



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN  
DEL MEDIO AMBIENTE**

**“DETERMINACIÓN DE UN INDICADOR DE APLICACIÓN DE  
COMPOST Y BOCASHI Y COMPROBACIÓN DEL INCREMENTO  
DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELO DEGRADADO POR  
ACTIVIDAD GANADERA EN EL BARRIO UNGUMIATZA DE LA  
PARROQUIA YANTZAZA DEL CANTÓN YANTZAZA”**

Tesis de grado previa a la  
obtención del título de Ingeniero  
en Manejo y Conservación del  
Medio Ambiente

**AUTOR:**

CRISTIAN IVAN PINTO CHAMBA

**DIRECTOR:**

ING. GALO ENRIQUE RAMOS CAMPOVERDE, MG. SC.

ZAMORA – ECUADOR  
2016

## CERTIFICACIÓN

Ing. Galo Enrique Ramos Campoverde, Mg. Sc.

DOCENTE DE LA MODALIDAD DE ESTUDIOS PRESENCIAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE DEL PLAN DE CONTIGENCIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA, SEDE ZAMORA.

### CERTIFICO:

Que el presente trabajo de titulación denominado: **“DETERMINACIÓN DE UN INDICADOR DE APLICACIÓN DE COMPOST Y BOCASHI Y COMPROBACIÓN DEL INCREMENTO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELO DEGRADADO POR ACTIVIDAD GANADERA EN EL BARRIO UNGUMIATZA DE LA PARROQUIA YANTZAZA DEL CANTÓN YANTZAZA”**, desarrollado por el señor Cristian Ivan Pinto Chamba, ha sido elaborado bajo mi dirección y cumple con los requisitos de fondo y de forma que exigen los respectivos reglamentos e instructivos.

Por ello autorizo su presentación y sustentación.

Zamora, 27 de Abril de 2016

Atentamente,



Ing. Galo Enrique Ramos Campoverde, Mg. Sc.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## AUTORÍA

Yo, **Cristian Ivan Pinto Chamba**, declaro ser autor del presente Trabajo de Tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

**AUTOR:** Cristian Ivan Pinto Chamba

**FIRMA:**



**CÉDULA:** 0923663728

**FECHA:** Loja, Junio de 2016

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, **CRISTIAN IVAN PINTO CHAMBA**, declaro ser autor de la Tesis titulada **“DETERMINACIÓN DE UN INDICADOR DE APLICACIÓN DE COMPOST Y BOCASHI Y COMPROBACIÓN DEL INCREMENTO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELO DEGRADADO POR ACTIVIDAD GANADERA EN EL BARRIO UNGUMIATZA DE LA PARROQUIA YANTZAZA DEL CANTÓN YANTZAZA”**, como requisito para optar por el grado de: **INGENIERO EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Loja, a los diez y seis días del mes de junio del dos mil diez y seis, firma el autor:



**FIRMA:** \_\_\_\_\_

**AUTOR:** Cristian Ivan Pinto Chamba

**CÉDULA:** 0923663728

**DIRECCIÓN:** Yantzaza, Barrio Central, Calles Iván Riofrío y Armando Arias

**CORREO ELECTRÓNICO:** cristianpinto10\_@hotmail.com

**TELÉFONO:** (07) 2-300-155    **CELULAR:** 0959631250

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**DIRECTOR DE TESIS:** Ing. Galo Enrique Ramos, Mg. Sc.

**TRIBUNAL DE GRADO**

Ing. Osmani López Celi, Mg. Sc.

(Presidente)

Ing. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña, Mg. Sc.

(Vocal)

Ing. Fausto Ramiro García Vasco, Mg. Sc.

(Vocal)

## DEDICATORIA

*El presente trabajo está dedicado primeramente a Dios, quien me ha dado sabiduría y salud para poder dar un paso más en la vida profesional. Así mismo con mucho cariño a todos los campesinos de la Amazonía ecuatoriana que luchan día a día por el mejoramiento de sus producciones y bienestar socioeconómico. También a mi madre, quien ha hecho el rol de padre de una manera estupenda, superando todas las adversidades y brindándome su apoyo incondicional durante mi vida estudiantil. Así mismo a mi hermana mayor, quien me ha regalado sus sabios consejos siendo un pilar de apoyo fundamental, e igualmente a las familias Apolo, Mori y Martínez quienes me educaron por varios años y me inculcaron y formaron con buenos principios y valores.*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer en primer lugar a Dios, quien me ha guiado por el sendero correcto, brindándome su sabiduría y sapiencia en cada momento de mi vida, en segundo lugar agradezco a cada uno de los miembros de mi familia; mi madre Celia Chamba, mi hermana Silvana Ramón y mi compañera fiel Nathali Rojas, por haberme dado fuerzas, consejos y apoyo incondicional que hoy en día se ve reflejado y plasmado en el presente trabajo de titulación. Así mismo, a las familias Apolo, Mori y Martínez; quienes confiaron en mí y me acogieron en su hogar donde tuve la oportunidad de emprender esta maravillosa carrera.*

*Por último, y no menos importante, agradezco a la Universidad Nacional de Loja por ampararme en calidad de estudiante, permitiéndome continuar con mis estudios universitarios. Así mismo al Coordinador de la carrera Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Ing. Osmani López Celi, por confiar sus conocimientos en nosotros y por su devoción en la excelencia académica que permitió formarnos como profesionales competentes. Agradezco finalmente, al Ing. Galo Ramos Campoverde, por su gentileza, paciencia y apoyo permanente durante la elaboración del presente trabajo de titulación, permitiéndome cumplir una meta más de mi vida.*

## 1. TITULO

“DETERMINACIÓN DE UN INDICADOR DE APLICACIÓN DE COMPOST Y BOCASHI Y COMPROBACIÓN DEL INCREMENTO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELO DEGRADADO POR ACTIVIDAD GANADERA EN EL BARRIO UNGUMIATZA DE LA PARROQUIA YANTZAZA DEL CANTÓN YANTZAZA”

## 2. RESUMEN

Las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, se ven afectadas por las diferentes actividades que se realizan sobre él, de ahí la importancia de estudiar métodos naturales que ayuden a mejorar estas propiedades a mediano y largo plazo. Por tal razón se realizó el presente estudio en el barrio Ungumiatza de la ciudad de Yantzaza (Zamora Chinchipe).

En el estudio se elaboró dos abonos orgánicos compost y bocashi con insumos de la zona, realizando controles de temperatura, pH y humedad en la fase de elaboración, adicionando un acelerador de microorganismos eficaces para favorecer la descomposición. Luego, se construyó 14 parcelas experimentales en el área destinada a la investigación, en las cuales se aplicó dosificaciones de compost y bocashi (10, 20 y 30%) con una repetición para cada tratamiento. Posteriormente se implementó un cultivo de maíz por un periodo de 45 días y culminado este tiempo se recolectó 1 muestra de cada parcela, tomada a una profundidad de 0.20 m, con la cual se determinó en laboratorio; textura, pH, materia orgánica, nitrógeno, óxido de fósforo, óxido de potasio, calcio, magnesio y conductividad eléctrica.

Al finalizar el estudio se concluyó que la aplicación de abonos (compost y bocashi), mejoraron significativamente la mayoría de los parámetros antes mencionados, destacándose; materia orgánica, nitrógeno, óxido de fósforo, óxido de potasio, calcio, magnesio. Se encontró mejores resultados en el tratamiento de bocashi al 30% en las propiedades físico-químicas del suelo y en cuanto al crecimiento del maíz el compost al 30% otorgó mejores resultados.



## 2.1. SUMMARY

The physico-chemical and biological soil properties are affected by the different activities carried out on it, hence the importance of studying natural methods to help improve these properties in the medium and long term. For this reason the present study was conducted in the Ungumiatza neighborhood of the city of Yantzaza (Zamora Chinchipe).

In the study, two organic fertilizers compost and bocashi with supplies of the area was developed, performing controls of temperature, pH and humidity in the development phase, adding an accelerator of effective microorganisms to promote decomposition. Next, 14 experimental plots were constructed in the area intended for research, in which was applied dosages of compost and bocashi (10, 20 and 30%) with a repeat for each treatment. Subsequently a corn crop was implemented for a period of 45 days and culminated this time 1 sample of each plot was collected, taken at a depth of 0.20 m, with which was determined in laboratory; texture, pH, organic matter, nitrogen, phosphorus oxide, potassium oxide, calcium, magnesium and electrical conductivity.

At the end of the study it concluded that the application of fertilizers (compost and bocashi), significantly improved most of the aforementioned parameters, highlighting; organic matter, nitrogen, phosphorus oxide, potassium oxide, calcium, magnesium. best results were found in the treatment of bocashi 30% in the physico-chemical properties of soil and in the growth of corn compost 30% gave better results.

### 3. INTRODUCCIÓN

La supervivencia de los seres humanos depende del recurso suelo, el cual posee un valor significativo al ser este el espacio ideal para la producción de alimentos necesarios para el diario subsistir de toda la comunidad biótica. Uno de los problemas actuales de la degradación del recurso suelo, está basado principalmente en el incremento poblacional a nivel mundial. Este factor trae consigo notables consecuencias como la explotación de recursos renovables y no renovables así como la expansión de la frontera agrícola que contribuye a la tala de bosques primarios que conforman el pulmón del planeta Tierra.

Ante el contexto anterior, se requiere un cambio radical en el manejo actual del recurso suelo que, por un lado permita generar recursos adicionales al campesino y, por otro lado, fomente la conservación y recuperación del recurso suelo y su ecosistema.

La presente investigación, pretende dar respuesta a la problemática existente ya a nivel mundial que requiere la atención de investigadores, autoridades locales, docentes y estudiantes. Esta ofrece una opción amigable con el ambiente para la recuperación de suelos degradados por actividad ganadera, con la finalidad de volverlos provechosos evitando así su futura degradación y abandono. La idea es aplicar abonos orgánicos en suelos cuyos niveles de materia orgánica sean significativamente bajos, con el objetivo de experimentar el comportamiento de estos sobre el recurso suelo y evidenciar un incremento de este parámetro. A la vez que se permite la comprobación de dicho aumento mediante la siembra de maíz dulce (*Zea mays amyloperla* L.), mismo que requiere altas concentraciones de N, P, K para su adecuado crecimiento. Con los

resultados aquí vertidos, se espera brindar un aporte al sector agropecuario y permitir, a la vez, abrir paso a futuras investigaciones.

Con la finalidad de dar cumplimiento a esta investigación se planteó, y desarrolló los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar el estado actual del suelo degradado por actividad ganadera mediante el análisis de fertilidad del mismo.
- Elaborar dos abonos orgánicos compost y bocashi con el uso de materiales de la zona para aplicar en tres dosificaciones diferentes.
- Determinar el porcentaje de incremento de materia orgánica de los tratamientos mediante la implementación del cultivo de maíz *Zea mays amyloacea* y determinar el indicador de aplicación de cada tratamiento.
- Socializar los resultados obtenidos en la presente investigación a los campesinos y moradores del barrio Ungumiatza.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Referente teórico

#### 4.1.1. Suelo.

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2015), define al suelo como:

La capa superior de la corteza terrestre, situada entre el lecho rocoso y la superficie, compuesta por minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos; que constituye un ecosistema entre la tierra, el aire y el agua, lo que le otorga la capacidad de desempeñar funciones naturales y de uso. El suelo pecuario, por su parte, es aquel que sirve para el desarrollo de actividades de crianza de ganado (vacas, caballos, ovejas, puercos o cabras) y otras especies de animales (abejas, aves, peces y/o crustáceos) (p. 112).

Karlen et al. (1997), mencionan que las funciones principales del suelo son:

- Captar y permitir la entrada de agua.
- Promover el ciclaje de nutrientes.
- Servir de medio para el soporte y crecimiento de las plantas.
- Responder a un manejo presentando resistencia a la degradación.
- Suplir las necesidades de agua de las plantas y recargar los acuíferos subterráneos.
- Servir de soporte estructural y medio en donde se puedan filtrar y degradar compuestos nocivos para el ambiente.
- Mantener condiciones edáficas adecuadas para el desarrollo de la actividad biológica.

#### 4.1.2. Calidad del suelo.

Según United States Department of Agriculture (USDA, 2011), menciona:

“La calidad del suelo se expresa como la capacidad que posee el mismo para realizar sus funciones en el momento actual, pero garantizando su preservación para que en el futuro pueda desempeñar las mismas sin inconveniente alguno”.

De acuerdo a Carter, (2002), aclara que “la calidad del suelo involucra dos conceptos: la calidad inherente del suelo para el crecimiento de los cultivos y la calidad dinámica influenciada por el uso o manejo. De esta manera se diferencia las propiedades estáticas del comportamiento del suelo” (p. 41).

“La calidad del suelo no es fácil de definir, pues depende del uso que se le vaya a dar (agrícola, forestal, urbano, industrial).” (García, 2008, p. 78). Por otra parte, Wilson, Tasi, Paz, Indelángelo y Díaz (2008) mencionan:

Es la capacidad del mismo (suelo) que posee para cumplir varias funciones y se puede presentar por una serie de propiedades físicas, químicas y biológicas que a su vez promueven un medio para el crecimiento de las plantas y para la actividad biológica, regulando el flujo y almacenamiento de agua en el ambiente y sirven como buffer en la formación y destrucción de compuestos ambientales riesgosos (p. 24).

Herrick, (2000) comparte otro pensamiento importante:

La determinan funciones simultáneas, como mantener la productividad de los cultivos, conservar la calidad del agua y del aire, proporcionar condiciones saludables para plantas, animales y el hombre; dentro de los límites de un ecosistema. Por ello, la relación entre calidad de suelo y sostenibilidad agrícola es la producción de alimentos en un suelo con capacidad para funcionar en los tres ejes importantes: económico, ambiental y social (p. 76).

### **4.1.3. Degradación de los suelos.**

“Pérdida de las características físicas, químicas y biológicas de un suelo, principalmente por sustancias nocivas, deterioro de la estructura física, modificación de la composición química, alteración de procesos biológicos o uso inapropiado del recurso” (MAE, 2015, p. 113).

Tilman (1999), sostiene que:

Los incrementos en las últimas décadas de la superficie cultivada, las prácticas de monocultivo y de aplicación de fertilizantes y pesticidas químicos, han provocado pérdidas en los contenidos de materia orgánica, incrementos en la erosión, compactación y contaminación del agua superficial y subterránea. De manera que todas aquellas actividades realizadas sobre el suelo generan un impacto significativo en la concentración de nutrientes.

### **4.1.4. Factores que contribuyen en la degradación del suelo.**

#### **4.1.4.1. Deforestación.**

Es una acción que se realiza de manera antropogénica que consiste principalmente en la destrucción de la superficie forestal. El proceso de deforestación comienza con la construcción de carreteras que atraviesan los bosques para dar paso a la tala y a la minería. Posteriormente a esto llegan los agricultores a explotar el suelo en la producción de cultivos, pero el suelo de bosque es muy frágil como para sustentar los cultivos durante mucho tiempo. Al cabo de dos o tres años los suelos se habrán agotado, la producción disminuye y los agricultores dejan crecer hierba y migran a otra parte. Finalmente llegan los pecuarios y comienzan con la explotación del suelo. Causa daños incalculables al medio ambiente, ya que libera miles de millones de toneladas de bióxido de carbono a la atmósfera y causa la extinción de miles de especies todos los años. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2006, p. 3).

#### 4.1.4.2. *Monocultivo.*

“Se refiere básicamente a cultivos que abarcan grandes extensiones de terreno de una sola especie. La conversión de las tierras deforestadas en pastizales comúnmente agrava el daño. Los pastos nativos ofrecen pocos nutrientes y escasa protección al suelo” (FAO, 2006, p. 4).

#### 4.1.4.3. *Sobrepastoreo.*

Tiene lugar frecuentemente en cultivos de pasto, los cuales sirven como fuente de alimentación para la realización de la actividad ganadera. El sobrepastoreo deja al suelo sin protección contra el sol, secándose la parte superficial del suelo en forma irreversible, volviéndose extremadamente vulnerable a la erosión hídrica y eólica (De Bièvre, Iñiguez y Buytaert, 2004, p. 12).

**Tabla 1:** *Uso del suelo en la región amazónica ecuatoriana.*

Provincias	Uso actual (Has.)					
	Pasto cultivado	Pasto natural	Descanso	Bosque y montes	Páramos	Otros
Morona S.	368.685	3.540	15.165	463.994	3.035	3.775
Zamora Ch.	174.476	6.804	18.262	224.546	--	2.489
Napo	67.573	9.909	9.536	134.175	42.312	1.203
Pastaza	64.380	512	1.648	347.836	--	2.313
Sucumbíos	56.469	2.951	16.411	217.610	469	4.893
Orellana	35.723	979	17.403	145.872	--	2.362
Subtotal	767.306	24.695	78.461	1'534.033	45.616	17.035
<b>Total</b>	792.001			1'675.145		

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), 2000.

FAO, (2006) relata que:

El exceso de pastoreo acelera la pérdida de nutrientes y la erosión del suelo, de tal manera que pasado entre 5 y 10 años de esta actividad, el exceso de pastoreo y la pérdida de nutrientes convierten las tierras del bosque lluvioso en terrenos estériles (p. 4).

#### **4.1.5. Propiedades elementales del suelo.**

FAO, (2013); menciona que “dentro de las propiedades físicas, químicas y biológicas esenciales que posee el suelo, se pueden considerar las siguientes como las más importantes para el desarrollo óptimo tanto de la flora como de la fauna” (pp. 09-11):

##### **4.1.5.1. Físicas.**

###### *4.1.5.1.1. Color.*

Los suelos de color más oscuro, generalmente son más ricos en materia orgánica. Los colores pardos, rojizos y amarillentos, indican que los suelos son bien aireados y no se encharcan. Los colores grises y manchados de verde azulado, indican que los suelos permanecen mucho tiempo encharcados. En las regiones húmedas, cuando los suelos son muy claros indican baja productividad y las plantas se desarrollan mal.

###### *4.1.5.1.2. Conductividad eléctrica.*

Se describe a la salinidad como la propiedad de la tierra o suelo que cambia de forma relativamente rápida con el tiempo, en comparación con otras propiedades.



USDA, (2009) articula que:

El análisis del suelo en cuanto a sales es necesario no sólo para registrar los posibles aumentos en campos de regadío, sino también ayuda a determinar si el riego se debe intentar en primer lugar. La salinidad se mide mediante el análisis de conductividad eléctrica (CE) en unidades como por ejemplo: deciSiemens por metro (dS / m). Las siguientes denominaciones se utilizan para las diferentes concentraciones de sales en el suelo:

**Tabla 2:** *Tipos de salinidad (conductividad eléctrica).*

TIPO DE SALINIDAD	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (dS/m)
Ninguna / No Salino	0 – 4
Leve/ Ligeramente Salino	4 – 8
Moderada / Salinidad Significativa	8 – 15
Extremadamente fuerte / Salinidad extrema	15 +

**Fuente:** United States Department of Agriculture (USDA, 2009).

#### 4.1.5.1.3. *Textura.*

Es la mezcla de partículas de; arena, limo y arcilla. La roca que forma el suelo se descompone y desmorona en partículas, las cuales son de diferente tamaño. Las más pequeñas se llaman arcillas, las intermedias se denominan limos y las más grandes se conocen comúnmente como arenas. Todos los suelos tienen en diferente proporción; arena, limo y arcilla.

Cuando los suelos tienen cantidades más o menos iguales de arenas, limos y arcillas, se dice que son suelos de textura franco o suelos medianos. Estos suelos son los mejores porque son fáciles de cultivar, no se encharcan y son ricos también en alimentos para las plantas.

Por otra parte USDA, (2011) menciona que “un suelo cuya textura sea óptima, dispone de mejor manera los elementos básicos que requieren las plantas para un adecuado desarrollo. Esta disponibilidad se manifiesta en el sistema radicular, ya que este sirve de transporte de los nutrientes” (p. 17).

**Tabla 3:** *Clases texturales del suelo.*

TIPOLOGÍA (%)			CLASE TEXTURAL
ARENOSO	LIMOSO	ARCILLOSO	
86-100	0-14	0-10	Arenoso
70-86	0-30	0-15	Franco arenoso
50-70	0-50	0-20	Franco arenoso
23-52	28-50	7-27	Franco
20-50	74-88	0-27	Franco limoso
0-20	88-100	0-12	Limoso
20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso
45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso
0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso
45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso
0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso
0-45	0-40	40-100	Arcilloso

**Fuente:** United States Department of Agriculture (USDA, 2011).

#### *4.1.5.1.4. Porosidad.*

Está compuesta por los poros u orificios existentes en el suelo. Por estos poros penetran el aire y el agua. En los suelos que tienen partículas grandes como las arenas, los poros son grandes y el agua y el aire penetran fácilmente. En los suelos que tienen partículas más pequeñas como las arcillas, los poros son muy pequeños. El agua y el aire no penetran con facilidad. En los suelos que

tienen partículas más pequeñas como las arcillas, los poros son muy pequeños. El agua y el aire no penetran con facilidad.

#### *4.1.5.1.5. Permeabilidad.*

Es la facilidad con la que los factores agua y aire se mueven a través del suelo. Los suelos arenosos a diferencia de los arcillosos, tienen una permeabilidad apropiada.

#### **4.1.5.2. Químicas.**

##### *4.1.5.2.1. Fertilidad del suelo.*

La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En relación a su naturaleza en general, con respecto al volumen, una proporción ideal está dada por 45-48% de partículas minerales, 2-5% de materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua (Sánchez, 2007, p. 15).

Según Iñiguez, (2010), menciona que “para suelos existentes en la parte sur del Ecuador, se estima interpretar cualitativamente cinco niveles. Estos se describen a continuación, y aquellos que estén fuera del rango se los denomina ‘muy bajos’ o ‘muy altos’”.

##### *- Bajo.*

Se estima que el suelo presenta un contenido bajo de nutrientes disponibles, razón por la cual es necesario aplicar una alta cantidad de fertilizantes.

- *Medio.*

Cuando el suelo presenta un contenido medio de nutrientes disponibles, de tal forma que se requiere aplicar una cantidad media de fertilizantes.

- *Alto.*

Hace referencia a la presencia abundante de nutrientes disponibles, razón por la cual es necesario aplicar una cantidad baja de fertilizantes.

**Tabla 4:** *Interpretación de los principales nutrimentos del suelo para el Sur del Ecuador.*

<b>Nutrimento</b>	<b>Unid. de expresión</b>	<b>Bajo Mínimo</b>	<b>Medio Optimo</b>	<b>Alto Máximo</b>
M.O.	%	2 – 4	4.1 – 6	6.1 – 8
N	Ppm	20 – 40	40.1 – 60	60.1 – 80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ppm	10 – 20	20.1- 30	30.1 – 40
K <sub>2</sub> O	Ppm	50 – 100	100.1 -150	150.1 – 200
Ca	meq /100ml	2 – 4	4.1 – 6	6.1 – 8
Mg	meq /100ml	0.60 – 1.20	1.3 – 1.8	1.9 – 2.4

**Fuente:** Iñiguez, 2010.

#### *4.1.5.2.2. Materia orgánica.*

La materia orgánica del suelo es un indicador de suma importancia de la calidad del suelo, tanto en sus funciones agrícolas como ambientales. La materia orgánica del suelo es el principal determinante de su actividad biológica. La cantidad, la diversidad y la actividad de la biota del suelo están directamente relacionadas con la materia orgánica. La materia orgánica y la actividad biológica que esta genera tienen gran influencia sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos. Estas a su vez, incrementan la tasa de infiltración y la capacidad de agua disponible en el suelo así como la

resistencia contra la erosión hídrica y eólica. La materia orgánica del suelo también mejora la dinámica y la biodisponibilidad de los principales nutrientes de las plantas (Robert, 1996, p. 17).

La materia orgánica al incidir directamente sobre las propiedades edáficas, estructura del suelo y en la disponibilidad de carbono y nitrógeno, se convierte en el principal indicador e indudablemente el que posee la más significativa influencia sobre la calidad del suelo y su productividad (Quiroga y Funaro, 2004, p. 53).

El contenido de materia orgánica del suelo (MOS) es un buen indicador de la capacidad del suelo de secuestrar carbono de la atmósfera terrestre. El suelo puede actuar como sumidero del CO<sub>2</sub> de la atmósfera y retardar su retorno, cuando se utilizan prácticas de manejo apropiadas como la siembra directa y la rotación de cultivo. Estas prácticas pueden conducir a un aumento de la materia orgánica del suelo, lo que se traduce en un mejoramiento de la productividad y la calidad ambiental. Además, aumentar los contenidos de MOS puede reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, lo que contribuye a reducir considerablemente los costos financieros de fenómenos naturales, como la sequía, inundaciones y enfermedades que son consecuencia del cambio climático. Por lo tanto la forma más práctica y común para mejorar la calidad del suelo y del ambiente es promover un mejor manejo de la materia orgánica del suelo (USDA, 2011).

#### *4.1.5.2.3. Nitrógeno.*

Normalmente el nitrógeno que se encuentra en el suelo procede en una proporción muy baja de las rocas y minerales, ya que la mayor parte tiene su origen principalmente en la fijación biológica del nitrógeno atmosférico. La incorporación se realiza, muchas veces, por fijación simbiótica de bacterias del género *Rhizobium* localizadas en las raíces de las leguminosas (Rennie y Kemp, 1983).

“Se supone que el N biológicamente activo en el suelo es el producido por la hidrólisis en medios ácidos, la cual puede extraer el 50-65% del N de los ácidos húmicos” (Hartz, Mitchell & Giannini, 2000, p. 211).

Las reservas nitrogenadas del suelo se encuentran naturalmente en estado orgánico, así por lo general más del 95% del nitrógeno presente en el suelo se encuentra en forma orgánica y bajo la acción continua de la flora microbiana se irá mineralizando de forma química para que pueda ser asimilado por las plantas. Dada la importancia de la reserva de nitrógeno orgánico y de las transformaciones microbianas, la disponibilidad y el destino del nitrógeno están relacionados con la dinámica de la materia orgánica del suelo (Juergens y Gschwind, 1989).

- *Exceso y deficiencia de nitrógeno.*

Iñiguez, (2010), puntualiza que “el nitrógeno es uno de los principales elementos indispensable para el metabolismo de la planta. El suministro adecuado del mismo, produce hojas de color verde oscuro, por motivo de una alta concentración de clorofila”. El exceso o deficiencia afecta al normal desarrollo de la planta y se manifiesta de la siguiente manera:

- Ocasiona un gran desarrollo aéreo, retraso en la maduración y con frutos de mala calidad biológica.
- Al ocasionar un gran desarrollo de la biomasa aérea, provoca una demanda extraordinaria de otros nutrientes, que al no estar presentes en el suelo en forma disponible, provocan deficiencia por la escasez de estos nutrientes.
- Al poseer un desarrollo aéreo exagerado, hace más susceptible a la planta a las condiciones meteorológicas (helada, sequía, viento), enfermedades criptogámicas (esporas de hongos) y ataque de insectos.

- Una deficiencia de nitrógeno produce una vegetación raquítica, con hojas pequeñas y de color amarillento (clorosis) por una disminución de la clorofila. Los pigmentos verdes de la clorofila absorben la energía luminosa necesaria para iniciar la fotosíntesis. La clorofila ayuda a convertir el carbón, hidrógeno y oxígeno en azúcares simples. Estos azúcares y sus derivados de conversión estimulan la mayor parte del crecimiento de las plantas.
- Una disminución de nitrógeno, produce bajos niveles de proteínas en la semilla y puntos vegetativos en la planta. Así mismo, produce plantas con un crecimiento lento, con menos hijuelos, con mayor número de hojas y una maduración acelerada con frutos de mala calidad biológica.
- Una baja extrema, incide en los bordes de las hojas con una coloración anaranjada a violeta en las hojas viejas, dado que este nutrimento se mueve con facilidad en las hojas jóvenes.

#### 4.1.5.2.4. Fosforo.

Soto, (2003), menciona que:

El fosfato ( $\text{PO}_4$ ) y el óxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) son las formas de interés para la planta. El fósforo elemental es químicamente muy activo. Debido a ello no se lo encuentra en estado puro en la naturaleza, se encuentra sólo en combinación con otros elementos constituyendo el mineral apatito que al descomponerse y desagruparse proporciona el fósforo disponible que las plantas lo requieren.

El apatito es un mineral que contiene fosforo, calcio, flúor y cloro. Cuando las plantas para su nutrición absorben el fosforo de la solución suelo, se produce un desequilibrio entre dicha solución y los coloides; pero cuando los vegetales disminuyen su poder absorbente, se restablece al equilibrio adecuado. (Iñiguez, 2010, p. 26).

- *Exceso y deficiencia de fósforo.*

Tanto el exceso como la deficiencia de este elemento, afecta al desarrollo normal de las plantas. Según Iñiguez, (2010), “la afectación puede darse de las siguientes maneras” (p. 27):

- Comúnmente las alteraciones por exceso no suelen darse en la vida diaria, a no ser que se fertilice de forma masiva con compuestos fosfatados, lo cual produce una deficiencia de hierro por la insolubilidad de este último elemento en el suelo.
- La deficiencia ocasiona un desarrollo débil de la planta tanto del sistema radicular como de la parte aérea, produce hojas de menor tamaño, así como también existe la posibilidad de deformación de las mismas.
- Causa que las hojas presenten nervios pocos pronunciados y de una coloración azul, verdosa oscura con tintes bronceados o purpuras.
- Se presenta con frecuencia en las hojas viejas, dado que el fósforo se mueve con rapidez de éstas a las hojas jóvenes.
- Ocasiona un retraso perceptible en la madurez del fruto y una disminución del rendimiento de la cosecha.
- Produce así mismo semillas de menor tamaño y rendimiento. Presenta síntomas menos visibles que los producidos por deficiencias de nitrógeno y potasio.

*4.1.5.2.5. Potasio.*

Iñiguez, (2010), indica que:

El potasio es un elemento esencial para las plantas. Los cultivos agronómicos contienen más o menos la misma cantidad de potasio que de nitrógeno, pero mucho más potasio que fósforo; y en muchos cultivos de alto rendimiento el



contenido de potasio excede al de nitrógeno. El papel del potasio en las plantas es variado, ya que actúa como regulador de las funciones de la planta, razón por la cual se explica su activa participación en los tejidos jóvenes en la etapa de crecimiento, donde la división celular es más activa. Muchas de las funciones del potasio en la planta, se describen a continuación:

- Actúa directamente en la fotosíntesis, cuando hay deficiencia de potasio la fotosíntesis disminuye y es debido a que su escasez en las hojas incide en una baja asimilación del CO<sub>2</sub>. Al disminuir la fotosíntesis y la respiración, se reduce los carbohidratos de la planta.
- Cuando el potasio se presenta en forma deficiente, la respiración de la planta aumenta.
- Interviene en la asimilación clorofílica.
- Su presencia favorece la síntesis en las hojas de los hidratos de carbono.
- Es indispensable para la síntesis de las proteínas.
- Aumenta el contenido de minerales en la sabia, por lo que crea resistencia en la planta al frío y las heladas.
- Incrementa su resistencia a la salinidad y a los parásitos.
- Es importante en la formación de frutos, a la vez activa enzimas y controla su velocidad de reacción.
- En combinación con el fósforo favorece el desarrollo de las raíces y da rigidez a los tejidos.
- Contribuye a la planta un macro elemento de equilibrio y resistencia a las enfermedades criptogámicas.
- Una fertilización adecuada con potasio reduce el stress producido por nematodos.

- *Exceso y deficiencia de potasio.*

Ñíguez, (2010), manifiesta que:

Cuando hay una cantidad excesiva de potasio asimilable las plantas absorben mayor cantidad de las que requieren para su normal desarrollo, sin que ello repercuta en un aumento de la producción, por otra parte, un exceso en la absorción de potasio origina deficiencia de calcio, magnesio, hierro, y zinc lo que muchas veces ocasiona pérdidas de producción. Si existe deficiencia de este nutrimento se traslada de las hojas viejas a los tejidos jóvenes. Los síntomas de deficiencia de potasio asimilable se expresan en diversas formas (p. 29):

- Existe un retraso en el crecimiento de la planta, las partes más afectadas son aquellas que acumulan sustancias de reserva como tallos, frutos, semillas y tubérculos constituidos fundamentalmente por glúcidos.
- Cuando la deficiencia se agudiza se produce quemado en los bordes de las hojas y el sistema radicular presenta un escaso desarrollo radicular, lo que impide una mayor absorción.
- Los tallos son débiles por lo que a mayor soplo del viento se produce el encame con una disminución de la producción y las semillas y los frutos son pequeños arrugados y de mala calidad.
- Las plantas presentan una resistencia baja a las enfermedades criptogámicas.

*4.1.5.2.6. Calcio.*

Según Urbano, (2011) menciona que “el calcio es un elemento que juega un papel fundamental en la nutrición básica de la planta, de tal manera que neutraliza los ácidos minerales de los jugos celulares, regulando de esta manera el pH del suelo” (pp. 4-5).

- *Papel fisiológico del calcio.*

- Regula la formación y el funcionamiento de las membranas celulares. En ausencia, las membranas de las células jóvenes se desarrollan insuficientemente y pierden selectividad para la absorción iónica.
- Reduce o elimina la fitotoxicidad del boro, manganeso y otros elementos metálicos.
- Rebaja el punto de congelación y genera resistencia a heladas.
- Los excesos reducen, por antagonismo iónico, el metabolismo del potasio, magnesio, hierro, boro, cobre, zinc y manganeso, provocando serios estados carenciales.

*4.1.5.2.7. Magnesio.*

El magnesio es considerado por varios técnicos como un elemento saludable para el ser humano, animales y plantas. Según Iñiguez, (2010), “este elemento interviene en los procesos vitales de la planta de la siguiente manera” (p. 29):

- Forman parte de la clorofila de modo que está involucrado activamente en la fotosíntesis por lo tanto interviene en la formación de los hidratos de carbono.
- Ejerce un efecto favorable en la formación de proteínas y vitaminas.
- Aumenta la resistencia de la planta ante un medio adverso como: sequia, frio, plagas y enfermedades.
- Interviene en la formación de los nódulos de las raíces de las leguminosas, con lo cual facilita la fijación del nitrógeno orgánico.

Según Urbano, (2011) atribuye otras cualidades de este elemento (p. 6):

- Interviene en la formación de la clorofila y otros pigmentos (xantofilas, carotenos, etc.).

- Activa números sistemas enzimáticos interesados en el metabolismo de los glúcidos y en la proteosíntesis.

#### 4.1.5.2.8. *Potencial de hidrógeno.*

Datos publicados por USDA, (2010), establecen los siguientes rangos como indicadores de potencial de hidrógeno en el suelo:

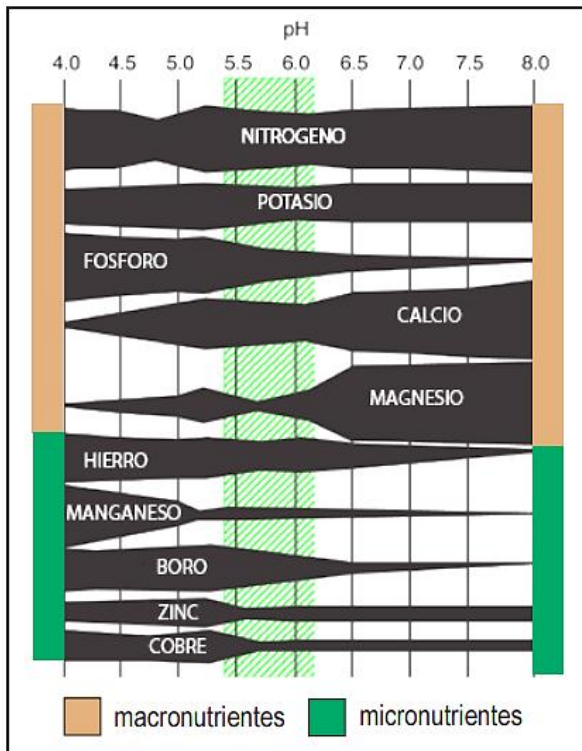
**Tabla 5:** Indicadores de potencial de hidrógeno.

Nominación	Rango
Ultra ácido	< 3.5
Extremadamente ácido	3.5 a 4.4
Muy fuertemente ácido	4.5 a 5.0
Fuertemente ácido	5.1 a 5.5
Moderadamente ácido	5.6 a 6.0
Ligeramente ácido	6.1 a 6.5
Neutral	6.6 a 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 a 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 a 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 – 9.0
Extremadamente alcalino	> 9.0

**Fuente:** United States Department of Agriculture (USDA, 2010).

Burneo, (2012) menciona que:

El pH indica el grado de acidez o salinidad de un suelo, que básicamente mide la concentración de iones de H<sup>+</sup>. Niveles inferiores a 5.5, restringen considerablemente el crecimiento de ciertas plantas debido al alto contenido de aluminio y alta fijación de fósforo, así como deficiencias de calcio y magnesio. Por otra parte niveles superiores a 7.5, impiden la disponibilidad de micro elementos como cobre, boro, hierro y zinc, presenciando además un exceso de sales.



**Figura 1:** Influencia del pH en la disponibilidad de macro y micro nutrientes. Tomada de: Brian, Todd, & William, 2001. 1, 2, 3's of Pour Thru.

#### 4.1.6. Abonos orgánicos.

Son sustratos compuestos principalmente por residuos orgánicos vegetales y/o animales, cuya finalidad es la de brindar al suelo una cantidad determinada de nutrientes. Se fundamenta en el aprovechamiento de la biomasa de las plantas, residuos vegetales, excretas animales, lodos residuales, desechos industriales, agroindustriales y urbanos. Estos al ser procesados de manera adecuada, sirven para el mejoramiento de las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo. Se les considera como subproductos de lenta liberación nutricional cuya acción se prolonga en el tiempo (efecto residual) que contribuyen a mejorar la calidad del medio ambiente y favorece la producción de alimentos sanos (Soto, 2003, p. 35).

El uso de residuos orgánicos para la elaboración de abonos, no debería hacerse extensivo en aquellos que son directamente digeribles, sino que debería restringirse al ámbito de la producción de plantas ornamentales, jardinería, forestales, y otros que no ingiera el hombre (Carmona y Abad, 2008, p. 402).

#### **4.1.6.1. *Importancia en el uso de abonos orgánicos.***

“La elaboración y uso de los abonos orgánicos son un instrumento fundamental en la reconversión de suelos de agricultura convencional a agricultura orgánica” (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, 2001, p. 45).

Según Cervantes, (2009), concluye que:

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos sintéticos en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica se le da gran importancia a estos tipos de abonos naturales, y cada vez más se están utilizando en cultivos intensivos. Juegan un papel fundamental cuando se trata de mejorar diversas características físico-químicas y biológicas del suelo, aumentando la capacidad que tiene el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos.

#### **4.1.6.2. *Propiedades de los abonos orgánicos.***

Para Velásquez, (2004), en los sistemas naturales e intervenidos:

El funcionamiento y las características físicas, químicas y biológicas del suelo están establecidas por una variedad de factores que actúan a diferentes escalas: el clima a escala más grande, la naturaleza del sustrato que determina el almacenamiento de nutrientes por la cantidad y calidad de las arcillas, la comunidad vegetal que define la abundancia y calidad de la materia orgánica producida y finalmente por los organismos ingenieros del ecosistema.

##### **4.1.6.2.1. *Propiedades físicas.***

Según Cervantes, (2009), menciona que:

Los abonos orgánicos actúan en el suelo sobre las siguientes propiedades físicas:

- Por el color oscuro que presentan, reciben más fuertemente las radiaciones solares, por lo que absorbe más eficazmente los nutrientes.
- Mejoran la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros los suelos arcillosos y más compactos los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo ya que influyen en el drenaje y aireación de éste.
- Disminuyen la erosión del suelo que se puede dar tanto hídrica como eólica.
- Aumenta la retención del agua en el suelo, por lo que absorbe más agua cuando llueve o se brinda riego.

Un aumento en la porosidad mejora la capacidad del suelo para retener agua, incrementando simultáneamente la velocidad de infiltración de la misma. Tal efecto es de mayor importancia en los terrenos con desnivel donde el agua por escurrir no es lo eficientemente aprovechada (Trinidad, 2008).

#### *4.1.6.2.2. Propiedades químicas.*

“Los abonos orgánicos cambian significativamente las propiedades químicas del suelo, aumentando el poder tampón y consecuentemente reducen las variaciones del pH” (Cervantes, 2009).

Cruz, (2008), menciona:

La composición y los porcentajes en los que se encuentran los nutrientes de los abonos, varían de acuerdo al origen de estos. Lo principalmente que se altera en el suelo es obviamente el contenido de materia orgánica; derivado de esto aumenta el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio

de cationes, el pH y la concentración de sales. Con el uso de abonos orgánicos se ha observado que el pH en suelos ligeramente ácidos o neutros tiende a aumentar.

#### *4.1.6.2.3. Propiedades biológicas*

Cervantes, (2009), indica que “los abonos orgánicos favorecen la oxigenación y aireación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de microorganismos aerobios. Además constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente” (p. 2).

#### **4.1.6.3. Ventajas.**

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, (2001), estipula:

Existen varias ventajas al utilizar abonos orgánicos: son sencillos de preparar, se utiliza materiales baratos (fáciles de conseguir) y generalmente están disponibles dentro de la finca, proporcionan materia orgánica constantemente, mejoran la fertilidad de los suelos, los suelos conservan su humedad y mejoran la penetración de los nutrientes, aumentan la macrofauna y mesofauna del suelo, son benéficos para la salud de los seres humanos y animales, favorecen el establecimiento y la reproducción de microorganismos benéficos en los terrenos de siembra, pueden significar una fuente adicional de ingresos.

Soto, (2003) menciona algunas ventajas:

- Reestablece el equilibrio biológico, físico, químico y ecológico del suelo.
- Incrementa la cantidad y diversidad de la flora microbiana benéfica, permite la reproducción de lombrices de tierra al tiempo que libera los elementos químicos que las plantas necesitan.



- Se les considera como productos fertilizantes de lente liberación cuya acción se prolonga en el tiempo (acción residual), lo cual contribuye a mejorar la calidad del medio ambiente y favorece la producción sostenible de alimentos (p. 42).

#### **4.1.6.4. Tipos de abonos orgánicos.**

##### *4.1.6.4.1. Abonos Sólidos.*

###### *- Compost.*

El compostaje es un proceso de transformación microbiana de la materia orgánica. Es un proceso biotecnológico que combina fases mesófilas y termófilas, sumamente eficaz en la descomposición y estabilización de la materia orgánica como consecuencia de las actividades metabólicas de una amplia gama de microorganismos, cuyo crecimiento está condicionado por la temperatura de la masa, el porcentaje de humedad y la concentración de oxígeno, así como la naturaleza variable del sustrato. Otros autores definen el proceso de compostaje como la descomposición biológica aerobia de la materia orgánica en condiciones controladas de temperatura, humedad y aireación, seguida por una estabilización y maduración del producto (Jiménez y Bonmatí, 2003, p. 18).

En el proceso de compostaje acontece la transformación microbiana de la materia orgánica bajo condiciones controladas: en los primeros días ocurre un ligero incremento de la temperatura que va de 20 a 45 °C, producto de la descomposición de azúcares (fase mesofílica), que puede alcanzar posteriormente temperaturas de 55 a 70 °C (fase termofílica) durante la degradación de la celulosa, en la que ocurre la disminución de la población microbiana. Una vez transcurrida ésta fase se da inicio al proceso de maduración del compost, donde al disminuir la temperatura, ocurre la recolonización por microorganismos que pueden ser adversarios de aquellos organismos fitopatógenos (Bollen 1993, Paul & Clark, 1996).

Brutti, (2001) menciona que:

El compostaje es un proceso biológico y oxidativo controlado, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos, que requieren de una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido. Además implica el paso por una etapa termofílica y una producción temporal de fitotoxinas, dando al final como productos de los procesos de degradación; dióxido de carbono, agua y minerales, así como una materia orgánica estabilizada libre de fitotoxinas y dispuesta para su empleo en la agricultura sin que provoque fenómenos adversos.

El compost de acuerdo a su naturaleza puede ser usado como: enmienda orgánica (mejora el contenido de materia orgánica en los suelos), abono (aporte de nutrientes), como sustrato de cultivo o como acolchado (evita erosión hídrica y mejorar la retención de humedad). La aplicación de compost puede realizarse como enmienda de mantenimiento, para restituir anualmente la pérdida de humus, o como enmienda de corrección, con el fin de incrementar el contenido de humus del suelo cuando éste es inferior al nivel aceptable (Abad y Puchades, 2002, p. 57).

Según Iñiguez, (2010); “algunos de los beneficios que se adquiere por la aplicación de compost en suelo se tienen” (p. 48):

- Mejora las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo.
- Se activa la microbiología del suelo, facilitando de esta manera la asimilación de nutrientes por parte de las plantas.
- Mejora la retención de humedad, ya que las condiciones muy secas pueden causar el marchitamiento de los cultivos, así como interfiere con la absorción de nutrientes del suelo.
- Mejora la fertilidad del suelo, contribuye a mejorar la fertilidad de los suelos de tal manera que ésta puede aumentarse y mantenerse a mediano plazo, sosteniendo las producciones de los cultivos.

- Un suelo fértil es capaz de resistir la erosión y satisfacer las necesidades del cultivo en términos de humedad, aire y nutrientes, acidez y temperatura.

**Tabla 6:** *Condiciones ideales para el compostaje.*

Condición	Rango aceptable	Condición máxima
R: C/N	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1
Humedad (%)	40 – 65	50 – 60
Oxígeno (%)	+ 5	+8
pH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0
Temperatura (°C)	55 – 75	65 – 70
Tamaño de partícula (cm)	0.5 – 1.0	Variable

**Fuente:** Rynk, 1992.

Según un estudio realizado por Sztern D., & Pravia M., 1999, obtuvieron los siguientes datos luego de elaborar compost de estiércol vacuno con diferentes residuos vegetales:

**Tabla 7:** *Parámetros del abono compost de estiércol vacuno.*

Parámetros	Contenido
M.O	20.5%
N	0.78%
P	0.36%
K	0.97%
Ca	1.09%
Mg	0.24%
pH	7.8

**Fuente:** Tomada y adaptada de Sztern & Pravia, 1999. p. 65.

- *Bocashi*.

Suquilanda, (2005), indica que:

El bocashi es un abono orgánico que resulta de la fermentación (aeróbica y anaeróbica) de desechos de carácter vegetal y/o animal al que se le puede agregar sustancias como (cal, roca fosfórica, cenizas, etc.) para enriquecerlo y microorganismos para activar el proceso fermentativo.

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, (2001), menciona que es una tecnología japonesa, es un abono casero, seguro y eficiente, que contiene todos los elementos necesarios, además de muchos microorganismos benéficos. Su tiempo estimado de maduración es de 3 semanas aproximadamente y su procedimiento es relativamente más complicado que el del compost, pero su fertilidad es mucho mayor. Se usa frecuentemente para ser aplicado en las raíces, ya que es ahí donde los microorganismos se desenvuelven mejor. Es recomendable cubrirlo con tierra para que no ingresen los rayos ultravioletas, debido a que estos matan los microorganismos.

“El bocashi es un producto de origen japonés, cuya receta implica volteos frecuentes para manejar la temperatura, misma que oscila entre los 40 y 50 °C, adecuada para dar una fermentación alcohólica que permita destruir microorganismos patógenos” (Soto, 2003, p. 45).

Iñiguez, (2010); menciona algunos de los beneficios brindados por este sustrato:

- Enriquece el suelo, proporcionándole los nutrientes perdidos por la erosión y la adsorción de las plantas.
- Estimula el crecimiento de las raíces y follaje de la planta al ser asimilados los nutrientes por el suelo y reduce significativamente la acidez de los suelos.

- *Vermicompost.*

El vermicompost consiste en combinar la digestión aeróbica y la transformación de los materiales orgánicos mediante la acción de las lombrices descomponedoras. Es un sustrato estable, uniforme, con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje, contenido nutrimental y capacidad de retención de humedad (Lara y Quintero, 2006, p. 21).

Involucra la bio-oxidación y estabilización del material orgánico por la acción de lombrices que airean, acondicionan y fragmentan el sustrato y por microorganismos que degradan bioquímicamente la materia orgánica. En este proceso se distingue una fase activa donde las lombrices procesan el desecho y modifican su estado físico, composición microbiana y una fase similar a la de maduración, marcada por el desplazamiento de las lombrices hacia capas más frescas del desecho (Lazcano, Gómez y Domínguez, 2008).

- Humus de lombriz.

Considerado como uno de los mejores abonos. “La cantidad de elementos nutritivos depende de las características químicas del sustrato con que se alimentan las lombrices” (Legall y Zoyla, 2008, p. 11).

Padilla, (1996), por su parte indica que:

La descomposición de la materia orgánica es un proceso de digestión provocado por bacterias, hongos y actinomicetos. De este proceso de digestión se obtiene: humus, energía (calor), dióxido de carbono y agua. Los materiales orgánicos resistentes a la descomposición persisten y se acumulan como humus, factor de incremento en las condiciones físicas y químicas del suelo.

*4.1.6.4.2. Abonos líquidos.*

- *Té de estiércol de caballo (purín).*

Este abono está constituido por nitrógeno, fósforo, potasio y otros componentes orgánicos como S, Mn, Ca, B, Cu, que hacen del estiércol de caballo un material de valor considerable como fertilizante. Por regla general un 10 a 15% al nitrógeno se halla en forma amoniacal y un 50% del total de sólidos corresponde a materia orgánica, la cual hace de estos lodos de digestión buenos acondicionadores de suelos arenosos y arcillosos. La utilización de abonos orgánicos puede hacerse de forma integral o después de una distribución que separa las partes sólidas y líquidas; sin embargo, la aplicación directa mediante riego es la práctica usual (IICA, 1998).

Entre el estiércol de ganado caballar, mular y asnal, el caballar es menos rico en nitrógeno, pero a la vez también el más rico en celulosa (materia orgánica) (Thomsen, 2001).

- *Solución de microorganismos benéficos o efectivos (EM).*

Según Correa, 2008; estipula que:

El principio fundamental de esta tecnología consiste en introducir un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones de los suelos, suprimir los organismos putrefactivos (inductores de enfermedades) y, a través de ellos, mejorar la eficacia en la utilización de la materia orgánica.

Al utilizar los EM se reduciría no solo la contaminación del ambiente (control de malos olores, moscas y fitoparásitos) sino también mejora la calidad del abono y acelera la estabilización del proceso de descomposición o fermentación, pues el EM es un inoculante constituido por la mezcla de varios microorganismos benéficos (Uribe, Estrada, Córdoba, Hernández y Bedoya, 2001).

## **4.2. Marco legal de restauración y conservación de suelos**

### **4.2.1. Constitución de la República del Ecuador.**

En su artículo 13, manifiesta que las personas y colectividades tienen derecho a ingerir alimentos sanos de manera permanente, que sean a su vez suficientes y nutritivos, producidos a nivel local, respetando siempre las diversas identidades y tradiciones culturales.

En el capítulo tercero, sobre la soberanía alimentaria, establece en el artículo 281 que la misma es un objetivo estratégico y una obligación del Estado que garantiza el alcance de la autosuficiencia en alimentos sanos. Además en el literal 3 tiene como responsabilidad el Estado fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria. Y en el literal 13 menciona que es obligación del Estado prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados, que ponga en riesgo la salud humana o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos.

Uno de los objetivos que menciona el artículo 267, es el de recuperar, conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano que garantice a las personas y colectividades el acceso permanente y de calidad al agua, aire y suelo.

Más importante aún, en el artículo 409 menciona que es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial la capa fértil; elaborando un marco normativo para su protección y uso sustentable. En el artículo 410 establece que; el Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales

apoyo para la conservación y restauración de suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria.

#### **4.2.2. Acuerdo Ministerial n° 028, Libro VI de la Calidad Ambiental.**

La reforma a la normativa ambiental vigente, emitida por el Ministerio del Ambiente de Ecuador, (2015), establece las siguientes resoluciones:

Dentro del capítulo 4, en la sección 4.1 sobre las Normas de Aplicación General, menciona que la aplicación de la normativa ambiental vigente se aplica para los siguientes usos: agrícola, pecuario, forestal, urbano, minero, recreativo, de conservación, industrial y comercial. Así mismo, para la prevención y control de la contaminación del suelo, se establecen los siguientes criterios:

- Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos municipales, industriales, comerciales y de servicios, incorporando técnicas apropiadas y procedimientos para su minimización, re-uso y reciclaje.
- Utilizar sistemas de agricultura que no degraden, contaminen o desequilibren el ecosistema del área geográfica en que se desenvuelven; esto incluye el uso racional y técnico de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.
- En aquellos suelos que presenten contaminación, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperarlos, restaurarlos o restablecer las condiciones iniciales existentes anteriormente a la ejecución de un determinado proyecto.

En la sección 4.2, sobre la Prevención de la Contaminación al Recurso Suelo, menciona que la misma se fundamenta en las buenas prácticas de manejo e ingeniería aplicadas a cada uno de los procesos productivos. Además se evitará trasladar el problema de contaminación de los recursos agua y aire hacia el recurso suelo o viceversa.



Las Actividades que Degradan la Calidad del Suelo, planteadas en la sección 4.3, menciona que: las personas naturales o jurídicas públicas o privadas dedicadas a la comercialización, almacenamiento y/o producción de químicos, hidroelectricidad, exploración y explotación hidrocarburífera, minera, florícola, pecuaria, agrícola y otras, tomarán todas la medidas pertinentes a fin de que el uso de su materia prima, insumos y/o descargas provenientes de sus sistemas de producción, comercialización y/o tratamiento, no causen daños físicos, químicos o biológicos a los suelos.

#### **4.2.3. Codificación a la Ley de Desarrollo Agrario.**

El Honorable Congreso Nacional del Ecuador, (2004) estipula:

En el artículo 18, dentro de las medidas ecológicas, menciona que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, a través de sus organismos especializados, adoptará las medidas aconsejadas por las consideraciones ecológicas que garanticen la utilización racional del suelo y exigirá a las personas naturales o jurídicas que realicen actividad agrícolas, pecuarias, forestales u obras de infraestructura que afecten negativamente a los suelos, adopten las medidas de conservación y recuperación que, con los debidos fundamentos técnicos y científicos, determinen las autoridades competentes.

#### **4.2.4. Instructivo de la Normativa General: Para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador.**

El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, (2013) estipula:

En el artículo 14, sobre los principios de producción vegetal, manifiesta en el literal a; el mantenimiento y aumento de la vida y la fertilidad del suelo, la estabilidad y la biodiversidad del suelo, la prevención, el combate de la compactación y la erosión del suelo, y la nutrición de los vegetales que

procedan principalmente del ecosistema edáfico. En el literal c, promueve el reciclaje de los desechos y los subproductos de origen vegetal y animal como recursos para la producción agrícola y ganadera.

De la fertilidad del suelo y nutrición de la planta, artículo 18, literal b; menciona que la fertilidad y la actividad biológica del suelo deberán ser mantenidas o incrementadas mediante la rotación plurianual de cultivos o asociación de cultivos para el caso de los perennes que comprenda las leguminosas y/u otros cultivos de abonos verdes y la aplicación de estiércol animal o materia orgánica, ambos de preferencia tratados y/o compostados.

En el literal d, aclara que no se utilizarán fertilizantes minerales nitrogenados.

En el literal e, indica que la cantidad de estiércol de ganado utilizado (estiércol de granja, desecado, gallinaza deshidratada, mantillo de excrementos sólidos de animales, estiércol compostado y excrementos líquidos de animales), no podrá exceder los 200 kilogramos por hectárea al año, debido a la posible contaminación del agua que este pueda generar.

### **4.3. Estudios realizados de mejoramiento de suelos mediante la aplicación de abonos orgánicos**

#### **4.3.1. Estudio 1.**

El resumen del estudio presentado por Matheus, Caracas, Montilla y Fernández, (2007) concluye de la siguiente forma:

Con el fin de evaluar el efecto residual de tres abonos orgánicos (vermicompost, biofertilizante y fertiagro) se realizó un ensayo en macetas en el vivero del Núcleo Universitario Rafael Rangel Trujillo, en el cual se utilizó suelo procedente de la Operadora Agrícola NURR (antigua Finca el Reto). Fue establecido bajo un modelo estadístico completamente aleatorizado, que constó de ocho tratamientos: fertilización química convencional, Vermicompost 2 mg.ha<sup>-1</sup>, biofertilizante 5 mg.ha<sup>-1</sup>, fertiagro 3 mg.ha<sup>-1</sup>, ½ dosis de fertilizante químico + 1 mg.ha<sup>-1</sup> de Vermicompost,

½ dosis de fertilizante químico + 2,5 mg.ha<sup>-1</sup> de biofertilizante; ½ dosis de fertilizante químico + 1,5 mg.ha<sup>-1</sup> de fertiagro y un testigo sin fertilizante con cuatro réplicas de cada tratamiento utilizando como planta indicadora un híbrido de maíz (Sefloarca 91). Se evaluaron las variables peso seco y la eficiencia agronómica relativa (E.A.R) que expresa el comportamiento del rendimiento en biomasa de los tratamientos evaluados con respecto a la fertilización química tradicional referida en porcentaje (rendimiento relativo).

El ensayo tuvo una duración de 5 ciclos consecutivos de 21 días cada uno; los resultados indicaron que el crecimiento de las plantas alcanzó hasta el tercer ciclo (63 días) en los cuales se registró la mayor cantidad de biomasa; a partir de allí, la producción disminuyó en forma progresiva y cada vez más acentuada. Esto resultados obtenidos mostraron que el mayor efecto del tratamiento con fertilización química alcanzó sus máximos niveles en la fase inicial del ensayo, mientras que los tratamientos con productos orgánicos alcanzaron su mayor efecto en el tercer ciclo (63 días) evidenciando su mayor acción residual (p. 27).

#### **4.3.2. Estudio 2.**

Según los resultados del estudio de Huachi, (2008), al aplicar semanalmente durante 16 semanas el abono de té de estiércol de caballo (purín) en 3 diferentes texturas de suelo (F – arenosa, F – arcillo – arenosa y F – areno - arcillosa) y en 3 diferentes concentraciones (0, 5, 10; cm<sup>3</sup>/L), se obtuvo los siguientes resultados: para N, P, K, Mg, Fe y M.O., se visualizó el mejor incremento en el suelo F-arenoso con la dosis de 5 cm<sup>3</sup>/L. la dosis de 10 cm<sup>3</sup>/L, no se comportó como se esperaba en el ensayo, de ahí la importancia de la dosis en función del tipo de suelo, densidad y las condiciones ambientales para su efecto.

El pH mostró tendencia a bajar, de ahí que se estima que el purín posiblemente sirva como una sustancia reguladora del mismo. La conductividad

eléctrica del purín es buena en todos los tratamientos ya que los mantiene bajo el límite aceptable que es de 0,45 dS/m.

En cuanto a la materia orgánica (M.O), pueda ser el resultado debido a que el suelo F-arenoso es suelo de bosque, y en el habitan microorganismos que tienen un metabolismo más acelerado. Su aporte llegó a alcanzar 3,93% de incremento de M.O. Así mismo, dicho suelo, por la cobertura vegetal existente en sus alrededores, presenta el mejor comportamiento de microorganismos (carga microbiana), aunque no varía considerablemente con la cantidad original.

#### **4.3.3. Estudio 3.**

El estudio realizado por Rodríguez, (2008): Evaluación de dos sustratos en la técnica de Landfarming para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos, presentó los siguientes resultados:

Consiste en la aplicación de dos sustratos orgánicos. (Compost y Bocashi), variando la concentración de los sustratos en 10% 20% y 30% además se evaluó un tratamiento testigo.

- La elaboración de bocashi se efectuó en un tiempo de trece días, se obtuvo un producto de coloración grisácea, aspecto suelto y polvoso, con un contenido de 25.78% de carbono orgánico total (M.O%), 1,2% de N, 0,32 de P, 1,9% de K, un pH de 7,97 (ligeramente alcalino) y C.E de 3,5 dS/m.
- Los sustratos orgánicos compost y bocashi presentan características fisicoquímicas y microbiológicas aceptables para biorremediación por Landfarming (tratamiento de la tierra).

- La caracterización del suelo demuestra que se encuentra en estado degradado, con un contenido de 4,208 mg/kg de hidrocarburos totales de petróleo (TPH), superior al límite permisible y 0,46 mg/kg.
- Aplicando el proceso de biorremediación con Landfarming durante cuatro meses se logró disminuir en todos los tratamientos la concentración de TPH en un rango del 62,30% - 72,37% metales pesados en un rango de cadmio (2,90% - 35,04%), Níquel (5,41%- 15,85%) y plomo (12,20% - 34,96%); todos por debajo de los límites permisibles para uso en suelos agrícolas.
- El mejor sustrato para la biorremediación de TPH en la presente investigación es el bocashi.
- El mejor sustrato para biorremediación metales pesados lo presenta el compost.
- Los sustratos bocashi y compost no representan diferencias significativas en el proceso de descontaminación por lo cual son aptos para ser utilizados para biorremediar hidrocarburos por la técnica de Landfarming.

#### **4.3.4. Estudio 4.**

Según los resultados presentados de la investigación de Jaramillo, (2012), indican que de las diferentes dosis aplicadas de cada compost con el control. El experimento consiste en la descomposición de los residuos de alperujo, que son básicamente residuos de aceituna producidos en la extracción de aceite de oliva.

En el mismo, se observaron incrementos significativos entre el 50, 70, 92 y 314% a las dosis de 12, 24, 48, 96 t.ha<sup>-1</sup> de compost de alperujo respectivamente, e incrementos del 56, 83, 106, y 314% para esas mismas dosis en el caso del compost de alperujo + hidrolizado con respecto al control, es decir,

que independientemente de la dosis aplicada, se produjo un aumento de la actividad microbiana con el aporte de las enmiendas orgánicas.

El compost de alperujo ensayado aumentó la capacidad de retención de humedad del suelo y mejoró la conductividad hidráulica en condiciones no saturadas y, por el contrario, el suelo con compost de alperujo + hidrolizado por su alto contenido hídrico presentó una menor capacidad de retención de agua. Esto permitiría utilizar uno u otro compost para un mejoramiento de déficit o exceso de humedad respectivamente, según las condiciones y las necesidades en cada caso. Por ejemplo, cuando se requiera mejorar en un suelo su capacidad de retención se podría pensar en la utilización del primero, pero en aquellos casos donde se presente un exceso de encharcamiento y se requiera disminuir esta capacidad de retención para una mayor aireación de las raíces de determinados cultivos, se podría pensar en la utilización del segundo tipo de compost.

La aplicación de compost de alperujo puede ser considerada una buena práctica de manejo para el mantenimiento o recuperación de la fertilidad del suelo ya que mejora la estructura del suelo, disminuyendo la compactación, mejorando la estabilidad de agregados, mejorando la porosidad, y modificando la distribución del tamaño de los poros.

#### **4.3.5. Estudio 5.**

En un estudio de Ramírez y Restrepo, (2007), indica que evaluaron los cambios en las propiedades físicas de un suelo degradado con la adición del abono orgánico tipo bocashi. Se efectuó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos, cada uno con cinco repeticiones, para un total de 25 unidades

experimentales. Cada tratamiento tenía diferentes cantidades de bocashi mezcladas con el suelo degradado.

Los tratamientos fueron: T1 (300 gr), T2 (250 gr), T3 (200 gr), T4 (100 gr) y T5 (0 gr). Se evaluaron tres variables: densidad aparente, densidad real y estabilidad estructural. La adición del abono orgánico tipo bocashi en el suelo modificó las propiedades físicas de este, presentándose cambios en la densidad aparente, la densidad real y la estabilidad estructural. La menor densidad aparente se presentó en los tratamientos 3 y 4, lo cual indica que un mejoramiento del espacio poroso del suelo puede ayudar al aumento en la retención de humedad y a un mejor desarrollo del sistema radicular de las plantas. Los tratamientos T1, T2 y T3, con cantidades de bocashi entre 300 y 200 g, disminuyeron la densidad real del suelo en estudio, debido a los aportes de materiales orgánicos. Los tratamientos 2 y 3 presentaron la mayor estabilidad estructural, evidenciándose un menor valor del delta de inestabilidad y un mayor estado de agregación.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Materiales

#### 5.1.1. Materiales de campo.

Los materiales utilizados en el trabajo de campo para la realización de la presente investigación, se describen a continuación:

- Pico
- Pala de mano
- Carretilla
- Machete
- Malla para cerramiento
- Flexómetro
- Medidor de pH, temperatura y humedad (Instrumento de estudio de suelos)
- Letreros informativos
- Guantes quirúrgicos
- Balanza quintalera
- Tablas, listones y vigas
- Balde de plástico
- Fundas ziploc
- Cuaderno de campo

Entre los insumos utilizados para la elaboración del abono compost están:

- Restos de materia verde: hortícola, frutícola / desechos de cocina
- Hojarasca (seca): caña de azúcar, maíz y/o guineo / aserrín
- Estiércol bovino
- Tierra de bosque
- Solución de microorganismos eficaces
- Otros complementarios: melaza, cal agrícola, levadura, suero de leche



Para la elaboración del abono bocashi, se utilizó los siguientes insumos:

- Restos de materia verde: hortícola, frutícola
- Estiércol porcino y bovino
- Carbón de madera
- Aserrín
- Bagazo de caña
- Tierra de bosque
- Solución de microorganismos eficaces
- Otros complementarios: melaza, cal agrícola, levadura, suero de leche

### **5.1.2. Materiales de oficina.**

Los materiales que se emplearon como parte del apoyo logístico en el desarrollo del proyecto, se describen a continuación:

- Computadora portátil
- Sistema de Posicionamiento Global (Gps)
- Cámara digital
- Calculadora científica

## **5.2. Métodos**

El método fundamental que fue considerado para realizar el presente trabajo de investigación fue básicamente el de la observación científica, ya que en principio se conocía el problema, así como también el objeto en estudio en donde el papel del investigador fue únicamente de un observador. Las técnicas que aportaron al cumplimiento de los objetivos planteados, son los siguientes:

- Observación visual
- Análisis y registros
- Comparación estadística

A continuación se describen los métodos complementarios que se utilizaron para el óptimo desarrollo de la presente investigación:

### 5.2.1. Ubicación política y geográfica del proyecto.

#### 5.2.1.1. *Ubicación política.*

La realización de la presente investigación se llevó a cabo en una de las fincas ganaderas del barrio Ungumiatza, a una distancia aproximada de 15 Km del casco urbano del cantón Yantzaza, misma que se sitúa al norte de la provincia de Zamora Chinchipe a una distancia de 42 Km aproximadamente desde la capital. El área destinada a la investigación, limita al norte y oeste con el barrio Ungumiatza, al este con el sector El Valle Hermoso de la parroquia Yantzaza y al sur con la quebrada Ungumiatza.



Mapa 1: Ubicación del barrio Ungumiatza.

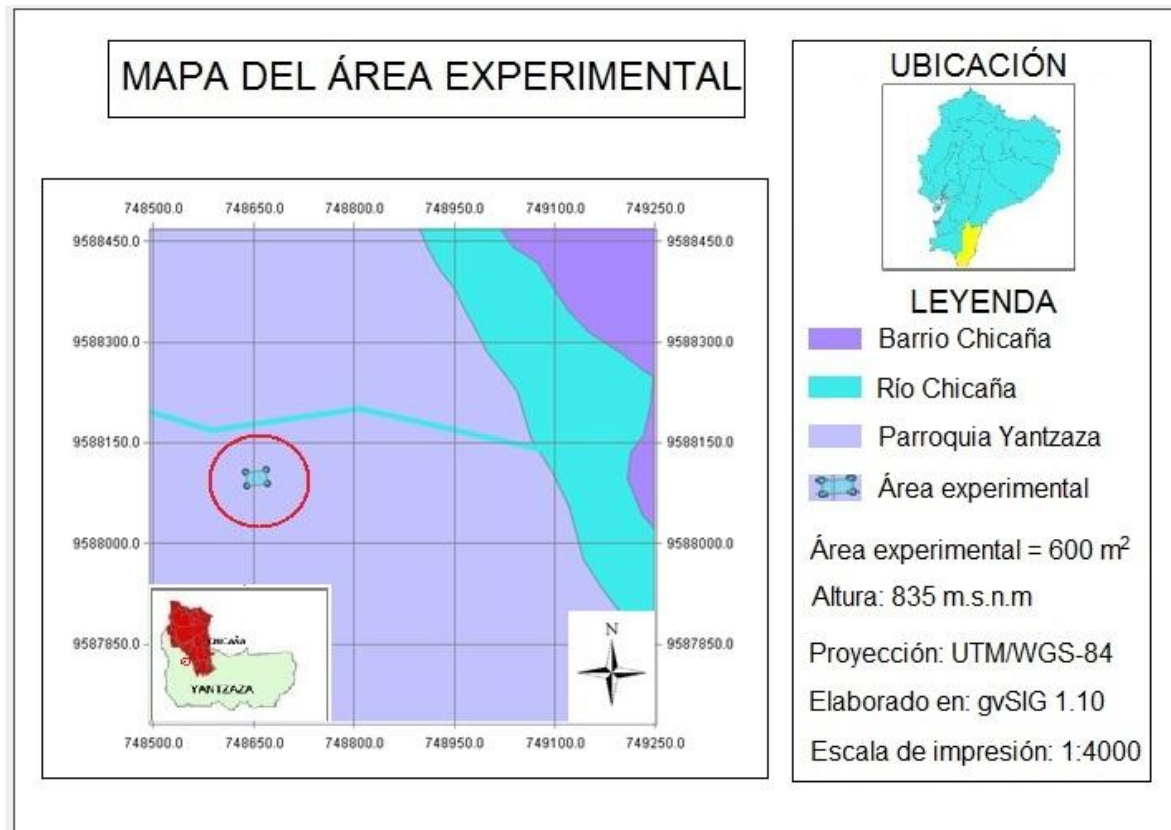
#### 5.2.1.2. *Ubicación geográfica.*

El área donde se realizó la investigación se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM:

**Cuadro 1:** Ubicación geográfica del área experimental.

PUNTOS	COORDENADAS UTM / WGS 84	
	X	Y
1	748641.76	9588084.41
2	748640.19	9588104.39
3	748670.09	9588107.11
4	748671.76	9588087.00

La altura promedio del área experimental es de 835 m.s.n.m.

**Mapa 2:** Ubicación del área experimental.

## **5.2.2. Características biofísicas y climatológicas**

La información se recopiló del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Yantzaza, presentado como proyecto de tesis de maestría en Ordenación Territorial por Aguilera, (2013).

### **5.2.2.1. Topografía.**

La topografía que presenta el cantón Yantzaza en su gran mayoría es altamente irregular, con montañas muy inclinadas cuyas pendientes oscilan entre 20 y 50 grados, presentes en aproximadamente la mitad del territorio.

### **5.2.2.2. Suelo.**

Los suelos de las superficies con pendientes del cantón Yantzaza, son arcillosos, del tipo limoso de color rojizo; en tiempo de lluvia se torna pegajoso y en verano se forman grietas, lo cual dificulta la producción agrícola. En terrenos planos, el suelo muestra una consistencia suave por la humedad de la zona lo que favorece de cierta manera el desarrollo de la agricultura. Son pobres en nutrientes ya que han sido barridos por las fuertes lluvias y las altas temperaturas. En sitios altos con presencia de pendientes muestra un horizonte orgánico de 0.15 m a 0.25 m, de capa vegetal y en lugares bajos o terrenos planos presenta un horizonte de 0.25 m a 0.35 m, lo que no basta para generar una buena producción agrícola.

### **5.2.2.3. Temperatura.**

Existen dos grandes variedades de temperaturas promedio registradas, ya que en el callejón central de la parroquia Yantzaza (Mercadillo hasta Nueva

Esperanza), en la parroquia Chicaña (Alto, Valle hermoso) y en la parroquia Los Encuentros (Zentza, El Pindal) con una amplia zona de cobertura, presentan temperaturas entre 20 y 22 °C. Las zonas más frías con rangos de temperatura entre 14 y 16 °C, lo constituyen los límites a Morona Santiago.

#### **5.2.2.4. *Clima.***

En cuanto al clima, el cantón Yantzaza posee un clima húmedo subtropical, lo que permite tener una diversidad de especies de flora y fauna. Gran parte del territorio del cantón es considerado como Bosque siempre verde montano bajo (1300 – 2000 m.s.n.m.). Es una zona con precipitaciones altas, ya que la precipitación promedio está entre los 1750 y 3000 mm/año.

#### **5.2.2.5. *Altitud.***

Debido a que su relieve es muy heterogéneo, presenta altitudes que varían desde los 600 y 1600 m.s.n.m., con una altitud promedio de 1100 m.s.n.m.

### **5.2.3. Límites investigativos.**

#### **5.2.3.1. *Tipo de investigación.***

El desarrollo de la presente investigación se planteó de tipo correlacional, ya que el autor no tomó el control riguroso de los factores que intervinieron en el experimento, en donde se formulan hipótesis correlacionales debido a que el incremento de materia orgánica en el suelo va a depender del tipo y cantidad de abono aplicado sobre una superficie determinada de suelo.

### 5.2.3.2. *Enfoque de la investigación.*

Se estableció un enfoque cualitativo, debido al método de recolección de datos de tipo observatorio y descriptivo, con la finalidad de descubrir comportamientos dentro del experimento.

### 5.2.3.3. *Variables.*

#### a. *Independiente.*

<b>Variables</b>	<b>Indicador</b>
Tipo de abono	Compost y Bocashi
Dosificación	10%, 20% y 30%

#### b. *Dependiente.*

<b>Variables</b>	<b>Indicador</b>
Cantidad de M.O	M.O%
Nutrientes	N, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Ca, Mg
Características físicas	Textura, pH, C.E
Crecimiento de la especie (Zea mays amylacea)	Número de semillas germinadas por parcela. Altura promedio de las plantas (15, 30 y 45 días).

### 5.2.4. **Factores de estudio.**

Los siguientes datos corresponden a los factores de estudio considerados como elementos claves para cumplir con los objetivos planteados:

**Cuadro 2:** *Factores de estudio.*

SUSTRATO	NIVEL DE DOSIFICACIÓN (%)		
Bocashi	10	20	30
Compost			
Testigo	Ninguna		

**5.2.4.1. Tratamientos.**

Los tratamientos que se establecieron para el desarrollo de la presente investigación se muestran a continuación:

**Cuadro 3:** *Tratamientos del estudio.*

Nro.	Código	Tratamiento	Dosis %
1	B1	Bocashi	10
	B11		
2	B2		20
	B12		
3	B3		30
	B13		
4	C1	Compost	10
	C11		
5	C2		20
	C12		
6	C3		30
	C13		
7	T1	Testigo	Ninguna
	T2		

### 5.2.4.2. *Características del estudio.*

Las características generales de la presente investigación, se detallan a continuación:

**Cuadro 4:** *Características del estudio.*

<b>Datos</b>	<b>Valor</b>
Diseño experimental	DBCA
N° de tratamientos	7
Repeticiones	2
N° de parcelas experimentales	14
Superficie del área de estudio	600 m <sup>2</sup>
Superficie de la parcela	10.4 m <sup>2</sup>
Longitud de la parcela	8 m
Ancho de la parcela	1.3 m
Espacio entre parcelas	1 m
Número de plantas a sembrar	176
Distancia entre planta	0.35 m
Distancia entre hilera de siembra	0.25 m
Número de plantas por sitio	2
Número de plantas a evaluar por parcela	40
Número de plantas a evaluar en estudio	560



### **5.2.4.3. Hipótesis.**

Las siguientes hipótesis se emplearon para comparar datos numéricos que se generaron a partir de los resultados obtenidos al final de la investigación:

#### *5.2.4.3.1 Hipótesis general.*

La aplicación de compost y bocashi incide en el incremento de la materia orgánica del suelo degradado por actividad ganadera.

#### *5.2.4.3.2 Hipótesis estadística.*

En promedio el tratamiento B10%, tiene mayor efectividad en el incremento de materia orgánica del suelo que el tratamiento B20%, B30%, C10%, C20%, C30% o T.

#### *5.2.4.3.3 Prueba de hipótesis estadística.*

$$H_0 \rightarrow B10\% = B20\% = B30\% = C10\% = C20\% = C30\% = T$$

$$H_a \rightarrow u_i \neq u_k$$

El nivel de significancia es de 0.05 con un nivel de confianza del 95%.

### **5.2.4.4. Diseño experimental.**

Para la ejecución de la investigación se empleó el DBCA (diseño en bloques completamente al azar). Para tal efecto, se construyeron parcelas para dosificar al 10, 20 y 30% cada abono, con dos repeticiones de cada tratamiento. El área abarcada fue de 600 m<sup>2</sup> y estuvo conformada por 14 parcelas con una dimensión de 8 m x 1.30 m cada una, y el área de elaboración de abono con una dimensión

de 7 m x 7 m. Además, se delimitó caminos entre las parcelas de aproximadamente 1 m de ancho, para facilitar el acceso y el trabajo manual.

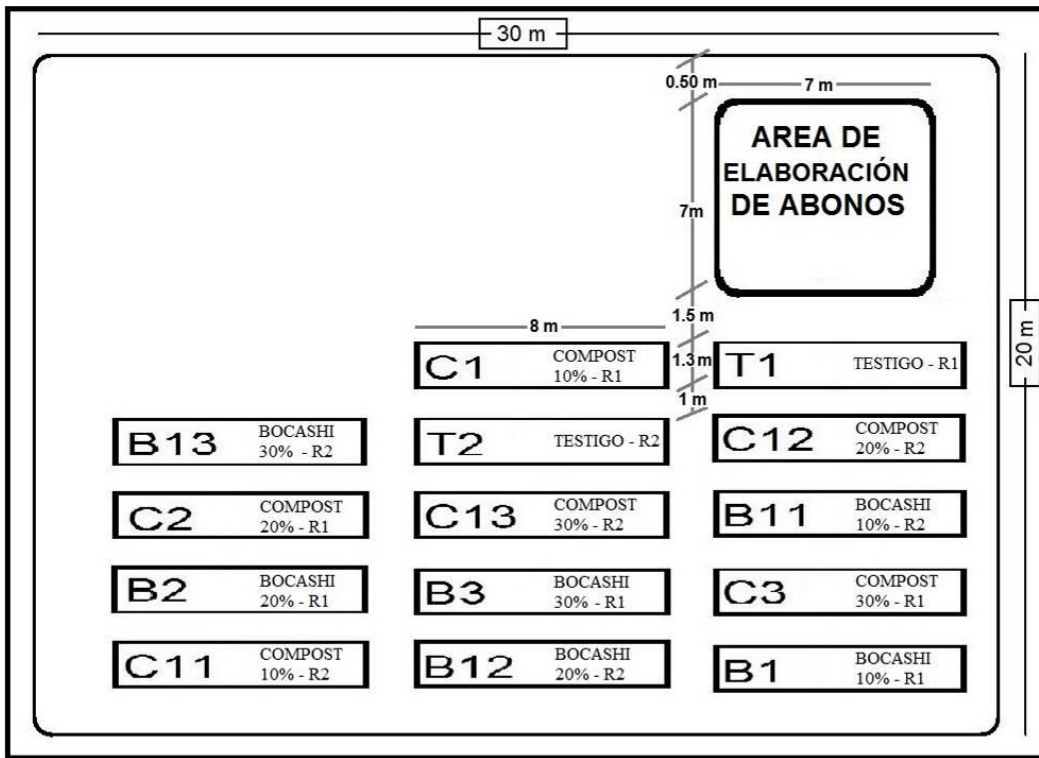


Figura 2: Dimensiones del diseño experimental.

#### 5.2.4.5. Diseño estadístico.

Para la determinación del análisis de varianza del parámetro de materia orgánica, se utilizó el modelo estadístico ANOVA - Unifactorial de Efectos Fijos-Equilibrado. Esto se planteó con la finalidad de encontrar evidencias de que existieran (o no) diferencias significativas entre tratamientos.

El esquema del modelo ANOVA que se aplicó, es el siguiente:

**Tabla 8:** Modelo estadístico ANOVA.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F <sub>exp</sub>
Tratamientos	(t-1)	SSTr	CTR= SSTr / (t-1)	CTR/CE
Error	(n-t)	SSE	CE=SSE / (n-t)	
Total	(n-1)	SST		

**Fuente:** Tomada de internet. Wikipedia, 2016.

Descripción de abreviaturas empleadas en las fórmulas asignadas del modelo

ANOVA:

SSTr → Suma de cuadrados de tratamientos

SSE → Suma de cuadrados del error

SST → Suma de cuadrados total

CTR → Cuadrados medios del tratamiento

CE → Cuadrados medios del error

F → Prueba F

La aceptación o rechazo de la hipótesis planteada se delimitó mediante la siguiente fórmula:

Aceptar H<sub>0</sub> si:  $F_{exp} \leq F_{c, t-1, n-t}$  y; Rechazar H<sub>0</sub> si:  $F_{exp} \geq F_{c, t-1, n-t}$

Una vez confirmada la existencia de diferencias significativas entre tratamientos del parámetro de materia orgánica, se examinó cuál de entre los tratamientos obtuvo el mejor resultado del ensayo aplicado. Para ello los datos se estudiaron, analizaron e interpretaron en el programa informático Excel 2013.

### **5.3. Metodología del primer objetivo: Diagnosticar el estado actual del suelo degradado por actividad ganadera mediante el análisis de fertilidad del mismo**

#### **5.3.1. Criterios para la selección del área.**

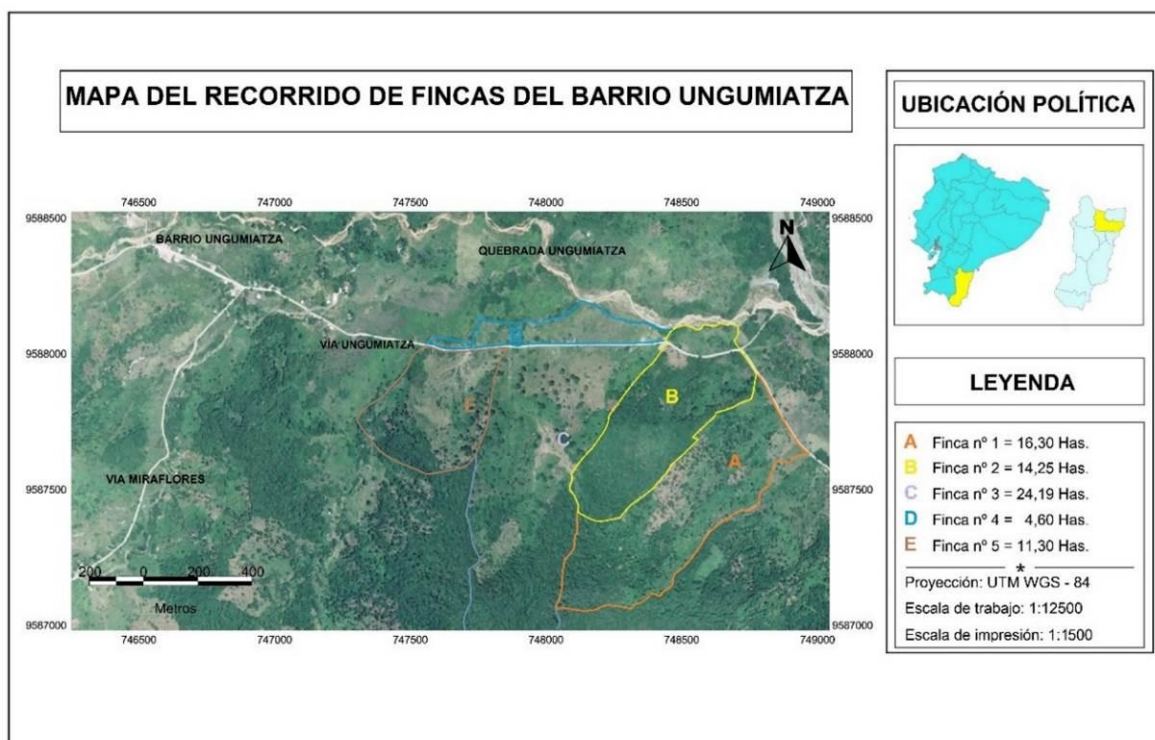
Se basó principalmente en la observación visual por parte del investigador. Además fue muy importante la indagación de información que se recopiló de los propietarios, lo cual permitió escoger tres fincas del barrio Ungumiatza, de las cuales sólo una ofreció la oportunidad de implementar la investigación. Los criterios son los siguientes:

- Observación visual,
- Dimensión del área destinada a la ganadería,
- Años de dedicación a la actividad ganadera.

Para seleccionar el área, se realizó un recorrido por las diferentes fincas ganaderas del barrio Ungumiatza, lugar conocido a nivel local por la crianza de ganado bovino y porcino. Luego de realizar dicha tarea, de todas las fincas observadas se seleccionó 3 de ellas utilizando los criterios antes mencionados.

Posterior a esto, se aplicó varios aspectos que permitieron al autor de la investigación, escoger aquella que presente mayor tendencia a la degradación, facilitando la implementación del estudio en cuestión. Si bien es cierto, la mayoría de las fincas de este sector, poseen bosques secundarios en las partes altas, cultivos de caña, cacao, plátano y/o maíz en la parte media y en la parte baja cultivos de pasto mayoritariamente.

Esta información nos permitió concentrarnos únicamente en el espacio destinado a la ganadería, ya que este es el objetivo principal del presente estudio.



**Mapa3:** Recorrido de fincas del barrio Ungumiatza.

**Fuente:** Tomada y adaptada. MAGAP, SIGTIERRAS. Imágenes DigitalGlobe, 2015.

### 5.3.2. Aspectos de consideración.

Luego de escoger las 3 fincas ganaderas, se preparó una lista de aspectos de consideración que permitieron al autor profundizar la parte metodológica de observación y recolección de información con el fin de seleccionar la finca con mayor índice degradativo y de esta manera implementar el área de investigación.

Estos aspectos nos guiaron en la selección técnica de aquella finca que presenta un nivel de degradación mayor dentro del sector.

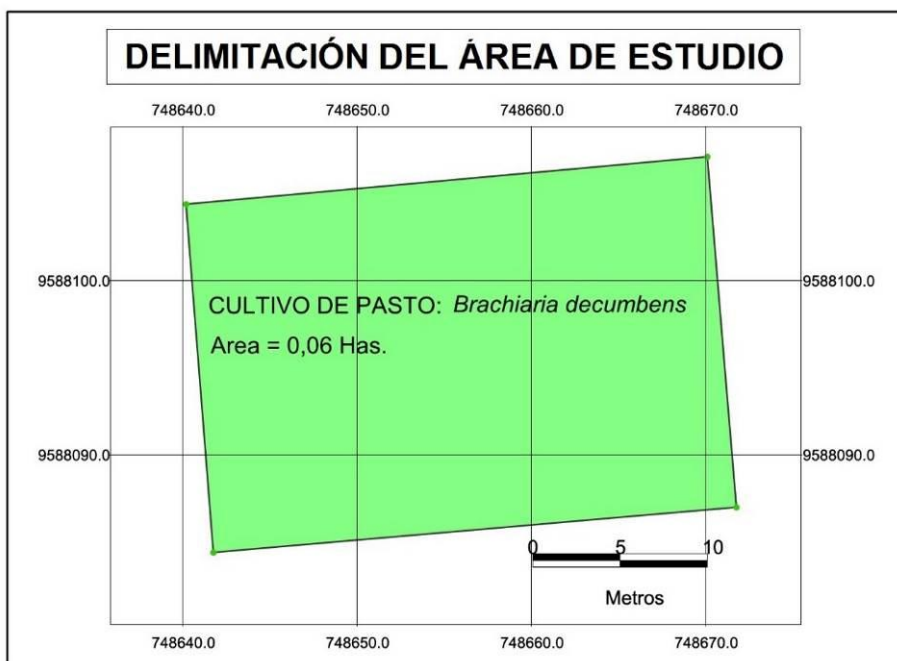
**Cuadro 5:** Aspectos de consideración para la selección de la finca degradada.

Aspectos	Rangos	Parámetros	Fincas		
			1	2	3
			Valores		
Número de bovinos por ha.	3	<2			
	2	De 2 a 4 especies			
	1	> 4 especies			
Utilización de insumos	3	Rara vez (semestral/anual)			
	2	A veces (trimestral/quimestral)			
	1	A menudo (semanal/mensual)			
Pendiente del suelo	3	0-30%			
	2	31 % - 60%			
	1	61% – 100%			
Manejo actual del cultivo	3	Mega – diverso			
	2	Asociado o mixto			
	1	Monocultivo			
Durabilidad o sujeción del pastoreo	3	< 2 años			
	2	2 – 5 años			
	1	> 5 años			
Disposición del propietario	3	Buena			
	2	Regular			
	1	Mala			
<b>TOTAL</b>					

**Fuente:** Tomada y adaptada de Olivera J., 2001. Manejo agroecológico del predio. Guía de planificación. Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología - CEA, Quito Ecuador. p 308.

### 5.3.3. Muestreo.

Una vez escogida la finca, se delimitó un área de 600 m<sup>2</sup>, espacio donde se procedió a la toma de muestras de suelo para el respectivo diagnóstico en laboratorio. Para ello se elaboró un croquis del área de estudio, en el cual se agrupó por lotes aquellos espacios que presentaron condiciones semejantes en cuanto a pendiente y uso del suelo. Esto según la recomendación emitida por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Se tomó la precaución de que el área no haya sido fertilizada en el último año ni se haya realizado quema de vegetación.



Mapa 4: Delimitación del área de estudio.

### 5.3.4. Tipo de muestreo.

El esquema o tipo de muestreo que se aplicó es el sistémico, el cual se lo realizó siguiendo puntos en zig – zag. Para ello se trazó cuadrículas de 3 m x 3 m dentro del lote homogéneo 1 y se proyectó líneas diagonales las cuales dieron como resultado varias intersecciones que se emplearon para enumerarlas de

forma al azar. Estos puntos fueron sorteados de tal manera que sólo 4 de ellos no se consideraron para la toma de las sub – muestras.

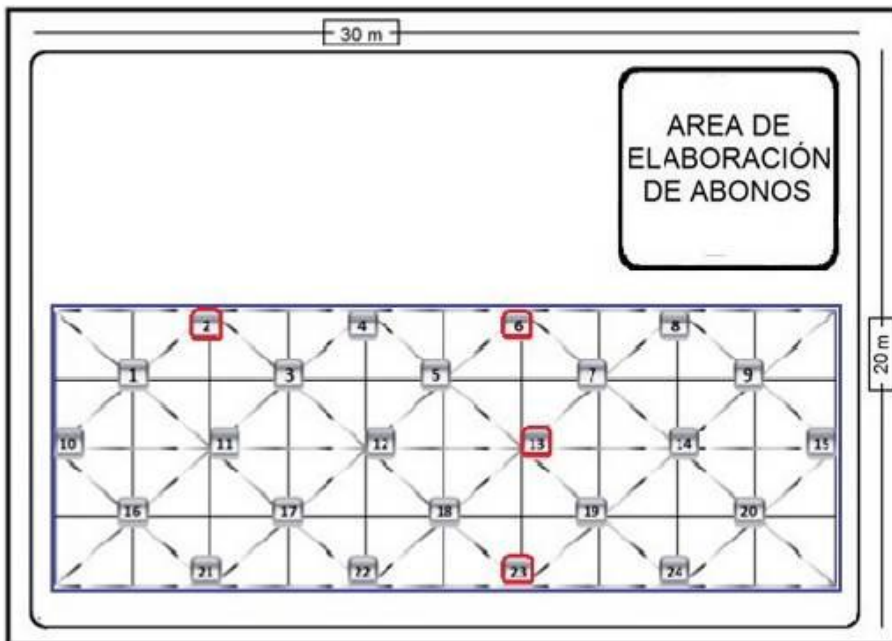


Figura 3: Selección de puntos para el muestreo en zig – zag.

### 5.3.5. Protocolo de muestreo.

#### 5.3.5.1. Tipo de muestra.

Existen dos tipos de muestras generadas en la presente investigación. Primeramente se recolectaron 20 sub muestras, que luego se mezclaron hasta formar una muestra representativa (muestra compuesta del área).

#### 5.3.5.2. Tipo de envase.

Para la colecta de las sub – muestras se utilizó un balde plástico que sirvió para transportar cada una de ellas hasta un espacio en el cual se realizó la mezcla de las mismas. El envase que se empleó para recolectar la muestra compuesta es de material plástico (fundas ziploc).



### 5.3.5.3. *Procedimiento de muestreo.*

En los diferentes puntos seleccionados para la colecta de las sub muestras, primeramente se eliminó la presencia de cobertura vegetal en un diámetro aproximado de 0.60 m, se separó así mismo todo el rastrojo, restos de maleza, hierbas y piedras en el espacio antes mencionado, todo esto con la finalidad de no alterar la composición química y/o física de la muestra compuesta.



**Fotografía 1:** Cortes para la toma de muestras del diagnóstico inicial.

Con la ayuda de una pala se realizaron cortes de 0.20 m de profundidad de manera diagonal, formando así una V. Luego se seleccionó una de las paredes del hoyo y se efectuó un corte de 0.05 m de grosor, llegando hasta una profundidad similar a la del primer corte. Finalmente con la ayuda de un cuchillo se eliminó los extremos laterales, no mayor a 0.02 m por borde, dejando así una tajada que se consideró como una sub-muestra, misma que se guardó en una funda ziploc de plástico. Este procedimiento se lo realizó en los 20 puntos seleccionados para la toma de las sub muestras.

Después, se mezcló sobre un plástico de color negro las 20 sub muestras con la ayuda de guantes quirúrgicos con la finalidad de no alterar la composición química de la muestra a obtener. Al final se recopiló una sola muestra compuesta representativa de la superficie de 600 m<sup>2</sup>, cuyo peso se estableció en 1 Kg. Antes de ser guardada y etiquetada, se examinó minuciosamente para eliminar la presencia de raíces, basura y vegetación.



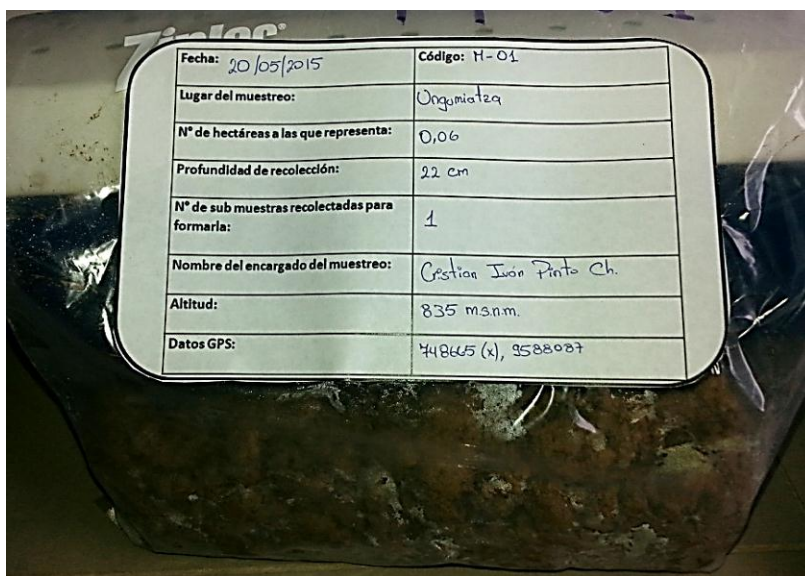
**Fotografía 2:** *Pesado de la muestra de diagnóstico del suelo.*

#### **5.3.5.4. *Etiquetado y envío de las muestras.***

La muestra compuesta se guardó en una funda ziploc y se etiquetó. Luego se envió al Departamento de Análisis de Suelos del Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias, utilizando el Servicio de Servientrega a domicilio. En el etiquetado que se colocó a la muestra, se registró la siguiente información:

- Fecha y lugar de la toma de muestra.
- Código de la muestra.
- Número de hectáreas a las que representa.

- Profundidad de recolección de la muestra.
- Nombre del encargado del muestreo.
- Altitud (m.s.n.m.).
- Datos GPS.



Fotografía 3: Etiquetado de la muestra representativa del área.

#### 5.3.5.5. Diagnóstico de la fertilidad del suelo

El diagnóstico de la fertilidad se lo realizó mediante la toma de sub muestras las cuales se mezclaron y enviaron al laboratorio del INIAP para su análisis químico respectivo. Los parámetros considerados para el análisis de la fertilidad se escogieron en base a la importancia del tema en estudio ya que la presente investigación tiene como fin incrementar el porcentaje de materia orgánica de un suelo degradado por actividad ganadera, es por ello que a más de este parámetro, se consideró analizar otros complementarios con el fin de tener una perspectiva más amplia en cuanto a la mejora que ofrece la aplicación de abonos orgánicos.

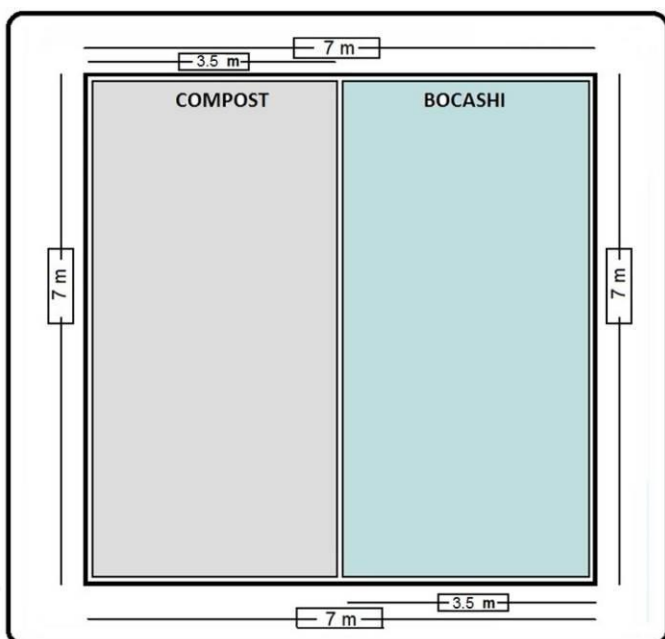
Los parámetros analizados son los siguientes: textura, potencial de hidrógeno (pH), materia orgánica (M.O %), nitrógeno (N), óxido de fósforo (P), óxido de potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y conductividad eléctrica (C.E).

#### **5.4. Metodología para el segundo objetivo: Elaborar dos abonos orgánicos compost y bocashi con el uso de materiales de la zona para aplicar en tres dosificaciones diferentes**

##### **5.4.1. Adecuación del área para la elaboración de abonos.**

Para la elaboración de los abonos orgánicos compost y bocashi se destinó un espacio físico junto a los tratamientos construidos y dentro del área de investigación, para lo cual se realizaron las siguientes actividades:

- Las dimensiones del espacio que se estableció son de 7 m x 7 m, obteniendo un total de 49 m<sup>2</sup>. No se construyeron canales de drenaje, ya que la inclinación natural del área fue suficiente para la evacuación de las aguas lluvias.



**Figura 4:** Delimitación del área de elaboración de abonos.

- Se realizó una limpieza del área tanto de malezas, hierbas y de vegetación principalmente pasto *Brachiaria decumbens* S.
- Se verificó que el espacio tuviese una inclinación no mayor a 10 grados, de tal manera que facilite el drenaje de las aguas lluvias a través de canales. Debido a características naturales de esa parte del área experimental, no fue necesario intervención forzada por parte del investigador.

#### **5.4.2. Construcción de la cubierta de protección para el área de elaboración de abonos.**

En este espacio se colocó piezas de madera de 2.5 m de altura x 0.1 m x 0.1 m de ancho que sirvieron de base para la construcción del área. Sobre estas, se ubicó el plástico negro que permitió proteger de la intervención de factores climáticos, y evitar la penetración directa de los rayos solares, obteniendo así, un espacio de trabajo bajo condiciones controladas.



**Fotografía 4:** *Construcción del área de elaboración de abonos.*

Además debido al exceso de precipitaciones y humedad de la zona se construyó una base de tablas a una altura de 0.20 m del suelo. Misma que permitió trabajar de mejor manera en la fase de elaboración de abonos.

### 5.4.3. Elaboración de los abonos compost y bocashi.

Las dimensiones para la elaboración de los abonos compost y bocashi se muestran a continuación:

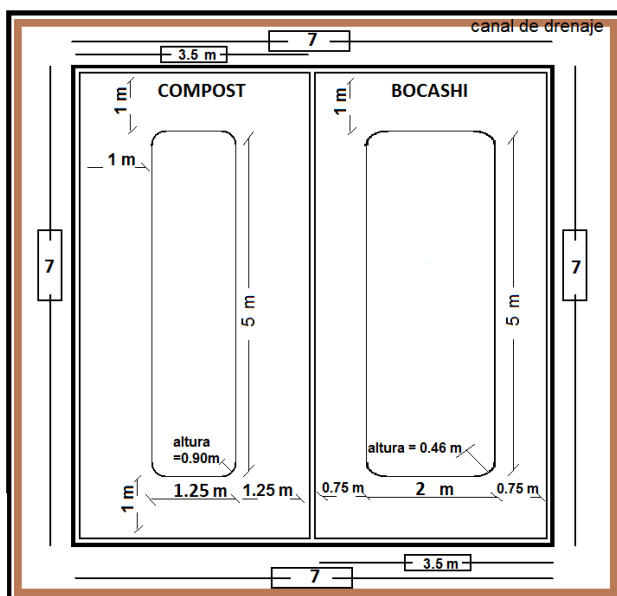


Figura 5: Dimensiones del espacio para la elaboración de abonos.

#### 5.4.3.1. Compost.

Culminada la construcción de la infraestructura del área de abonos, se procedió inmediatamente a la respectiva elaboración del abono compost, durante el periodo: 22 de marzo hasta el 30 de mayo, que comprenden exactamente 9 semanas de elaboración.

Para la preparación del abono compost, se analizó primeramente la cantidad aproximada de materiales e insumos necesarios para la elaboración del mismo. Esto con la finalidad de cumplir con las dosificaciones determinadas en los tratamientos.

La cantidad utilizada de insumos, se describe en el siguiente cuadro:

**Cuadro 6:** *Insumos para la elaboración del compost.*

Insumos por capas	% de insumo	Peso (kg.)	Cantidad (L)
Hojasca y/o aserrín (0.17 m)	15.00	290.00	0.00
Restos de materia verde (0.10 m)	15.52	300.00	0.00
Capa de estiércol bovino (0.08 m)	15.00	290.00	0.00
Capa de tierra de bosque (0.11 m)	21.47	415.00	0.00
Restos de materia verde (0.14 m)	6.21	120.00	0.00
Capa de estiércol bovino (0.12 m)	10.24	198.00	0.00
Capa de tierra de bosque (0.15 m)	7.50	145.00	0.00
Hojasca (0.03 m)	3.38	65.25	0.00
Cal agrícola	1.03	20.00	0.00
Mezcla de solución de EM	4.66	0.00	90.00
<b>Total</b>	100.00	1843.25	90.00

Conjuntamente se recogió los insumos necesarios para elaborar el compost, se realizó un cultivo de microorganismos eficaces, en el periodo correspondiente a la primera y segunda semana de marzo. Para ello se necesitaron los siguientes insumos y materiales: recipiente plástico, pedazo de tela nylon, una piola, 4 onzas de arroz cocinado, melaza, suero de leche y levadura.

El procedimiento empezó con la cocción del arroz, del cual se utilizó aproximadamente 4 onzas que posteriormente se colocaron en un recipiente plástico. Luego se cerró el recipiente con un pedazo de tela nylon y se aseguró con una piola. Se depositó el recipiente en un hoyo, previamente cavado, a una profundidad de 0.20 m cerca de una pendiente con una exuberante vegetación. Después, se cubrió el recipiente con materia semidescompuesta de la misma zona.

A los 10 días se procedió a cosechar el producto y a realizar la solución de EM. Para ello, se licuó el arroz descompuesto en una solución de 0.5 L de melaza, 1.5 L de suero de leche y 1 L de agua pura cocinada y fresca, misma que contenía 0.10 kg de levadura seca. A continuación se almacenó en una botella de 3 L, y se guardó en refrigeración.

Esta solución de EM se colocó en el compost con el objetivo de acelerar el proceso de descomposición de la materia, permitiendo obtener el producto final en un menor tiempo, esto según la recomendación de varios autores.



**Fotografía 5:** *Elaboración del sustrato para captura de E.M.*

De forma visual se realizó la colecta de estiércol bovino, ya que las mismas se optimizan de mejor manera en estado fresco, recolectando mayoritariamente aquellas producidas durante las últimas 36 horas. Esto debido a cuestiones climáticas de la zona, ya que el exceso de precipitaciones lava los nutrientes y la exposición temporal al sol los volatiliza. Se recolectó 14 sacos de estiércol bovino fresco de aproximadamente 35 Kg cada uno.

La materia orgánica se recolectó del Relleno Sanitario del cantón Yantzaza, el cual dispone de un sistema de compostaje. De este lugar se recolectaron 19



sacos de 24.5 Kg c/u, que contenían materia orgánica semidescompuesta, de aproximadamente 3 semanas. Se despojó las impurezas presentes en la misma y se procedió a picar en partículas de tamaño promedio de 0.04 m, con la finalidad de acelerar su degradación. Así mismo, se descartaron 2 sacos de impurezas de 15 Kg c/u, y 1 saco de materia orgánica de 15 Kg; cuya descomposición es extremadamente lenta, tales como: cortezas de guaba, zapote y coco, así como semillas de mango y aguacate.

Así mismo se recolectó 17 sacos de tierra de bosque secundario de 30 Kg c/u, que se encontró en una zona aledaña al área de investigación. Esta actividad se la realizó con la ayuda de 2 caballos. La colecta de hojarasca de guineo, caña de azúcar, bagazo de caña y aserrín, se realizó en los alrededores del proyecto de investigación, siendo así que se recolectó:

<b>Insumos (sacos)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Kg de peso (sacos)</b>
Bagazo de caña incinerado	9	30
Aserrín	6	8
Hojarasca de guineo	3	6
Hojarasca de guayaba y guaba	2	5
Hojarasca de caña de azúcar	2	5

Para la conformación de las capas se procedió de la siguiente manera: En la base de la pila se colocó hojarasca de preferencia de: caña, guineo, guaba y guayaba de 0.20 m de altura. Luego se colocó la capa de materia verde semidescompuesta de 0.10 m. A continuación se estableció la siguiente capa de estiércol de 0.08 m. Luego se colocó la capa de tierra de 0.11 m, continúa la capa de materia verde de 0.14 m. Seguido se ubicó la capa de estiércol de 0.12 m. La

capa de tierra que sobrepone a la anterior fue de 0.15 m y finalmente se cubrió toda la pila con hojarasca de caña de azúcar o bagazo incinerado.



**Fotografía 6:** Colocación de insumos por capas para la pila de compost.

Una vez colocados todos los insumos, se procedió a ubicar 9 espeques de pino, de 1.25 m c/u, en dirección diagonal a la pila. Esto se realizó con la finalidad de facilitar el ingreso de oxígeno a la base y al centro del compost.

La solución de EM se aplicó 11 veces de manera uniforme en toda la pila del compost desde el tercer día de elaboración. Se colocó una dosis inicial al momento de colocación de capas: 1 L de solución EM, 0.5 L de melaza, 1.5 L de suero de leche y 0.05 Kg de levadura; en 20 L de agua.

Luego se aplicó 10 veces más durante 7 semanas, en base a la siguiente dosificación: 0.2 L de solución EM, 0.4 L de melaza, 1.2 L de suero de leche y 0.02 Kg de levadura; por cada 5 L de agua. Según varias fuentes mencionan que a más de humedecer el sustrato en elaboración, sirve como acelerador de la descomposición.

Se realizó un seguimiento del sustrato y a su vez se registraron los datos específicamente de: temperatura, humedad y pH. La forma en que se controló los

3 factores, fue mediante la utilización de un aparato multifuncional (Instrumento de estudio de suelos) que facilitó la toma de datos.

El control de temperatura, se estableció principalmente para mantener el compost en un rango de 40 a 70° C, que es el óptimo para este tipo de abono. Cada vez que el sustrato presentó excesos de temperatura, se procedió a mover los palos de pino que facilitaron la aireación en especial el centro de la pila.

Siendo la humedad un factor importante, ya que de ella depende el pH y por ende la temperatura, se verificó que se mantenga en un rango adecuado en toda la fase de elaboración. Cuando el sustrato presentó en varios puntos de la pila un déficit de humedad, se procedió a dar riego mínimo con la solución de microorganismos eficientes y a la vez se volteó el material de la pila para mantener el parámetro en un rango óptimo. Este proceso se realizó hasta la séptima semana de descomposición. Se registraron estos datos en una libreta de campo y se realizó un chequeo diario durante dos semanas consecutivas, realizando esta tarea en un horario fijo previamente establecido (10:30 AM). Desde la tercera hasta la octava semana se realizó únicamente 3 chequeos a la semana (saltando un día).



**Fotografía 7:** Registro de datos con Instrumento de estudio de suelos.

Al finalizar la cuarta semana se realizó una mezcla completa de todas las capas del abono, permitiendo que las partes externas puedan participar del proceso de descomposición, obteniendo así, un producto descompuesto de manera homogénea. Además se aplicó 10 Kg de cal agrícola con la finalidad de regular el nivel de pH y a su vez eliminar microorganismos patógenos, según sugieren otros estudios.

Durante la novena semana, se verificó que la temperatura sea aproximadamente igual a la del ambiente; esto se realizó mediante varias tomas en diferentes puntos del sustrato de manera diaria. Culminado este tiempo el sustrato quedó listo para su aplicación en campo.

#### **5.4.3.2. Bocashi.**

Para la elaboración del bocashi se empleó los siguientes insumos que proceden de la localidad de Ungumiatza:

**Cuadro 7:** *Insumos para la elaboración del abono bocashi.*

<b>Insumos</b>	<b>% de insumo</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Cantidad (L)</b>
Resto de materia verde: maní forrajero	2.23	32.00	0.00
Estiércol bovino	11.15	370.30	0.00
Estiércol porcino	14.71	330.25	0.00
Carbón de madera	2.85	30.00	0.00
Aserrín	20.06	170.00	0.00
Bagazo de caña incinerado	6.60	225.00	0.00
Cal agrícola	1.78	20.00	0.00
Tierra de bosque	28.98	575.80	0.00
Mezcla de solución de EM	11.64	0.00	80.00
<b>Total</b>	100.00	1753.00	80.00

La elaboración de este sustrato es más de carácter fermentativo que de descomposición. Por ello, se lo elaboró tres semanas antes de culminar la descomposición de la materia del abono compost durante la primera y cuarta semana de mayo. Además esto permitió emplearlos al mismo tiempo en las parcelas experimentales.

Conjuntamente con la recolección de los insumos utilizados en la elaboración del abono bocashi, se realizó un cultivo de microorganismos eficaces para acelerar el proceso de fermentación. A los 10 días se procedió a cosechar el producto y a realizar la solución de EM. Para ello, se licuó el arroz descompuesto en una solución de 0.5 L de melaza, 1 L de suero de leche y 1.5 L de agua pura cocinada y fresca, misma que contenía 0.10 Kg. de levadura seca. A continuación se almacenó en una botella de 3 L, y se guardó en refrigeración. Una vez almacenada en refrigeración, la solución quedó lista para ser usada.

Se adaptó la misma colocándole un plástico negro sobre el piso, permitiendo, de esta manera, cubrir los materiales que se emplearon, limitando parcialmente el ingreso de aire. Aquí se construyó un cajón con tablas, en el cual se elaboró el abono bocashi.



**Fotografía 8:** Conformación de la pila de abono bocashi.

Para la elaboración del bocashi se recolectó los siguientes materiales: 1 saco de hojas de maní forrajero de 32 Kg, procedente de la zona aledaña. Se recogió 11 sacos de estiércol bovino y 10 de estiércol porcino de 34 Kg c/u respectivamente. Se compró 2 sacos de carbón de madera de 15 Kg c/u.

De un aserradero cercano, se recopiló 11 sacos de aserrín fino de madera no procesada de 16 Kg c/u aproximadamente. Así mismo se recolectó 8 sacos de bagazo de caña incinerado de 30 Kg c/u. De una montaña con bosque secundario, se recolectó 18 sacos de tierra de 32.5 Kg c/u.

Se colocaron los materiales formando una pila de 2 m de ancho x 5 m de longitud x una altura de 0.46 m. Luego se procedió a colocar los materiales antes mencionados en las cantidades específicas. A continuación, se cubrió con el plástico negro todo el sustrato y se dejó en reposo durante 3 días.



**Fotografía 9:** Colocación de materiales en la pila del bocashi.

Culminado este tiempo, se realizó una mezcla de todos los materiales hasta obtener un compuesto uniforme. Aquí se aplicó por primera vez la solución de EM en la siguiente dosificación: 0.5 L de solución EM, 2.5 L de melaza, 6 L de suero de leche y 0.15 Kg de levadura; todo esto disuelto en 30 L de agua. Además se

colocó 10 Kg cal agrícola para favorecer la regulación del pH inicial y permitir también la eliminación de microorganismos patógenos, que es una de las funciones que cumple este producto según algunos autores.

A partir de ese punto se mezcló continuamente dos veces al día durante la primera y segunda semana. Así se estableció el horario para llevar a efecto dicha labor: por la mañana de 07H00 a 08H00 y por la tarde 17H00 a 18H00.

Ya en la tercera semana, el volteo se redujo a una vez cada día, realizando esta labor en horario matutino. El volteo tiene como objetivo disminuir el exceso de temperatura, manteniendo la misma por debajo de los 60° C, y a su vez permitir la fermentación rotativa de las capas externas e internas. En el transcurso de esta semana se aplicó dos veces más la siguiente dosificación de microorganismos eficaces: 0.5 L de solución EM, 1 L de melaza, 3 L de suero de leche y 0.075 Kg de levadura; por cada 15 L de agua. Esto se realizó cada 7 días a partir de la fecha de elaboración.

Se realizó el seguimiento establecido y se registró datos durante las tres semanas de fermentación y se controló específicamente: temperatura, humedad y pH. La forma de controlar los 3 factores fue mediante la utilización de un aparato multifuncional (Instrumento de estudio de suelos). Se verificó que la humedad oscile en un 60%, con la final de permitir la fermentación de la materia. Lo ideal es mantener la humedad por encima del 60%, y no más allá del 80%. Este control permitió mantener, a la vez, una temperatura constante de 40 – 60° C durante las 3 semanas.

#### 5.4.4. Preparación de las parcelas experimentales.

Se procedió a limpiar toda el área de estudio para eliminar piedras, basuras, raíces y material vegetal; que en su totalidad fue pasto *brachiaria decumbens* S. Esto se realizó tres semanas antes de finalizar la elaboración de los abonos.

Posteriormente se realizó un cercado alrededor del área experimental con malla fina, con el objetivo de impedir interferencia en la investigación ya sea por personas, animales (semovientes y roedores). Además se señaló en toda el área, que en su totalidad fue de carácter informativo.

Así mismo, se construyó canales de drenaje de aguas lluvias en toda el área experimental, con la finalidad de que no se estanque el agua procedente de las lluvias que puedan afectar de alguna manera el desarrollo de la presente investigación. Luego, se preparó cada parcela experimental, realizando un arado hasta una profundidad de 0.20 m, obteniendo un volumen aproximado de 2.08 m<sup>3</sup> respectivamente en cada una. Previo a la aplicación de los abonos, se ubicó tablas alrededor de las parcelas con la finalidad de contener el material arado.



**Fotografía 10:** Canales de drenaje de aguas lluvias y señalética informativa.



#### **5.4.5. Aplicación de los abonos.**

Para la aplicación de los abonos, se transportó los sustratos desde el área de elaboración hasta cada una de las parcelas experimentales respectivamente. Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se dosificó los abonos al 10, 20 y 30%. Para ello, por motivos prácticos, se efectuó el retiro de tierra de cada parcela el equivalente al abono aplicado, realizando esta tarea en cada una de las 12 parcelas, con excepción de las parcelas testigos ya que en ellas no se colocó abono.

En las parcelas cuya dosificación es de 10%, se delimitó un área específica dentro de la parcela de 1.3 m x 0.8 m x una profundidad de 0.20 m, lo cual formó como resultado un volumen de  $0.208 \text{ m}^3$ , esto con la finalidad de que el material existente en esas dimensiones sea desalojado para que ingrese el volumen del abono respectivo. Este procedimiento se realizó en las 4 parcelas experimentales donde se dosificó el compost y bocashi al 10%.

Para dosificar al 20%, se estableció un área específica dentro de las 4 parcelas experimentales, de 1.3 m x 1.6 m x una profundidad de 0.20 m, lo cual formó como resultado un volumen de  $0.416 \text{ m}^3$ . Así mismo, en las parcelas donde se aplicó los abonos al 30%, se fijó un área específica dentro de cada una de 1.3 m x 2.4 m x una profundidad de 0.20 m, lo cual da como resultado un volumen de  $0.624 \text{ m}^3$ . Realizando este proceso en las 4 parcelas experimentales donde se dosificó esa cantidad de abono.

El suelo que se retiró en las 12 parcelas experimentales, se apiló en los exteriores del área experimental. A continuación se aplicó los abonos orgánicos con la ayuda de un cajón de madera de 1.3 m x 0.4 m x 0.4 m. Después de colocar las diferentes dosificaciones de abonos en cada parcela, se procedió a mezclar el suelo con el abono con la ayuda de picos y palas, hasta que cada una de ellas presente una estructura visiblemente uniforme. Se pesó la cantidad de volumen colocado en cada parcela experimental.

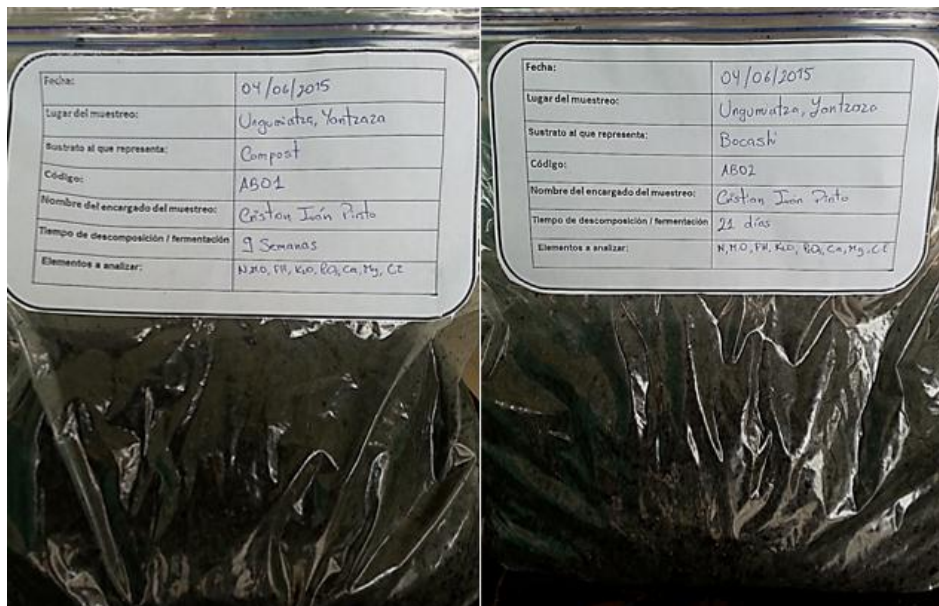


**Fotografía 11:** *Aplicación y mezclado de los abonos.*

#### **5.4.6. Análisis químico de los abonos utilizados.**

Del material excedente de los abonos compost y bocashi, se recolectó una muestra de cada uno de ellos de aproximadamente 1 Kg en fundas ziploc con el etiquetado respectivo. Posteriormente se enviaron al laboratorio del INIAP para que se realice el respectivo análisis químico de los mismos, obteniendo datos de los siguientes parámetros específicos: potencial de hidrógeno (pH), materia orgánica (% M.O), nitrógeno (N), potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), conductividad eléctrica (C.E).

La textura no fue considerada puesto que los abonos recién descompuestos, presentan una estructura heterogénea, impidiendo generar datos en laboratorio acerca de este parámetro.



Fotografía 12: Etiquetado de las muestras de los abonos orgánicos.

**5.5. Metodología del tercer objetivo: Determinar el porcentaje de incremento de materia orgánica de los tratamientos mediante la implementación del cultivo de maíz *Zea mays amyloacea* y determinar el indicador de aplicación de cada tratamiento**

#### 5.5.1. Características de selección del cultivo.

La implementación del cultivo de maíz *Zea mays amyloacea* ofreció la oportunidad de servir como indicador por las siguientes características que posee:

- Requiere de una alta fertilidad del suelo para desarrollarse óptimamente.
- Necesita grandes cantidades de nutrientes, especialmente de N, P y K.
- Se adapta fácilmente a las condiciones climáticas de la Región Amazónica.
- Resiste precipitaciones que oscilan entre 500 y 2000 mm/año.

### 5.5.2. Siembra del cultivo.

Normalmente las semillas suelen estar ya curadas con insumos plaguicidas, pero por fines investigativos, se buscó semillas que no posean tratamiento alguno con insumos sintéticos. De tal manera que se adquirió semillas locales sin tratamiento alguno.

Posterior a ello, se curaron todas las semillas mediante la utilización de un controlador orgánico elaborado a base de extracto de ajo y cebolla que gracias a su fuerte olor, previenen la presencia de vectores, hongos e insectos que interfieren comúnmente en la siembra de las semillas de maíz.

Este compuesto ayudó también la estimulación de la germinación debido a su exposición temporal en fluido acuoso. De tal manera que se colocó en sumersión a las semillas durante un periodo de 24 horas, en una fuente con una solución del insumo antes mencionado. Se guardó en un lugar fresco y bajo sombra. Esto se realizó un día antes de la siembra.



**Fotografía 13:** *Sumersión de las semillas de maíz.*

Para la siembra en campo, se elaboró una malla de 1.3 m de ancho x 2 m de largo. En el interior se estableció cuadrículas a una distancia de 0.35 m x 0.25 m

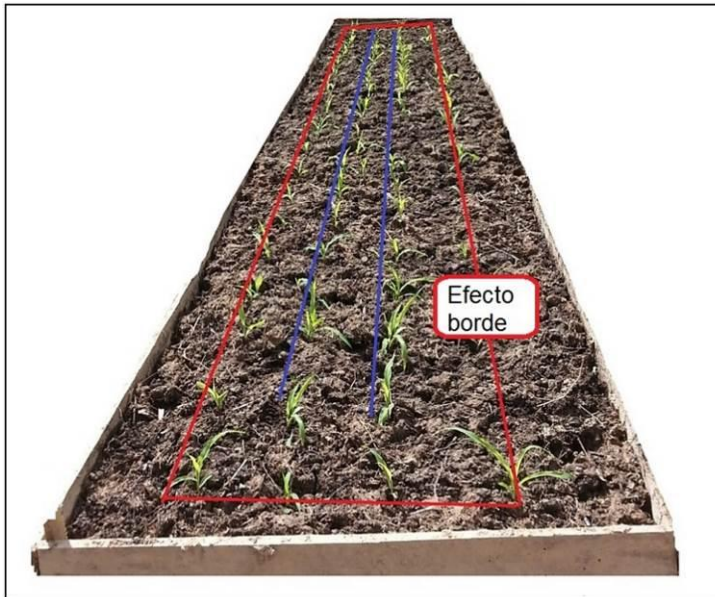
para formar intersecciones que es donde se colocó cada una de las semillas. La siembra se realizó de forma manual, con la ayuda de un espeque de pino con el cual se realizó un hoyo por sitio, en donde posteriormente se insertaron dos semillas de maíz. El total exacto de semillas sembradas en cada parcela es de 176, y en todo el estudio experimental se sembraron 2464 semillas de maíz.

Además en cada parcela se sembró 20 unidades más, con la finalidad de reemplazar aquellas que no germinaron. En este proceso se necesitó mano de obra para cubrir al mismo tiempo la siembra en todas las parcelas. La hora de siembra oscila entre las 17H00 y 18H30. El 01 de junio del 2015, se realizó la siembra.



**Fotografía 14:** *Siembra de semillas de maíz.*

Para contrastar mejor los resultados del presente objetivo, se consideró el efecto borde, que consiste en desestimar del estudio aquellas plantas que se encuentran en el filo de toda la parcela experimental. De tal manera que para determinar el crecimiento promedio del cultivo en cada parcela se evaluó 40 plantas por parcela y en todo el estudio experimental se analizaron 560 plantas.



**Figura 6:** Consideración del efecto borde.

### **5.5.3. Seguimiento y registro del cultivo.**

Después de 5 días de haber implementado el cultivo de maíz en las parcelas experimentales, se procedió a realizar el primer seguimiento del proceso de siembra, el cual se efectuó de la siguiente manera:

Al quinto día de siembra, se efectuó el conteo de semillas germinadas en cada una de las parcelas experimentales y se calculó así mismo el porcentaje de germinación. La cantidad necesaria de semillas, para la obtención de este parámetro y del crecimiento del cultivo, es de 176 y 40 respectivamente.

Además se realizó una limpieza de cada una de las parcelas cada 15 días, a partir de la fecha de siembra, registrándose un total de 4 limpiezas durante la implementación del cultivo de maíz. Estas especies invasoras surgen por naturaleza, y normalmente se requiere de métodos convencionales como la aplicación de agroquímicos para su rápida eliminación. Para la presente investigación, únicamente se realizó una limpieza manual en cada una de las

parcelas experimentales. Se realizó 3 mediciones durante la implementación del cultivo, con la finalidad de obtener promedio de altura de cada parcela. Este proceso se efectuó, a los 15, 30 y 45 días de implementado el cultivo de maíz.



**Fotografía 15:** *Tamaño del cultivo a los 15 días.*



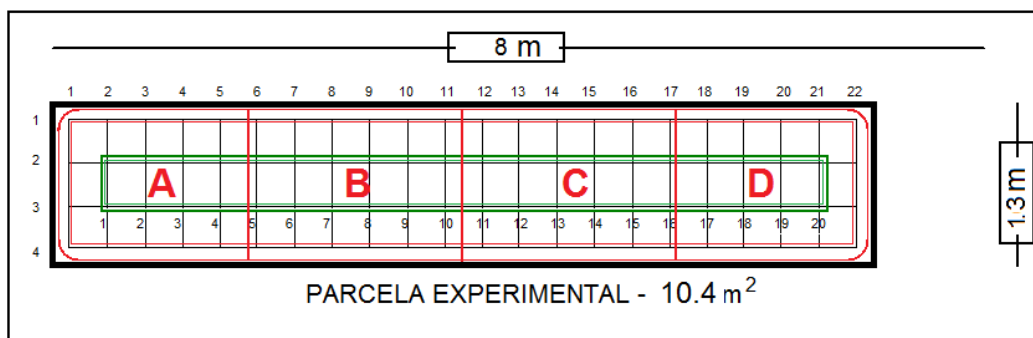
**Fotografía 16:** *Tamaño del cultivo a los 30 días.*

#### **5.5.4. Toma de muestras de suelo.**

Al término de los 45 días, se procedió a la toma de muestras de suelo en cada una de las parcelas experimentales. Para la toma de muestras finales de suelo, no fue necesario destruir en su totalidad el cultivo implementado,

simplemente se despojó el 25% de plantas por parcela, procediendo de la siguiente forma:

A cada una de las 14 parcelas experimentales, se las dividió en 4 partes iguales, de tal manera que cada parte contenga  $0.52 \text{ m}^3$  aproximadamente. En cada parcela existió una parte seleccionada, de la cual se eliminó la totalidad de la siembra del maíz implementado, dejando únicamente el suelo al descubierto y libre de material vegetal. Luego se sorteó, en cada una, para elegir una de estas partes y así recolecta la muestra representativa en cada una cuyo peso es de exactamente 1 Kg. Posterior a ello, se enviaron las muestras al laboratorio, previa colocación en fundas ziploc y etiquetado respectivo.



**Figura 7:** División en la parcela para toma de muestra.

### **5.5.5. Determinación del incremento de materia orgánica y del indicador de aplicación de los abonos orgánicos.**

Con los resultados de laboratorio, se procedió a interpretar y analizar en el programa de Excel 2013. En esta fase se utilizó análisis estadístico, con la finalidad de obtener los datos requeridos en cuanto a materia orgánica y demás nutrientes analizados.

Luego, se procedió a la determinación del indicador de aplicación tanto del abono compost como del bocashi en cada una de las parcelas experimentales.



En ella se contrastó la cantidad necesaria de abono orgánico requerido para aumentar cierto porcentaje de materia orgánica, mejorando de esta manera las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo degradado por actividad ganadera. Para ello se realizó una regla de 3, en donde se toma en consideración los sacos obtenidos de cada sustrato. Con los resultados obtenidos del porcentaje de incremento de fertilidad de cada abono aplicado y de los costos de los insumos de cada uno, se elaboró un cuadro en el cual se especifica el costo total requerido en la aplicación de cada abono para el mejoramiento de materia orgánica en 1 hectárea de suelo degradado por actividad ganadera a una profundidad de 0,05 m.

#### **5.5.6. Valoración económica para el mejoramiento de la fertilidad del suelo de cada abono aplicado.**

Para tal fin, se realizó el cálculo de la valoración económica de la aplicación de abonos orgánicos en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Previo a ello se detalló el costo de insumos a emplear en la elaboración de ambos abonos orgánicos en la presente investigación.

### **5.6. Metodología del cuarto objetivo: Socializar los resultados obtenidos en la presente investigación a los campesinos y moradores del barrio Ungumiatza**

#### **5.6.1. Preparación del manual de socialización.**

Una vez finalizada la fase experimental de la presente investigación, y de haber obtenido resultados, se procedió a elaborar el manual de socialización de los resultados finales generados en cada uno de los objetivos planteados.

Esta información se plasmó en un documento sencillo con lenguaje claro, que permitió al campesino conocer en su totalidad el trabajo que se realizó como tema de estudio. Este documento presentó al menos la siguiente información:

- Importancia del uso de abonos orgánicos en la recuperación de M.O.
- Principales abonos recomendados
- Elaboración de abonos
- Materiales e insumos utilizados
- Procedimiento de elaboración
- Dosis de aplicación
- Costos de aplicación por hectárea
- Recomendaciones

#### **5.6.2. Proceso de difusión de resultados.**

Se realizó la difusión de los resultados obtenidos mediante dos socializaciones que se llevaron a cabo en la comunidad del barrio Ungumiatza. Para esto, se entregó a los moradores de la comunidad una convocatoria de carácter voluntario, con el objetivo de dar a conocer el tema de estudio y que las personas a su vez sean replicadores del conocimiento generado.

Para tal fin, se elaboraron 50 manuales informativos, mismos que fueron entregados a los finqueros y/o campesinos durante las charlas de socialización de resultados.

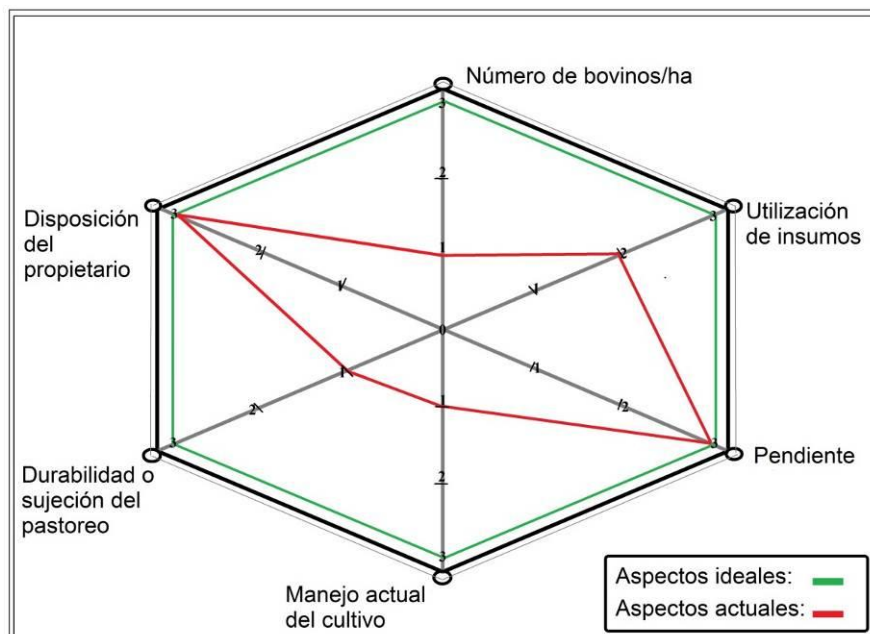
## 6. RESULTADOS

### 6.1. Resultados del primer objetivo: “Diagnosticar el estado actual del suelo degradado por actividad ganadera mediante el análisis de fertilidad del mismo”

Después de realizar el recorrido por las diferentes fincas ganaderas, se recopiló los siguientes datos:

**Cuadro 8:** Resultados de los aspectos de consideración para la selección del área.

Aspectos	Rangos	Parámetros	Fincas		
			1	2	3
Número de bovinos por ha.	3	<2	3		
	2	De 2 a 4 especies			2
	1	> 4 especies		1	
Utilización de insumos.	3	Rara vez (semestral/anual)	3		3
	2	A veces (trimestral/quimestral)		2	
	1	A menudo (semanal/mensual)			
Pendiente del suelo.	3	0-30%		3	
	2	31 % - 60%	2		
	1	61% – 100%			1
Manejo actual del cultivo	3	Mega – diverso			
	2	Asociado o mixto	2		2
	1	Monocultivo		1	
Durabilidad o sujeción del pastoreo.	3	< 2 años	3		
	2	2 – 5 años			2
	1	> 5 años		1	
Disposición del propietario.	3	Buena		3	3
	2	Regular	2		
	1	Mala			
TOTAL			15	11	13



**Figura 8:** Balance de los aspectos de consideración del área 2.

En la finca 2, se consiguió la puntuación más baja en los parámetros establecidos para la selección del área dentro de la finca mediante un diagnóstico inicial, con un valor de 11, reflejando el nivel más alto de degradación del suelo, razón por la cual se implementó en dicho espacio la presente investigación.

El área visitada más afectada se encuentra dentro de una finca de aproximadamente 14,25 hectáreas, de las cuales se destinan a la ganadería alrededor de 4,5 hectáreas, mismas que posee las siguientes características:

- Mantiene una densidad de 5,5 cabezas de ganado bovino por hectárea, lo cual indica que existe una explotación del recurso suelo por sobrepastoreo.
- El uso de agroquímicos se limita al empleo de Gramoxone, el cual sirve como controlador de malezas y es utilizado de forma quimestral, esto debido al acelerado crecimiento de malezas en suelos arcillosos.
- La topografía del suelo es homogénea aproximadamente en la totalidad del área que es donde se realiza la actividad ganadera. Además, presenta pendientes no mayores al 30 % de inclinación ( $< 13,5^\circ$ ).

- En cuanto al manejo del cultivo actual, está constituido mayoritariamente por pasto *Brachiaria decumbens* S., asociado parcialmente con unas pocas especies de árboles entre las cuales se encontró: *Vernonanthura patens* K., conocido como (laritaco), *Psidium guajava* L., conocido como (guayaba), *Cecropia peltata* L., conocido como (guarumo), y por una cantidad menor de plantas herbáceas.
- Es una zona dedicada a la actividad ganadera desde hace aproximadamente 30 años, razón por la cual se ha ido alternando el ciclo de manera empírica, permitiendo el reposo y recuperación parcial del suelo. Esta acción permite trabajar por un periodo de 5 – 10 años en pastoreo y de 1 – 5 años en lo que respecta al reposo, dedicando este tiempo a la siembra de: maíz, yuca, plátano, o simplemente a la recuperación del mismo mediante el abandono del área. Estas últimas actividades se originan con el fin de mitigar, empíricamente, las pérdidas de producción en cuanto a cobertura vegetal principalmente de pasto.
- Un aspecto muy importante, considerado para la implementación del área experimental, fue la disposición por parte del propietario del terreno, siendo necesario que el mismo aprecie la necesidad de encontrar soluciones frente a un proceso degradativo del suelo ayudando en la corrección de un problema evidente a mediano y largo plazo.

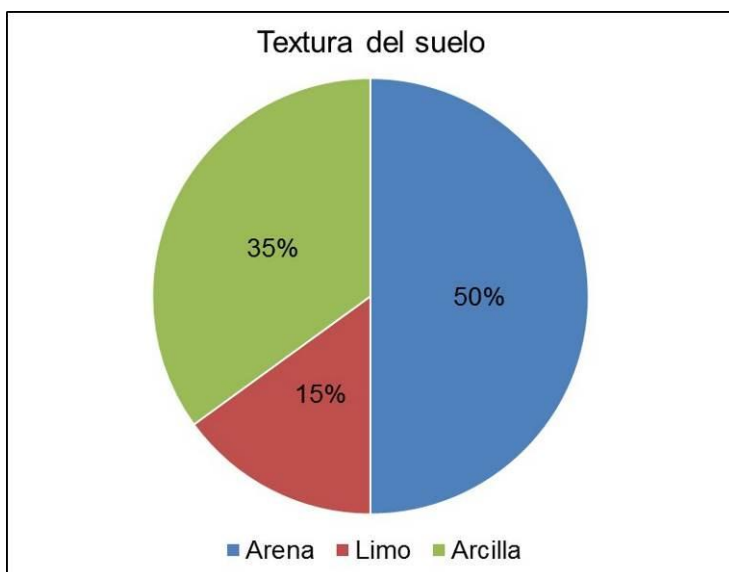
Del laboratorio INIAP, se recogió la información de la muestra inicial de diagnóstico, la cual pertenece al área experimental:

**Cuadro 9:** Comparación de resultados de diagnóstico.

ÁREA DEGRADADA				INDICADORES				
Indicador	Unidad	Promedio	Denominación		USDA, 2009, 2011	Rangos de interpretación (Iñiguez, 2010)		
			USDA, 2009, 2011	Iñiguez, 2010		Bajo	Medio	Alto
Textura	Arena %	50	Franco Areno Arcilloso		--	--	--	--
	Limo %	15			--	--	--	--
	Arcilla %	35			--	--	--	--
pH	--	4.6	Muy fuertemente ácido		6.6 a 7.3	--	--	--
M.O	%	3.4	Bajo		--	2 – 4	4.1 - 6	6.1 – 8
N	Ppm	29.53	Bajo		--	20 – 40	40.1 – 60	60.1- 80
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ppm	11.46	Bajo		--	10 – 20	20.1- 30	30.1 – 40
K <sub>2</sub> O	Ppm	56.39	Bajo		--	50 -100	100.1-150	150.1 -200
Ca	meq/100 ml	3	Bajo		--	2 – 4	4.1 – 6	6.1 – 8
Mg	meq/100 ml	0.7	Bajo		--	0.6 -1.20	1.3 - 1.8	1.9 - 2.4
C. E	dS/cm	0.11	No Salino		0 - 4	--	--	--

### 6.1.1. Textura.

Mediante análisis de laboratorio, se obtuvo para el parámetro textura, de acuerdo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 2011), se ubica dentro del rango Franco – Arenoso - Arcillo, es decir: la muestra inicial del suelo presentó las siguientes características:



**Figura 9:** Porcentaje de arena, limo y arcilla en el suelo.

### 6.1.2. Potencial de hidrógeno (pH).

Para el indicador de potencial de hidrógeno (pH), de acuerdo al USDA (2010), se obtuvo un valor de 4.6, es decir extremadamente ácido.

### 6.1.3. Materia orgánica (M.O).

Mediante análisis de la muestra de suelo en laboratorio y de acuerdo a los datos publicados por Iñiguez, (2010), se ubica dentro del rango Bajo, ya que presenta un 3.4 % de materia orgánica. Este valor indica la pobreza del suelo dedicado a la actividad ganadera de la zona.

#### **6.1.4. Nitrógeno (N).**

Se obtuvo un valor correspondiente a 38 ppm de  $\text{NH}_4$  (amonio), que es una de las formas de análisis en laboratorio para obtener datos de presencia de nitrógeno inorgánico en el suelo, el cual es asimilable por la planta.

Para ello se convirtió de  $\text{NH}_4$  a N inorgánico con el fin de realizar la comparación con los datos publicados por Iñiguez, (2010), para lo cual se aplicó el procedimiento señalado por USDA; que menciona que se debe multiplicar por 0.777 para convertir de  $\text{NH}_4$  a N. Se consiguió un valor de 29.53 ppm de nitrógeno inorgánico, que de acuerdo a los datos publicados por Iñiguez, (2010) se encuentra parcialmente bajo.

#### **6.1.5. Óxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ).**

Mediante análisis de laboratorio, se obtuvo un valor correspondiente a fósforo de 5 ppm, mismo que fue convertido a  $\text{P}_2\text{O}_5$  (óxido de fósforo) que es la forma común de existencia de este elemento en la naturaleza y que permanece inmóvil en el suelo. Para ello, se empleó el siguiente procedimiento estipulado por USDA; se debe multiplicar por 2.2914 para convertir de P a  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

De tal manera que al aplicar el procedimiento, se consiguió un valor de 11.46 ppm de óxido de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), que al ser comparados con los datos publicados por Iñiguez, (2010), se encontró en un rango bajo.

#### **6.1.6. Óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ).**

El valor obtenido del parámetro potasio es de 0.12 meq/100ml, mismo que fue convertido a ppm con la finalidad de llegar a un punto de comparación,



multiplicando por 39 (valor correspondiente al peso atómico del K) dividido para 1 (valor de la valencia). Además se realizó la transformación de ppm de K a ppm de  $K_2O$ . Para ello, se empleó el siguiente procedimiento estipulado por USDA: se debe multiplicar por 1.205 para convertir de K a  $K_2O$ .

Se consiguió un valor de 56.39 ppm de óxido de potasio ( $K_2O$ ), que al ser comparados con los datos publicados por Iñiguez, (2010), se verificó que se encuentra por debajo del rango mínimo.

#### **6.1.7. Calcio (Ca).**

Se registró un valor correspondiente de calcio de 3 meq/100 ml, mismo que al compararse con los datos obtenidos en el estudio realizado por Iñiguez, (2010) se verificó que se encuentra en un nivel bajo.

#### **6.1.8. Magnesio (Mg).**

Mediante análisis de laboratorio, se obtuvo un valor correspondiente a magnesio de 0.7 meq/100 ml, y de acuerdo a los datos reportados por Iñiguez, (2010) se concluyó que el valor obtenido pertenece al rango bajo.

#### **6.1.9. Conductividad eléctrica (C.E.).**

Se obtuvo un valor correspondiente a conductividad eléctrica de 0.11 dS/m, y de acuerdo a datos publicados por USDA, el parámetro mostró un índice de no salino.

## 6.2. Resultados del segundo objetivo: “Elaborar dos abonos orgánicos compost y bocashi con el uso de materiales de la zona para aplicar en tres dosificaciones diferentes”

El 31 de mayo del 2015, se procedió a la cosecha de ambos abonos, donde se consiguió los siguientes resultados:

### 6.2.1. Abono Compost.

Luego de nueve semanas de descomposición de la materia orgánica del abono, se recopiló los siguientes resultados:

La pila del abono compost alcanzó un volumen inicial de aproximadamente 4,02 m<sup>3</sup>. Este dato se lo obtiene a partir de la sumatoria de volúmenes obtenidos por cada capa aplicada. Las cuales se muestran a continuación:

**Cuadro 10:** *Dimensiones de las capas del abono compost.*

Capa	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	1.25	5.00	0.20	1.25
2	1.15	4.90	0.12	0.68
3	1.05	4.80	0.08	0.40
4	0.95	4.70	0.10	0.45
5	0.85	4.60	0.12	0.47
6	0.75	4.50	0.12	0.41
7	0.65	4.40	0.10	0.29
8	0.60	4.40	0.03	0.08
<b>Total</b>				<b>4.02</b>

Este volumen, al término de las 9 semanas disminuyó en aproximadamente un 28%, conforme se transformó el carbono y nitrógeno existentes en cada uno de los materiales colocados, produciendo emanaciones gaseosas. Dando como resultado un volumen aprovechable de 2.89 m<sup>3</sup> de abono compost fresco.

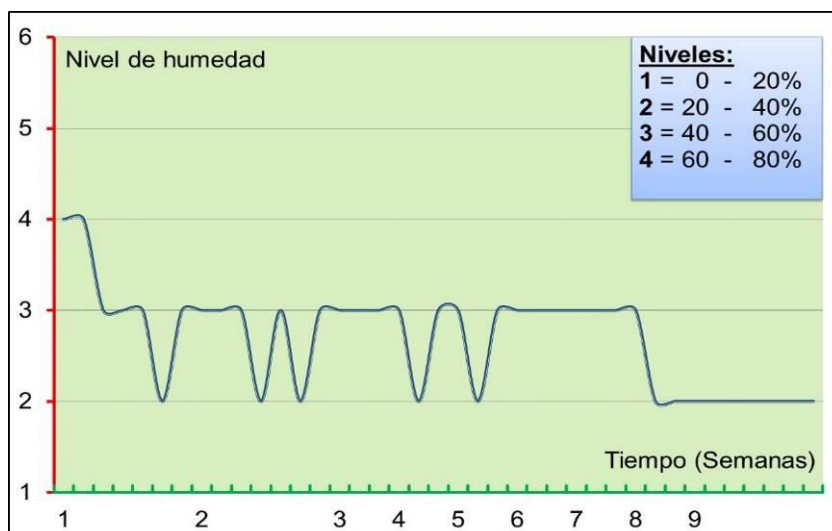
El peso aproximado de dicho volumen oscila entre los 1493 Kg, deduciendo una pérdida de peso del 19%.



**Fotografía 17:** *Descomposición final de la materia del abono compost.*

Se contabilizó el número total de controles realizados para los 3 factores durante la fase de descomposición de la materia del abono, por lo tanto se efectuó exactamente 39 controles de datos tanto para humedad, temperatura y pH, donde se recolectó la siguiente información:

### 6.2.1.1. Resultados del monitoreo de humedad.



**Figura 10:** Control de humedad del abono compost.

Los registros obtenidos del parámetro humedad que corresponde al abono compost durante las 9 semanas de descomposición de la materia orgánica se muestran en la Figura 10. Las variaciones presentadas se deben principalmente a la intervención del investigador que durante ese lapso de tiempo, añadió 11 dosificaciones de solución de microorganismos eficaces, permitiendo humedecer el sustrato y logrando mantener la humedad promedio de 60%, lo cual facilitó la degradación de los insumos utilizados. Durante la novena semana se logró mantener estabilidad en el parámetro registrándose promedios del 40%.

### 6.2.1.2. Resultados del monitoreo de temperatura.

Los registros obtenidos del parámetro temperatura corresponden al aumento y declive que alcanzó durante las 9 semanas de descomposición de la materia. El aumento de la misma llega hasta los 66 °C. Las variaciones presentadas se deben principalmente a la intervención del investigador que durante el lapso de descomposición, controló y reguló dichos valores.

En la novena semana el sustrato presentó una temperatura promedio de 27 °C. La figura 11 respalda lo antes mencionado:

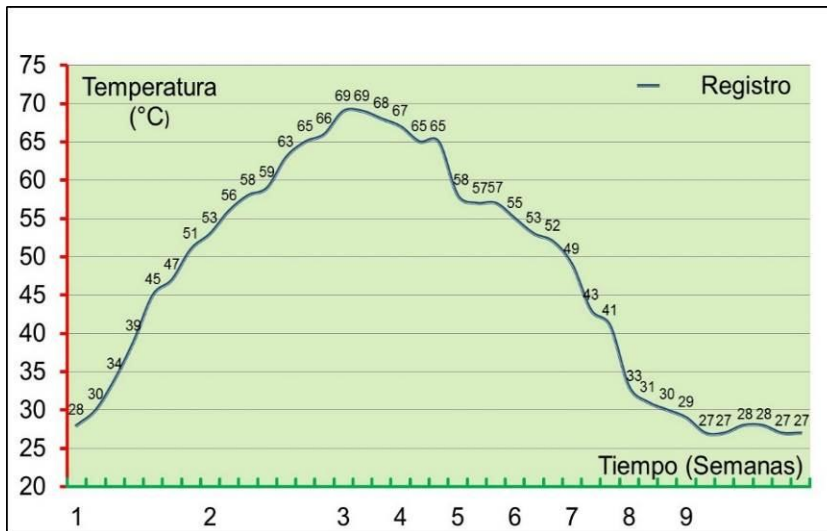


Figura 11: Control de temperatura del abono compost.

### 6.2.1.3. Resultados del monitoreo de pH.



Figura 12: Control de pH del abono compost.

La variación del nivel de pH de la pila de abono compost, se muestra en la Figura 12. Al inicio de la fase de descomposición de la materia del abono, se registró un pH fuertemente ácido (4.0), pero por el proceso de descomposición mismo, este parámetro continuó en incremento, tornándose estable.

Al finalizar la novena semana de descomposición, se logró estabilizar el pH en fuertemente alcalino (8.5).

### 6.2.2. Abono Bocashi

Luego de 21 días de fermentación del abono, se recopiló los siguientes resultados:

Esta pila alcanzó un volumen de aproximadamente 3,19 m<sup>3</sup>. Este dato se lo obtiene a partir de la sumatoria de volúmenes obtenidos por cada capa aplicada. Las cuales se muestran a continuación:

**Cuadro 11:** Dimensiones de cada capa de la pila de abono bocashi.

Capa	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	2.00	4.00	0.16	1.28
2	1.90	3.92	0.06	0.45
3	1.80	3.84	0.04	0.28
4	1.70	3.76	0.10	0.64
5	1.60	3.66	0.03	0.18
6	1.50	3.56	0.07	0.37
<b>Total</b>				<b>3.19</b>

Este volumen disminuyó paulatinamente perdiendo así, alrededor del 15% del mismo conforme se transformó el carbono y nitrógeno existentes en cada uno de los insumos colocados, produciendo emanaciones gaseosas. El volumen resultante de la pila oscila los 2.71 m<sup>3</sup>, con un peso aproximado de 1560 Kg, que corresponde a una pérdida del 11% del peso inicial.

Se contabilizó el número total de controles realizados para los 3 factores durante la fase de fermentación, es decir, se tuvo exactamente 18 controles y registros de datos tanto para humedad, temperatura y pH.

#### 6.2.2.1. Resultados del monitoreo de humedad.

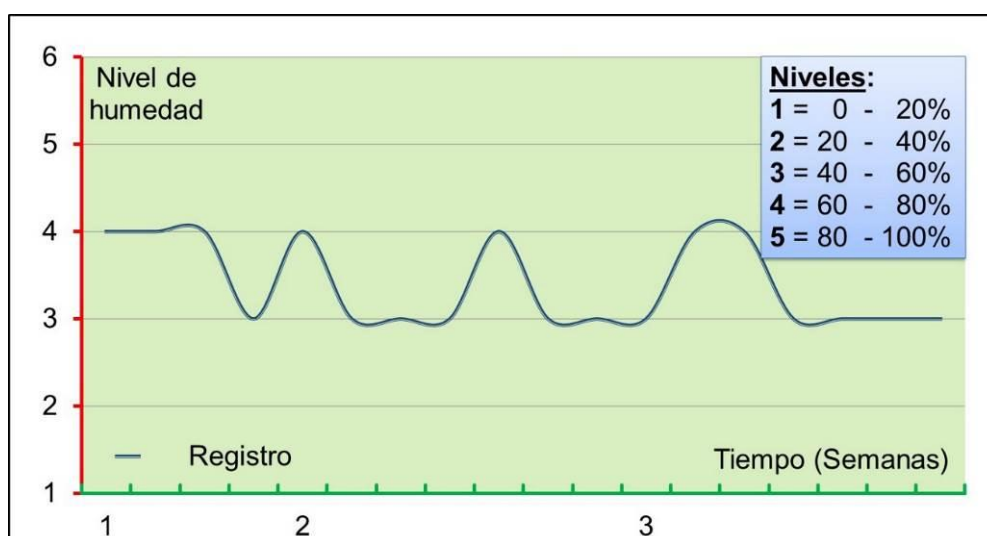


Figura 13: Control de humedad del abono bocashi.

Las variaciones que presentó la pila de abono bocashi oscilan entre el tercer y cuarto nivel de humedad (40 – 80%). Esto se logró mediante los controles realizados durante las 3 semanas de fermentación de la materia de la pila de abono. Durante los 3 últimos días se logró mantener estabilidad en el parámetro registrándose en el tercer nivel que es el óptimo para este tipo de abonos.

#### 6.2.2.2. Resultados del monitoreo de temperatura.

Los registros obtenidos del parámetro temperatura corresponden al típico resultado de fermentación de abono bocashi. El punto máximo de temperatura registrada alcanzó hasta los 54 °C y al finalizar la tercera semana llegó hasta los 30 °C, temperatura similar a la del ambiente.

En la Figura 14 se puede visualizar el aumento de temperatura a medida que se transformó la materia de la pila de bocashi:

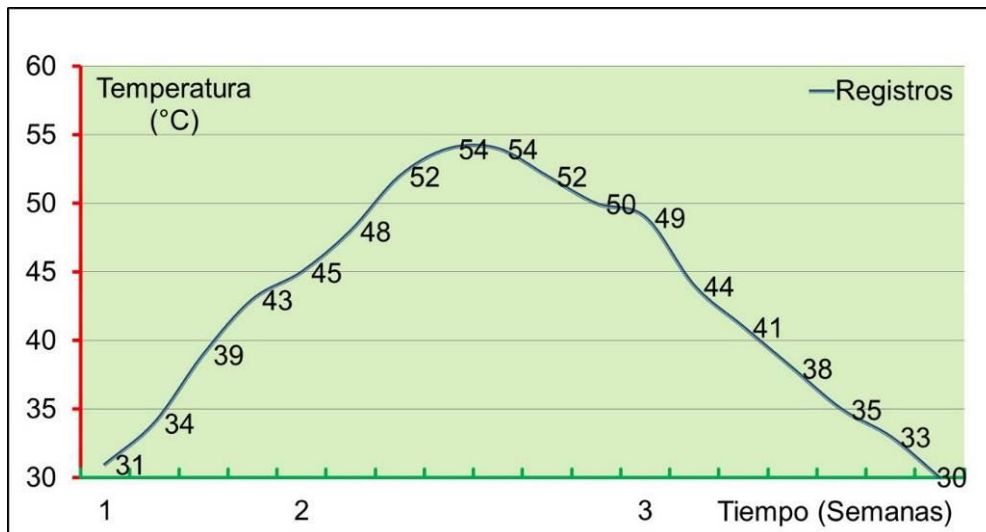


Figura 14: Control de temperatura del abono bocashi.

### 6.2.2.3. Resultados del monitoreo de pH.

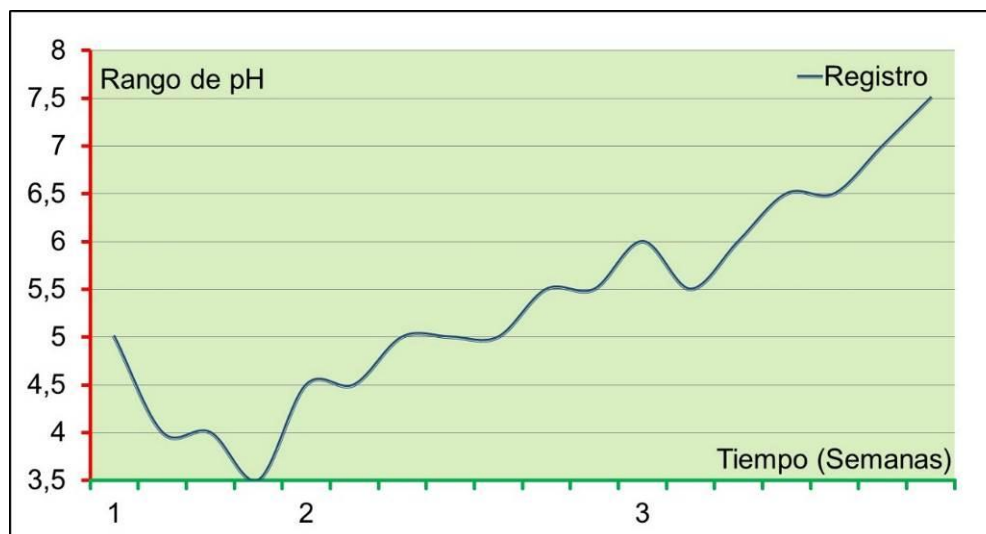


Figura 15: Control de pH del abono bocashi.

El estado de pH de la pila de abono bocashi, se muestra en la Figura 15. Al inicio de la fase de fermentación de la materia del abono, se registró un pH Muy fuertemente ácido (5.0). Debido al proceso de fermentación del mismo, éste



parámetro continuó en incremento proporcional. Al finalizar la tercera semana de fermentación de la materia, se logró estabilizar el pH a Ligeramente alcalino (7.5).

#### 6.2.2.4. Resultados de análisis de abonos.

Los datos recibidos del laboratorio del Departamento de Análisis de Suelos del Instituto Nacional Autónomo De Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se muestran a continuación:

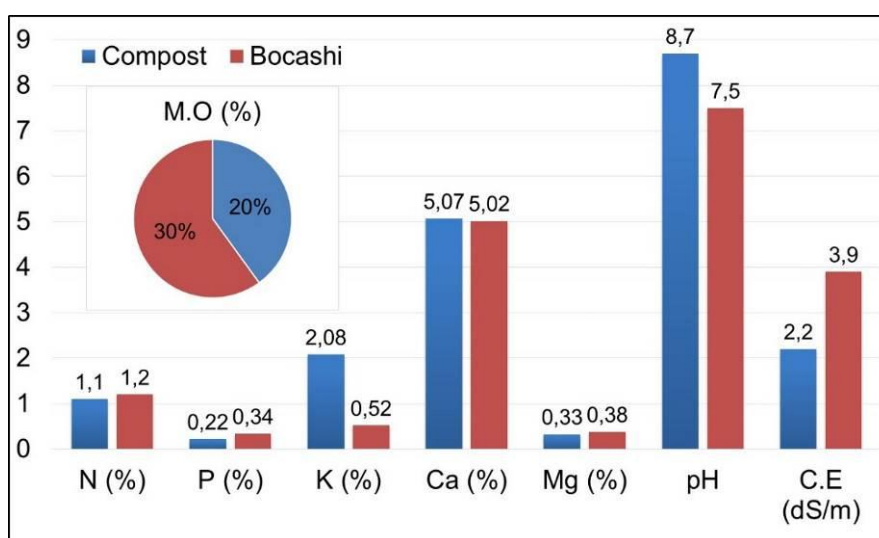


Figura 16: Resultados de los análisis de abonos orgánicos.

Con los datos mostrados en la Figura 16, se puede determinar que el bocashi cumple mejores expectativas en la mayoría de parámetros analizados. El porcentaje de materia orgánica del bocashi es superior con un 10% al del abono compost. El único parámetro que presenta un nivel extremadamente inferior al abono compost es el potasio (K), con un valor de 0,52%. En cuanto a la conductividad eléctrica de ambos abonos, se puede concluir que es aceptable para estos tipos de abonos orgánicos.

**6.3.Resultados del tercer objetivo: “Determinar el porcentaje de incremento de materia orgánica de los tratamientos mediante la implementación del cultivo de maíz *Zea mays amylacea* y determinar el indicador de aplicación de cada tratamiento”**

**6.3.1. Seguimiento y registro del cultivo.**

Primeramente se realizó un seguimiento y registro de datos de germinación de semillas al quinto día de siembra y posteriormente un control de crecimiento del cultivo cada 15 días a partir de la implementación del cultivo de maíz.

**Cuadro 12:** *Control del porcentaje de germinación por parcela.*

Parcela	Nº de semillas sembradas	Nº de semillas germinadas	% de germinación
B1	176	112	63,64
B11		116	65,91
B2		124	70,45
B12		121	68,75
B3		144	81,82
B13		146	82,95
C1		105	59,66
C11		106	60,23
C2		119	67,61
C12		115	65,34
C3		139	78,98
C13		137	77,84
T1		94	53,41
T2		92	52,27

Evidentemente existe diferencia significativa del porcentaje de germinación entre tratamiento. Los mejores porcentajes de germinación que se registraron están en los tratamientos (B3 y B13) seguidas por (C3 y C13), correspondientes a bocashi 30% y compost 30% respectivamente. Los resultados más bajos se presentaron en los tratamientos (T1 y T2) pertenecientes a los testigos. Los siguientes datos muestran los resultados conseguidos en cuanto al crecimiento promedio del cultivo por parcela en tres periodos diferentes:

**Cuadro 13:** *Altura promedio de las plantas por parcela.*

Parcela	Fecha de siembra	Altura promedio de las plantas (m)		
		15 días	30 días	45 días
B1	01/06/2015	0,118	0,231	0,537
B11		0,125	0,245	0,567
B2		0,131	0,256	0,593
B12		0,128	0,250	0,584
B3		0,135	0,264	0,614
B13		0,139	0,272	0,630
C1		0,122	0,239	0,558
C11		0,125	0,245	0,570
C2		0,133	0,260	0,609
C12		0,130	0,254	0,591
C3		0,142	0,278	0,653
C13		0,146	0,286	0,665
T1		0,102	0,200	0,460
T2		0,106	0,207	0,470

De estos datos se concluye que el mejor crecimiento promedio del cultivo de maíz, se encontró en el tratamiento del abono compost al 30% (C3 y C13), seguido del resultado del abono bocashi al 30% (B3 y B13). Los resultados más bajos que se registró, son del tratamiento testigo (T1 y T2). En las 12 parcelas experimentales, en las que se aplicó abonos, se generaron datos estables con un crecimiento proporcional en cada una de las tres mediciones de altura realizadas durante la ciclo del cultivo (45 días).

### **6.3.2. Verificación de hipótesis.**

Los resultados obtenidos al aplicar abonos orgánicos en suelos degradados, permiten dar respuesta a las hipótesis planteadas en la presente investigación:

En cuanto a la hipótesis general, dado los resultados de incremento significativo de materia orgánica en los tratamientos de abono compost y bocashi, resultó ser verdadera. Esto debido a los datos emitidos por el laboratorio INIAP, que respaldan un aumento de este parámetro en los 6 tratamientos con respecto al diagnóstico inicial.

Para la hipótesis estadística, se puede evidenció claramente que los tratamientos con los mejores resultados, en cuanto al incremento de materia orgánica, es el tratamiento de abono bocashi al 30% (B3 y B13). Y aplicando un nivel de confianza de 95%, se alcanzó el valor crítico de 3.866 lo que nos lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar de esta manera la alternativa.

**Cuadro 14:** Experimento Unifactorial-Equilibrado para el parámetro de materia orgánica.

Tratamientos	Repeticiones		Promedios ( $y_i$ )	Sumatoria ( $y_i$ )	$\Sigma$ Cuadrados ( $ij$ )	( $y_i$ ) <sup>2</sup>
Bocashi 10%	5.2	5.1	5.15	10.30	53.05	106.09
Bocashi 20%	5.7	5.9	5.80	11.60	67.30	134.56
Bocashi 30%	6.8	6.5	6.65	13.30	88.49	176.89
Compost 10%	4.9	4.9	4.90	9.80	48.02	96.04
Compost 20%	5.4	5.3	5.35	10.70	57.25	114.49
Compost 30%	6.0	6.1	6.05	12.10	73.21	146.41
Testigo	3.3	3.4	3.35	6.70	22.45	44.89
Total				74.5	409.77	819.37

Resolviendo el modelo ANOVA se consiguió los siguientes datos:

**Cuadro 15:** Análisis de varianza para el parámetro de materia orgánica.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	$F_{exp}$	Valor $F_c$
Tratamientos	6	13.239	2.2065	183.86	2.866
Error	7	0.085	0.012		
Total	13	13.324			

Como se puede visualizar a simple vista, el dato obtenido de la suma de cuadrados del error (SSE) es muy inferior a la de la suma de cuadrados de tratamientos (SSTr), razón por la cual da indicios de que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ), aceptando así la hipótesis alternativa que demuestra que los resultados

de laboratorio en cuanto al parámetro de materia orgánica, son significativamente variables entre tratamientos mas no entre repeticiones.

Buscando en la base de las tablas de cuantiles de distribución F, para obtener el valor F crítico ( $F_c$ ), el cual es de 3.866 para un nivel de significación de 0.05 o 95% de confiabilidad. Entonces:

$F_{exp}$  (183.86) es mayor al valor  $F_c$  (3.866)

Siendo así, se rechazó estadísticamente la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se aceptó la hipótesis alternativa ( $H_a$ ), la cual hace hincapié a que las medias entre tratamientos no son iguales y debido a su alto coeficiente de variación (99.36%), da a entender que entre uno y otro tratamiento, existe una diferencia significativa considerable.

Luego se procedió a verificar aquellos tratamientos que tienen una mejor respuesta en el incremento de materia orgánica. Para resolver dicha incógnita, se procesó la información en Excel 2013 y visualmente se logró determinar cuál de entre los tratamientos cumple mejores expectativas en cuanto a materia orgánica y así para el resto de parámetros.

### **6.3.3. Resultados de las muestras de los tratamientos.**

Los resultados de las muestras que analizó el laboratorio del INIAP, se muestran a continuación:

#### **6.3.3.1. *Materia orgánica.***

Los mejores resultados de (M.O%), se encuentran en el tratamiento de bocashi al 30% (B3 y B13). Seguido por el tratamiento de compost al 30% (C3 y

C13). Al no recibir aplicación alguna de abono, el tratamiento testigo presenta los resultados más bajos del grupo (T1 y T2).

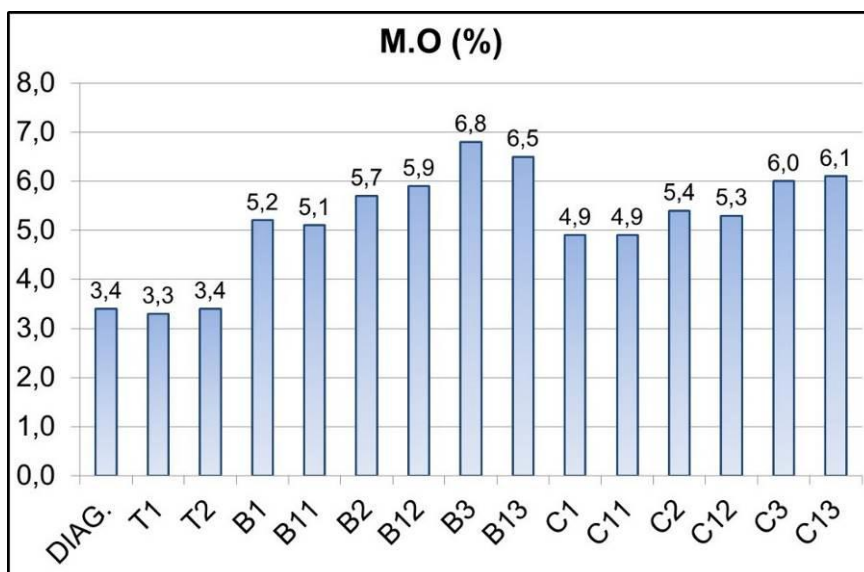


Figura 17: Resultados de Materia orgánica (M.O%).

### 6.3.3.2. Nitrógeno.

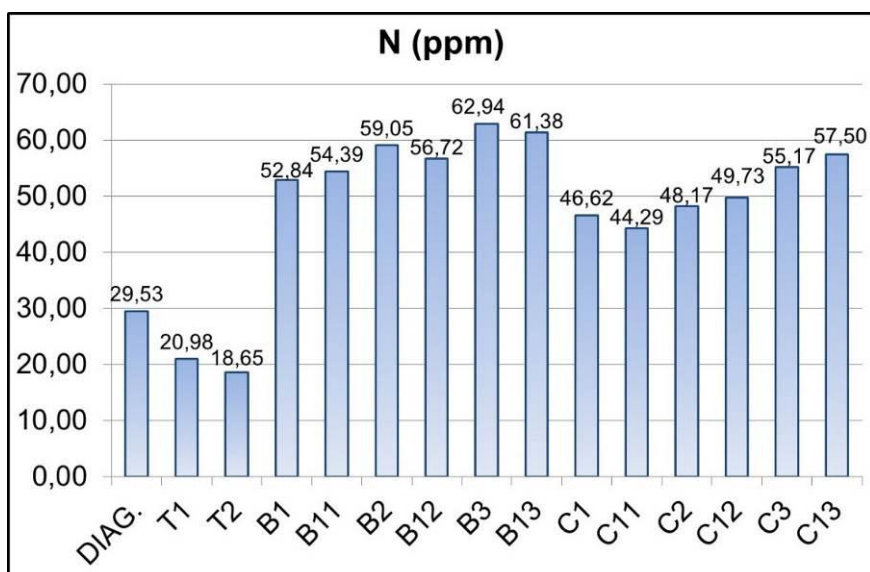


Figura 18: Resultados de Nitrógeno (ppm).

Los valores más altos en partes por millón (ppm) de nitrógeno, los registra el tratamiento de bocashi al 30% de dosificación (B3 Y B13), seguido así mismo por bocashi al 20% (B2 y B12). Los testigos (T1 y T2), están por debajo del valor del diagnóstico inicial.

### 6.3.3.3. Óxido de fósforo.

Los tratamientos con el mejor resultado en cuanto a niveles de fósforo son el de bocashi al 30% (B3 y B13). Seguido por el compost al 30% (C3 y C13). Así mismo los testigos presentan los resultados más bajos del grupo (T1 y T2), que también se sitúan por debajo del valor inicial del diagnóstico.

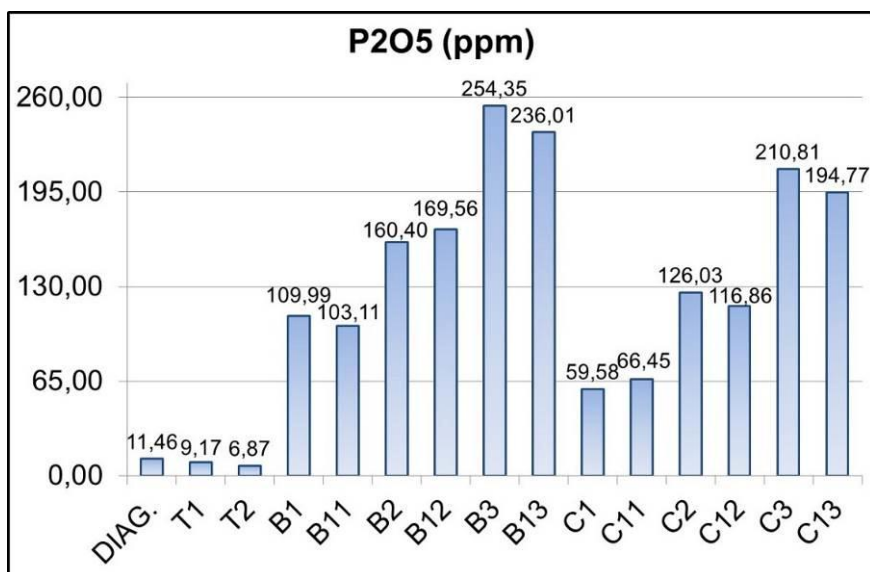


Figura 19: Resultados de Fósforo (ppm).

### 6.3.3.4. Óxido de potasio.

Los tratamientos de compost en las 3 dosificaciones (10, 20 y 30%), tienen los mejores resultados que incluso han duplicado y triplicado los valores registrados por los tratamientos de bocashi (10, 20 y 30%). Siendo el tratamiento de compost al 30% (C3 y C13) el que muestra un mejor resultado, seguido por el tratamiento (C2 y C12). El tratamiento testigo (T1 y T2), registró los datos más bajos que se ubican hasta por debajo del diagnóstico inicial.



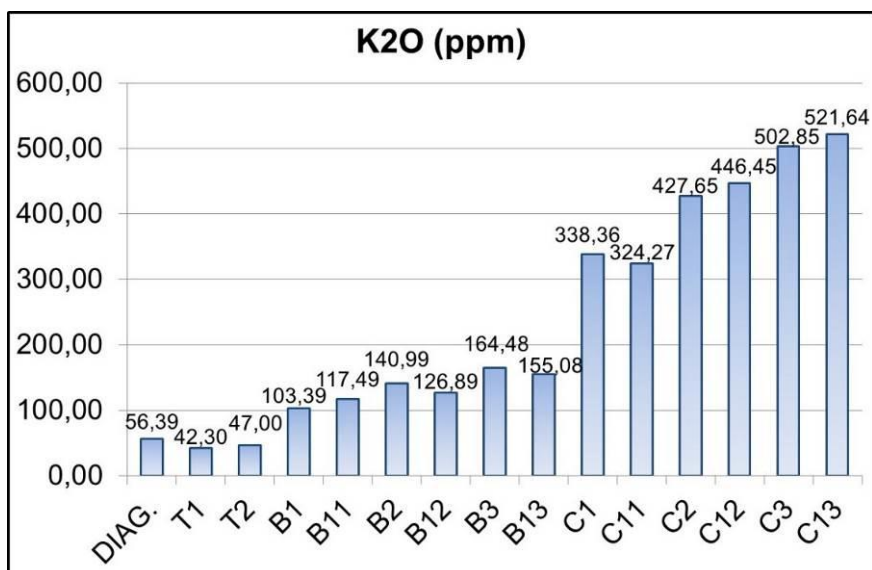


Figura 20: Resultados de Potasio (ppm).

### 6.3.3.5. Calcio.

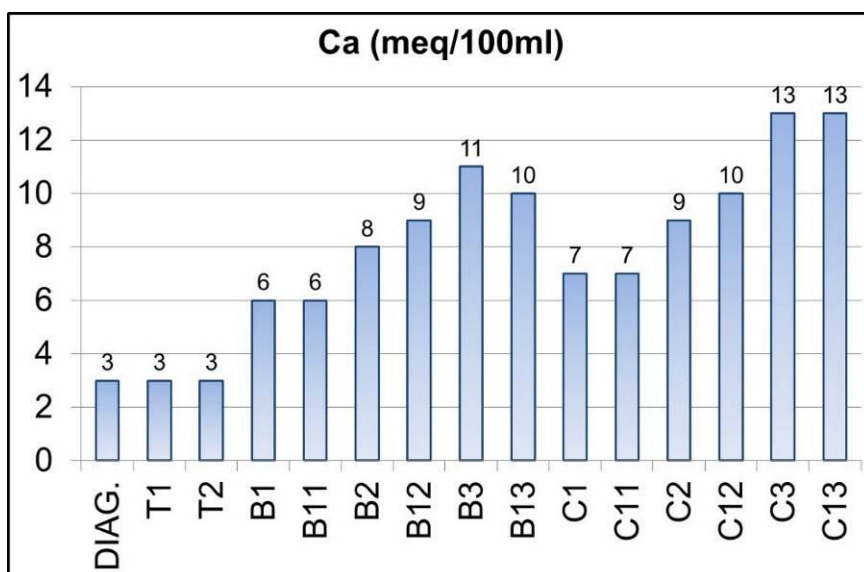


Figura 21: Resultados de Calcio (meq/100ml).

El tratamiento con el mejor resultado en cuanto a niveles de fósforo es el compost al 30% (C3 y C13). Seguido por el bocashi al 30% (B3 y B13). Así mismo los testigos presentan los resultados más bajos del grupo (T1 y T2), que además registraron el mismo valor que el obtenido en el diagnóstico inicial.

### 6.3.3.6. Magnesio.

Los tratamientos con los mejores resultados en cuanto a fósforo son: bocashi al 30% (B3 y B13), seguido por compost al 30% (C3 y C13). Así mismo los testigos presentan los resultados más bajos del grupo (T1 y T2), que están en similitud al valor inicial del diagnóstico.

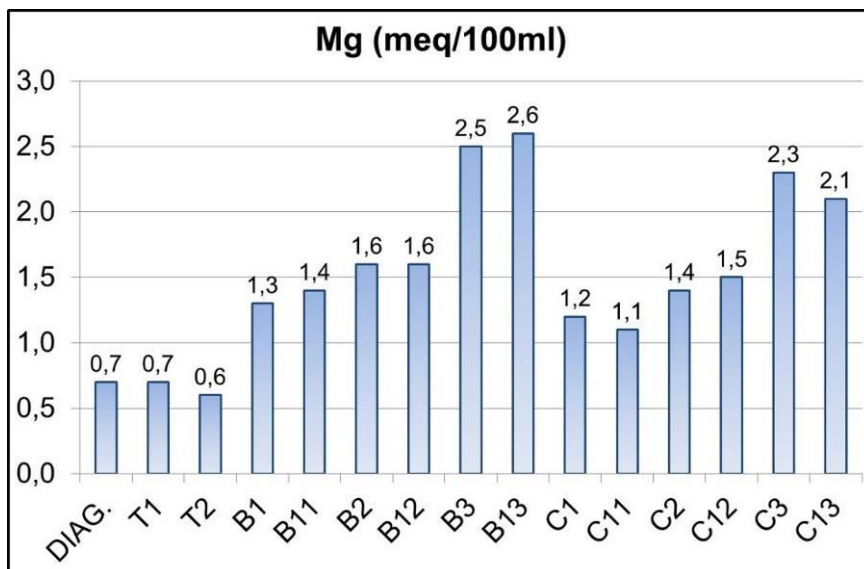


Figura 22: Resultados de Magnesio (meq/100ml).

### 6.3.3.7. Potencial de hidrógeno.

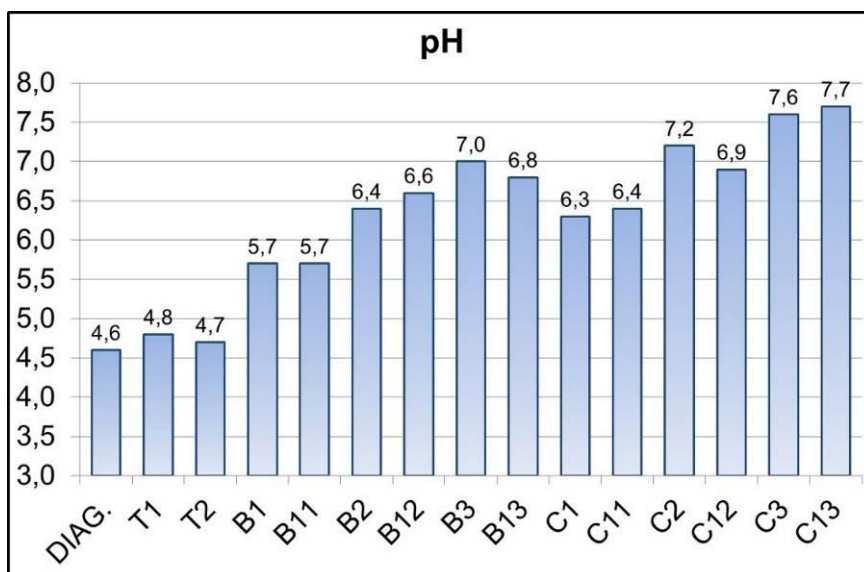


Figura 23: Resultados de pH.

Los valores más próximos al neutro en la escala de pH, se encuentran en los tratamientos de bocashi al 30% (B3 y B13), seguido por el compost al 20% (C2 y C12).

También se suman con rango Ligeramente alcalino el compost al 30% (C3 y C13). En el rango Muy fuertemente ácido se encuentran las parcelas testigos (T1 y T2) al igual que la muestra de diagnóstico inicial.

### 6.3.3.8. Conductividad eléctrica.

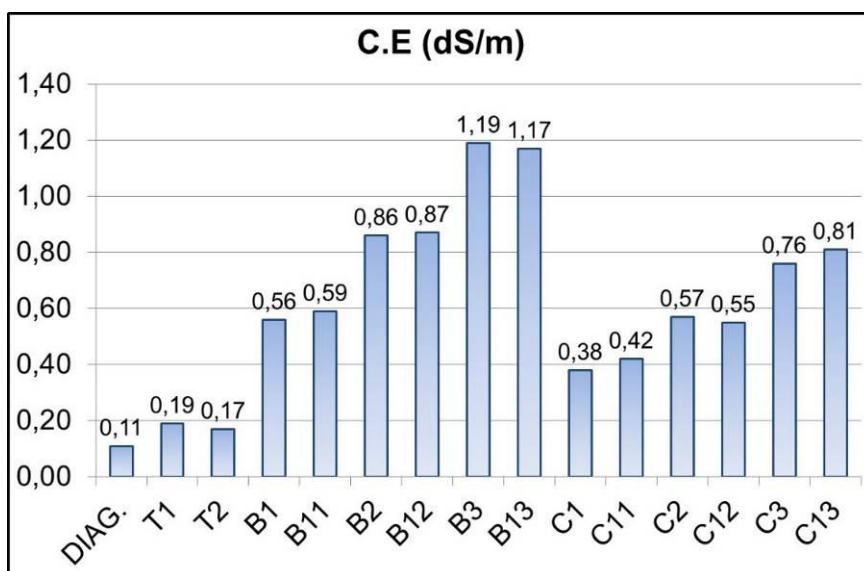


Figura 24: Resultados de C.E (dS/m).

Todos los tratamientos presentaron niveles aceptables de conductividad eléctrica, registrándose dentro de la denominación No Salinos. El resultado más alto lo presenta el tratamiento de bocashi al 30% (B3 y B13). Seguido muy distanciamiento por el bocashi al 20% (B2 y B12). Tanto el diagnóstico inicial, así como el tratamiento testigo (T1 y T2), presentaron un valor de C.E muy bajo.

### 6.3.3.9. Textura.

No existe mayor divergencia en los resultados del parámetro textura dentro del grupo, ya que absolutamente todos los tratamientos pertenecen a la denominación Franco Arenoso Arcilloso. Las concentraciones de arena, limo y arcilla están prácticamente similares en todos los tratamientos de la presente investigación.

En cuanto a la concentración de arena, se puede visualizar que no difieren entre tratamientos, a diferencia de la arcilla que fue disminuyendo su concentración con la aplicación de abonos y es mayor la diferencia en el tratamiento de compost al 30%. Con respecto al limo, se puede apreciar un incremento conforme aumenta la dosificación de los abonos orgánicos y es mayor la concentración en el tratamiento de compost al 30%.

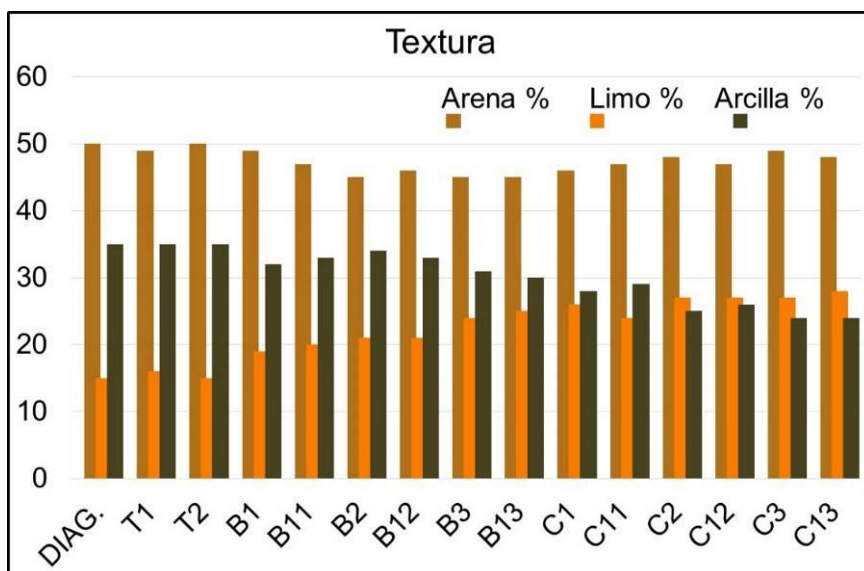


Figura 25: Resultados de Textura.

### 6.3.4. Costos de elaboración de los abonos orgánicos.

Se detalló el costo de elaboración de los abonos orgánicos, estimando el costo de los insumos y también el de mano de obra requerida. A continuación se

describen los costos de los insumos utilizados para la producción de 60 sacos de abono compost de 25 kilogramos c/u:

**Cuadro 16:** Costos de insumos del abono compost.

INSUMOS	COSTO (USD)
Hojarasca y/o aserrín	* 2,00
Restos de materia verde	* 6,00
Capa de estiércol bovino	--
Capa de tierra de bosque	--
Cal agrícola	2,00
Solución EM	6,75
<b>TOTAL</b>	<b>16,75</b>

\* Hace referencia al gasto en transporte desde el Relleno Sanitario del Cantón Yantzaza hasta la ubicación del área de investigación.

El costo de mano de obra requerido en la elaboración de 60 sacos de 30 kilogramos de abono compost, se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 17:** Valoración de mano de obra para elaborar el abono compost.

Labor	Horas	Precio (USD)*	Total (USD)
Recolección de insumos	14	2,00	28,00
Preparado de capas	8		16,00
Control y seguimiento	40		80,00
Cosecha	4		8,00
<b>Total</b>	<b>66</b>		<b>132,00</b>

\*Salario básico Ecuador – 2015, Ministerio del Trabajo.

Para el cálculo de la inversión total, se suma los costos por insumo \$16,75 dólares y también la mano de obra \$132,00 dólares. El total de gastos es de \$148,75 dólares americanos para 60 sacos de abono compost. Dando así un valor unitario de \$2,48 cada saco de sustrato.

Para la elaboración de abono bocashi, se obtuvo los siguientes gastos:

**Cuadro 18:** *Costos de insumos del abono bocashi.*

INSUMOS	COSTO (USD)
Aserrín	5,00
Restos de materia verde, estiércoles y tierra de bosque	--
Carbón de madera	20,00
Cal agrícola	2,00
Solución EM	7,00
Transporte	5,00
<b>TOTAL</b>	<b>39,00</b>

El costo de mano de obra requerido para la elaboración de 62 sacos de 25 kilogramos de abono bocashi, se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 19:** *Valoración de mano de obra para elaborar el abono bocashi.*

Labor	Horas	Precio (USD)	Total (USD)
Recolección de insumos	12	2,00	24,00
Preparado de capas	8		16,00
Control y seguimiento	32		64,00
Cosecha	4		8,00
<b>Total</b>	<b>56</b>		<b>112,00</b>

Se suma el costo de insumos \$39,00 con el costo de mano de obra \$112,00. Al final se obtienen un costo total de \$151,00 dólares americanos para 62 sacos de abono bocashi. Dando así un valor unitario por saco de \$ 2,44 dólares.

### 6.3.5. Incremento de materia orgánica (M.O%).

Del diagnóstico inicial del suelo, se recogió un valor de 3.4% para el parámetro de materia orgánica. En el siguiente cuadro se visualiza el resultado de este parámetro en cada una de las parcelas con referencia al valor de M.O inicial.

**Cuadro 20:** Resultado del porcentaje de materia orgánica entre parcelas.

Tipo y concentración de abono	Parcela	Valor inicial de materia orgánica %	Resultado de materia orgánica (%)
Bocashi 10%	B1	3.4	+1,8
	B11		+1,7
Bocashi 20%	B2		+2,3
	B12		+2,5
Bocashi 30%	B3		+3,4
	B13		+3,1
Compost 10%	C1		+1,5
	C11		+1,5
Compost 20%	C2		+2,0
	C12		+1,9
Compost 30%	C3		+2,6
	C13		+2,7
Testigo	T1		-0,1
	T2		0,0

Estos datos muestran el mayor incremento de materia orgánica en el tratamiento de bocashi al 30% (B3 y B13). La variación de valores entre repeticiones es despreciable por cuanto no muestran contradicción. Comparando los abonos orgánicos, con respecto al mismo parámetro, se demostró que el bocashi otorga el mejor incremento de nutrimentos en sus 3 tratamientos. Se puede visualizar que en el tratamiento testigo (T1 y T2) la disminución es muy significativa.

### 6.3.6. Determinación de un indicador de aplicación de abonos.

Para determinar el incremento de un nivel determinado de materia orgánica de cada abono y su respectivo costo, se apoyó de los datos obtenidos en el laboratorio así como de los costos generados para su elaboración. El siguiente cuadro muestra el costo total en dólares, por hectárea, que se requiere para dosificar tanto el abono compost como el abono bocashi a una profundidad de 0.05 m.

**Cuadro 21:** Indicador de aplicación de los abonos compost y bocashi.

	Compost			Bocashi		
<b>Dosificación (%)</b>	10	20	30	10	20	30
<b>Cantidad en toneladas</b>	31	62	93	28,6	57,2	85,8
<b>Cantidad en sacos</b>	1036	2072	3108	1144	2288	3432
<b>Valor del saco de abono (USD)</b>	2,48			2,44		
<b>Aumento de materia orgánica (%)</b>	1,5	1,9	2,6	1,7	2,3	3,1
<b>Costo total/ha (USD)</b>	2569	5138	7707	2791	5582	8374



Según los resultados de laboratorio, existe un alto costo para realizar un abonamiento natural y así incrementar el valor de materia orgánica en suelos degradados. Esto se debe a que más del 80% de este presupuesto, está destinado a cubrir costos de mano de obra para la elaboración de cada uno de los abonos orgánicos. Aquel importante parámetro se consideró ya que el trabajo del campesino debe ser apreciado y compensado.

#### **6.4. Resultados del cuarto objetivo: “Socializar los resultados obtenidos en la presente investigación a los campesinos y moradores del barrio Ungumiatza”**

Para esta actividad se realizó un folleto de socialización de los resultados generados en la fase de ejecución. Mismo que se explicó en lenguaje claro y sencillo para que el campesino o habitante comprenda el trabajo realizado por el autor de la presente investigación.

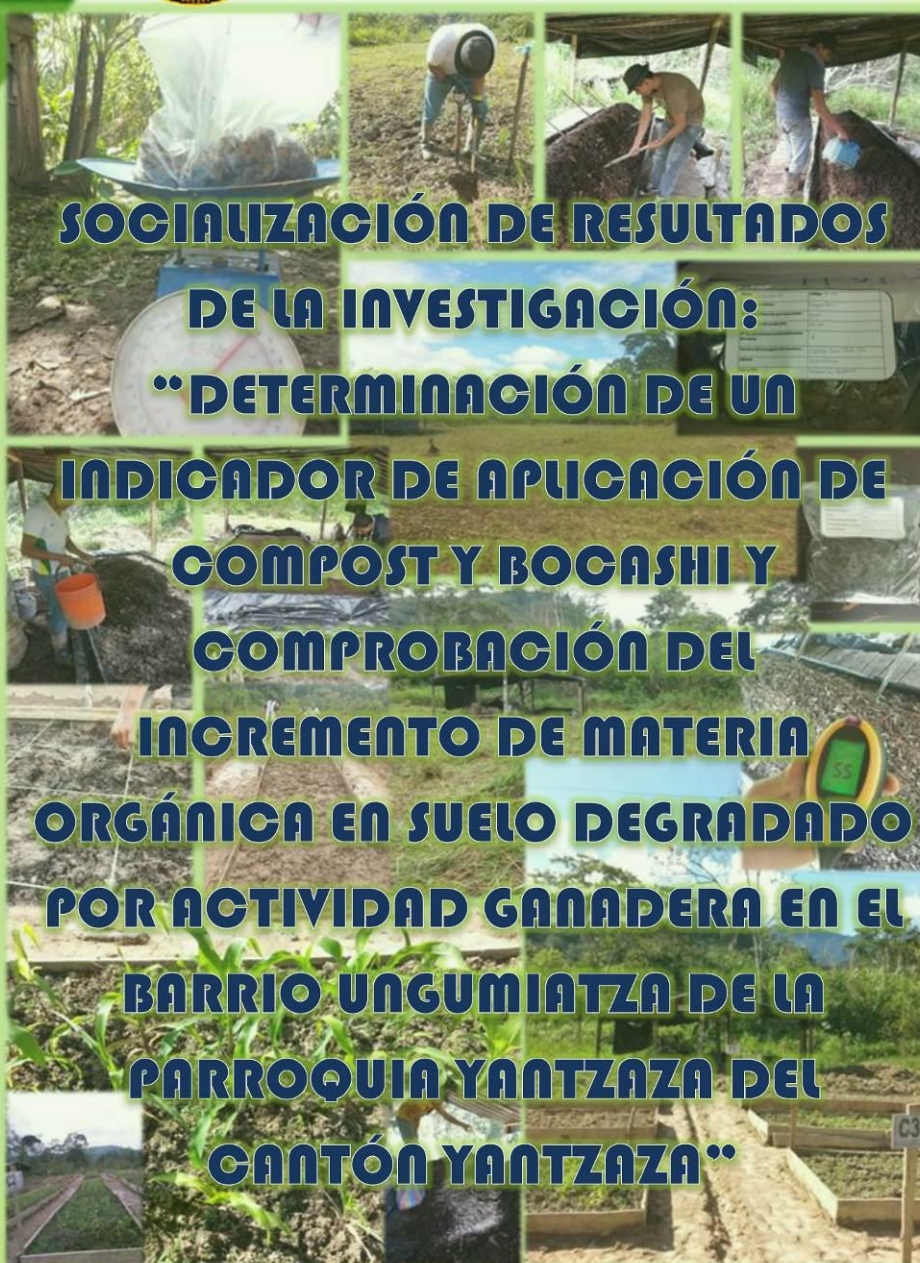


**Fotografía 18:** *Socialización de resultados a la comunidad.*

A continuación se presenta el folleto que se socializó en la comunidad:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA



Ungumiatza – Ecuador

2015

## **TEMA**

“DETERMINACIÓN DE UN INDICADOR DE APLICACIÓN DE COMPOST Y BOCASHI Y COMPROBACIÓN DEL INCREMENTO DE MATERIA ORGÁNICA EN SUELO DEGRADADO POR ACTIVIDAD GANADERA EN EL BARRIO UNGUMIATZA DE LA PARROQUIA YANTZAZA DEL CANTÓN YANTZAZA”

## **PROBLEMÁTICA**

La degradación del suelo, actualmente es uno de los principales problemas que necesita una atención inmediata por parte de los finqueros, ya que ellos obtienen diversos beneficios del mismo, así como también de las autoridades pertinentes las cuales son responsables de promover el desarrollo sustentable de la región y de los grupos de investigadores que deberían estar enfocados en el mejoramiento del suelo, promoviendo el uso de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente.

Partiendo de esta urgencia de conservar y mejorar el suelo; a través de un viaje que conduce hasta el barrio Ungumiatza de la parroquia Yantzaza, situado a una distancia de 15 km aproximadamente del casco urbano del cantón Yantzaza, se puede visualizar fácilmente el deterioro y el desgaste que está sufriendo el suelo principalmente por la actividad ganadera, misma que sirve de sustento económico para la mayoría de familias de dicha localidad.

El desconocimiento que tiene el campesino en cuanto al manejo adecuado del suelo, induce también a la utilización inapropiada de insumos externos, los cuales afectan negativamente la calidad del suelo a mediano y largo plazo. De ahí la urgencia de proponer alternativas que sean amigables con el medio ambiente

sin disminuir o afectar significativamente la economía del campesino, descartando la necesidad de adentrarse en el bosque primario para realizar óptimamente su actividad ganadera, sino más bien brinda la oportunidad de hacer uso de los diferentes insumos brindados por la naturaleza para elaborar una alternativa amigable con el medio ambiente permitiéndole mejorar las características del suelo y a su vez generar un ingreso económico similar.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar un indicador de aplicación de compost y bocashi y comprobar el incremento de materia orgánica en suelo degradado por actividad ganadera en el barrio Ungumiatza de la parroquia Yantzaza del cantón Yantzaza.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Diagnosticar el estado actual del suelo degradado por actividad ganadera mediante el análisis de fertilidad del mismo.
2. Elaborar dos abonos orgánicos compost y bocashi con el uso de materiales de la zona para aplicar en tres dosificaciones diferentes.
3. Determinar el porcentaje de incremento de materia orgánica de los tratamientos mediante la implementación del cultivo de maíz *Zea mays amyloacea* y determinar el indicador de aplicación de cada tratamiento.
4. Socializar los resultados obtenidos en la presente investigación a los campesinos y moradores del barrio Ungumiatza.

## **IMPORTANCIA DEL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN LA RECUPERACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO**

Siendo el suelo uno de los recursos de suma importancia, debido a su principal aporte de alimentos que sustentan al ser humano y a la fauna que en él reside, es necesario pensar en alternativas que sean amigables con el ambiente; que no afecten negativamente en el consumo de los productos que brinda y a su vez que no altere el factor económico de los campesinos que se dedican a realizar actividades en él.

El uso de abonos orgánicos permite mejorar:

- La calidad de vida del ser humano mediante el mejoramiento de la salud.
- Estructura, características y propiedades del suelo.
- La asimilación de nutrientes del suelo.
- El estado económico de las familias campesinas ya que se convierte en una fuente de ingresos adicionales.
- Manejar el suelo de forma sustentable.

## **PRINCIPALES ABONOS ORGÁNICOS**

### **Compost:**

Es la descomposición natural de materia orgánica proveniente de (residuos de cocina, rellenos sanitarios, industriales, material vegetal, excretas animales, etc.). El tiempo de descomposición va de 2 a 4 meses según el tipo de materiales utilizados y la dimensión de la pila de compostaje.

Los materiales e insumos empleados en la elaboración del abono orgánico compost son:

Insumos por capas	Peso (Kg)	Cantidad (L)
Hojarasca y/o aserrín (base – 0.17 m)	290,00	0,00
Restos de materia verde (0.10 m)	300,00	0,00
Capa de estiércol bovino (0.08 m)	290,00	0,00
Capa de tierra de bosque (0.11 m)	415,00	0,00
Restos de materia verde (0.14 m)	120,00	0,00
Capa de estiércol bovino (0.12 m)	198,00	0,00
Capa de tierra de bosque (0.15 m)	145,00	0,00
Hojarasca (cima – 0.03 m)	65,25	0,00
Cal agrícola	20,00	0,00
Mezcla de solución de EM (levadura, suero, melaza y agua)	0,00	90,00
<b>Total</b>	<b>1843,25</b>	<b>90,00</b>

#### **Procedimiento:**

- Previa recolección de los insumos se procedió a elaborar un sustrato que facilitó la descomposición y permitió humedecer el compost durante la elaboración. Para elaborar este sustrato (EM), únicamente se utiliza 4 onzas de arroz cocinado, una tarrina plástica y una piola nylon. Se coloca el arroz en la tarrina, se la asegura con la piola y se deja reposar durante 10 días cerca de una montaña o debajo de un árbol. Al momento de cosechar este sustrato, se licúa con ½ L de melaza y 1 ½ L de suero de leche y una cuchara de levadura seca, se tapa y se deja reposar en el refrigerador.

- Selección del área de elaboración y construcción de drenajes en caso de terrenos planos. Construcción de cubierta para soportar lluvias y vientos. Proteger el área de elaboración con cercado para impedir el ingreso de animales. Definir el tamaño de la pila: mínimo 1 metro de ancho x 2 metros de largo x 1.5 metros de altura.
- Para la elaboración se debe picar todos los insumos a utilizar, de tal manera que facilite la descomposición.
- En la primera capa se coloca aquellos materiales absorbentes de humedad (hojas secas de guineo, guaba, guayaba, leguminosas, bagazo de caña, etc.), con la finalidad de retener todos los líquidos enriquecidos y aprovecharlos al máximo. En la segunda, se coloca los desperdicios de cocina y materia vegetal que sean perecibles con el tiempo. Ejemplo: restos de frutas, hortalizas, vegetales.
- En la tercera capa, se adicionan las excretas animales (bovinos, caprinos, porcinos, etc.), de preferencia recolectadas en las últimas 36 horas. En la cuarta capa, se coloca tierra de bosque, esto con la finalidad de proveer de microorganismos benéficos que ayuden a descomponer la materia.
- Luego en las siguientes 3 capas, se repite la utilización de insumos de las capas 2, 3 y 4. Esto se hace en menor proporción. Ya para la última capa se cubre la pila de compost con hojarasca (guineo, bagazo de caña). Y para terminar se colocan palos de pino a lo largo de la pila de manera diagonal, que servirán para proveer aireación.

- Finalmente adicionamos 1 L del sustrato diluido en 20 L de agua, además de  $\frac{1}{2}$  L de melaza,  $1\frac{1}{2}$  L de suero de leche, y una cucharada de levadura con la finalidad de enriquecer la solución proveyéndole de alimento a los microorganismos.
- Dejamos coger temperatura por el lapso de 3 días. Después retiramos los palos de pino y los colocamos en otras partes de la pila para proveerles de oxígeno. Durante las 9 semanas se añadió por cada 5 L de agua;  $\frac{1}{4}$  L de solución EM,  $\frac{1}{2}$  L de melaza,  $1\frac{1}{4}$  de suero de leche y una cucharada de levadura. Se realizó esto 10 veces durante este periodo de tiempo.
- A la cuarta semana se realizó el primer volteo de toda la pila de compost, con la finalidad de que el material del exterior participe del proceso. Es recomendable voltear el compost al menos 2 veces por semana hasta la séptima semana. Ya en la novena semana, el compost presentó temperatura ambiente lo cual indica que cumplió la fase de descomposición, quedando listo para su utilización. Luego de nueve semanas de descomposición del abono, se consiguió los siguientes resultados: al finalizar, se obtuvo un volumen aprovechable de  $2,89\text{ m}^3$  de abono compost fresco.



**Fotografía 19:** *Elaboración del abono compost.*



**Bocashi:**

Es un proceso de fermentación ya que sus materiales provenientes de (residuos de cocina, aserrín, carbón, material vegetal, excretas animales, etc.) no alcanzan una descomposición. El tiempo de elaboración varía de 3 a 5 semanas.

Los materiales e insumos empleados en la elaboración del abono orgánico bocashi son:

<b>Insumos</b>	<b>Peso (kilogramos)</b>	<b>Cantidad (litros)</b>
Resto de materia verde: maní forrajero	32,00	0,00
Estiércol bovino	370,30	0,00
Estiércol porcino	330,25	0,00
Carbón de madera	30,00	0,00
Aserrín	170,00	0,00
Bagazo de caña incinerado	225,00	0,00
Cal agrícola	20,00	0,00
Tierra de bosque	575,80	0,00
Mezcla de solución de EM (levadura, suero, melaza y agua)	0,00	80,00
<b>Total</b>	<b>1753,00</b>	<b>80,00</b>

**Procedimiento:**

- Previa recolección de los insumos se procedió a elaborar un sustrato que facilitó la fermentación y permitió humedecer el bocashi durante la elaboración. Para elaborar este sustrato (EM), únicamente se utiliza 4 onzas de arroz

cocinado, una tarrina plástica y una piola nylon. Se coloca el arroz en la tarrina, se la asegura con la piola y se deja reposar durante 10 días cerca de una montaña o debajo de un árbol. Al momento de cosechar este sustrato, se licúa con  $\frac{1}{2}$  L de melaza y  $1 \frac{1}{2}$  L de suero de leche y una cuchara de levadura seca, se tapa y se deja reposar en el refrigerador.

- Selección del área de elaboración y construcción de drenajes en caso de terrenos planos. Construcción de cubierta para soportar lluvias y vientos.
- Proteger el área de elaboración con cercado para impedir el ingreso de animales.
- Definir el tamaño de la pila: mínimo 2 metro de ancho x 4 metros de largo x  $\frac{1}{2}$  metro de altura.
- Para la elaboración se debe picar todos los insumos a utilizar para facilitar y acelerar la fermentación.
- En la primera capa se coloca aquellos materiales absorbentes de humedad (hojas secas de guineo, aserrín, bagazo de caña, etc.), con la finalidad de retener todos los líquidos enriquecidos y aprovecharlos al máximo. En la segunda, se coloca restos de materia vegetal (maní forrajero), rico en nitrógeno. Sobre esta se coloca 2 sacos de carbón triturado.
- En la tercera capa, se adicionan las excretas animales (bovinos, porcinos y/o gallinaza), de preferencia recolectadas en las últimas 36 horas. En la cuarta capa, se coloca tierra de bosque, esto con la finalidad de proveer de microorganismos benéficos que ayuden a descomponer la materia.

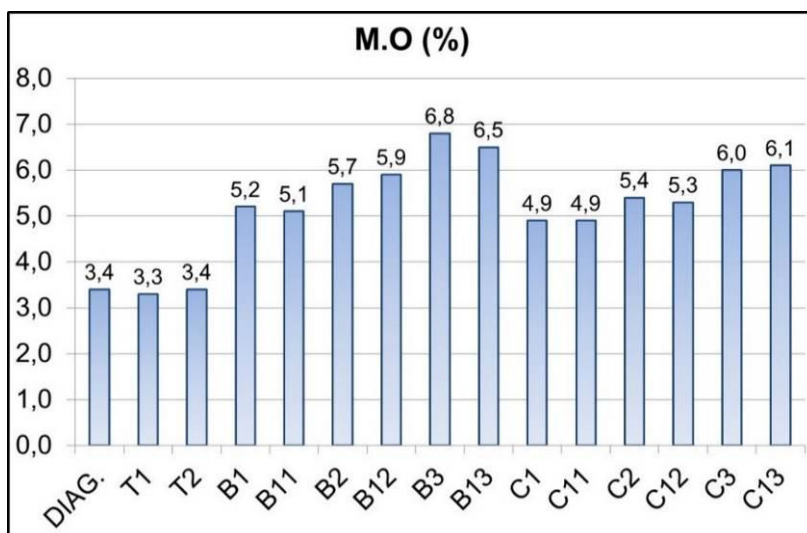
- Finalmente adicionamos  $\frac{1}{2}$  L del sustrato diluido en 30 L de agua, además de  $2\frac{1}{2}$  L de melaza, 6 L de suero de leche, y 2 cucharadas de levadura con la finalidad de enriquecer la solución proveyéndole de alimento a los microorganismos.
- Dejamos coger temperatura por el lapso de 3 días. Después realizamos un volteo completo de las capas. Durante las 3 semanas se añadió 2 veces más por cada 15 L de agua;  $\frac{1}{2}$  L de solución EM, 1 L de melaza, 3 de suero de leche y 3 cucharadas de levadura. Se realizó esto cada fin de semana.
- Es recomendable voltear el bocashi al menos 2 veces por día, durante las 2 primeras semanas. Ya en la tercera semana, se reduce el volteo a una vez por día. Al finalizar esta semana el bocashi presentó temperatura ambiente lo cual indica que cumplió la fase de fermentación, quedando listo para su utilización. Luego de 21 días de fermentación del abono, se obtuvo los siguientes resultados: el volumen inicial fue disminuyendo paulatinamente, perdiendo volumen en aproximadamente un 15%. Al finalizar, se obtuvo un volumen aprovechable de  $2,71 \text{ m}^3$  de abono compost fresco. El peso aproximado de dicho volumen oscila entre los 1560 Kg, deduciendo una pérdida de peso del 11%.



**Fotografía 20:** *Elaboración del abono bocashi.*

## RESULTADOS DEL INCREMENTO DE MATERIA ORGÁNICA

Del diagnóstico químico inicial del suelo, se recogió un valor de 3.4% para el parámetro de materia orgánica. Los mejores resultados de (M.O%), se encuentran en las parcelas de bocashi al 30% (B3 y B13). Seguido por las parcelas de compost al 30% (C3 y C13). Normalmente los testigos presentan los resultados más bajos del grupo (T1 y T2). En el siguiente cuadro se visualiza el incremento de cada una de las parcelas con referencia al valor de M.O inicial.



**Figura 26:** Niveles de materia orgánica en el experimento.

Comparando los abonos orgánicos, con respecto al mismo parámetro, se demostró que el bocashi otorga el mejor incremento en sus diferentes concentraciones.

Costos de implementación:

El total de gastos es de \$148,75 dólares americanos para 60 sacos de abono compost. Dando así un valor unitario de \$2,48 cada saco de sustrato. El total de inversión para la elaboración de bocashi \$151,00 dólares americanos para 62 sacos de abono. Dando así un valor unitario por saco de \$ 2,44 dólares.

### Incremento de materia orgánica y dosis de aplicación:

Del diagnóstico inicial del suelo, se recogió un valor de 3.4% para el parámetro de materia orgánica. En el siguiente cuadro se visualiza el resultado de este parámetro en cada una de las parcelas con referencia al valor de M.O inicial.

Para aplicar cada abono en campo, es recomendable hacerlo directamente sobre la planta ya que así se optimiza recursos.

**Cuadro 22:** Costo de aplicación de los abonos orgánicos.

	Compost			Bocashi		
	10	20	30	10	20	30
Dosificación (%)	10	20	30	10	20	30
Cantidad en toneladas	31	62	93	28,6	57,2	85,8
Cantidad en sacos	1036	2072	3108	1144	2288	3432
Valor del saco de abono (USD)	2,48			2,44		
Aumento de materia orgánica (%)	1,5	1,9	2,6	1,7	2,3	3,1
Costo total/ha (USD)	2569,28	5138,56	7707,84	2791,36	5582,72	8374,08

Según los resultados, existe un exceso de presupuesto para abonar suelos e incrementar determinado porcentaje de materia orgánica. Esto se debe a que más del 80% del mismo, está destinado a cubrir costos de elaboración de cada uno de los abonos orgánicos. Aquel importante parámetro se consideró ya que el trabajo del campesino debe ser apreciado y compensado.

## **7. DISCUSIÓN**

**7.1. Para los resultados del primer objetivo: “Diagnosticar el estado actual del suelo degradado por actividad ganadera mediante el análisis de fertilidad del mismo”**

### **7.1.1. Textura.**

La muestra inicial del suelo presentó un 50% de arena, 15% de limo, y 35% de arcilla que corresponde a la clase textural, según la clasificación USDA, (2011), a Franco areno arcilloso. Esto radica principalmente por ser suelos amazónicos de la parte sur del Ecuador, ya que gran parte de estos suelos presentan mayores proporciones de arcilla, que a la vez concuerdan, en promedio, con los datos recopilados por Jiménez, Mezquida, Capa y Sánchez, (2007), quienes encontraron, en 7 fincas ganaderas de la provincia de Zamora Chinchipe, una textura Franco areno arcillosa.

Si bien es cierto, son las propiedades biológicas y químicas las que definen mayoritariamente el enriquecimiento del suelo, es preciso aclarar que una textura óptima, donde sus 3 componentes (arena, limo y arcilla) estén parcialmente equilibrados, disponen de mejor manera los nutrientes básicos a las plantas. Esto debido a que este tipo de suelos no se encharcan y mantienen a mediano y largo plazo los nutrientes.

### **7.1.2. Potencial de hidrógeno (pH).**

Se registró un valor de 4.6 que según la tabla publicada por USDA (2011), es muy fuertemente ácido. El dato es concordante con el estudio de Jiménez et al.

(2007), quienes mencionan que este fenómeno se puede presentar debido al exceso de precipitaciones que superan los 2100 mm anuales y que en consecuencia se produce un fenómeno de lavado intenso del suelo. Además al existir un exceso de encharcamiento de ( $H_2O$ ), debido a la textura, se produce formaciones de  $Al(OH)_2$ , que libera grandes cantidades de  $H^+$ , esto sucede en un suelo con pH entre 4 y 6. También puede presentarse un bajo nivel de pH por las actividades radiculares de las plantas que asimilan ciertos nutrientes dejando libres algunos iones ( $H^+$ ), o a su vez por el proceso de meteorización de minerales primarios y secundarios del suelo; así lo respalda FAO, (2016).

### **7.1.3. Materia orgánica (M.O).**

Presenta un valor bajo de 3.4%, según la clasificación de Iñiguez, (2010). Esto puede suscitarse debido al exceso de pastoreo en el área escogida, ya que este valor está por debajo del promedio obtenido en el estudio de Jiménez et al., (2007), que oscila entre 4.0 – 7.0 % de materia orgánica, aplicado en suelos de la provincia Zamora Chinchipe. Además el tipo de textura facilita el drenaje de nutrientes provenientes de excretas de ganado bovino. Otras razones que contribuyen a la deficiencia de M.O en el suelo, son las exposiciones permanentes a la radiación solar, que debido a los rayos ultravioleta, impiden el desarrollo de cientos de microorganismos benéficos, y también por el exceso de precipitaciones que comúnmente lavan los suelos, disminuyendo la cantidad de macro y micro nutrientes. Una de las razones más importantes es el manejo del suelo, ya que actualmente no existe asociación de cultivos, encontrándose una especie de monocultivo implementado por varios años que impide a su vez un reciclaje de nutrientes a través de las especies vegetales.

#### **7.1.4. Nitrógeno (N).**

Se registró un valor de 29.52 ppm de N, el cual es relativamente bajo, aun considerando que entre el 60 y 90% del N es reciclado mediante la orina y los estiércoles, así lo comparten Di & Cameron, (2002), pero debido a la compactación de los suelos, es fácilmente evaporizado o lavado. Así mismo Fassbender y Bornemisza, (1987) articulan que el contenido de N en suelos tropicales tiene un amplio rango de diferenciación, presentando valores entre 0.02 – 0.4%.

#### **7.1.5. Óxido de fósforo ( $P_2O_5$ ).**

Se alcanzó un valor de 11.46 ppm de  $P_2O_5$ , el cual es significativamente bajo según la clasificación de Iñiguez, (2010). Esto puede darse por la delgada capa orgánica que presentan los suelos de Bosque Montano Bajo del Ecuador, según lo respaldan Wilcke, Yasin, Abramowski, Valarezo & Zech, (2002), y si comparamos el tipo de suelos de la provincia de Zamora Chinchipe con suelos de mayor altitud, podemos mencionar que en realidad estos son relativamente pobres cuya capa orgánica no supera los 0.15 m. En el estudio de Jiménez et al., (2007), obtuvieron un valor promedio de 6 ppm en suelos con pastizales, concordando que los suelos de la provincia, suelen poseer en promedio una cantidad relativamente baja de fósforo disponible.

Es preciso comentar que según Di & Cameron (2002), comprobaron que del 60 al 90% de fósforo ingerido por los animales rumiantes, que se alimentan de pasto, es devuelto a los suelos mediante las excretas de los mismos. Una razón adicional para que la presencia de fósforo asimilable en el diagnóstico inicial sea



bajo, puede ser por la textura del suelo que facilita su drenado y por la formación del mineral apatito compuesto por fósforo, calcio, flúor y cloro que impiden su liberación, según lo señalan Soto, (2003) e Iñiguez, (2010).

#### **7.1.6. Óxido de potasio ( $K_2O$ ).**

Se consiguió un valor de 56.39 ppm de óxido de potasio ( $K_2O$ ), que al ser comparados con la tabla de Iñiguez, (2010), resultaron estar por debajo del rango mínimo. En comparación con los resultados del estudio de Jiménez et al., (2007), que obtuvieron un valor promedio de 141 ppm de  $K_2O$  en suelos con pastizales. Este valor puede estar relacionado por posibles quemas realizadas que básicamente alteran la concentración de este elemento. Fassbender y Bornemisza, (1987) articulan que la textura, la vegetación y el tipo de uso que se le dé al suelo también influye significativamente.

Es posible que debido al monocultivo implementado en el área de investigación, la estimulación de los microorganismos, que naturalmente deben ser pocos en este tipo de suelos, no ayudara a disponer de los nutrimentos que requiere un cultivo en comparación con suelos cuyo manejo sea rotativo y asociado, estimulando la disponibilidad de nutrientes por parte de la población microbiana.

#### **7.1.7. Calcio (Ca).**

Se registró un valor correspondiente de calcio de 3 meq/100 ml, mismo que duplica al valor promedio encontrado en el estudio de Jiménez et al., (2007), que es de 1.5 meq/100ml en suelos pastizales de la provincia Zamora Chinchipe. Así, según Iñiguez, (2010), este parámetro está en un nivel relativamente bajo.

Según FAO, (2016) estipula que aquellos suelos generalmente ácidos carecen de calcio, de ahí que es recomendable realizar un encalado para regular el nivel de pH.

#### **7.1.8. Magnesio (Mg).**

Así mismo, se consiguió un valor de 0.7 meq/100 ml para el magnesio, el cual supera al valor obtenido por los datos presentados en el estudio de Jiménez et al., (2007) que oscila entre los 0.4 meq/100ml. De igual forma, indica un nivel bajo según Iñiguez, (2010). La deficiencia de este parámetro en el suelo, según Yang, Yoo, Li, Wu & Zeng, (2007) pueda estar representada por la acidez del suelo, ya que en suelos ácidos se limita significativamente la presencia de magnesio.

#### **7.1.9. Conductividad eléctrica (C.E).**

Se registró un valor de 0.11 dS/m que según la tabla publicada por USDA (2009), pertenece al rango no salino, ideal para el desarrollo de cualquier cultivo. Brian, Todd & William, 2001 atribuyen que la conductividad eléctrica puede estar relacionada con el nivel de pH, es decir, existe menor C.E a menor nivel de pH. Por ello afecta la disponibilidad de calcio y magnesio en el suelo.

**7.2. Para los resultados del segundo objetivo: “Elaborar dos abonos orgánicos compost y bocashi con el uso de materiales de la zona para aplicar en tres dosificaciones diferentes”**

**7.2.1. Compost.**

**7.2.1.1. *Controles de humedad, temperatura y pH.***

Durante el proceso de elaboración del abono compost, 9 semanas, se logró mantener un 60% de humedad que para este tipo de abonos es adecuada. Esto por un lapso de 8 semanas, y un valor promedio de 40% de humedad en la última semana (cosecha). Dicho porcentaje de humedad, debió facilitar la presencia de microorganismos descomponedores y la toma de temperatura conforme aumentó la población microbiana. Un exceso mayor al 65% de humedad durante la fase mesófila y termófila irrumpiría el proceso de descomposición aerobia, promoviendo la emanación de malos olores, estos datos concuerdan con las condiciones ideales de un abono tipo compost expuestas por Meléndez y Soto, (2003), quienes recomiendan que durante el compostaje la humedad promedio va de 40-65%.

Las mayores temperaturas registradas se dieron durante la segunda y quinta semana de descomposición de la materia orgánica, que fueron en promedio de 51-69 °C. Estas temperaturas facilitaron la descomposición de la materia durante ese lapso de tiempo, además las altas temperaturas impiden la presencia de microorganismos patógenos. No se alcanzaron temperaturas mayores a 70 °C, esto pudo presentarse debido al previo tratamiento de descomposición que presentó la materia orgánica recolectada del Relleno Sanitario del cantón

Yantzaza, y por una parte es recomendable mantener una temperatura en la fase termófila, inferior a los 75 °C ya que al sobrepasar estos límites gran parte de la población microbiana benéfica, muere disminuyendo así la velocidad de descomposición. Así mismo, Meléndez y Soto, (2003), recomiendan que durante el compostaje la temperatura debe ir de 55-75 °C.

Para valores de pH, se puede mencionar que a medida que se transformaron los elementos del compost y empezó la fase de enfriamiento, estos valores no se estabilizaron en neutro y pasaron a niveles alcalinos de 8.5 (fuertemente alcalino). Esto se pudo presentar por la adición temprana de cal agrícola que se aplicó con la final de regular el nivel de pH inicial. Lo recomendable es colocar cal ya en la fase de enfriamiento a la vez que favorece en la eliminación de elementos patógenos aún existentes. Aun así Meléndez y Soto, (2003), están de acuerdo en mantener niveles de pH de 5.5 a 9.0.

#### **7.2.1.2. *Análisis nutrimental del abono compost.***

Para el parámetro de materia orgánica se registró un valor de 20%, para el nitrógeno 1.1%, fósforo 0.22%, potasio 2.08%, calcio 5.07%, magnesio 0.33%, pH 8.7 y conductividad eléctrica 2.2 dS/m. De acuerdo a los datos publicados por Sztern & Pravia, (1999); concuerdan en algunos de los parámetros. Siendo así que para la materia orgánica registran un 20.5%. Este parámetro está relacionado directamente con el tipo de residuos vegetales incorporados en la composta, por ello es recomendable variar el tipo de residuos utilizados.

Para la concentración de nitrógeno 0.78%, resulta ser inferior al obtenido en la presente investigación. Esto puede presentarse por la rapidez de recolección

de las excretas, lo que disminuyó la lixiviación y evaporación de este elemento. También posee relación directa con el tipo de insumos utilizados.

En cuanto al potasio presentó 0.97% que representa aproximadamente la mitad del registrado en la presente investigación, atribuyendo este exceso al contenido presente en los insumos utilizados en la elaboración del abono compost.

Para el fósforo 0.36%, el cual es relativamente superior al de esta investigación. La razón de la deficiencia de este elemento podría ser por la baja concentración en la materia vegetal recolectada del Relleno Sanitario.

En cuanto al calcio 1.09%, el cual es exageradamente inferior al registrado en nuestro estudio, que podría darse como resultado de dosificar 20 Kg de cal agrícola durante el proceso de descomposición, así como también por la concentración en la materia vegetal recolectada.

Para el magnesio (0.24%), encontrándose en similitud con los datos obtenidos de laboratorio para la presente investigación. De igual manera, la presencia del mismo va a depender de la concentración de cada insumo utilizado.

El valor de pH que ellos registraron es de 7.8 que es considerado como ligeramente alcalino, siendo un valor aceptable para un abono orgánico tipo compost. El nivel de pH (8.7) de la presente investigación, puede estar relacionado con la alta cantidad de calcio existente en los insumos empleados.

## **7.2.2. Bocashi.**

### **7.2.2.1. *Controles de humedad, temperatura y pH.***

En el proceso de fermentación del abono bocashi, 3 semanas, se logró mantener una excelente humedad que en promedio oscila entre el 50 y el 70%, permaneciendo de forma constante durante las 3 semanas. Esto puede deberse a la adición de microorganismos eficientes en cantidades controladas de agua. Estos valores concuerdan con los datos obtenidos en el estudio de Hernández, (2002) el cual registró un rango promedio de humedad entre 55 – 67%.

Las mayores temperaturas registradas se dieron entre el décimo y decimosexto día de fermentación que se promediaron alrededor del 51 °C, que concuerda con los datos obtenidos por Hernández, (2002) registrando una temperatura media de 55 °C a las dos semanas de elaboración. Considerando lo expuesto por Soto, (2003), que estipula que el bocashi debe presentar temperaturas de 40-50 °C para que se presente una fermentación alcohólica, manteniendo un mayor contenido energético de materia orgánica, la temperatura media registrada durante este lapso de tiempo oscila los 51 °C. Según varios autores este valor es considerado como óptimo, gracias al control minucioso de humedad y a los volteos realizados a la pila de abono.

En cuanto al parámetro de pH, se puede mencionar que a medida que se fermentó la materia de la pila, los valores de pH se estabilizaron hasta llegar al rango de ligeramente alcalino (7.5). La estabilización del pH puede presentarse por el ajuste de cal agrícola realizado en aproximadamente 20 Kg, considerando a demás que es común en los abonos elevar su nivel de pH al entrar en la fase de

enfriamiento y maduración. Hay una aproximación con los datos obtenidos por Hernández, (2002) que señaló una estabilización de pH en 6.9.

#### **7.2.2.2. Análisis nutrimental del abono bocashi.**

El valor registrado para la concentración de materia orgánica en el abono tipo bocashi es de 30%, de nitrógeno 1.2%, potasio 0.52%, fósforo 0.34%, pH 7.5 (ligeramente alcalino), C.E de 3.9 dS/m, calcio 5.02% y magnesio 0.38%. Según los datos obtenidos del estudio realizado por Rodríguez, (2008) encontró para el parámetro de materia orgánica un valor de 25.78%, el cual es modestamente inferior en comparación con el de la presente investigación. Esto seguramente depende de la cantidad y calidad de materia orgánica contenida en los insumos utilizados.

De nitrógeno se registró 1.2%, similar al del presente estudio. En este caso, las excretas recolectadas de bovinos y porcinos son las que aportaron directamente en la concentración de este elemento, así como la rapidez de recolección.

En cuanto al fósforo, 0.32% que es prácticamente similar. De igual forma, se puede atribuir al tipo de insumos aplicados en la pila de compost que no presentaron cantidades importantes de fósforo. Normalmente se suele encontrar mayores concentraciones en este tipo de abonos.

Para el potasio registró un valor de 1.9% relativamente superior al valor de la presente investigación que inclusive es cuadruplicado por este. Lógicamente su deficiencia está basada en la concentración de los insumos aplicados, ya que a la

hora de elaborar no se proveyó cantidades importantes de este elemento. Por ello es importante conocer el aporte en nutrientes de cada insumo utilizado.

Para el nivel de pH registró 7.97 (moderadamente alcalino), que es superior al de nuestro estudio, mismo que está relacionado con la acidez de ciertos insumos cítricos y además por la cantidad de cal añadida en la pila de abono. Si bien es cierto, tanto al abono compost como el bocashi se les añadió 20 Kg de cal agrícola, su diferencia de pH puede radicar en que el compost llegó a la fase de enfriamiento, es decir, logró estabilizar su pH debido a su completa descomposición y al poseer 20 Kg más de cal, pues los resultados mostraron esa sobredosis. Por otra parte el bocashi no se logra descomponer totalmente, por ello lleva aún un pH ácido debido a las excretas animales, pero que al contener 20 Kg de cal se logra compensar y estabilizar el nivel de pH.

En cuanto a la conductividad eléctrica presentó un valor de 3.5 dS/m, que es relativamente mayor de lo recomendado para cualquier tipo de abono (2 – 4 dS/m), según Cervantes, (2009).

En un estudio realizado por Sánchez, (2011) encontró para calcio un valor de 2.58%, que podría tener lugar a la falta de elementos que enriquecidos en este nutriente y a su vez por la cantidad de cal agrícola añadida a la pila, que en la presente investigación fue alta. Para el magnesio encontró un valor de 0.62% que también es superior al registrado en el presente estudio. Esto como resultado de la concentración en los insumos utilizados para la elaboración.



**7.3. Para los resultados del tercer objetivo: “Determinar el porcentaje de incremento de materia orgánica de los tratamientos mediante la implementación del cultivo de maíz *Zea mays amyloacea* y determinar el indicador de aplicación de cada tratamiento”**

#### **7.3.1. Porcentaje de germinación.**

Efectivamente la aplicación de abonos orgánicos compost y bocashi registraron diferencias significativas entre tratamientos. No cabe duda que las dosificaciones de bocashi y compost al 30% presentaron los mejores resultados de germinación.

Un estudio similar publicado por España, (2014) concluyó con los mismos argumentos a favor del abono bocashi en un cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Esto pudo suscitarse ya que el abono bocashi presenta más contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo que el abono compost, estimulando de mejor manera las semillas en su etapa de germinación. Así la diferencia es poco significativa comparada con los tratamientos de compost. Esta ligera variación en el porcentaje de germinación de ambos abonos, tiene relación directa con el tipo de insumos utilizados en la fase de elaboración de cada uno, especialmente por la concentración de materia orgánica.

#### **7.3.2. Altura promedio de las plantas.**

La altura de las plantas, está directamente relacionada con la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, especialmente de N, P y K. La disponibilidad de estos macroelementos puede estar directamente relacionada con el tiempo de descomposición de la materia, ya que estimula la asimilación de los elementos a

las plantas; razón por la cual el compost al 30% (C3 y C13) presentó los mejores resultados en los 3 periodos de medición del crecimiento del cultivo de maíz. En cuanto al tratamiento testigo (T1 y T2), el crecimiento del cultivo es muy pobre, atribuyendo la falta de crecimiento a la ausencia de nutrientes especialmente de N-P-K. Este argumento lo comparte el estudio realizado por Ciampitti, Boxler y García, 2007. Cabe recalcar que la variabilidad en el crecimiento del maíz, no se podría atribuir al genotipo de la semilla puesto que todas estas fueron seleccionadas de un mismo grupo (cosecha).

### **7.3.3. Resultados de materia orgánica en el experimento.**

Siendo el bocashi al 30% el tratamiento que presentó los mejores resultados de materia orgánica en las parcelas (B3 y B13), es preciso reconocer que el aporte es significativo a mediano y largo plazo debido a su prolongado efecto residual. Estos valores se encuentran dentro del rango alto en la tabla publicada por Iñiguez, (2010). En comparación con el escaso aporte de M.O% presente en el tratamiento testigo (T1 y T2, en las cuales el cultivo no logró un desarrollo óptimo. Además al contrastar con el tratamiento compost, el poseer una mayor concentración de M.O%, favoreció y estimuló la actividad microbiana, cuya labor consiste en dejar a disposición de la planta elementos necesarios para el óptimo desarrollo, así lo recalca FAO (2002). Aunque en la presente investigación la disponibilidad de elementos del bocashi puede no ser mayor a la de los tratamientos de compost, reflejándose en el crecimiento del cultivo de maíz. Esto se puede atribuir a la descomposición corta que presentó el abono tipo bocashi (3 semanas) en comparación al abono compost (9 semanas).

#### **7.3.4. Resultados de nitrógeno en el experimento.**

Los tratamientos de bocashi al 10, 20 y 30%, mostraron ventaja considerable en comparación con los tratamientos de compost al 10, 20 y 30%, pero no se evidencia en el crecimiento de maíz, posiblemente por el aporte de este elemento en la materia vegetal empleada ya que en la fase de elaboración, el compost descompuso mayor tiempo dicha materia que al presentarse disponible en formas de nitratos y nitritos, favorece la asimilación inmediata de este elemento por parte de la planta. El valor de este parámetro es considerado por Iñiguez, (2010), como alto y debido a su alta concentración de este elemento en los tratamientos dosificados con abono. El cultivo abonado presentó un forraje verde oscuro, lo cual da indicios de que el abastecimiento de este elemento podría ser suficiente para realizar el metabolismo. Este argumento lo respalda Iñiguez, (2010).

#### **7.3.5. Resultados de óxido de fósforo en el experimento.**

Las concentraciones de  $P_2O_5$  en el suelo, son significativamente mayores en el tratamiento de bocashi al 30% (B3 y B13). Según Soto, (2003), una de las razones de la diferencia con el tratamiento de compost al 30% que registró valores inferiores, radica en la concentración de este elemento en los insumos utilizados para la elaboración de los mismos. En los tratamientos dosificados al 20 y 30% de ambos abonos, existe un valor extremo de este parámetro, pero según Iñiguez, (2010) esto afecta en la asimilación de hierro por parte de las plantas, el cual no es requerido por el cultivo de maíz. Cabe recalcar que comúnmente existe dosificación extrema de fósforo, cuando se fertiliza con productos altamente fosfatados.

### **7.3.6. Resultados de óxido de potasio en el experimento.**

Los tratamientos de compost al 10, 20 y 30%, mostraron valores que triplican a los registrados en los tratamientos de bocashi. Siendo una de las razones, el tipo de insumos utilizados en la fase de elaboración. Esto muestra una sobredosificación en los tratamientos de compost, y en los tratamientos de bocashi muestra un estado óptimo. Según Iñiguez, (2010) menciona que esto repercute en la producción del cultivo por deficiencia de calcio, magnesio hierro y zinc, mas no en el crecimiento. Por lo cual se sugiere analizar los insumos que se va a recolectar antes de proceder a utilizarlos.

### **7.3.7. Resultados de calcio en el experimento.**

Para este parámetro, los tratamientos de compost al 20 y 30% junto al bocashi al 30%; mostraron un exceso de calcio y el resto de tratamientos abonados se encuentran en un rango óptimo según Iñiguez, (2010). El exceso presentado no afecta directamente sobre el cultivo de maíz, sino más bien en la disponibilidad de otros elementos como el potasio, magnesio, hierro, boro, cobre, zinc y manganeso. Además al impedir la disponibilidad de potasio, en el caso del compost que presenta valores extremos, tanto la fotosíntesis como la respiración de la planta se ven afectadas. Este exceso está directamente relacionado con la alta dosificación de cal agrícola añadida en la fase de elaboración.

### **7.3.8. Resultados de magnesio en el experimento.**

Según la tabla de Iñiguez, (2010) los valores de los tratamientos considerados como óptimos fueron los tratamientos de compost al 10 y 20%, también lo registraron los tratamientos de bocashi al 10 y 20%. Siendo favorable ya que

ayuda al proceso de fotosíntesis y aumenta la resistencia del cultivo a sequías, plagas y enfermedades. El exceso presente en los tratamientos de bocashi y compost al 30% no presenta ninguna desventaja, sino más bien según Iñiguez (2010) estipula que este elemento es bueno para la salud del ser humano y para la planta proveyéndole resistencia a condiciones climáticas desfavorables.

#### **7.3.9. Resultados de pH en el experimento.**

Los valores más próximos al neutro en la escala de pH, se encuentran en los tratamientos de bocashi al 30% (B3 y B13), seguido por el compost al 20% (C2 y C12). También se suman al rango ligeramente alcalino el compost al 30% (C3 y C13). Este parámetro es de suma importancia ya que de él también depende la disponibilidad de la mayoría de macro y micro nutrientes necesarios para el desarrollo de una variedad de cultivos. Esto lo respalda Burneo, (2012), el cual menciona que el pH indica el grado de acidez activa que posee un suelo, por tal razón aquellos suelos que estén por debajo de 5.5 sufren deficiencias de calcio y magnesio, además de presentarse grandes concentraciones de aluminio, y de aquellos que están por encima de 7.5 restringen significativamente el crecimiento del cultivo, ya sea por baja disponibilidad de macro y micro nutrientes, tales como fósforo, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre y además de nitrógeno y potasio.

#### **7.3.10. Resultados de conductividad eléctrica en el experimento.**

Todos los resultados de los tratamientos presentan niveles considerados como no salinos. Razón por la cual en la presente investigación, esta propiedad no influyó significativamente en el crecimiento del cultivo, aunque sí está relacionada con el nivel de pH, es decir, a mayor nivel de este existe mayor C.E,

debido a las sales presentes, lo que impediría la disponibilidad de fósforo, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc y en parte limitaría al nitrógeno y potasio; así lo respaldan Brian et al., (2001).

#### **7.3.11. Resultados de textura en el experimento.**

No hay divergencia en los resultados obtenidos del parámetro textura. Simplemente es un factor que nos permite conocer en qué tipo de suelo se está trabajando. Aunque es bien conocido que en texturas con mayor contenido de arcilla es más complicado mantener los nutrientes a largo plazo, debido a que es un suelo de fácil lavado. Los encharcamientos que producen estos tipos de suelos, contribuyen a la acidificación de los mismos. Después de la aplicación de los abonos se mejoró la textura al incorporarle materia orgánica con un tamaño de partículas de 0.002-0.005 m, que permitirá mayor ingreso de oxígeno, brindando una movilidad más cómoda a los nutrimentos.

#### **7.4. Para los resultados del cuarto objetivo: “Socializar los resultados obtenidos en la presente investigación a los campesinos y moradores del barrio Ungumiatza”**

Las socializaciones realizadas en el barrio Ungumiatza, permitió al habitante y campesino, primeramente conocer sobre el proyecto desarrollo en la localidad, además de aprender sobre la elaboración de abonos orgánicos con insumos propios de la localidad que se encuentran a libre disposición.

El interés mostrado por los asistentes permitió pactar la realización de futuros talleres teórico-prácticos de manera temporal con asistencia técnica. Existe cierta incredulidad en el costo, ya que supera el alcance de muchos campesinos.

## 8. CONCLUSIONES

- Los valores de los diferentes elementos analizados en la fase de diagnóstico muestran la pobreza de estos suelos dedicados al monocultivo de pasto destinado al desarrollo de la actividad ganadera.
- El costo para aumentar 1.5% de materia orgánica aplicando la receta de abono compost (31 toneladas) es de \$ 2 569,28 dólares y aplicando la fórmula del bocashi (28.6 toneladas) para aumentar 1.7% de M.O, se requiere una inversión total de \$2 791,36 dólares.
- Dentro de la presente investigación, el mejor abono para el incremento de materia orgánica en el suelo es el bocashi, llegando hasta los 6.8% de M.O, aplicando 93 Ton/ha. Esta aplicación duplicó el valor inicial de M.O.
- La aplicación de abonos orgánicos favorece significativamente la germinación de las plantas, el crecimiento de las mismas y la presencia de nutrientes en el suelo, siendo los tratamientos compost y bocashi al 30% quienes presentan los mejores resultados.
- La elaboración de los abonos orgánicos tiene un costo de producción relativamente alto en comparación con los fertilizantes químicos, debido a la demanda de tiempo y mano de obra que eleva un 80% el costo de producción.
- La rentabilidad es baja en una primera cosecha, pero debido al amplio efecto residual de los abonos orgánicos, se puede recuperar la inversión durante los siguientes 3-4 años.

## 9. RECOMENDACIONES

- Dar importancia al uso de abonos orgánicos ya que estos tienen las virtudes de mejorar las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, así se evitaría la utilización de productos químicos que pueden alterar significativamente la salud del ser humano y la del ecosistema.
- Aplicar dosificaciones al 10% de cualquier abono directamente en el área de la planta, con la finalidad de obtener buenos resultados de producción y una disminución significativa en el costo por hectárea, utilizando los insumos locales para favorecer su descomposición pero conociendo el aporte de nutrientes de los mismos.
- Aplicar en la fase de elaboración de los abonos orgánicos: roca fosfórica, cenizas y microorganismos eficaces para enriquecerlos.
- A las autoridades pertinentes, contribuir con la soberanía alimentaria siguiendo procesos orgánicos, brindando asesoramiento técnico a los campesinos.
- No aplicar a hortalizas ya que de estas se consume la parte foliar, misma que está en contacto directo con el suelo. Para ello es recomendable dejar reposar cualquier de estos abonos por un periodo mínimo de seis meses.
- Estudiar los efectos en el organismo sobre el consumo directo de hortalizas provenientes de algún tipo de tratamiento con abonos orgánicos.
- Realizar monitores de temperatura, humedad y pH en la fase de elaboración de los abonos ya que esto influye en la calidad de los mismos.



## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M., Puchades, R., 2002. *Compostaje de residuos orgánicos generados en la Hoya de Buñol (Valencia) con fines agrícolas*. Edición: Asociación para la promoción socio-económica interior. Hoya de Buñol, Valencia. pp. 100.
- Aguilera, A., 2013. *Plan de Ordenación Territorial del Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe*. Maestría en Ordenación Territorial, Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Asamblea Nacional Constituyente, 2008. Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial N° 449, 20 de octubre de 2008. Quito, Ecuador.
- Bollen, G., 1993. Factors involved in inactivation of plant pathogens during composting of crop residues.
- Brian, E., Todd, J., & William, C., 2001. *1, 2, 3's of Pour Thru*. Floriculture Research. North Carolina State University. Carolina del Norte, USA. pp. 4.
- Brutti, L., 2001. *Sistemas de compostaje: Factores críticos del proceso de compostaje*. En: Seminario-Taller Internacional Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos para una Agricultura Limpia. 9 y 10 de octubre de 2001. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile.
- Burneo, P., 2012. Evaluación biológica de la fertilidad de un suelo desarrollado sobre andesita tratado con carbón vegetal, cal y nutrientes en el sur de la Amazonía Ecuatoriana. Universidad Nacional de Loja. Escuela de la carrera de Ingeniería Agronómica. p. 168. Loja, Ecuador.
- Carmona, E., Abad, M., 2008. *Aplicación del compost en viveros y semilleros*. En: Moreno, J., Moral, R., Edición: Compostaje. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp. 387-484.

- Carter, M., 2002. *Soil quality for sustainable land management: Organic Matter and aggregation Interactions that maintain soil functions*. Agronomy Journal, Vol. 94, pp. 38–47.
- Cervantes, M., 2009. *Abonos orgánicos*. Citado en <http://www.infoagro.com>.
- Ciampitti, I., Boxler, M., & García, F., 2007. *Nutrición de maíz: requerimientos y absorción de nutrientes*. Informaciones Agronómicas. p. 15. Buenos Aires, Argentina.
- Correa, M., 2008. *Microorganismos eficaces (EM)*. Citado por: Sánchez, S., et al., 2011. *Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Central España Republicana, CP 44280. Matanzas, Cuba.
- Cruz, M., 2008. *Evaluación del potencial forrajero del pasto maralfalfa Pennisetum violaceum con diferentes niveles de fertilización de nitrógeno y fósforo con una base estándar de potasio*. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador.
- De Bièvre, B., Iñiguez, V., Buytaert, W., 2004. *Hidrología del páramo. Importancia, propiedades y vulnerabilidad*. CONOCER PARA CONSERVAR. Programa para el manejo del agua y del suelo. Universidad de Cuenca, Ecuador. p. 16.
- Di, H., & Cameron, K., 2002. *Effects of the nitrification inhibitor dicyandiamide on potassium, magnesium and calcium leaching in grazed grassland*. Soil use manage. pp 2-7.
- España, D., 2014. *Comparación de la eficiencia en la producción de lechuga (Lactuca sativa) en un suelo rehabilitado con abono orgánico bocashi y el mismo suelo con fertilizante químico N-P-K*. Universidad Autónoma de

- Occidente*. Facultad de Ciencias Básicas. Departamento de Ciencias Ambientales. Programa de Administración Ambiental. p. 75. Santiago, Cali.
- Fassbender, H., & Bornemisza, E., 1987. *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. IICA, San José – Costa Rica.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2002. *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra*. Basado en el trabajo de Robert, Michel. Informes sobre recursos mundiales de suelos. Institut National de Recherche Agronomique, pp. 65. París, Francia.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2006. *POLÍTICAS PECUARIAS: Ganadería y Deforestación*. Dirección de Producción y Sanidad Animal. Subdirección de Información Ganadera y de Análisis y Política del Sector, pp. 8. Roma, Italia. Disponible en: [www.lead.virtualcentre.org](http://www.lead.virtualcentre.org) o [www.fao.org/ag/aga.html](http://www.fao.org/ag/aga.html)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2013. *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas*. pp. 31. Disponible en: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:U\\_V4YFRDgGAJ:www.fao.org/3/a-i3361s.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:U_V4YFRDgGAJ:www.fao.org/3/a-i3361s.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2016. *Manejo de suelos problemáticos: suelos ácidos*. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-acidos/es/>
- García, C., 2008. *Enmiendas orgánicas para suelos basadas en residuos orgánicos*. Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Discurso de ingreso leído por el Académico electo en el acto de la Sesión Solemne de su

Toma de Posesión como Académico de Número, p. 78. Disponible en internet: <http://www.acc.org.es>

Hartz, T., Mitchell, J., Giannini, C., 2000. *Nitrogen and carbon mineralization dynamics of manures and compost*. Department of Vegetable Crops, University of California. HORTSCIENCE, vol 35 (2). pp. 209-212.

Hernández, P., 2002. Determinación de la calidad microbiológica del abono orgánico bocashi durante el proceso de fabricación y almacenamiento. Trabajo de investigación como requisito parcial para optar por el título de licenciada en microbiología y química clínica y grado profesional de doctora en microbiología y química clínica. Facultad de microbiología. Universidad de Costa Rica. pp. 45.

Herrick, E., 2000. *Soil quality: An indicator of sustainable land management*. Elsevier Science B.V; Applied Soil Ecology. Vol. 15, pp. 75 - 83.

Honorable Congreso Nacional del Ecuador, 2004. *Codificación a la Ley de Desarrollo Agrario*. Comisión de Legislación y Codificación. 17 de marzo de 2004. Quito – Ecuador.

Huachi, L., 2008. *Mejoramiento del suelo mediante la producción de un abono orgánico a partir de estiércol animal, en el parque Metropolitano de Quito*. Tesis de Grado previa a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental y la Industria. Facultad de Ciencias Ambientales Maestría en Gestión Ambiental. Universidad Internacional SEK. Quito, Ecuador.

IICA, 1998. *Manejo agrícola del suelo*. Instituto Interamericano de cooperación para la lombricultura. 1ra ed. Ecuador: IICA. Citado por Huachi, L., 2008.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2000. *Producción Agropecuaria*.

Disponible

en:

[http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com\\_content&view=article&Itemid=414&&id=371&TB\\_iframe=true&height=414](http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&Itemid=414&&id=371&TB_iframe=true&height=414)

- Iñiguez, L., 2010. *Evaluar la aplicación de cinco tipos de abonos orgánicos en el rendimiento de fréjol Phaseolus vulgaris L. en la comuna Collana Catacocha*. Tesis de Grado previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. pp. 151. Loja, Ecuador.
- Iñiguez, M., 2010. *Fertilidad, fertilizantes y fertilización del suelo*. Primera ed. Editorial Universitaria, 2007. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador, pp. 320.
- Jaramillo, C., 2012. *Evaluación agronómica de un suelo calizo enmendado con compost de alperujo*. Tesis de grado, Master en Ciencias Agrarias Énfasis Suelo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.
- Jiménez, L., Mezquida, E., Capa, M., & Sánchez, A., 2007. *Cambio en las propiedades del suelo por transformaciones de áreas boscosas en pastizales en Zamora Chinchipe, Ecuador*. Instituto de investigaciones y manejo sustentable del suelo. Universidad Técnica Particular de Loja.
- Jiménez, P., Bonmatí, M., 2003. *Determinación de la Glucosidasa del suelo*. Citado por: Garcia, C., et al. Técnicas de análisis de parámetros bioquímicos en suelos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 169-183.
- Juergens y Gschwind 1989. *Balance de macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agrosistemas hortícolas con manejo integrado ecológico*. Universidad de Valencia, España.

- Karlen, L., Mausbach, J., Doran, W., Cline, G., Harris, F., & Schuman E., 1997. *Soil Quality: A concept, definition, and framework for evaluation*. (A Guest Editorial). Published in Soil Science Society of America Journal. Vol. 61, pp. 4-10.
- Lara A., Quintero, R., 2006. *Manual de producción de humus de lombriz*. Unidad Académica de Agronomía. Universidad Autónoma de Zacatecas "Francisco García Salinas". Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Fundación Produce Zacatecas. Montecillo, México. pp. 43.
- Lazcano, C., Gómez, M., Domínguez, J., 2008. *Comparison of the effectiveness of composting and vermicomposting for the biological stabilization of cattle manure*. Departamento de ecología e biología animal. Universidade de Vigo, Spain. Chemosphere 72. pp. 7. Disponible en:<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.457.2951&rep=rep1&type=pdf>
- Legall, J., Zoyla, D., 2008. *Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales*. Citado por: Sánchez, S., et al., 2011. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana, CP 44280. Matanzas, Cuba.
- Matheus, L., Caracas, J., Montilla, F., Fernández, O., 2007. Eficiencia agronómica relativa de tres abonos orgánicos (vermicompost, compost y gallinaza) en plantas de maíz (*Zea mays* L). Laboratorio de Suelos. Departamento de Ciencias Agrarias. NURR-ULA, Trujillo. Agricultura Andina, Vol 13. pp. 38.

- Meléndez, G., & Soto, G., 2003. *Taller de Abonos Orgánicos*. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. Cámara de Insumos Agropecuarios no Sintéticos.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013. *Instructivo de la Normativa General para Promover y Regular la Producción Orgánica-Ecológica-Biológica en el Ecuador*. Agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del agro. Publicado en el Registro Oficial N° 34, 11 de julio 2013. Quito-Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2016. *Centro Geomático Virtual*. Disponible en: <http://www.sigtierras.gob.ec/sigtierras/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, 2001. *Cuaderno de nuestra finca*. San José, Costa Rica. pp. 152. Disponible en: [www.mag.go.cr](http://www.mag.go.cr).
- Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2015. *Acuerdo Ministerial N° 028, Sustituyese el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Ministra Lorena Tapia Núñez. Quito, Ecuador. Registro Oficial - 13 de febrero de 2015, p. 112.
- Olivera, J., 2001. *Manejo agroecológico del predio: Guía de Planificación*. Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología-CEA. Ed. Cámara Ecuatoriana del Libro. Quito, Ecuador.
- Padilla, W., 1996. *Abonos orgánicos Vs Fertilizantes Químicos. Manual de Fertilización Orgánica y Química*. Diagnóstico nutricional de las plantas. Ed. Desde el Surco. 4-5 págs.
- Paul, E., Clark, F., 1996. *Soil Microbiology and Biochemistry*. 2nd ed. Academic Press. pp. 340.

- Quiroga, A., Funaro, D., 2004. *Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en molisoles, de las regiones semiárida y subhúmeda pampeana*. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. pp. 476.
- Ramírez, R., Restrepo, R., 2007. *Evaluación de la aplicación de abono tipo bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del Municipio de Marinilla, Antioquia*. Universidad Nacional de Medellín, Colombia.
- Rennie y Kemp, 1983. *Inoculación del frijol común con tres cepas seleccionadas de Rhizobium leguminosarum. La incorporación de nitrógeno se realiza bien por fijación simbiótica de bacterias del género Rhizobium localizadas en las raíces de las leguminosas*. Puriscal, Costa Rica.
- Robert, M., 1996. *Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement*. Dunod/Masson, Paris. pp. 240. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>
- Rodríguez, 2008. *Evaluación de dos sustratos en la técnica de Landfarming para el tratamiento de suelos contaminados con hidrocarburos*. Escuela politécnica Litoral de Chimborazo. Riobamba Ecuador. pp.158.
- Rynk, R., 1992. *On-farm composting handbook*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative Extension. New York, USA. pp.186.
- Sánchez, J., 2007. *Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas. Conceptos básicos*. FERTITEC S.A. Lima, Perú. pp. 19.
- Sánchez, M., 2011. *Evaluación de tres abonos orgánicos en diferentes dosis de aplicación en el rendimiento del cultivo de rosa (Rosa sp.) var. freedom*. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de



Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba – Ecuador. pp. 127.

Soto, G., 2003. *Abonos orgánicos: El proceso de compostaje. Taller de abonos orgánicos*. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. 30 – 57 págs.

Suquilanda, M., 2005. *Cartilla de agricultura orgánica. Varias publicaciones y talleres*, pp. 4-12. Citado por: Sánchez, M., 2011. Evaluación de tres abonos orgánicos en diferentes dosis de aplicación en el rendimiento del cultivo de rosa (rosa sp.) var. Freedom. Facultad de Recursos Naturales. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Sztern, D., Pravia, M., 1999. *Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos*. Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Unidad de Desarrollo Municipal. Uruguay. p. 65.

Thomsen, I., 2001. *Recovery of nitrogen from composted and anaerobically stored manure labelled with N15*. Euro. J. Agron. Vol. 15: pp. 31–41. Citado por Huachi, L., 2008. Mejoramiento del suelo mediante la producción de un abono orgánico a partir de estiércol animal, en el parque Metropolitano de Quito.

Tilman, D., 1999. *Global Environmental Impacts of Agricultural Expansion: The need for sustainable and efficient practices*. Academy of USA.

Trinidad, A., 2008. *Abonos orgánicos*. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SEGARPA-México. Pp. 25.

Urbano, P., 2011. *El calcio y el magnesio como nutrientes de los principales cultivos. Utilización sostenible de las cales cálcicas y magnésicas en*

*agricultura y medio ambiente*. Fundación Foro Agrario. Asociación nacional de fabricantes de cales y derivados de España. Madrid, España. pp.24.

Uribe, J., Estrada, M., Córdoba, S., Hernández, L., Bedoya, D., 2001. *Evaluación de los microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula*. Grupo de investigación de producción avícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Citado por: Sánchez, S., et al., 2011. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana, CP 44280. Matanzas, Cuba. Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/45/45>

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service (USDA-NRCS), 2009. *Irrigation Guide. Soils Chapter Two*. Reference Subjects – Engineering. North Dakota, USA. pp. 5.

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2010. *Soil Survey Manual – Chapter Three. Examination and description of soils. Indicators pH*, p. 17. Disponible en: [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2\\_054253](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref/?cid=nrcs142p2_054253).

United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2011. *Soil Quality Concepts. Indicators Texture*, pp. 8. Disponible en: <http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/site/national/home/>.

Velásquez, E., 2004. *Bioindicadores de calidad de suelo basados en las comunidades de macrofauna y su relación con características funcionales del suelo*. Tesis de Doctorado en Ciencias Agropecuarias con énfasis en

suelos, Área Manejo de Suelos y Aguas. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. pp. 181.


Wilcke, W., Yasin, S., Abramowski, U., Valarezo, C., & Zech, W., 2002. *Nutrient storage and turnover in organic layer under tropical montane rain forest in Ecuador*. Soil Science Soc, pp. 16-26.

Wilson, M., Tasi, H., Paz G., Indelángelo, N., & Díaz, E., 2008. *Indicadores de calidad para suelos del área de bosques nativos de Entre Ríos. XXI congreso argentino de la ciencia del suelo. Semiárido: Un desafío para la Ciencia del Suelo*, p. 24. Potrero de los Funes (SL). Argentina.

Yang, J., You, Y., Li, Y., Wu, P., & Zheng, S., 2007. *Magnesium enhances aluminium-induced citrate secretion in rice bean roots (*Vigna umbellata*) by restoring plasma membrane  $H^+$  activity*. *Plant and Cell Physiol.* Vol. 48, pp. 66-74. Citado por Ismail, C., & Atila M, 2010. Magnesio: el elemento olvidado en la producción de cultivos. Informaciones agronómicas. p 16. Disponible en: [https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/901DD92BAE8EF8F60525777D0074FDAA/\\$file/2.+Magnesio.+El+elemento+olvidado.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/901DD92BAE8EF8F60525777D0074FDAA/$file/2.+Magnesio.+El+elemento+olvidado.pdf)

## 11. ANEXOS

### 11.1. Resultados de laboratorio del primer objetivo.

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

#### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> <b>Nombre</b> : Pinto Chamba Cristian Iván <b>Dirección</b> : <b>Ciudad</b> : Yantzaza <b>Teléfono</b> : 0959631250 <b>Fax</b> :		<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> <b>Nombre</b> : Sin Nombre <b>Provincia</b> : Zamora Chinchipe <b>Cantón</b> : Yantzaza <b>Parroquia</b> : Yantzaza <b>Ubicación</b> : Ungumiatza		<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> <b>Cultivo Actual</b> : <b>Nº Reporte</b> : 00131 <b>Fecha de Muestreo</b> : 20/05/2015 <b>Fecha de Ingreso</b> : 21/05/2015 <b>Fecha de Salida</b> : 08/06/2015	
--	--	---	--	---	--

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
75037	M01 0-20 cm Prof.		4,8 <b>MAc</b> RC	38 <b>M</b>	5 <b>B</b>	0,12 <b>B</b>	3 <b>B</b>	0,7 <b>B</b>							

*La muestra será guardada en el Laboratorio,  
por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
reclamos en los resultados*

INTERPRETACION				Elementos de N a B		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				Requiere Cal.		pH = Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
<b>MAc</b> = Muy Acido	<b>LAc</b> = Liger. Acido	<b>LAI</b> = Lige. Alcalino	<b>RC</b> = Requiere Cal.	<b>B</b> = Bjo	<b>N,P,B</b> = Colorimetria	<b>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>		<b>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>	
<b>Ac</b> = Acido	<b>PN</b> = Prac. Neutro	<b>MeAl</b> = Media. Alcalino		<b>M</b> = Medio	<b>S</b> = Turbidimetria	<b>K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b>		Fosfato de Calcio Monobásico	
<b>MeAc</b> = Media. Acido	<b>N</b> = Neutro	<b>Al</b> = Alcalino		<b>A</b> = Alto	<b>K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b> = Absorción atómica			<b>B,S</b>	

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"  
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO						DATOS DE LA PROPIEDAD						PARA USO DEL LABORATORIO					
Nombre : Pinto Chamba Cristian Iván						Nombre : Sin Nombre						Cultivo Actual :					
Dirección :						Provincia : Zamora Chinchipe						N° Reporte : 00131					
Ciudad : Yantzaza						Cantón : Yantzaza						Fecha de Muestreo : 20/05/2015					
Teléfono : 0959631250						Parroquia : Yantzaza						Fecha de Ingreso : 21/05/2015					
Fax :						Ubicación : Ungumiatza						Fecha de Salida : 08/06/2015					

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	C.E.		M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l) <sup>1/2</sup>	ppm	Textura (%)			Clase Textural			
	Al+H	Al	Na		C.E.	M.O.								Mg	K	K		Σ Bases	RAS	Cl
75037				0,11	NS	3,4	B										50	15	35	Franco-Arcillo-Arenoso

*La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados*

INTERPRETACION						ABREVIATURAS			METODOLOGIA USADA			
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl		C.E.			M.O.			
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bjo	C.E. = Conductividad Eléctrica		M.O. = Materia Orgánica			C.E. = Conductímetro			
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	M.O. = Titulación de Welkley Black		RAS = Relación de Adsorción de Sodio			M.O. = Titulación con NaOH			
T = Tóxico			A = Alto									

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

11.2. Resultados de laboratorio del segundo objetivo.

 <b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> Km 5 Carretera Quevedo – El Empalme Quevedo – Ecuador Teléfono: 2783044 Ext. 201						
Nombre del Propietario :	Cristian Iván Pinto	Telef :	095631250	Reporte N° :	00157	
Nombre de la Propiedad :	Sin Nombre	Cultivo	Abono	Fecha de muestreo :	15-06-2015	
Localización :	Ungumiatza	Yantzaza	Yantzaza	Zamora Chinchipe	Fecha de ingreso:	16-06-2015
	Barrio	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	02/07/2015

**RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL**

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	pH	dS/m		Concentración %				
			CE	MO	Nitrógeno	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio
55440	AB01 Compost 9 semanas	8.7	2.2	20	1.1	0.22	2.08	5.07	0.33
55441	AB02 Bocashi 21 días	7.5	3.9	30	1.2	0.34	0.52	5.02	0.38

Observaciones: -----

  
 LIDER DEPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



  
 RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
 reclamos en los resultados

11.3. Resultados de laboratorio del tercer objetivo.



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO			DATOS DE LA PROPIEDAD			PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre	: Pinto Chamba Cristian Iván		Nombre	: Sin Nombre		Cultivo Actual	: Maíz dulce		
Dirección	:		Provincia	: Zamora Chinchipe		N° Reporte	: 00312		
Ciudad	: Yantzaza		Cantón	: Yantzaza		Fecha de Muestreo	: 20/08/2015		
Teléfono	: 0959631250		Parroquia	: Yantzaza		Fecha de Ingreso	: 21/08/2015		
Fax	:		Ubicación	: Ungumiatza		Fecha de Salida	: 08/09/2015		

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm												
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B							
75376	T 1	0-20 cm Prof.	4,8	MAc	RC	27	M	4	B	0,09	B	3	B	0,7	B						
75377	T 2	0-20 cm Prof.	4,7	MAc	RC	24	M	3	B	0,10	B	3	B	0,6	B						
75378	B1	0-20 cm Prof.	5,7	MeAc		68	A	48	A	0,22	M	6	M	1,3	M						
75379	B2	0-20 cm Prof.	6,4	LAc		76	A	70	A	0,30	M	8	M	1,6	M						
75380	B3	0-20 cm Prof.	7,0	N		81	A	111	A	0,35	M	11	A	2,5	A						
75381	B11	0-20 cm Prof.	5,7	MeAc		70	A	45	A	0,25	M	6	M	1,4	M						
75382	B12	0-20 cm Prof.	6,6	PN		73	A	74	A	0,27	M	9	M	1,6	M						
75383	B13	0-20 cm Prof.	6,8	PN		79	A	103	A	0,33	M	10	A	2,6	A						
75384	C1	0-20 cm Prof.	6,3	LAc		60	A	26	A	0,72	A	7	M	1,2	M						
75385	C2	0-20 cm Prof.	7,2	PN		62	A	55	A	0,91	A	9	M	1,4	M						
75386	C3	0-20 cm Prof.	7,6	LAl		71	A	92	A	1,07	A	13	A	2,3	A						
75387	C11	0-20 cm Prof.	6,4	LAc		57	A	29	A	0,69	A	7	M	1,1	M						
75388	C12	0-20 cm Prof.	6,9	PN		64	A	51	A	0,95	A	10	A	1,5	M						

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos de N a B		pH
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N, P, B = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	= Colorimetria	N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	S = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico
					K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn = Absorción atómica	B, S

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO



Este resultado será válido en Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"  
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Pinto Chamba Cristian Iván	Nombre	: Sin Nombre	Cultivo Actual	: Maiz dulce
Dirección	:	Provincia	: Zamora Chinchipe	N° Reporte	: 00312
Ciudad	: Yantzaza	Cantón	: Yantzaza	Fecha de Muestreo	: 20/08/2015
Teléfono	: 0959631250	Parroquia	: Yantzaza	Fecha de Ingreso	: 21/08/2015
Fax	:	Ubicación	: Ungumiatza	Fecha de Salida	: 08/09/2015

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
75389	C13 0-20 cm Prof.		7,7 LAI	74 A	85 A	1,11 M	13 A	2,1 A						

*La muestra será guardada en el Laboratorio,  
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
 reclamos en los resultados*

INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES					
pH					Elementos: de N a B		pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado			
MAc	= Muy Acido	LAc	= Liger. Acido	LAI	= Lige. Alcalino	RC	= Requiere Cal	B	= Bajo	N,P,B	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Ac	= Acido	PN	= Prac. Neutro	MeAl	= Media. Alcalino	M	= Medio	S	= Turbidimetría	S	= Absorción atómica	Fosfato de Calcio Monobásico
MeAc	= Media. Acido	N	= Neutro	Al	= Alcalino	A	= Alto	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn		B,S		

LIDER DPTO. SAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO





ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"  
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gov.ec

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO						
Nombre	:	Pinto Chamba Cristian Iván			Nombre	:	Sin Nombre			Cultivo Actual	:	Maíz dulce		
Dirección	:				Provincia	:	Zamora Chinchipe			N° Reporte	:	00312		
Ciudad	:	Yantzaza			Cantón	:	Yantzaza			Fecha de Muestreo	:	20/08/2015		
Teléfono	:	0959631250			Parroquia	:	Yantzaza			Fecha de Ingreso	:	21/08/2015		
Fax	:				Ubicación	:	Ungumiatza			Fecha de Salida	:	08/09/2015		

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	C.E.		Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na		C.E.	M.O.							Mg	K	K	
75376				0,19	NS	3,3							44	23	33	Franco-Arcilloso
75377				0,17	NS	3,4							44	20	36	Franco-Arcilloso
75378				0,56	NS	5,2							56	18	26	Franco-Arcillo-Arenoso
75379				0,86	NS	5,7							34	28	38	Franco-Arcilloso
75380				1,19	NS	6,8							44	23	33	Franco-Arcilloso
75381				0,59	NS	5,1							48	21	31	Franco-Arcillo-Arenoso
75382				0,87	NS	5,9							54	20	26	Franco-Arcillo-Arenoso
75383				1,17	NS	6,5							48	20	32	Franco-Arcillo-Arenoso
75384				0,38	NS	4,9							62	16	22	Franco-Arcillo-Arenoso
75385				0,57	NS	5,4							48	22	30	Franco-Arcillo-Arenoso
75386				0,76	NS	6,0							52	21	26	Franco-Arcillo-Arenoso
75387				0,42	NS	4,9							48	25	27	Franco-Arcillo-Arenoso
75388				0,55	NS	5,3							50	19	31	Franco-Arcillo-Arenoso
75389				0,81	NS	6,1							50	16	34	Franco-Arcillo-Arenoso

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS	
C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
RAS	Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Walkley Black
Al+H	= Titulación con NaOH

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

La muestra será guardada en el Laboratorio,  
 por tres meses, tiempo en el que se aceptarán  
 reclamos en los resultados

# ÍNDICE

PORTADA .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA.....	iii
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
1. TÍTULO .....	1
2. RESUMEN.....	2
2.1. SUMMARY .....	3
3. INTRODUCCIÓN .....	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	42
6. RESULTADOS.....	85
7. DISCUSIÓN .....	128
8. CONCLUSIONES .....	145
9. RECOMENDACIONES .....	146
10. BIBLIOGRAFÍA .....	147
11. ANEXOS .....	158
INDICE .....	164