonalidad café claro	Lunares enzimáticos
Compost para la enmienda Gramínea (G)	Coloración central blanca, tonalidades café clara, verdosas en zonas internas e intermedias	Lunares enzimáticos



Foto 4. 1. Cromas compost testigo

La zona central presento coloración café oscura, que muestran la existencia de procesos intermedios de desarrollo microbiano de materia orgánica por adición de estiércol.

La zona interna e intermedia revela coloraciones violeta y gris respectivamente.

En la zona externa presento terminaciones con forma de caballo, lo que demuestra la existencia de un proceso de humificación lento.



Foto 4. 2. Cromas del compost para la enmienda 70% L y 30% G

La coloración presentó tonalidades cremosas en la zona central, muestra la maduración del compost.

En la zona interna, presenta tonos verdosos, que refieren signos del desarrollo de la actividad microbiana en etapa de maduración.

Formación de caminos lineales producto de la radiación, puntos en forma de rayos definidos y variados; esto indica diversidad de nutrientes y microbiología. La zona periférica altamente definida revela altas actividades biológicas.



Foto 4. 3. Cromas del compost para la enmienda 30% L y 70% G.

La zona central mediante el color cremoso, indica un compost con buena estructura y microbiología.

La tonalidad verdosa en la zona interna e intermedia, manifiesta alta capacidad de descomposición; mientras en la zona externa presenta café claro refiere a niveles altos de nutrientes.

Terminaciones en formas de lunares enzimáticos, líneas radiales con apariencias de pluma revelan sinónimo de vitalidad. Líneas solidas en orillas exterior, esto indica alta habilidad de digestión, visibilidad notoria de todas sus zonas.

4.1.3. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DEL SUELO PRE ENMIENDA

VALORACIÓN CUALITATIVA DE CROMAS.

Cuadro 4. 2. Resultado de los análisis pre enmienda

Cromatogramas (Según Restrepo y Pinheira, 2011)		
Transectos	Color de las zonas	Forma de los bordes
Cacao Bajo (CB)	Coloración gris en la zona externa y cenizo en la zona interna	Granos de maíz
Cacao pendiente (CP)	Coloración pardo oscuro	Dientes de caballo
Café Bajo (CFB)	Coloración parda oscura en la zona central e internas.	Aguja
Café Pendiente (CFP)	Coloraciones violetas, gris y café.	Aguja

El análisis de Restrepo y Pinherio (2011), basa la formación de la cromatografía, a lo que se distingue en cada una de las zonas (central, interna, intermedia, externa y periferia), y por la forma de los bordes que se presentan en cada una de las zonas (líneas, púas, puntas, dientes).



Foto 4. 4. Cromas de suelo de cacao bajo

En la distinción de la zona central presentó círculos oscuros esto denota falta de oxígeno debido a un proceso de mineralización;

La zona interna mostro una coloración gris, algunas manchas de tonalidades negras, que muestra señales de destrucción.

Se mostró poca diferenciación de zona periférica; que refiere bajas actividades biológicas.

Ninguna definición de caminos intermedios, terminación de forma plana circular y sin borde; que refiere a un suelo bastante pobre



Foto 4. 5. Cromas de suelo de cacao en pendiente.

El color pardo oscuro en la zona central, muestra la utilización de fertilizantes químicos y fungicidas.

La zona interna, intermedia y externa no se presenta línea divisoria que permita la distinción de cada una de estas.

En la zona periférica la forma de los dientes se muestra circularmente plana y sin borde, por tanto la disponibilidad nutricional es baja.

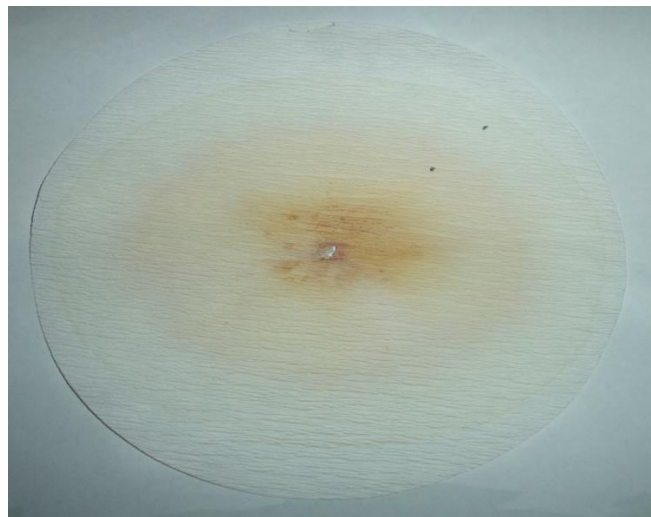


Foto 4. 6. Cromas de suelo de café en bajo.

La coloración parda oscura en la zona central e internas lo cual corresponden a mala evolución de radiación, disminución de actividad microbiana.

En las formas la combinación de bordes circulares planos forma de dientes de caballos, sin puntas en caminos intermedios por causa de la compactación de animales

La distinción círculos en sus orillas de la zona periférica, se relaciona con la desaparición de microorganismos.



Foto 4. 7. Cromas de suelo de café en pendiente.

En la distinción de la zona central presentó círculos café claro esto denota falta de oxígeno debido a un proceso de mineralización;

La zona interna mostro una coloración gris, algunas manchas de tonalidades negras, que muestra señales de destrucción.

Se mostró poca diferenciación de zona periférica; que refiere bajas actividades biológicas.

4.1.2. DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE SALUD DEL SUELO POS ENMIENDA

Cuadro 4. 3. Condensado de los análisis efectuados a las muestras después de la enmienda

Muestras	Tratamientos	Cromatogramas	
		Color	Forma de los dientes
Cacao Bajo	T ₁ CCB L 70%+G30%	Coloración blanquecina, zona central verdosa amarillo	Granos de maíz
	T ₂ CCB L 30%+G 70%	Coloración blanco cremoso en zona central, tonos verdes amarillos apariciones naranjas en zona internas	Dientes de caballo
Cacao Pendiente	T ₁ CCP L 70%+G 30%	Coloración central blanca cremosa interna, zona intermedia verdosa amarilla	Grano de maíz
	T ₂ CCP L30%+G70%	coloración pardo oscura, cambio a cremoso blanquinoso y tonos verdes con algunas líneas amarillas	Grano de maíz
Café Bajo	T ₁ CFB L 70%+G30%	Coloración café oscura en zona intermedia e interna, tonos verdes pocos visibles en zona interna y marcación con franjas oscuras en zona central	Dientes de caballo
	T ₂ CFB L 30%+G 70%	Coloración blanca cremosa sin bordes de líneas oscuras, la zona intermedia con tonalidades verdes amarillas, con tonos rojizos en zona interna	Grano de maíz
Café Pendiente	T ₁ CFP L70%+G30%	Coloración blanca y algo gris, zona interna verdosa y tonalidad violeta con franjas oscuras en zona centra	Grano de maíz
	T ₂ CFP L30%+G 70%	Coloración blanco cremoso, tonos rojizos en zona intermedia, zona central sin tonos oscuros alrededor	Granos de maíz

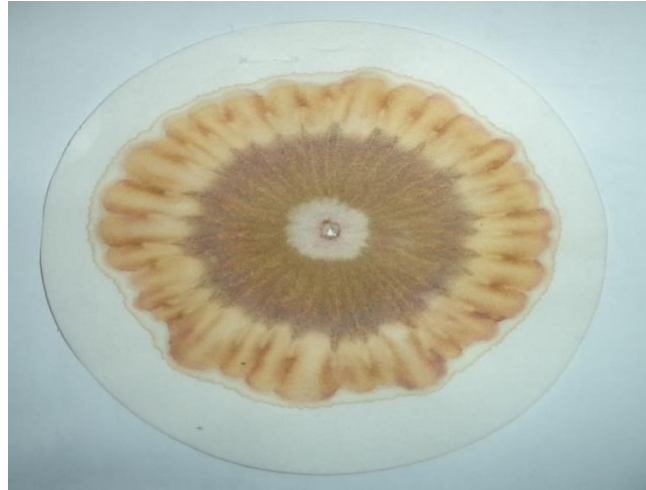


Foto 4. 8. Cromas de la enmienda CCB 70%L + 30%G

Coloración en la zona central color verde amarillo, indica alta actividad biológicamente, la zona blanca cremosa contiene notable integración con la zona mineral; desaparecieron manchas negras por proceso de inundación.

La zona externa presenta ciertos lunares de tonalidad café suave, describe la presencia de materia orgánica e incremento de actividad microbiana.

Contiene formas en caminos radiculares enzimáticos y terminaciones en formas de explosión y lunares enzimáticos, aparición de púas en formas de puntas lo cual registra evolución gradual de unificación.

La zona periférica y externa presentas ciertos lunares de tonalidad café suave, por lo cual se describe la presencia de materia orgánica, incremento de actividad microbiana, zona periférica gruesa que corresponde a formación de vitaminas, hormonas, compuestos orgánicos, se diferencia claramente todas las zonas (mineral, orgánica enzimática).

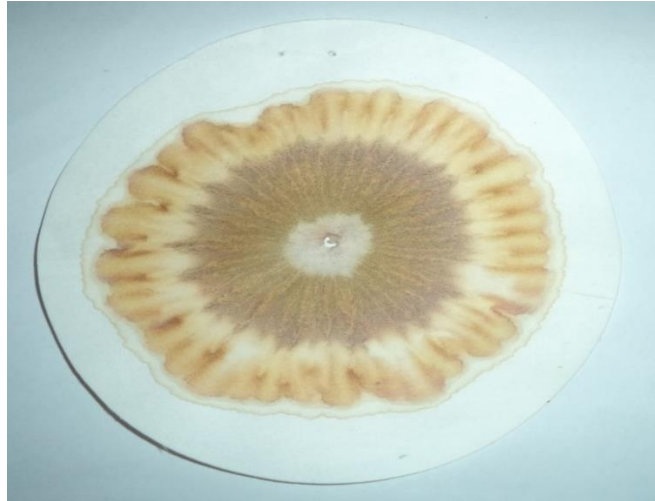


Foto 4. 9. Cromas de la enmienda CCB 60%L + 40%G

En su zona central presenta un tono blanco cremoso que corresponde a actividad biológica estable. No se muestran franjas circulares alrededor de la zona central, lo cual muestra la falta de oxigenación, alta definición de todas a zonas periféricas pronunciadas refiriéndose a contenido enzimático de alto nivel.

En la zona interna la coloración se torna verde amarillo con apreciaciones naranjas en zona internas.

Formación radial de caminos enzimáticos entre zona orgánica y mineral, alta calidad microbiana, lunares enzimáticos visibles reflejan alto nivel de humificación ya que las plumas y destellos son notables.



Foto 4. 10. Cromas de la enmienda CCP 70%L + 30%G

Coloración central blanca cremosa interna, indica presencia de compost nitrogenado de alta solubilidad.

La zona intermedia con tonalidad verde amarilla, señalan desarrollo progresivo de actividad microbiana que antes se notaba afectada por (urea) fertilizante químico.

Zona externa con lunares enzimáticos, manifiesta que el suelo presenta buen grado de humificación estable, evolución de la integración de las zonas que antes no se podían visualizar.

Terminaciones en forma ideal, lunares enzimáticos con alta visualización de plumas en la zona externa; destellos radiales desde la zona central hasta la zona periférica, que refieren un proceso de humificación en etapa madura.



Foto 4. 11. Cromas de la enmienda CCP 40%L + 60%G

La coloración pardo oscura que presento en la zona central; cambio a crema blanquinoso, revelando una disminución en presencia de fertilizantes químicos, aparecen tonos verdes con algunas líneas amarillas que refiere alto contenido de nutrientes.

Tonos dorados que muestran alta integración de zona mineral y zona proteica; se puede apreciar que la zona intermedia tiene abundantes caminos radiales y

aparición de plumas en la zona externa que corresponde a un estado de humificación considerablemente alta.

Visualización de lunares en forma plana de los dientes, toma forma de lunares enzimáticos esto muestra que la zona se enriqueció, los lunares en zonas intermedias concederán alta actividad biológica y oxidación.



Foto 4. 12. Cromas de la enmienda CFB 70%L + 30%G

En la zona central, marcada de franjas oscuras; indican persistencia de la falta de oxigenación, poca evolución de actividad biológica.

Tonalidad café oscura en zona intermedia e interna, sin embargo, se benefician, tonos verdes pocos visibles en zona interna. Poca definición entre zonas internas e internas.

Terminaciones con diente de caballo no ideal, presencia de caminos radiculares en proceso de formación lo cual manifiesta proceso realizado de humificación.



Foto 4. 13. Cromas de la enmienda CFB 40%L + 60%G

Zona central blanca cremosa sin bordes de líneas oscuras, la zona intermedia con tonalidades verdes amarillas, la tonalidad oscura desapareció, tonos rojizos en zona interna; desaparición en zona circular central, mejora de actividad microbiana.

Diferenciación y alta integración e interacción en zonas internas con alto contenido proteico. Aparición de caminos intermedios, que indican mejora de aireación y disminución de compactación causada por animales.

La zona periférica visible, revela una mejora en la producción de enzimas, vitaminas y compuestos orgánicos.



Foto 4. 14. Cromas de la enmienda CFP 70%L + 30%G

Remarcación franjas oscuras en zona central que manifiesta falta de oxigenación.

La zona interna presenta una tonalidad algo verdosa una manifestación de tono violeta señala la persistencia de los herbicidas; sin embargo, la zona intermedia e interna se visualiza perfectamente lo cual corresponde a un proceso de mejora nutricional.

Caminos radiales en zona externa e interna, lo cual manifiesta una mejora de actividad biológica.



Foto 4. 15. Cromas de la enmienda CFP 40%L + 60%G

La zona central sin tonos oscuros alrededor, centro blanco cremoso, esto significa incremento de materia orgánica y oxigenación, el proceso de modificación se interrumpió, tonos rojizos en zona intermedia.

Alta visualización de caminos radiales intermedios, gran aparición de plumas por proceso de humificación completamente madura, lunares en zonas externas.

La actividad de bacterias (enzimas) hizo un buen de humus coloidal a través de una alta actividad microbiana, las manchas en la zona del borde también son

consideradas como signos de buena estructura de migas, buena aireación, suficiente relación de reservas de carbono- nitrógeno.

La Zona Periférica se muestra gruesa y acentuada, visualización de todas las zonas de líneas de integración radiales intermedios, zona central periférica alta movilidad de proceso biológico altamente distribuido, las áreas entre y sobre los dientes con espacios aparecen en conjunto de color levemente marrón, varias manchas que van desde el café claro hasta oscuro.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El compost que fue elaborado con un 30% leguminosa (pueraria) y 70% de gramínea (saboya) mostro mejor condiciones de composición: buena estructura y microbiología, visibilidad de interacción de todas sus zonas cromatográficos, alta capacidad de descomposición microbiana.
- Los análisis de las muestras correspondientes a los cultivos de café y cacao establecidos en las zonas con pendiente, presentaron niveles bajos de nutrientes. Mientras que los suelos de los cultivos de café en zonas baja refirieron los niveles más altos de enmienda.
- El uso de gramíneas y leguminosas en forma de compost como enmienda de los suelos, favorece notablemente la presencia de elementos ventajosos en el compost para la obtención de nutrientes, lo que se traduce en una mejora en la calidad del suelo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Profundizar el estudio de la cromatografía en papel, como herramienta para el diagnóstico de fertilidad del suelo; realizando más ensayos esta metodología, hasta alcanzar experticia, ya que ésta tiene muchas ventajas, entre ellas los costos y el manejo sencillo que puede darse sin ayuda de equipos sofisticados.
- Orientar las investigaciones en sentidos de evaluación cuantitativa que corrobore el análisis cualitativo, para un mejor establecimiento de los patrones cromatográficos.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, F. (2014). Evaluación cualitativa mediante cromatografía, de la fertilidad de cinco suelos con diferentes manejos orgánicos y convencionales. Tesis Ing. Ambiental. Universidad de Cuenca. Cuenca.
- Acuña et al, 2002. Manual agropecuario, tecnología orgánica de la granja integral autosuficiente, tomo uno, imprenta Quebecor Word.
- Bohórquez, J. 2014. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. Ingeniería Agronómica. 4 (5): 24-36
- Brunel y Seguel, 2011. Efectos de la erosión en las propiedades del suelo. Departamento de ingeniería y suelo, facultad de ciencias agronómicas, universidad de Chile, Agro sur vol. 39 (1) 1-12-2011.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Derechos del Buen Vivir y el Desarrollo a la Seguridad Alimentaria.
- Domingo, R. y Estevan, V, et al (2016), Organización social ejidal y manejo del capital natural forestal maderable en Carbonero-Jacales, Huayacocotla, Veracruz Revista Mexicana de Ciencias Forestales Vol. 7 (34): 85-99
- Escudero De Fonseca, A. y Arias, C. (2012). Los microorganismos en los abonos orgánicos a partir de podas en la Universidad del Norte, Colombia. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 28 (1): 67-75
- FAO (1998). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Departamento de Agricultura y protección del consumidor. Revista,
- _____ (2013). Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina. Santiago de Chile. Chile.
- _____ (2013). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Roma Revista,
- Fernández F, et al, (2008). Cubierta vegetal y abonos verdes en el secano mediterráneo. Instituto de investigación agropecuaria ministerio de agricultura. Informativo INIA RAIHUÉN. Gobierno de Chile.
- Fondo de Protección del Agua. (2010). Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Aporte de USAID. Boletín divulgativo.
- Gordillo, F.; Peralta, E.; Chávez, E.; Contreras, V.; Campuzano, A.; Ruiz, O. (2011). Producción y evaluación del proceso de compostaje a partir de desechos agroindustriales de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias. 37 (2): 140-149

- Guerrero, V. (2010). Manual de leguminosas y abonos verdes para una agricultura sostenible y soberana alimentaria. Municipio Española Tiexala.
- Heifer Fundation, 2016. Plan de manejo, carbón de uso energético. Niveles de exportaciones del carbono.
- Ibarra Castillo, José Ariel Ruiz Corral, Diego Raymundo González Eguiarte, José Germán Flores Garnica y Gabriel Díaz Padilla 2009. Distribución espacial del pH de los suelos agrícolas de Zapopan, Jalisco, México Agric. Téc. Méx vol.35 no.3
- Lal R., 1994. Soil Erosión in the Tropics. Principles and Management. MacGraw Hill, 580 p. Acta Agron. Vol. 56 no.3
- Lubke, et al 2016. Identificaiion de cromatogramas y desarrollo de técnicas analíticas en cromatografía.
- Mastrangelo A (2009). Análisis del concepto de Recursos Naturales en dos estudios de caso en Argentina Universidad Nacional de Misiones, Tucumán 1605, 3300, Aceito: Ambiente & Sociedad Campinas v. XII, n. 2 p. 341.
- Meléndez G y Soto G, (2003). Taller de abono orgánicos. el Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Cámara de Insumos Agropecuarios No Sintéticos. Lugar: Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), UCR. Sabanilla
- Montaño, D. y Solórzano, J. 2015. Variabilidad entre los suelos de uso forestal y ganado del sitio Zapote, cantón Bolívar, provincia Manabí.
- Murillo, et al 2015. Evaluación de difernte estados de madures de la pueraria. Revista científica america latina.
- Omero y Velázquez 1999. Manejo ecológico del suelo, comseptos, experiencias y técnicas. Primera edición red de acción del uso de agroquímicos, apartado postal 11-0581.
- Orozco M, et al, 2011. Desempeño ambiental de los recursos naturales en comunidades rurales, Estado de México Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188-4611, Núm. 76, 2011, pp. 84-103.
- Ortiz, C. et al. 2013. Degradación de los suelos, colegio de posgrado, Primera Edición.
- Paredes, M. (2013). Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/fijacion-biologica-nitrogeno-leguminosas.pdf> [
- Ramírez-Carballo, H.; Pedroza-Sandoval, A.; Martínez-Rodríguez, J.; Valdez-Cepeda, R. (2011). Evaluación participativa de la degradación del suelo

en la reserva de la biosfera Mapimí. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Vol. XVII, Edición especial: 1-9

- Ramos, T. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas, Doctorante, Departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700, cultrop vol.35 no.4 La Habana oct.-dic.
- Restrepo, J. y Pinheiro, S. (2011). Cromatografía: Imágenes de vida y Destrucción del suelo. Documento PDF. Disponible en: <https://morralcampesino.files.wordpress.com/2016/03/cromatografia-restrepo-pinheiro.pdf>
- Rodríguez, V. 2009. Cromas, una interesante mirada a la vida de suelo y cultivos. Innovak new vol. 12.
- Sánchez, M. 2011. Condicionan los recursos naturales el crecimiento económico. Ingeniera Administradora, Universidad Nacional, Medellín, Colombia. Economista Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Semestre Económico, volumen 14, N° 29, edición especial, p. 117-128 ISSN 0120-6346.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – SENPLADES (2013). Agenda Zonal 4 – Pacífico. Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas 2013 – 2017. Documento PDF. Disponible en: <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Agenda-zona-4.pdf>
- Suquilanda, M. (2008). El deterioro de los suelos en el Ecuador y la producción agrícola. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, Ecuador.
- Vegas, L. y Martiarena, M. 2014. Carbono almacenado en la biomasa aérea de plantaciones de araucaria (*Araucaria angustifolia* -Bert.- O. Ktze) Rev. cienc. tecnol. no.13 Posadas jun
- Voitl H y Guggenverger E. 2013. Análisis cromatógrafo de suelo pg.114
- Zuñiga. et al, 2018. Propiedades morfológicas de los suelos, asociados a los ecosistemas de paramos, Nariño, sur de Colombia Terra Latinoam vol.36 no.2 Chapingo abr./jun.

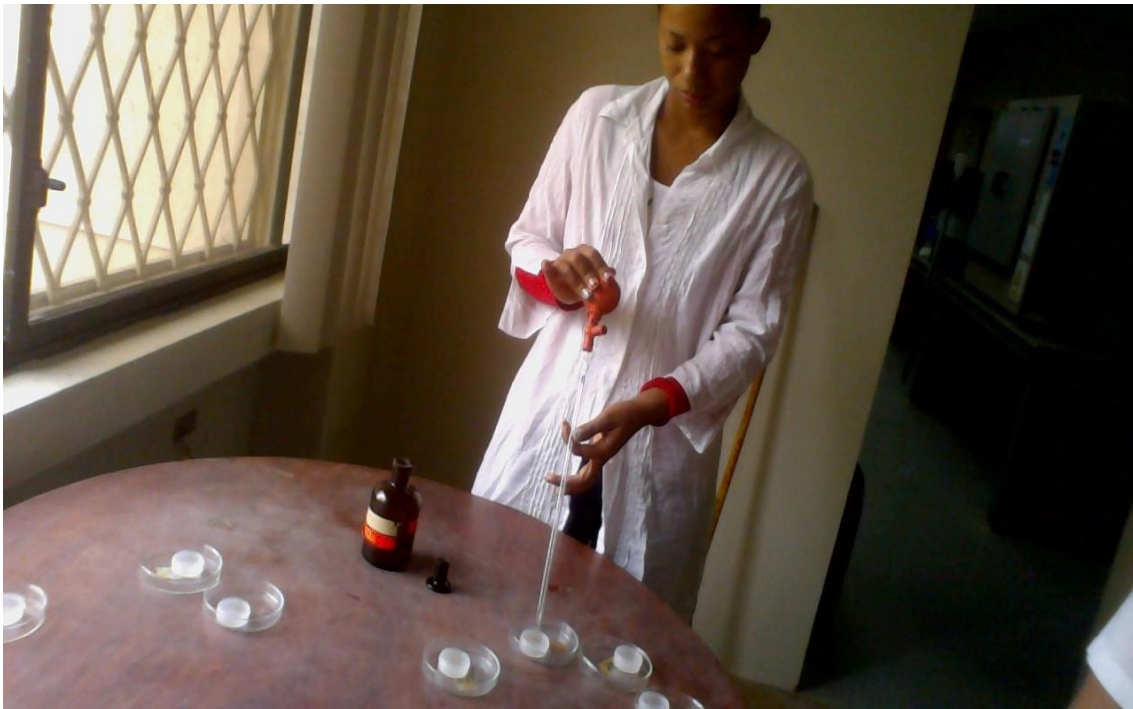
ANEXOS



Molienda de las muestras de suelos



Rotulado de los papeles filtros



Aplicación de los reactivos, hidróxido de sodio NaOH al 1% y nitrato de plata AgNO_3



Colocación de los papeles filtro en las cajas Petri