



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

**“ELABORACIÓN DE COMPOST MEDIANTE EL MÉTODO
TAKAKURA Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE SU RIQUEZA
NUTRICIONAL CON COMPOST TRADICIONAL EN EL
RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN YANTZAZA,
PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”.**

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

AUTORA:

Johanna Marivel Márquez Carrión

DIRECTOR:

Ing. Osmani Eduardo López Celi Mg. Sc.,

ZAMORA – ECUADOR

2016

CERTIFICACIÓN

Ing. Osmani Eduardo López Celi, Mg. Sc.

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

CERTIFICO:

Que el presente trabajo de titulación denominado: **"ELABORACIÓN DE COMPOST MEDIANTE EL MÉTODO TAKAKURA Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE SU RIQUEZA NUTRICIONAL CON COMPOST TRADICIONAL EN EL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE"**., desarrollado por la señorita Johanna Marivel Márquez Carrión, 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, 07 de Noviembre del 2016

Atentamente,



Ing. Osmani Eduardo López Celi, Mg. Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN


AUTORÍA

Yo, **Johanna Marivel Márquez Carrión**, declaro ser autora 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 Tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

AUTORA: Johanna Marivel Márquez Carrión

FIRMA: _____



CÉDULA: 1900491000

FECHA: Loja, 13 de Diciembre 2016

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

Yo, **JOHANNA MARIVEL MÁRQUEZ CARRIÓN**, declaro ser autora de la Tesis titulada "ELABORACIÓN DE COMPOST MEDIANTE EL MÉTODO TAKAKURA Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE SU RIQUEZA NUTRICIONAL CON COMPOST TRADICIONAL EN EL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE", como requisito para optar por el grado de: INGENIERA 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 trece días del mes de Diciembre del dos mil dieciséis, firma el autor:

FIRMA: _____ 

AUTORA: Johanna Marivel Márquez Carrión

CEDULA: 1900491000

DIRECCIÓN: Zamora, Barrio 10 de Noviembre, Calles José Luis Tamayo y Diego de Vaca.

CORREO ELECTRONICO: tesorito3011@hotmail.com

CELULAR: 0984814813

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Ing. Osmani Eduardo López Celi Mg. Sc.

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Galo Enrique Ramos Mg. Sc. (Presidente)

Ing. Fausto Ramiro García Vasco Mg. Sc. (Vocal)

Ing. Hilter Farley Figueroa Saavedra Mg. Sc. (Vocal)

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, que con su bendición ha sabido mantenerme firme para este proyecto, brindándome cada día el apoyo de mi familia y sobre todo la salud para cumplir mis objetivos.

A mis padres Amada Carrión y Rodrigo Márquez por su apoyo incondicional, a mi hija por ser una motivación para cumplir mi objetivo, al Ing. Osmani Eduardo López Celi, que con su tutoría y ayuda no podría culminar mis propósitos.

A mis amigos más cercanos que de alguna u otra manera supieron poner su granito de arena.

Johanna Márquez

AGRADECIMIENTO

Principalmente agradezco a Dios que por medio de sus bendiciones ha hecho posible que siga adelante.

Expreso mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, en particular a la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente por brindarme enseñanzas y darme la oportunidad de formarme como profesional.

A los docentes catedráticos de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente por impartir en mí, sus conocimientos, formándome y guiándome durante el transcurso de mi preparación. De manera especial agradezco a mi Director de Tesis Ing. Osmani Eduardo López Celi del cual admiro su personalidad y reconozco su buena formación, que día a día estuvo en pie para guiarme para mi formación.

El agradecimiento infinito a mis padres e hija por ser el principal apoyo y motivación para mi superación personal.

Johanna Márquez

1 TITULO

“ELABORACIÓN DE COMPOST MEDIANTE EL MÉTODO TAKAKURA Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE SU RIQUEZA NUTRICIONAL CON COMPOST TRADICIONAL, EN EL CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE”

2 RESUMEN

La elaboración de abonos orgánicos sólidos, entre ellos el compost son de fundamental importancia para el mejoramiento de la fertilidad de los suelos.

Uno de los inconvenientes en su proceso de elaboración, constituye el tiempo para la descomposición del mismo, así como también el desconocimiento de la riqueza nutricional que posibilite utilizar el mismo en función de los requerimientos de los cultivos.

El presente proyecto, está planteado con la finalidad de realizar un proceso de comparación en términos de tiempo, riqueza nutricional y costo del abono compost elaborado de manera tradicional mediante el método takakura. El abono tradicional se elaboró en un tiempo de tres meses, mientras que el método takakura se realizó en 15 días.

En lo que tiene que ver a riqueza nutricional, uno de los parámetros de mayor importancia es la materia orgánica, obteniendo el método takakura un 46,87 % al igual que el nitrógeno con 49,87 %, presentando mejores resultados que el compost.

En cuanto a costo, de acuerdo a los resultados obtenidos, el método tradicional obtuvo menor costo de producción.

En base a los resultados alcanzados, se recomienda elaborar el compost mediante el método takakura, dado su elaboración en menor tiempo, riqueza nutricional de mayor calidad y menor costo de producción por saco.

2.1 SUMMARY

The preparation of solid organic fertilizers, including compost are of fundamental importance for the improvement of soil fertility.

One of them inconvenient in its process of development, is the time for the decomposition of the same, as well as also the ignorance of its wealth nutritional that enable use the same depending on their requirements of their crops.

This project is proposed in order to carry out a process of comparison in terms of time, nutritional wealth and cost of manure compost produced in traditional way using the takakura method. The traditional fertilizer was developed in a period of three months, while the takakura method is carried out in 15 days.

In what has that view to wealth nutritional, one of their parameters of greater importance is the matter organic, obtaining the method takakura a 46,87% similar to the nitrogen with 49.87%, presenting best results than the compost.

With regard to cost, according to the results obtained, the method takakura won lower cost of production.

Based on the results achieved, it is recommended to produce compost method traditional, given its production in less time, nutritional richness of higher quality and lower cost of production per bag.

3 INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes inconvenientes que se origina en la preparación de compost constituye el tiempo que tarda su maduración, así como también el desconocimiento de costos para la producción bajo alternativas que pudiesen acortar tiempo en su elaboración.

La importancia de esta investigación radica en reducir los tiempos para elaborar abonos orgánicos, lo cual contribuiría a mejorar su rentabilidad y disponibilidad para el mejoramiento de suelos.

Esta propuesta será de gran importancia ya que brindará información de la riqueza nutricional de los abonos a elaborar. Este aspecto es de importancia ya que por lo general estos procesos de incorporación de abono a los suelos se lo realizan de manera empírica.

Debido a la producción de productos y generación de residuos orgánicos que existe en el Cantón Yantzaza se implementa una propuesta, en utilizar estos residuos para la elaboración del compost por el método Tradicional y Takakura, que a su vez reducirá los tiempos para fertilizar suelos.

El presente proyecto cumplió los siguientes objetivos.

Objetivo General

Contribuir al tratamiento de desechos orgánicos en el relleno sanitario del Cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe, mediante la aplicación de un método rápido de producción de compost.

Objetivos específicos

- Elaborar compost mediante los métodos takakura y tradicional en el relleno sanitario del cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.
- Comparar la riqueza nutricional entre el compost elaborado mediante los métodos takakura y tradicional en el relleno sanitario del cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.

4 REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 El Suelo: Conceptualización, problemática e indicadores de calidad de salud del suelo.

4.1.1 Conceptualización

El suelo constituye un recurso escaso y casi no renovable, por lo que debe gestionarse con sumo cuidado a fin de garantizar la soberanía alimentaria, evitar riesgos de contaminación de aguas freáticas y en definitiva velar por la calidad de la salud pública. (Ministerio del Ambiente, 2012, p.11)

En la normativa legal vigente establecida por la Autoridad Ambiental Nacional, en el Acuerdo Ministerial 028, se considera el suelo como la capa superior de la corteza terrestre, situada entre el lecho rocoso y la superficie, compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos y que constituye la interfaz entre la tierra, el aire y el agua, lo que le confiere capacidad de desempeñar tanto funciones naturales como de uso. (MAE, 2015, p. 13)

4.1.2 Problemas que atentan a la sustentabilidad del suelo

4.1.2.1 Los agroquímicos como fuente de degradación de los suelos.

Para la Comunidad Andina, (2011), “la salud de los individuos y las comunidades no puede ser separada de la salud de los ecosistemas, pues suelos saludables producen cultivos saludables que fomentan la salud de los animales y las personas”. (p.6)

Los plaguicidas están diseñados para matar, reducir o repeler los insectos, hierbas, roedores, hongos y otros organismos que puedan amenazar la salud

pública y las economías de las naciones. Cuando estos productos químicos se manejan o depositan inadecuadamente pueden afectar la salud humana. (Childhood, 2004)

Debido a los agroquímicos perecen muchas especies de microbios, de bacterias fijadoras de nitrógeno del aire (78% del aire es nitrógeno), de hongos micorrizas que asociados a las plantas, multiplican en 200 veces la absorción de nutrientes de la raíz. Al suelo muerto debe regársele (a costo mínimo), caldos de microbios conseguidos en los suelos vivos. Sin microbios sería imposible la vida en el planeta. (Forero, 2014, p 5)

4.1.3 Indicadores para evaluar la salud del suelo.

FAO (2015), establece que:

La medición de la calidad del suelo es un ejercicio de identificación de las propiedades del suelo que son sensibles al manejo, que se afectan o se correlacionan con los resultados ambientales, y son capaces de ser medidos con precisión dentro de ciertas limitaciones técnicas y económicas. Existen tres categorías principales de indicadores del suelo: químicas, físicas y biológicas. El carbono en el suelo, trasciende las tres categorías de indicadores y tiene la influencia más ampliamente reconocida en la calidad del suelo ya que está vinculado a todas sus funciones.

4.1.4 Propiedades Físicas del Suelo

Las propiedades físicas del suelo pueden ser alteradas por el hombre o los animales, mediante la labranza o por el pisoteo del ganado. Estas propiedades

permiten el transporte del aire, del calor, del agua y de sustancias solubles en el suelo. (Árias, 2007, p.49)

4.1.4.1 Estructura del Suelo

Estructura se refiere a como se aglomeran o a la “reunión” de arena, limo y arcilla en terrones secundarios mayores. Si se toma un puñado de tierra, es aparente la buena estructura cuando se deshace fácilmente en la mano. Esta es una indicación de que las partículas de arena, limo y arcilla están reunidas en gránulos o migajas grandes.

Tanto la textura como la estructura determinan el espacio de poros para la circulación de aire y agua, resistencia a la erosión, soltura, facilidad para ararse y penetración de las raíces. Aunque la estructura está relacionada a los minerales en el suelo y no cambia con las actividades agrícolas, la estructura se puede mejorar o destruir fácilmente con la selección y duración de prácticas agrícolas. (Sullivan, 2007)

4.1.4.2 La Textura del Suelo

La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades.

El triángulo de textura de suelos según la FAO se usa como una herramienta para clasificar la textura. Partículas del suelo que superan tamaño de 2.0 mm se definen como piedra y grava y también se incluyen en la clase de textura. Por

ejemplo, un suelo arenoso con 20 % de grava se clasifica como franco arenoso con presencia de gravas. Cuando predominan componentes orgánicos se forman suelos orgánicos en vez de minerales. (FAO, 2015)

4.1.4.3 Color del Suelo

El color del suelo depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de minerales presentes. Se puede evaluar como una medida indirecta ciertas propiedades del suelo. Se usa para distinguir las secuencias en un perfil del suelo, determinar el origen de materia parental, presencia de materia orgánica, estado de drenaje y la presencia de sales y carbonato. (J., 2002)

4.1.4.4 Consistencia del Suelo

La consistencia es la propiedad que define la resistencia del suelo a la deformación o ruptura que pueden aplicar sobre él. Según su contenido de humedad la consistencia del suelo puede ser dura, muy dura y suave. Se mide mediante tres niveles de humedad; aire-seco, húmedo y mojado. Para la construcción sobre él se requiere medidas más precisas de resistencia del suelo antes de la obra. (Rucks et al., 2004)

4.1.4.5 Porosidad del Suelo

El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse. Los

macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas. (Cecilia Cerisola et al., 2005)

4.1.4.6 Densidad del Suelo

Mediante la determinación de la densidad se puede obtener la porosidad total del suelo. Se refiere al peso por volumen del suelo. Existen dos tipos de densidad, real y aparente. La densidad real, de las partículas densas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65. Una densidad aparente alta indica un suelo compacto o tenor elevado de partículas granulares como la arena. Una densidad aparente baja no indica necesariamente un ambiente favorecido para el crecimiento de las plantas. (Cecilia Cerisola et al., 2005)

4.1.4.7 Movimiento del agua en el suelo

El agua fluye en el suelo debido a varios tipos de fuerzas como de gravedad, ascenso capilar y osmosis. Entre fuerzas de succión 0 y 1/3 bar el agua fluye en el suelo por las fuerzas de gravedad, este fenómeno se nombra por flujo saturado. Fuerzas de succión más elevadas se nombran flujos no saturados. Los flujos de agua se pueden medir en campo mediante la Conductividad Hidráulica. Se puede obtener información fundamental en la circulación del agua en el suelo mediante la descripción de suelos de las clases de drenaje y sus características asociadas (propiedades gléyicas y stágnicas). (Torrán, 2007)

4.1.5 Propiedades químicas del Suelo

4.1.5.1 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 1. Interpretación de los principales nutrientes del suelo para el Sur del Ecuador.

| Nutriente | Unid. de expresión | Bajo Mínimo | Medio Optimo | Alto Máximo |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|----------------|
| M.O. | % | 2 – 4 | 4.1 – 6 | 6.1 – 8 |
| N | Ppm | 20 – 40 | 40.1 – 60 | 60.1 – 80 |
| P ₂ O ₅ | Ppm | 10 – 20 | 20.1- 30 | 30.1 – 40 |
| K ₂ 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 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es una medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los minerales y componentes orgánicos del suelo (arcilla, materia orgánica o sustancias húmicas) y representa la cantidad de cationes que las superficies pueden retener (Ca, Mg, Na, K, NH₄ etc.). Estos serán intercambiados por otros cationes o iones de hidrogeno presentes en la solución del suelo y liberados por las raíces. El nivel de CIC indica

la habilidad de suelos a retener cationes, disponibilidad y cantidad de nutrientes a la planta, su pH potencial entre otras. Un suelo con bajo CIC indica baja habilidad de retener nutrientes, arenoso o pobre en materia orgánica. La unidad de medición de CIC es en centimoles de carga por kg de suelo cmolc/kg o meq/ 100g de suelo. (FAO, 2015)

4.1.5.3 El pH del Suelo

Los líquidos o fluidos tienen en consideración la cantidad de hidrógeno libre existente en una solución, dependiendo de una determinada situación química, teniendo esto en cuenta existe acidez, neutralidad o alcalinidad. La reacción química del suelo se expresa en valores pH, es decir el volumen de iones de hidrógeno no neutralizados que contiene. El valor neutro (sin reacción) es 7; por su parte, un suelo cuyo pH este por encima de 7 tendrá una reacción alcalina, si por el contrario es inferior a 7 será acida. (Guijarro, et al, 2002, p39)

El valor del pH en el suelo oscila entre 3,5 (muy ácido) a 9,5 (muy alcalino). Los suelos muy ácidos (<5,5) tienden presentar cantidades elevadas y tóxicas de aluminio y manganeso. Los suelos muy alcalinos (>8,5) tienden a dispersarse. La actividad de los organismos del suelo es inhibida en suelos muy ácidos y para los cultivos agrícolas el valor del pH ideal se encuentra en 6,5. (FAO, 2016)

4.1.5.4 Porcentaje de Saturación de Bases

En el suelo se encuentran los cationes ácidos (hidrógeno y aluminio) y los cationes básicos (calcio, magnesio, potasio y sodio). La fracción de los cationes básicos que ocupan posiciones en los coloides del suelo se refiere al porcentaje de saturación de bases. Cuando el pH del suelo indica 7 (estado neutral) su

saturación de bases llega a un 100 por ciento y significa que no se encuentran iones de hidrógeno en los coloides. La saturación de bases se relaciona con el pH del suelo. Se utiliza únicamente para calcular la cantidad de limo requerida en un suelo ácido para neutralizarlo. (Maloka, s. f)

4.1.5.5 Nutrientes para las Plantas

La cantidad de nutrientes presente en el suelo determina su potencial para alimentar organismos vivos. Los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas se suelen clasificar entre macro y micro nutrientes dependiendo de su requerimiento para el desarrollo de las plantas. Los macronutrientes se requieren en grandes cantidades e incluyen Carbono(C), Hidrógeno (H), Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre(S). Los micronutrientes por otro lado se requieren en pequeñas, su insuficiencia puede dar lugar a carencia y su exceso a toxicidad, se refieren a Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeseo (Mn), Boro (B), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo), Cloro (Cl). (FAO, 2015).

4.1.5.6 Carbono Orgánico del Suelo

La vegetación fija el carbono de la atmósfera por fotosíntesis transportándolo a materia viva y muerta de las plantas. Los organismos del suelo descomponen esta materia transformándola a Materia Orgánica del Suelo (MOS). El carbono se libera de la biomasa para la MOS, en organismos vivos por un cierto tiempo o se vuelve a emitir para la atmósfera por respiración de los organismos (organismos del suelo y raíces) en forma de dióxido de carbono, CO₂, o metano CH₄, en condiciones de encharcamiento en el suelo. La MOS se encuentra en diferentes grados de descomposición y se distingue en distintas fracciones como lábiles

(compuestas de hidratos de carbono, ligninas, proteínas, taninos, ácidos grasos) o fracciones húmicas (ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas). Las fracciones lábiles resultan más rápidas en digerir para los microorganismos resultando en respiración de carbono y plazo de permanencia más corto en el suelo. Las fracciones húmicas se encapsulan en los agregados del suelo y son más difíciles para acceder. Además, su composición es más estable con químicos más complejos de descomponer y permanecen por periodos muy largos en el suelo. El Carbono Orgánico del Suelo (COS) mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la Capacidad de Intercambio Catiónico, la retención de humedad y contribuye con estabilidad de suelos arcillosos al ayudar a aglutinar las partículas para formar agregados. La MOS está compuesta en mayoría de carbono, tiene una capacidad de retener una gran proporción de nutrientes, cationes y oligoelementos esenciales para el crecimiento de las plantas. Gracias a la MOS la lixiviación de nutrientes se inhibe y es integral a los ácidos orgánicos que disponibilizan los minerales para las plantas y regulador del pH del suelo. Se reconoce globalmente que el tenor de carbono orgánico en el suelo sea un factor fundamental para la salud del suelo, forma parte fundamental del Ciclo de Carbono y tiene gran importancia en la mitigación a los efectos del cambio climático (Cecilia Cerisola, 2005)

4.1.5.7 Nitrógeno del Suelo

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 T, et al., 2000, p. 08).

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 nutrimentos, que al no estar presentes en el suelo en forma disponible, provocan deficiencia de estos nutrimentos.

Al poseer un desarrollo aéreo exagerado, hace más susceptible a la planta a las condiciones meteorológicas (helada, sequia, viento), enfermedades criptogámicas (esporas de hongos) y ataque de insectos.

Una deficiencia de nitrógeno produce una vegetación raquílica, 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.

4.1.5.8 La salinización del suelo

Se refiere a la acumulación de sales solubles en agua en el suelo. Las sales que se pueden encontrar en un nivel freático salino se transportan con el agua a la superficies del suelo mediante ascenso capilar y una vez que el agua se evapora se acumulan en la superficie del suelo. La salinización suele ocurrir con manejo de riego inapropiado sin tomar en consideración el drenaje e lixiviación de las sales por fuera de los suelos. Las sales también se pueden acumular

naturalmente o por la intrusión de agua marina. La salinización elevada en el suelo lleva a la degradación de los suelos y la vegetación. Las sales más comunes se encuentran en combinaciones de los cationes de sodio, calcio, de magnesio y de potasio con los aniones de cloro, sulfato y carbonatos (Pérez, 2009)

4.1.5.9 La alcalinización del suelo

La alcalinización, o soidad del suelo, se define como el exceso de sodio intercambiable en el suelo. A medida que su concentración incrementa en el suelo empieza a reemplazar otros cationes. Los suelos sódicos se frecuentan en regiones áridas y semiáridas y se encuentran muchas veces inestables con propiedades físicas y químicas muy pobres. Debido a ello el suelo se encuentra impermeable disminuyendo la infiltración, percolación, infiltración del agua por el suelo y por último el crecimiento de las plantas (Pérez, 2009)

4.1.5.10 Contenido de carbonato de calcio en el suelo

El carbonato de calcio, CaCO_3 , es una sal poco soluble que se encuentra naturalmente en varias formas y en varios grados de concentración en el suelo. Su presencia juega un papel fundamental en la estructura del suelo si se encuentra en concentraciones moderadas. Se utiliza como enmienda para neutralizar el pH de suelos ácidos y para suministrar el nivel de Calcio (Ca) para la nutrición de las plantas. Sin embargo, puede resultar problemático si su concentración llega a exceder la capacidad de adsorción en el suelo formando complejos insolubles con otros elementos. Estos componentes son difíciles de asimilar por las plantas llevando a su acumulación. Cantidades excesivas de

calcio puede por ello restringir la disponibilidad de fósforo, boro y hierro para las plantas (Cunalata, 2012)

4.1.5.11 Contenido de Carbonato de Sodio (Yeso) en el suelo

En los suelos puede ocurrir la presencia de la acumulación secundaria de yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) extendiéndose principalmente en regiones muy áridas o donde el lavado del suelo esté restringido a causa de baja permeabilidad. Los suelos afectados por concentraciones elevadas de yeso se han desarrollado en gran mayoría en depósitos no consolidados aluviales, coluviales y eólicos de material meteorizado con alto contenido de bases. Existe una vaga vegetación natural que cubre los suelos con alto contenido de yeso, de hecho se encuentran apenas arbustos y árboles xerófilos y/o hierbas efímeras (Cunalata, 2012)

4.1.6 Propiedades Biológicas del suelo

4.1.6.1 El Ciclo del Nitrógeno

El Ciclo del nitrógeno del suelo se relaciona con la actividad microbiana y fauna del suelo como las lombrices, nematodos, protozoarios, hongos, bacterias y artrópodos. La biología del suelo juega un papel fundamental en la composición del suelo y sus características. Sin embargo, al ser una ciencia recién descubierta permanece mucho por investigar y como afecta la naturaleza de los suelos. Los organismos del suelo descomponen la materia orgánica proveniente de restos vegetales y animales liberando a su vez nutrientes para ser asimilados por las plantas. Los nutrientes que se encuentran almacenados dentro de los organismos del suelo impiden su pérdida por lixiviación. Los microorganismos del suelo mantienen la estructura mientras las lombrices remueven el suelo. Las bacterias

juegan un papel crucial para la el Ciclo del Nitrógeno mediante varios procesos:
(J., 2002)

4.1.6.2 La mineralización del nitrógeno en el suelo.

Se define como la impregnación con amoníaco o componente de amoníaco (NH_3). Un proceso donde las formas puras de nitrógeno se transforman en amonio (NH_4^+) con la ayuda de descomponedores o bacterias. Cuándo una planta o animal muere, o un animal desecha waste el nitrógeno se encuentra en forma inorgánica. Las bacterias, o en algunos casos los hongos, transforman el nitrógeno orgánico en los restos de vuelta a amonio, un proceso denominado la mineralización o amonificación. (Rucks, 2004)

4.1.6.3 La nitrificación

Incluye un proceso en que se divide en tres etapas. En la primera etapa las bacterias transforman el nitrógeno en forma de amonio (NH_4^+) por lo que pueden ser absorbidos por las raíces de las plantas. En la segunda etapa el amonio se oxida y se forma nitrito NO_2 .. En la tercera etapa mediante oxidación se forma nitrato, NO_3 . (Sullivan, 2007)

4.1.6.4 La fijación de nitrógeno

Ocurre con bacterias en el suelo o algas capaces de fijar el nitrógeno atmosférico incorporándolo a su organismo y depositado al suelo una vez muertos. Las bacterias Azobacter y clostridium se nombran como las fijadoras de nitrógeno en manera no simbiótica. Las bacterias que llevan a cabo fijación simbiótica incluye Rhizobia. Su hábitat se encuentra alrededor de las raíces

leguminosas formando nódulos en las células corticales habitadas por las bacterias. (Árias, 2007)

4.1.6.5 Desnitrificación

Devuelve el nitrógeno a la atmósfera. Las bacterias anaeróbicas *Achromobacter* and *Pseudomonas* llevan al proceso la conversión de nitratos y nitritos como óxido de nitrógeno N_2O o N molecular N_2 . En exceso el proceso tiende a conducir a pérdidas totales de nitrógeno disponible en el suelo y en consecuencia su fertilidad. (Sullivan, 2007)

4.1.6.6 El ciclo de carbono

El diagrama del ciclo de carbono ilustra el proceso donde el elemento de carbono se intercambia entre la biosfera, pedosfera, geosfera, hidrosfera y atmósfera de la Tierra. Se designa como el proceso más importante del planeta al reciclar y reutilizar el elemento más abundante del planeta. Los flujos anuales del carbono y sus intercambios entre las distintas reservas ocurren debido a los procesos químicos, físicos, geológicos y biológicos. (Rucks, 2004)

Los organismos que viven en el suelo son factores determinantes para la circulación de nutrientes y del carbono en el suelo. Una gran parte de la materia orgánica originada por la descomposición anual de los residuos vegetales se acumula en la superficie del suelo o en la zona radicular y se consume casi por completo por los organismos del suelo creando así una reserva de carbono con una rápida tasa de renovación, en muchos casos, entre 1 a 3 años. Los subproductos de este consumo microbiano resultan en emisiones de dióxido de carbono, CO_2 , y agua, H_2O , y una variedad de compuestos orgánicos

designados como humus. El humus está compuesto por sustancias difíciles de degradar y por ello resulta lenta su descomposición. Al ser formado en horizontes superficiales del suelo generalmente una parte se precipita hacia perfiles inferiores como complejos arcillo-húmicos. En los perfiles más profundos del suelo el tenor de oxígeno suele ser menor por lo que dificulta la descomposición del humus por los organismos. Pero con el tiempo, debido a varios procesos naturales que remueven el suelo el humus se vuelve a aportar hacia horizontes superiores donde se podrá descomponer y liberar más CO₂. Es por ello que el humus constituye una reserva más estable para el carbono del suelo con duración de centenas a miles de años. En la mayoría de los suelos, la descomposición del humus rápida y lenta lleva a un tiempo de residencia de alrededor de 20 a 30 años. Los microorganismos del suelo (considerando en términos de sus emisiones de respiración) disponen alta sensibilidad al contenido de carbono orgánico en el suelo tal como a la temperatura y tenor de agua por lo que aumentan la respiración en tenores elevados de carbono, temperaturas elevadas y condiciones más húmedas en el suelo (FAO, 2015, p. 67).

4.1.7 Compostaje

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 et al., 2007)

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)

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 2. *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 3. 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 D., et al., 1999. p. 65.

4.1.8 Compost Takakura

Takakura, (2011) menciona que:

En el Método de Compostaje Takakura, las sustancias orgánicas son sometidas al compostaje con los medios de cultivo de microorganismos que se adaptan al suelo y están comúnmente disponibles en el ambiente natural y sirven para eliminar los microorganismos indeseables. Sobre todo, los microorganismos fermentativos juegan un papel central en el compostaje. Debido a que los microorganismos fermentativos que se adaptan

perfectamente al compostaje existen cerca de nuestros alrededores, cualquiera puede realizar fácilmente el compostaje descubriéndolos y cultivándolos. El uso efectivo de los microorganismos fermentativos posibilita la producción de gran cantidad de compostaje en un espacio pequeño y en un período corto de tiempo.

Además, el método es seguro y económico debido a que sólo se requieren materiales disponibles inmediatamente.

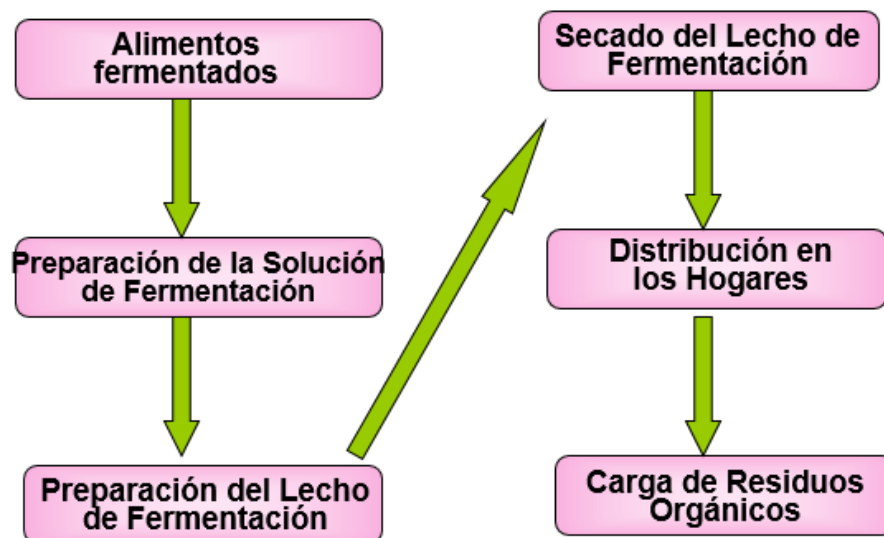


Figura 1. Representación teórica desde la solución de fermentación hasta el lecho de fermentación

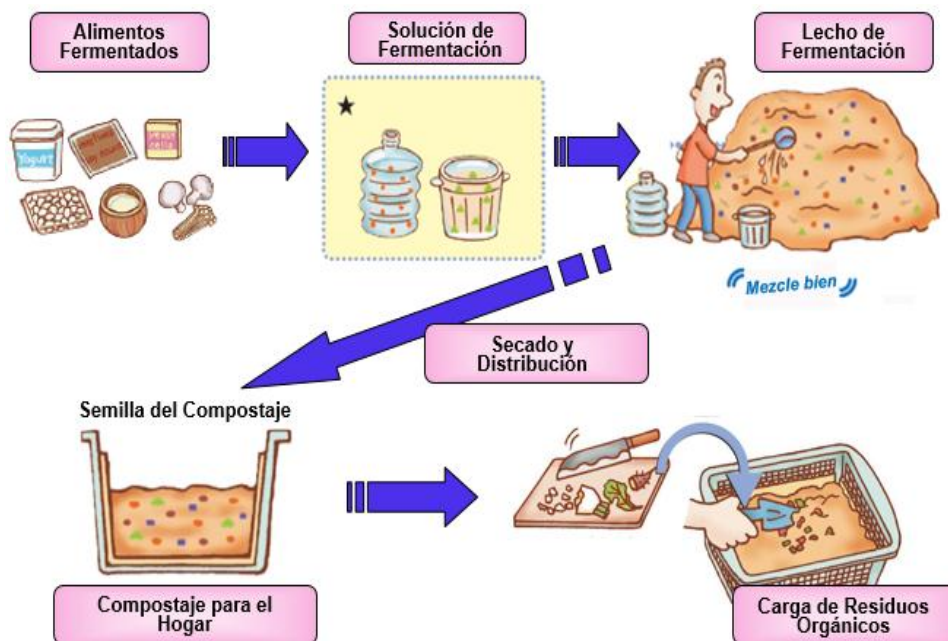


Figura 2. Representación de la solución de fermentación hasta el Lecho de Fermentación

4.1.8.1 Microorganismos fermentativos.

Salvo que sea tratado apropiadamente, los residuos orgánicos sufren fácilmente la putrefacción. Una forma de prevenir la putrefacción es mediante la aplicación de gran cantidad de microorganismos fermentativos e inducir el proceso de fermentación deseado. Cuando la cantidad de microorganismos fermentativos es mayor que la de la putrefacción, se produce la transición hacia la etapa de una buena fermentación. En cambio, las sustancias orgánicas se pudren y emiten un olor ofensivo cuando la cantidad de microorganismos fermentativos es menor que la de la putrefacción. En otras palabras, ambos microorganismos luchan por su propia supervivencia compitiendo mutuamente. Para estimular la fermentación de ambos microorganismos en este forcejeo por la supervivencia, debe ser preparada plenamente y aplicada desde la etapa inicial del compostaje. Para el compostaje no se requieren microorganismos fermentativos especiales,

salvo aquellos que existen en nuestra vida diaria, los cuales se denominan Microorganismos Nativos (NM). (Takakura, 2011)

4.1.8.1.1 Obtención de microorganismos fermentativos.

Takakura, (2011) menciona que:

Los microorganismos fermentativos de buena calidad existen en las siguientes sustancias (o lugares) y la recolección de los mismos desde varias fuentes intensifica la efectividad.

- Alimentos fermentados: Yogurt, soja fermentada, salsa de soja no refinada, vino local, hongos, células de levadura, etc.
- Tierra vegetal: La tierra vegetal recolectada en la naturaleza es más efectiva que los comercialmente disponibles. También la tierra vegetal que se disgrega en contacto con el suelo brinda mejores resultados.
- Campos de cultivo orgánico: Asegúrese de obtener el consentimiento del propietario antes de tomar la tierra.
- Otros materiales naturales: Afrecho de arroz, cascarilla de arroz, paja, pasto, árboles podridos, etc.

4.1.9 Abonos Orgánicos

Los abonos de origen son los que se obtienen de la degradación y mineralización de materiales orgánicos (estiércoles, desechos de la cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) que se utilizan en suelos agrícolas con el propósito de activar e incrementar la actividad microbiana de la tierra, el abono es rico en materia orgánica, energía y microorganismos, pero bajo en elementos inorgánicos. (Soto, 2003)

4.1.9.1 Propiedades de los abonos orgánicos.

4.1.9.1.1 Propiedades físicas.

El abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes. También mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a menorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento.

4.1.9.1.2 Propiedades químicas.

Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad. (Mosquera, 2010)

4.1.9.1.3 Propiedades biológicas.

Mosquera, (2010), menciona:

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

También producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo.

4.1.9.1.4 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. (Gnadería, 2001)

4.2 Marco legal favorable para la remediación de suelos en el Ecuador.

4.2.1 Constitución de la República del Ecuador

Según la constitución de la República de Ecuador 2008 menciona que:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país,

la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008, p. 24)

Según los derechos de la naturaleza del capítulo siete de los artículos siguientes menciona que:

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observaran los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema. (p. 52)

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. (p. 52)

Según la Soberanía Alimentaria del capítulo tercero menciona que:

Art. 281.- La soberanía alimentaria constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiado de forma permanente. Para ello, será responsabilidad del Estado:

1. Impulsar la producción, transformación agroalimentaria y pesquera de las pequeñas y medianas unidades de producción, comunitarias y de la economías social y solidaria.

3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.

5. Establecer mecanismos preferenciales de financiamiento para los pequeños y medianos productores y productoras, facilitándoles la adquisición de medios de producción.

6. Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.

7. Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable.

8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria.

9. Regular bajo normas de bioseguridad el uso y desarrollo de biotecnología, así como su experimentación, uso y comercialización.

13. Prevenir y proteger a la población del consumo de alimentos contaminados o que pongan en riesgo su salud o que la ciencia tenga incertidumbre sobre sus efectos. (p. 138)

Según la sección quinta sobre el suelo menciona que:

Art. 410.- El estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promueven la soberanía alimentaria. (p. 181)

Según el capítulo segundo de “Biodiversidad y recursos naturales en su sección primera de Naturaleza y Ambiente sobresale el artículo 395 menciona que la Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

“1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras” (p. 177).

4.2.2 Acuerdo Ministerial n° 028

4.2.2.1 Ley de la Gestión Ambiental.

El (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015) en sus siguientes literales menciona que:

4.2.2.1.1 Normas de aplicación general.

Para la prevención y control de la contaminación del suelo se establece el siguiente criterio:

Utilizar sistemas de agricultura que no degraden, contaminen o desequilibren el sistema del área geográfica en que se desenvuelven; esto incluye el uso racional y técnico de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas.

En aquellos suelos que presentan 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. (p. 113)

4.2.2.1.2 De las actividades que degradan la calidad del suelo.

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 u otros, tomarán todas las 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 y biológicos a los suelos. (p. 114)

4.2.2.1.3 Criterios de Calidad del Suelo y criterios de Remediación.

El Ministerio del Ambiente del Ecuador, (2015) en el Acuerdo Ministerial N°028 menciona que:

Los criterios de calidad del suelo son valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante presente en el suelo. Los valores de fondo se refieren a los niveles ambientales representativos para un contaminante en el suelo. Estos resultados pueden ser el resultado de la evolución natural de área, a partir de sus características geológicas, sin influencia de actividades antropogénicas. Los criterios de calidad del suelo constan en la tabla 1. (p. 115)

Tabla 4. *Criterios de calidad de Suelo.*

| Parámetro | Unidades (Concentración en peso seco de suelo) | Valor |
|--|--|-------|
| Parámetros Generales | | |
| Conductividad | uS/m | 200 |
| Ph | | 6 a 8 |
| Relación de adsorción de Sodio (índice SAR) | | 4' |

Fuente: Ministerio del Ambiente. Acuerdo Ministerial N°028. 2015. Ec. Tabla1

4.2.2.1.4 Criterios de Remediación o restauración del suelo.

El Ministerio del Ambiente del Ecuador, (2015) en el Acuerdo Ministerial N°028 menciona que:

Los criterios de Remediación o Restauración del suelo establecen de acuerdo al uso que del suelo, tienen el propósito de establecer los niveles máximos de concentración de contaminantes en un suelo luego de un proceso de remediación, y son presentados en la tabla 2. (p. 117)

Tabla 5. *Criterios de Remediación (Valores Máximos Permitidos)*

| SUSTANCIA | Unidades | USO DEL SUELO | | | |
|----------------------|----------|---------------|-----------|------------|----------|
| | | Residencial | Comercial | Industrial | Agrícola |
| Parámetros Generales | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Conductividad | uS/mm | 200 | 400 | 400 | 200 |
| Ph | - | 6 a 8 | 6 a 8 | 6 a 8 | 6 a 8 |
| Pesticidas Organoclorados | | | | | |
| DDT | mg/Kg | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Endosulfan I | mg/Kg | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

Fuente: Ministerio del Ambiente. Acuerdo Ministerial N° 028. 2015 Ec. Tabla 2

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales de campo

- GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Cámara
- Pala de mano
- Carretilla
- Guantes
- Mascarilla
- Barreta
- Machete
- Flexómetro
- Plástico
- Balanza quintalera
- Balde de plástico
- Tanques (200 lt)

5.1.2 Materiales de oficina

- Laptop
- Hoja de custodia
- Etiquetas
- Libreta de apuntes
- Esfero

- Calculadora
- Internet

5.2 Área de estudio

5.2.1 Ubicación política

Esta investigación se desarrolló dentro del área del relleno sanitario que se encuentra ubicado en el barrio Chimbutza de la parroquia Yantzaza, a una distancia de 2 km del sector urbano del Cantón Yantzaza, en la provincia de Zamora Chinchipe. (Suqui, 2014)

5.2.2 Ubicación geográfica

El sitio donde se encuentra el relleno sanitario está cerca de la vía troncal amazónica, a 730 metros en línea recta y tiene un área total de 4.8 has.

El área dónde se realizó la investigación se encuentra ubicada en las coordenadas UTM: 0750089; 9582806, a una altura de 874 msnm. (Suqui, 2014)

5.2.3 Aspectos biofísicos y climáticos.

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

5.2.3.1 Hidrología.

El sector donde está ubicado en el relleno sanitario, se encuentra cerca de la quebrada Chimbutza que desemboca al río Zamora y particularmente el sitio se encuentra rodeado en cierta parte por un estéreo, Suqui, (2014).

5.2.3.2 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.

5.2.3.3 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 pendiente 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.

5.2.3.4 Temperatura.

El cantón Yantzaza tiene una temperatura promedio anual de 23.2 °C, los meses de mayor temperatura están comprendidos entre los meses de septiembre y diciembre; y los meses de menor temperatura están comprendidos entre febrero y mayo. (M., 2013)

5.2.3.5 Clima.

En cuanto al clima, el cantón Yantzaza posee un clima húmedo subtropical, lo que permite tener una adversidad 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.

5.2.3.6 Altitud.

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

5.3 Tipo de investigación

Este tipo de investigación tiene un enfoque experimental dónde se manipulan variables de estudio, con el fin de controlar cualquier tipo de alteraciones que se presenten dentro del experimento.

5.3.1 Hipótesis de investigación:

La calidad del compost, elaborado mediante los métodos Tradicional y Takakura, dependerá de la riqueza nutricional de los mismos.

5.3.1.1 Variables en estudio:

Dependiente: La calidad del compost Tradicional y Takakura.

Independiente: La riqueza nutricional que presenten los compost elaborados.

5.4 Metodología para elaborar compost mediante los métodos Takakura y Tradicional en el relleno sanitario del cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.

5.4.1 Selección del área de estudio

Para la determinación del escenario, conjuntamente con los responsables del relleno sanitario del cantón Yantzaza, se seleccionó el lugar más apropiado para la implementación del ensayo. Este lugar brindó las condiciones óptimas para que cada uno de los tratamientos y repeticiones implementadas no sufran ninguna afectación a los resultados de la investigación.



Fotografía 1. Selección del escenario

5.4.2 Diseño de la investigación a nivel de campo.

Para el desarrollo de la investigación a nivel de campo, se implementaron dos tratamientos con tres repeticiones. Para ello se elaboró tres pilas de compost tradicional y takakura, los materiales que se utilizó fueron obtenidos en el medio para mayor facilidad y economía.

Durante todo el desarrollo de la investigación se utilizó el equipo necesario para mayor seguridad de posibles incidentes.

5.4.2.1 *Diseño experimental*

Diseño de la investigación a nivel de campo

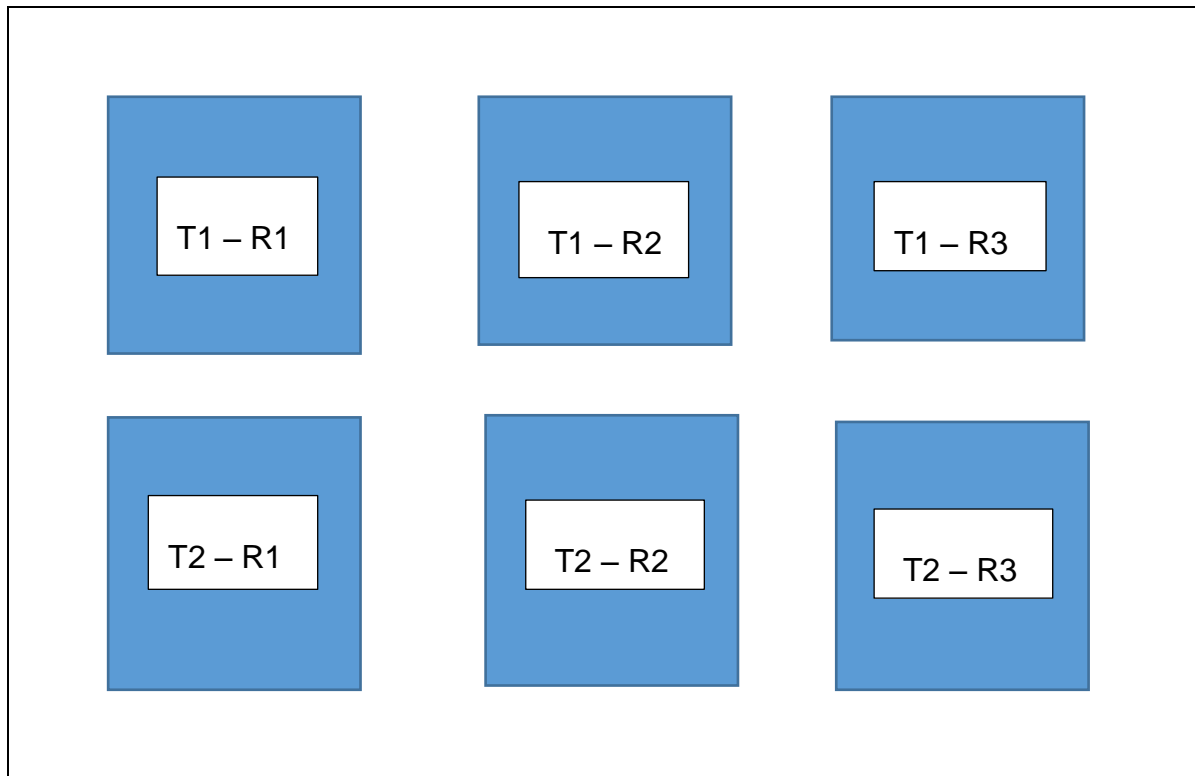


Figura 3. *Diseño de las unidades experimentales*

5.4.3 Implementación de tratamientos

5.4.3.1 *Tratamiento 1: Elaboración del compost tradicional*

El primer tratamiento se basó en elaborar el compost tradicional durante una fase de campo de 3 meses con 3 repeticiones por la cual se detalla su preparación:

5.4.3.2 Preparación del compost tradicional

Para la elaboración del compost tradicional, se analizó la cantidad aproximada de materiales y este a su vez fueron obtenidos de procesos productivos cercanos al sitio como se detalla a continuación:

Cuadro 1. *Materiales para la elaboración del compost tradicional*

| CANTIDAD | MATERIAL | FUNCIÓN |
|-----------------|--|---|
| 154.25 kg | Desechos vegetales (verdes y secos) | Contiene material de carbono |
| 123.22 kg | Desechos de animales: estiércol de finca (bovino) | Principal fuente de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, etc. |
| 0.6 kg | Cal agrícola | Contiene carbonato de calcio |
| 64.83 kg | Tierra de bosque (tierra negra) | Homogeneidad física al abono, contiene minerales y distribuye la humedad |
| 0,6 kg | Roca fosfórica | Fuente de materia mineral (contiene fósforo) |
| 3 galones | Melaza | Principal fuente de energía para la fermentación y favorece la multiplicación de la actividad microbiológica. |
| 60 lt | Agua | Homogeniza todos los ingredientes. |

| Herramientas | | |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 2 | palas | Distribuir el material |
| 2 | machetes | Picado de los materiales |
| 1 | Barreta | Distribuir el material |
| 1 | Carretilla | Transportar el material |
| 1 | Balde de plástico | Mezclar con agua |
| 1 | Termómetro | Medir temperatura |
| 1 | Guantes, botas y mascarilla | EPP |

Fuente: Adaptado por la autora en base a la propuesta de *Suquilanda, 2016*

Procedimiento:

Para la elaboración de la pila se procedió a colocar varias capas de materiales de acuerdo a la metodología propuesta por Suquilanda (2016), de la siguiente manera:

1. Se colocó una primera capa de desechos vegetales de 1.50 m por 1 m y por 0.25 m de altura, equivalente a 0.375 m³, con un peso de 85.22 kg.
2. Luego se colocó una fina capa de 0.01 m de roca fosfórica.
3. Luego, se colocó una capa de estiércol de 1.50 m por 1 m y por 0.10 m de altura, equivalente a 0.15 m³, con un peso de 68 kg.
4. Luego se roció una fina capa de 0.01 m de roca fosfórica.



5. Seguidamente, se colocó una capa de tierra negra de 1.50 m por 1 m y por 0.025 m de altura, equivalente a 0.0375 m³, con un peso de 37.5 Kg.
6. Luego se roció una fina capa de 0.01 m de roca fosfórica.
7. Luego se roció una fina capa de 0.01 m de cal agrícola.
8. Se colocó un aireador de 1 pulgada para posibilitar el carácter aeróbico de la descomposición de los materiales desde la base hasta al centro del compost de la pila.

Se realiza una segunda capa de la siguiente manera:

9. Se colocó una capa de desechos vegetales de 1.35 m por 0.9 m y por 0.25 m de altura, equivalente a 0.303 m³, con un peso de 68.86 kg.
10. Luego se colocó una fina capa de 0.01 m de roca fosfórica.
11. Luego, se colocó una capa de estiércol de 1.35 m por 0.9 m y por 0.10 m de altura, equivalente a 0.121 m³, con un peso de 55 kg.
12. Luego se roció una fina capa de 0.01 m de roca fosfórica.
13. Seguidamente, se colocó una capa de tierra negra de 1.35 m por 0.9 m y por 0.025 m de altura, equivalente a 0.0303 m³, con un peso de 13.77 Kg.
14. Luego se roció una fina capa de 0.01 m de roca fosfórica.
15. Luego se roció una fina capa de 0.01 m de cal agrícola.
16. Después se regó la pila mediante una mezcla de 1 galón de melaza en 20 litros de agua.
17. Finalmente se cubrió la pila con plástico de color negro por tres semanas para aumentar la temperatura, luego se volteó el compost para la aireación del material y evitar la fermentación de tal forma que quede una mezcla uniforme, y se debe cubrir nuevamente.

18. Se realizó el seguimiento para controlar la temperatura, humedad y Ph. El control de la temperatura se la mantuvo en un inicio de 65°C – 70°C para descender a 15°C. Para el control de la humedad se procedió a dar riego con la solución de agua con melaza y voltear el compost cada 8 días para mantener un rango óptimo. Esto se lo realizó a partir de la tercera semana hasta la doceava semana.

Cuadro 2. Representación de la elaboración de compost tradicional.

| | |
|--|---|
| 1 | 2 |
|  |  |
| 3 | 4 |



5



6



7



8 y 9



10



11



12



13



14 y 15



16



17





5.4.3.3 Tratamiento 2: Elaboración del compost takakura

En este tratamiento se elaboró el compost takakura, se realizó varios métodos para poder elaborar la semilla, para ello se consiguieron los siguientes materiales como se detalla a continuación:

Cuadro 3. *Materiales para la elaboración del compost takakura.*

| AGUA DULCE (MÉTODO 1) | | AGUA SALADA (MÉTODO 2) | |
|--|----------|-----------------------------------|----------|
| Alimentos Fermentados + Agua Azucarada | | Frutas y hortalizas + Agua Salada | |
| INGREDIENTE | CANTIDAD | INGREDIENTE | CANTIDAD |
| Agua | 100 lt | Agua | 100 lt |
| Azúcar morena | 12 lb | Sal | 3 ½ lb |
| Yogurt elaborado | 2 lt | Desechos de frutas | 67 lb |
| Yogurt casero | 2 lt | Desechos de verduras | 20 lb |
| Levadura | 1 lb | | |

| | | | |
|---|-----------|-----------------|--|
| Melaza | 2 galones | | |
| PREPARACIÓN DE SEMILLA/LECHO DE FERMENTACIÓN | | | |
| INGREDIENTE | | CANTIDAD | |
| Viruta | | 400 Lb | |
| Aserrín | | 800 Lb | |
| Tierra negra | | 400 Lb | |
| Polvillo de arroz | | 100 Lb | |

5.5.3.1 Preparación de la solución de fermentación dulce

Procedimiento:

1. La solución de fermentación dulce se elaboró en un tanque de 220 litros, dónde se colocó una cantidad de 100 litros de agua.
2. Luego se colocó 12 libras de azúcar morena.
3. Después se colocó 2 litros de yogurt elaborado.
4. Seguidamente se colocó 2 litros de yogurt casero.
5. Luego, se colocó 1 libra de levadura.
6. Finalmente se colocó 4 galones de melaza, y se los mezcla a todos los ingredientes.
7. Para su sellado se cubrió la boca del recipiente con una bolsa plástica para proteger contra los insectos.
8. Se dejó la solución durante 5 días hasta que se desarrollen los microorganismos fermentativos.

5.4.3.4 Preparación de la solución de fermentación salada

1. La solución de fermentación salada se elaboró en un tanque de 220 lt colocando una cantidad de 100 litros de agua.

2. Luego se procedió a picar las 67 lb de cáscaras de frutas que se consiguió en el mercado y se las colocó en el tanque.
3. Seguidamente se colocó las hortalizas de hoja (20 lb), esto es con el fin de intensificar la fermentación
4. Después se colocó 3 ½ lb de sal y luego se los mezcla bien.
5. Si las mezclas tienen un olor/sabor dulce y agrio como el olor del alcohol el proceso resulta satisfactorio, en cambio la mezcla huele extraña y podrida cuando fracasa el proceso.
6. Finalmente se selló el recipiente con una tapa para proteger contra los insectos.
7. Se dejó la solución durante 5 días para que se desarrollen los microorganismos fermentativos.

5.4.3.5 Preparación del lecho de fermentación

1. Se elaboró una pila colocando tierra vegetal de 2 sacos de 200 lb.
2. Luego un saco de 100 libras de polvillo de arroz.
3. Seguidamente se colocó 8 sacos de aserrín de 100 libras.
4. Luego, se colocó 4 sacos de viruta de 100 libras.
5. Después se distribuyó la solución de fermentación dulce y salada por todo el lecho.
6. Luego se regó agua para humedecer la pila, dónde se ajustó un nivel de humedad de 40% - 60%.
7. Si el contenido de humedad es correcto, la mezcla se convierte en una masa sin fuga de agua al exprimirse ligeramente con la mano.
8. Luego se dejó que se fermente la mezcla.
9. Se mantuvo a una temperatura interior de 60°C – 80°C, si sobre pasa de la temperatura límite, la pila debe extenderse para poder liberar calor.

10. Luego se cubrió toda la pila con un saco grande de saquillo respirable para impedir la entrada de insectos dañinos.
11. Cuando toda la superficie queda cubierta con el moho blanco, indica que se completó la fermentación.

5.5 Metodología para comparar la riqueza nutricional entre el compost elaborado mediante los métodos takakura y tradicional en el relleno sanitario del cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.

5.5.1 Tratamientos a investigar

Los tratamientos realizados tuvieron tiempos de duración diferentes, con tres repeticiones por la cual se obtuvo 6 unidades experimentales.

T1: Compost Tradicional

T2: Compost takakura

5.5.2 Protocolo para la recolección de muestras.

En la recolección de la muestra se realizó un tipo de muestreo al azar en la cual se tomó 4 submuestras de compost tradicional y takakura de 1 kg c/u en fundas de cierre hermético ziploc y luego se mezcló las 4 submuestras.

Mediante el método del cuarteo se obtuvo una muestra compuesta representativa de 1 Kg, de la misma manera se colocó en una funda ziploc esterilizada para evitar alguna alteración.



Fotografía 2. *Recolección de las muestras y proceso del cuarteo*

Etiquetado de la muestra.

La muestra compuesta de los dos tratamientos y sus repeticiones fueron etiquetadas con la siguiente información:

- Fecha de la toma de muestra
- Código de la muestra
- Datos GPS (Coordenadas UTM)
- Cantidad en kilogramos
- Responsable
- Método de muestreo



Fotografía 3. *Etiquetado de la muestra*

5.5.2.1 Envío de la muestra al laboratorio.

Las muestras recolectadas de los dos tratamientos y sus repeticiones fueron enviadas al laboratorio de suelos y agua EEA – INIAP, Estación Experimental del Austro e Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias ubicado en el cantón Gualaceo de la provincia del Azuay.

Para determinar la riqueza nutricional de los compost realizados se analizó los siguientes parámetros físicos químicos:

- pH
- Humedad

- Materia orgánica
- Nitrógeno
- Fosforo
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- Conductividad eléctrica

5.5.2.2 Análisis de resultados de laboratorio.

La devolución de los resultados de laboratorio se efectuó después de 14 días, se procedió a comparar, analizar e interpretar los mismos con la tabla 1. Criterios de calidad del suelo del Acuerdo Ministerial N° 028 y con la tabla de información de los principales nutrimentos del suelo para el sur del Ecuador, planteado por Iñiguez, (2010).

5.5.2.3 Presentación e interpretación de resultados

En función de los resultados presentados de cada parámetro se procedió a interpretar haciendo una resolución de incidencia y costos.

Cuadro 4. Matriz del compost tradicional para representación de resultados

T1: COMPOST TRADICIONAL

| PARÁMETRO | TRATAMIENTO 1 | | CATEGORÍA | PROMEDIO |
|-----------|---------------|-------|-----------|----------|
| | Repetición | Valor | | |
| NITROGENO | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| FOSFORO | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|
| | | | | |
| POTASIO | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| CALCIO | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| MAGNESIO | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| MATERIA ORGANICA | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| HUMEDAD | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| pH | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Cuadro 5. Matriz del compost takakura para representación de resultados

T1: COMPOST TAKAKURA

| PARÁMETRO | TRATAMIENTO 2 | | CATEGORÍA | PROMEDIO |
|-----------|---------------|-------|-----------|----------|
| | Repetición | Valor | | |
| NITROGENO | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| FOSFORO | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| POTASIO | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| CALCIO | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| MAGNESIO | | | | |
| | | | | |

| | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|
| | | | | |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| MATERIA ORGANICA | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| HUMEDAD | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| pH | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Cuadro N° 6 *Matriz de análisis comparativo de resultados entre compost tradicional y takakura*

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE COMPOST TRADICIONAL Y AKAKURA

| PARÁMETRO | TRATAMIENTO 1 COMPOST TRADICIONAL | TRATAMIENTO 2 COMPOST TAKAKURA | DIFERENCIA SIGNIFICATIVA |
|----------------------------|--|---|-------------------------------------|
| NITROGENO | | | |
| FOSFORO | | | |
| POTASIO | | | |
| CALCIO | | | |
| MAGNESIO | | | |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | | | |
| MATERIA ORGANICA | | | |

| | | | |
|---------|--|--|--|
| HUMEDAD | | | |
| pH | | | |

Cuadro 7. *Matriz de análisis de la rentabilidad entre el compost tradicional y takakura.*

ANÁLISIS DE RENTABILIDAD ENTRE LOS COMPOST ELABORADOS

| TRATAMIENTO | COSTO DE PRODUCCIÓN/SACO | VENTA POR SACO | RENTABILIDAD |
|---|--------------------------|----------------|--------------|
| TRATAMIENTO 1 COMPOST TRADICIONAL | | | |
| TRATAMIENTO 2 COMPOST TAKAKURA | | | |

6 RESULTADOS

6.1 Resultados del primer objetivo

Elaborar compost mediante los métodos Takakura y Tradicional en el relleno sanitario del cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.

6.1.1 Selección del área de estudio

El lugar seleccionado para el desarrollo de la investigación fue un área la cual está destinada para el procesamiento de los derechos del relleno. La superficie es de concreto y fueron asignados aproximadamente 100 m².



Fotografía 4. *Medición del escenario*



Fotografía 5. *Trazado del escenario*

6.1.2 Diseño de la investigación a nivel de campo.

Para el desarrollo de la investigación a nivel de campo, se implementaron dos tratamientos con tres repeticiones. Para ello se elaboró tres pilas de compost tradicional y takakura, los materiales que se utilizó fueron obtenidos en el medio para mayor facilidad y economía.

Durante todo el desarrollo de la investigación se utilizó el equipo necesario para mayor seguridad de posibles incidentes.



Fotografía 6. *Diseño de la ubicación de los tratamientos 1 y 2.*

6.1.3.1.1 Preparación del compost tradicional



Fotografía 7. *Obtención de los desechos vegetales facilitados por el relleno sanitario*



Fotografía 8. *Medidas de las capas y compost elaborado*



Fotografía 9. *Pilas de compost tradicional elaboradas*



Fotografía 10. *Pesado del saco del abono tradicional*

6.1.3.2 Tratamiento 2: Elaboración del compost takakura

Este compost fue elaborado mediante la metodología propuesta del Señor Takakura y asesoramiento por parte del encargado del relleno sanitario Ing. Orlando Cobos.

6.1.3.2.1 Preparación de la solución de fermentación dulce



Fotografía 11. Colocación del azúcar y yogurt



Fotografia 12. *Yogurt casero y levadura*



Fotografia 13. *Melaza y Polvillo de arroz*



Fotografía 14. Mezcla de los ingredientes y Sellado de la solución dulce



Fotografía 15. Picado de frutas y picado de verduras



Fotografía 16. Colocación de la fruta y Ingreso de agua picada y verduras.



Fotografía 17. Sal y mezcla de Ingredientes



Fotografía 18. *Probar solución y sellado de la solución salada*

6.1.3.2.2 Preparación de lecho de fermentación



Fotografía 19. *Solución dulce fermentada y solución salada fermentada*



Fotografía 20. *Colocación de la tierra negra y viruta*



Fotografía 21. *Colocación del aserrín y polvillo de arroz*



Fotografía 22. *Ingredientes colocados y soluciones fermentadas*



Fotografía 23. *Mezclado d los materiales y pesado de sacos*

6.2 Resultados para el segundo objetivo: Comparar la riqueza nutricional entre el compost elaborado mediante los métodos takakura y tradicional en el relleno sanitario del cantón Yantzaza de la provincia de Zamora Chinchipe.

6.2.1 Tratamientos a investigar

Una vez elaborados los abonos se procede a analizar e interpretar los siguientes tratamientos detallados a continuación:

Tratamiento 1: Compost tradicional

Tratamiento 2: Compost takakura

6.2.2 Presentación e interpretación de resultados

Los resultados emitidos por AGQ Labs & Technological Services (Laboratorio y servicios tecnológicos) de la muestra suelo inicial son:

Cuadro 8. Comparaciones de resultados de los parámetros nutricionales del compost tradicional y takakura.

| T1: COMPOST TRADICIONAL | | | | | T2: COMPOST TAKAKURA | | | | |
|-------------------------|---------------|--------|------------|----------|-------------------------|---------------|--------|------------|----------|
| PARÁMETRO | TRATAMIENTO 1 | | CATEGORÍA | PROMEDIO | PARÁMETRO | TRATAMIENTO 1 | | CATEGORÍA | PROMEDIO |
| | Repetición | Valor | | | | Repetición | Valor | | |
| NITROGENO | AC 01 | 43,09 | ALTO | 44,48 | NITROGENO | AT 01 | 41,24 | ALTO | 49,87 |
| | AC 02 | 50,95 | ALTO | | | AT 02 | 57,43 | ALTO | |
| | AC 03 | 39,39 | MEDIO | | | AT 03 | 50,95 | ALTO | |
| FOSFORO | AC 01 | 587,07 | ALTO | 616,27 | FOSFORO | AT 01 | 602,31 | ALTO | 604,84 |
| | AC 02 | 556,61 | ALTO | | | AT 02 | 606,11 | ALTO | |
| | AC 03 | 705,12 | ALTO | | | AT 03 | 606,11 | ALTO | |
| POTASIO | AC 01 | 23,17 | ALTO | 22,64 | POTASIO | AT 01 | 27,67 | ALTO | 26,77 |
| | AC 02 | 17,24 | ALTO | | | AT 02 | 28,9 | ALTO | |
| | AC 03 | 27,52 | ALTO | | | AT 03 | 23,73 | ALTO | |
| CALCIO | AC 01 | 14,96 | ALTO | 15,32 | CALCIO | AT 01 | 15,41 | ALTO | 14,99 |
| | AC 02 | 16,07 | ALTO | | | AT 02 | 15,82 | ALTO | |
| | AC 03 | 14,92 | ALTO | | | AT 03 | 13,73 | ALTO | |
| MAGNESIO | AC 01 | 5,14 | ALTO | 4,80 | MAGNESIO | AT 01 | 3,43 | ALTO | 3,30 |
| | AC 02 | 3,85 | ALTO | | | AT 02 | 3,3 | ALTO | |
| | AC 03 | 5,42 | ALTO | | | AT 03 | 3,16 | ALTO | |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | AC 01 | 15,85 | MUY SALINO | 15,14 | CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | AT 01 | 14,33 | MUY SALINO | 14,12 |
| | AC 02 | 14,17 | MUY SALINO | | | AT 02 | 14,28 | MUY SALINO | |
| | AC 03 | 15,4 | MUY SALINO | | | AT 03 | 13,74 | MUY SALINO | |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|----------|-------|--|-------------------------|-------|-------|----------|-------|
| MATERIA ORGANICA | AC 01 | 31,97 | ALTO | 32,17 | | MATERIA ORGANICA | AT 01 | 48,62 | ALTO | 46,87 |
| | AC 02 | 32,17 | ALTO | | | | AT 02 | 44,95 | ALTO | |
| | AC 03 | 32,37 | ALTO | | | | AT 03 | 47,03 | ALTO | |
| HUMEDAD | AC 01 | 43,43 | | 42,82 | | HUMEDAD | AT 01 | 38 | | 36,05 |
| | AC 02 | 37,14 | | | | | AT 02 | 39,65 | | |
| | AC 03 | 47,88 | | | | | AT 03 | 30,49 | | |
| pH | AC 01 | 9,52 | ALCALINO | 9,45 | | pH | AT 01 | 10,24 | ALCALINO | 10,39 |
| | AC 02 | 8,87 | ALCALINO | | | | AT 02 | 10,49 | ALCALINO | |
| | AC 03 | 9,97 | ALCALINO | | | | AT 03 | 10,44 | ALCALINO | |

6.2.3 Resultados finales del compost tradicional y takakura

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

Cuadro 9. Resultados de los análisis comparativos entre el compost tradicional y takakura

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE COMPOST TRADICIONAL Y TAKAKURA

| PARÁMETRO | TRATAMIENTO 1 COMPOST TRADICIONAL | TRATAMIENTO 2 COMPOST TAKAKURA | DIFERENCIA SIGNIFICATIVA |
|----------------------------|--|---|-----------------------------|
| NITROGENO | 44,48 | 49,87 | 5,39 |
| FOSFORO | 616,27 | 604,84 | 1,14 |
| POTASIO | 22,64 | 26,77 | 4,13 |
| CALCIO | 15,32 | 14,99 | 0,33 |
| MAGNESIO | 4,80 | 3,30 | 1,5 |
| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | 15,14 | 14,12 | 1,02 |
| MATERIA ORGANICA | 32,17 | 46,87 | 14,7 |
| HUMEDAD | 42,82 | 36,05 | 6,77 |
| pH | 9,45 | 9,45 | 0 |

6.2.3.1 Nitrógeno.

Según los resultados de los análisis obtenidos, el compost takakura presenta un porcentaje de 49.87 ppm, seguido por el compost tradicional con un porcentaje de 44.48%.

6.2.3.2 Fósforo

En el compost tradicional el parámetro fósforo presenta un porcentaje de 616.27 ppm y el compost takakura un valor de 604.84 ppm.

6.2.3.3 Potasio

El parámetro potasio del compost takakura presenta un valor de 26.77 meq/100ml, seguido por el compost tradicional con un valor de 22.64 meq/100ml.

6.2.3.4 Calcio

El análisis del parámetro Calcio presentó un porcentaje de 15.32 ppm en el compost tradicional, en cuanto al compost takakura presento un porcentaje de 14.99 ppm.

6.2.3.5 Magnesio

El valor que presenta el parámetro magnesio es de 4.80 meq/100ml correspondiente al compost tradicional, seguido por el compost takakura con un valor de 3.30 meq/100ml que pertenece al compost takakura.

6.2.3.6 Conductividad eléctrica

El sustrato analizado presenta un mayor porcentaje de 15.14 dS/m en el compost tradicional, seguidamente del compost takakura con un porcentaje de 14.12 dS/m.

6.2.3.7 Materia orgánica (M.O).

La materia orgánica de la muestra del compost takakura presenta un porcentaje de 46.87 %, en cuanto al compost tradicional con un valor de 32.17%.

6.2.3.8 Humedad.

La humedad que presento el suelo de análisis es de 24,0%, lo que significa que presenta un contenido de humedad bajo.

6.2.3.9 Potencial de hidrogeno (pH).

El potencial de hidrógeno de suelo es de 5,19 valor inferior a lo establecido en la tabla 1. Criterios de calidad del suelo del Acuerdo Ministerial 028. Dado este resultado se concluye que es un suelo fuertemente ácido.

Cuadro 10. *Matriz de análisis de costo/producción por saco del compost tradicional y compost takakura.*

| TRATAMIENTO | COSTO DE PRODUCCIÓN/SACO |
|-----------------------------------|--------------------------|
| TRATAMIENTO 1 COMPOST TRADICIONAL | 6 |
| TRATAMIENTO 2 COMPOST TAKAKURA | 8.98 |

7 DISCUSIÓN

7.1 Nitrógeno

En lo que respecta al parámetro nitrógeno el compost tradicional presenta un resultado de 44.48 y el compost takakura con 49.87%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 5.39%. Se considera que el abono takakura presenta mejores resultados en cuanto a este parámetro, ya que el mismo se encuentra relacionado con la actividad microbiana y fauna del suelo. Las bacterias juegan un papel crucial en el Ciclo del Nitrógeno mediante varios procesos, tomando en consideración que los insumos utilizados para la elaboración de este tipo de abono, tienden a generar una mayor multiplicación de los microorganismos.

7.2 Fósforo

En lo que respecta al parámetro fósforo el compost tradicional presenta un resultado de 616.27 y el compost takakura con 604.84%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 1.14%. Se considera que el abono tradicional presenta mejores resultados ya que en sus ingredientes de elaboración se le colocó roca fosfórica, lo cual incidió en que el mismo presente mayores cantidades.

7.3 Potasio

En lo que respecta al parámetro potasio el compost tradicional presenta un resultado de 22.64 y el compost takakura con 26.77%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 4.13%. Se considera que el abono takakura presenta mejores resultados ya que como parte de sus ingredientes, se

le coloco gran cantidad de residuos de frutas, especialmente banano, considerada una fruta que posee una gran cantidad de potasio.

7.4 Calcio

En lo que respecta al parámetro calcio el compost tradicional presenta un resultado de 15.32 y el compost takakura con 14.99%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 0.33%. Se considera que el abono tradicional presenta mejores resultados en calcio, ya que entre sus ingredientes se le agredo cal agrícola.

7.5 Magnesio

En lo que respecta al parámetro magnesio el compost tradicional presenta un resultado de 4.80 y el compost takakura con 3.30%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 1.5%. Se considera que el abono tradicional presenta mejores resultados en magnesio, ya que entre sus ingredientes se agregó estiércol de bovino, el cual se constituye en una importante fuente de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, etc.

7.6 Conductividad eléctrica

En lo que respecta al parámetro conductividad eléctrica el compost tradicional presenta un resultado de 15.14 y el compost takakura con 14.12%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 1.02%. Se considera que el abono tradicional presenta mejores resultados por cuanto en su proceso de elaboración se utilizó cal y roca fosfórica.

7.7 Materia orgánica

En lo que respecta al parámetro materia orgánica el compost tradicional presenta un resultado de 32.17 y el compost takakura con 46.87%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 14.7%. Se considera que el que el abono takakura presenta mejores resultados en cuanto a materia orgánica

ya que entre sus ingredientes se agregó insumos que potencian la multiplicación de microorganismos, quienes son los encargados de procesar la materia orgánica.

7.8 Humedad

En lo que respecta al parámetro humedad el compost tradicional presenta un resultado de 42.82 y el compost takakura con 36.05%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 6.77%. Se considera el abono takakura presenta mejores resultados porque este tipo de compost requiere mayor cantidad de agua en su proceso de manejo.

7.9 pH

En lo que respecta al parámetro pH el compost tradicional presenta un resultado de 9.45 y el compost takakura con 9.45%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 0%. Es importante reducir el uso de cal con la finalidad de contar con un abono de pH neutro, que constituye de fundamental importancia en el proceso de asimilación de nutrientes por las plantas.

8 CONCLUSIONES

En lo que respecta al parámetro nitrógeno el compost tradicional presenta un resultado de 44.48 y el compost takakura con 49.87%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 5.39%.

En lo que respecta al parámetro fósforo el compost tradicional presenta un resultado de 616.27 y el compost takakura con 604.84%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 1.14%.

En lo que respecta al parámetro potasio el compost tradicional presenta un resultado de 22.64 y el compost takakura con 26.77%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 4.13%.

En lo que respecta al parámetro calcio el compost tradicional presenta un resultado de 15.32 y el compost takakura con 14.99%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 0.33%.

En lo que respecta al parámetro magnesio el compost tradicional presenta un resultado de 4.80 y el compost takakura con 3.30%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 1.5%.

En lo que respecta al parámetro conductividad eléctrica el compost tradicional presenta un resultado de 15.14 y el compost takakura con 14.12%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 1.02%.

En lo que respecta al parámetro materia orgánica el compost tradicional presenta un resultado de 32.17 y el compost takakura con 46.87%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 14.7%.

En lo que respecta al parámetro humedad el compost tradicional presenta un resultado de 42.82 y el compost takakura con 36.05%, existiendo una diferencia de mejoramiento del compost takakura con un 6.77%.

En lo que respecta al parámetro pH el compost tradicional presenta un resultado de 9.45 y el compost takakura con 9.45%.

9 RECOMENDACIONES

Desarrollar procesos de investigación probando diferentes dosificaciones de ingredientes para definir aquellos con los mejores requerimientos nutricionales.

Masificar el proceso de elaboración del compost mediante el método takakua, dado el tiempo para el mismo, su riqueza nutricional y el costo de elaboración.

Reemplazar productos elaborados por otros más económicos, fáciles de conseguir y procesar para incrementar la fermentación de microorganismos.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Árias, A. C. (2007). *Suelos tropicales* (Primera ed.). San Jose, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia. Recuperado el 14 de Noviembre de 2015, de [https://books.google.com.ec/books?id=L6TaVpWk8goC&pg=PA49&dq=caracteristicas+fisicas+quimicas+y+biologicas+del+suelo+agricola&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiJrM-c3bXJAhVL6CYKHfaiDcEQ6AEIGjAA#v=onepage&q=caracteristicas%20fisicas%20quimicas%20y%20biologicas%20del%](https://books.google.com.ec/books?id=L6TaVpWk8goC&pg=PA49&dq=caracteristicas+fisicas+quimicas+y+biologicas+del+suelo+agricola&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiJrM-c3bXJAhVL6CYKHfaiDcEQ6AEIGjAA#v=onepage&q=caracteristicas%20fisicas%20quimicas%20y%20biologicas%20del%20)
- Asamblea Constituyente del Ecuador;. (2008). *Constitución del Ecuador*. Montecristi, Ecuador.
- Bollen. (1993). *Factors involved in inactivation of plant pathogens during composting of crop residues*.
- 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*. Obtenido de Universidad de Chile. Facultad de Ciencias aGRONÓMICAS. SANTIAGO, Chile.
- Cecilia Cerisola, M. G. (2005). *Distribución de la porosidad de un suelo franco arcilloso (alfisol) en condiciones semiáridas después de 15 años bajo siembra directa*. Obtenido de https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=k7FOWLzzCc3l8Afl4JjgCQ#q=porosidad+del+suelo+propiedades+segun+autor

- Cunalata, C. (2012). *CUANTIFICACIÓN DE CARBONO TOTAL ALMACENADO EN SUELOS DE PARÁMOS EN LAS COMUNIDADES SHOBOL - CHIMBORAZO, SAN JUAN CHIMBORAZO*. Obtenido de https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=k7FOWLzzCc3l8Afl4JjgCQ#q=carbono+organico+del+suelo++tesis
- FAO;. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 2015 de Noviembre de 2015, de <http://www.fao.org/soils-portal/levantamiento-de-suelos/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Gnadería, M. d. (2001). Cuaderno de nuestra finca. Costa Rica.
- Guijarro, R. B. (2002).
- Iñiguez, M. (2010). *Fertilidad, fertilizantes y fertilizacion del suelo*. (Primera ed. ed.). Loja, Loja, Ecuador: Editorial Universitaria.
- Jiménez, L. S. (2007). *CAMBIO EN LAS PROPIEDADES DEL SUELO POR TRANSFORMACIÓN DE ÁREAS BOSCOSAS EN PASTIZALES EN ZAMORA-CHINCHIPE (ECUADOR)*. Obtenido de Instituto de Investigación y Manejo Sustentable del Suelo: http://seeforestales.org/publicaciones/index.php/cuadernos_secf/article/viewFile/9583/9501
- M., A. A. (12 de Septiembre de 2013). *Plan de Ordenación Territorial del Cantón Yantza*. Obtenido de https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=7sk1WMGxDemw8weCr4qIDw#q=PDOT+Yantzaza

- Maloka, o. (s. f). *Los suelos, un universo por descubrir*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2015, de <http://www.maloka.org/suelos/fisicas.html>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador;. (2015). *Acuerdo Ministerial N° 028* (N° 270 ed.). Quito, Ecuador. Recuperado el 26 de Noviembre de 2015
- Pérez, L. A. (2009). *Bases Edafológicas para la Correcta Utilización de un Compost de Lodos de Aguas Residuales Urbanas, como Enmienda Orgánica*. Obtenido de <http://hera.ugr.es/tesisugr/1803326x.pdf>
- Rucks, I. A. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Obtenido de <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Soto. (2003). Abonos Organico. En *El proceso de compostaje. Taller de abonos orgánicos* (págs. 30 -57).
- Sullivan, P. (2007). *Manejo Sostenible de Suelos*. Obtenido de www.attra.ncat.org/espanol/pubs/suelos.html
- Suqui, Á. R. (Martes 14 de Junio de 2014). *Repositorio Universidad Nacional de Loja*. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13923/1/TESIS-DIGITAL.pdf>
- Suquilanda, M. (2016). *Abonos organicos y biofertilizantes*. Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca MAGAP. Quito: Publiasesores.
- Takakura. (2011). *Teoria basica del compostaje*.

Torrán, I. E. (2007). *Impacto en las plantaciones de Eucalyptus grandis sobre el contenido de la humedad del suelo*. Obtenido de https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=k7FOWLzzCc3l8Af14JjgCQ#q=movimiento+del+agua+en+el+suelo+tesis

11 ANEXOS

Anexo 1. Ficha de campo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

AREA AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA: Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente

Sede-Zamora

Ficha técnica para caracterización de suelos

Provincia: Zamora Chinchipe Cantón: Yantzaza Sector: Chimbutza

Código:

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | T | 0 | 1 |
|---|---|---|---|

Coordenadas UTM:

| | |
|--|---------|
| | 0750069 |
| | 9582806 |

Altitud: 874 msnm

Foto:

Condiciones climáticas: Invierno ()

Verano (X)

Cantidad de la muestra tomada (gr): 1500 gr

Profundidad de la toma de muestra (cm):

0 a 25cm (X)

26 a 50cm ()

51 a 90cm ()

91 a 150cm ()

Mayor 150cm ()




11.1 ETIQUETA DE MUESTRA


| | |
|-----------------------|----------------|
| Datos de la Muestra | |
| Fecha..... | |
| Código..... | |
| Coordenadas UTM:..... | Cantidad:..... |
| Responsable:..... | |

| CADENA DE CUSTODIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|--------|-------|-------|------------------------------|-------------------------------|--|--|--|---|--|-------|--|---------------|--|--|--|--|--|
| REPORTAR A: | | | | | FACTURAR A: | | | | | REQUERIMIENTOS DE ANÁLISIS (PARÁMETROS) | | | | | | | | | |
| Empresa: | | | | | Empresa: | | | | | | | | | | | | | | |
| Dirección: | | | | | Dirección: | | | | | | | | | | | | | | |
| E-mail: | | | | | E-mail: | | | | | | | | | | | | | | |
| Contacto: | | | | | Contacto: | | | | | | | | | | | | | | |
| Teléfono: | | | | | Teléfono: | | | | | | | | | | | | | | |
| Ruc: | | | | | Ruc: | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre del responsable del muestreo: | | | | | | | | | | Firma: | | | | | | | | | |
| Nombre del proyecto: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Matriz* | Fecha | Hora | Comp. | Punt. | Identificación de la muestra | Número de envases por muestra | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Registro de custodia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Enviado por: (Firma) | | Fecha: | | Hora: | | Recibido por: (Firma) | | | | Fecha: | | Hora: | | OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

11.2 Resultado de análisis de abonos



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : JOHANA MARQUEZ
 Dirección :
 Ciudad : YANTZAZA
 Teléfono : N/E Correo-e : N/E
 Técnico :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre :
 Provincia : ZAMORA CHINCHIPE
 Parroquia : YANTZAZA
 Ubicación : BARRIO CHIMBUTZA
 Latitud : 0750089 Longitud: 9582806

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha Muestreo : 25/10/2016
 Fecha Ingreso : 27/10/2016
 Fecha Emisión : 10/11/2016
 Cultivo Actual : N/E

| N° Laborat. | Identificación del Lote | pH | ppm | | | | meg/100mL | | | ppm | | | | meg/100ml | | | | |
|-------------|-------------------------|---------|---------|----------|---------|---------|-----------|----|----|-----|----|---------|-------|-----------|-----------|--------|--------|--------|
| | | | N | P | K | Ca | Mg | Zn | Cu | Fe | Mn | Σ Bases | Ca/Mg | Mg/K | (Ca+Mg)/K | | | |
| 4197 | AT03 | 10.4 AI | 50.95 A | 606.11 A | 23.73 A | 13.73 A | 3.16 A | | | | | | | | 40.62 | 4.34 M | 0.13 B | 0.71 B |
| 4198 | AC03 | 9.9 AI | 39.39 M | 705.12 A | 27.52 A | 14.92 A | 5.42 A | | | | | | | | 47.86 | 2.75 M | 0.20 B | 0.74 B |
| 4199 | AT01 | 10.2 AI | 41.24 A | 602.31 A | 27.67 A | 15.41 A | 3.43 A | | | | | | | | 46.51 | 4.49 M | 0.12 B | 0.68 B |
| 4200 | AT02 | 10.4 AI | 57.43 A | 606.11 A | 28.90 A | 15.82 A | 3.30 A | | | | | | | | 48.02 | 4.79 M | 0.11 B | 0.66 B |
| 4201 | AC01 | 9.5 AI | 43.09 A | 587.07 A | 23.17 A | 14.96 A | 5.14 A | | | | | | | | 43.27 | 2.91 M | 0.22 B | 0.87 B |
| 4202 | AC02 | 8.8 AI | 50.95 A | 556.61 A | 17.24 A | 16.07 A | 3.85 A | | | | | | | | 37.16 | 4.17 M | 0.22 B | 1.16 B |


| Interpretación | | |
|-----------------------|-------------------|----------------------|
| N, P, K, Ca, Mg, S | pH | |
| Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl | MIAC = Muy Acido | N = Neutro |
| B = Bajo | Ac = Acido | LAI = Lig. Alcalino |
| M = Medio | MeAc = Med. Acido | MeAl = Med. Alcalino |
| A = Alto | LAC = Lig. Acido | Al = Alcalino |
| | PN = Prac. Npótro | RC = Requiere Cal |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|----------------|-----------------|---------------------|
| N, P | Colorimetría | Olsen |
| K, Ca, Mg | Absorción | Modificado |
| Zn, Cu, Fe, Mn | Atómica | pH 8.5 |
| pH | Potenciométrica | Suelo: agua (1:2.5) |
| S | Turbidimetría | Fosfato de Ca |
| B | Colorimetría | Monobásico |

| Niveles Medios de Referencia | | | |
|------------------------------|-----------|----|------------|
| N | 20 - 40 | Mg | 1.0 - 3 |
| P | 10 - 20 | S | 10 - 20 |
| K | 0.2 - 0.4 | Zn | 4.0 - 8.0 |
| Ca | 4 - 8 | Cu | 1.0 - 10.0 |
| | | Cl | 0.5 - 1.0 |

[Firma]
Responsable Laboratorio

N/E : No entrega.
 Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.



GRANJA EXPERIMENTAL CHUQUIRATA
 Laboratorio de Suelos y Aguas

Fecha de Impresión: 10/11/2016 Página 1 de 2



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | | DATOS DE LA PROPIEDAD | | | | DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|-----------------------|----------------|--|--|-----------------------|------------------|--|--|---------------------|------------|--|--|
| Nombre : | JOHANA MARQUEZ | | | Nombre : | | | | Fecha Muestreo : | 25/10/2016 | | |
| Dirección : | | | | Provincia : | ZAMORA CHINCHIPE | | | Fecha Ingreso : | 27/10/2016 | | |
| Ciudad : | YANTZAZA | | | Parroquia : | YANTZAZA | | | Fecha Emisión : | 10/11/2016 | | |
| Teléfono : | N/E | | | Ubicación : | BARRIO CHIMBUTZA | | | Cultivo Actual : | N/E | | |
| Técnico : | | | | Correo-e : | N/E | | | | | | |
| | | | | Latitud : | 0750089 | | | Longitud: | 9582806 | | |

| N° Laborat. | Identificación | Textura (%) | | | Clase Textural | C.C. | cm ³ /cm ³ | | | cm ³ /gr/cm ³ | | meq/100mL | | | dS/m | % | % | % |
|-------------|----------------|-------------|------|---------|----------------|------|----------------------------------|------|------|-------------------------------------|------|-----------|----|----------|-------|---|---|-------|
| | | Arena | Limo | Arcilla | | | Sat. | P.M. | A.D. | C.H. | D.A. | Al+H | Al | Na | | | | |
| 4197 | AT03 | | | | | | | | | | | | | 13.74 MS | 47.03 | A | | 30.49 |
| 4198 | AC03 | | | | | | | | | | | | | 15.40 MS | 32.37 | A | | 47.88 |
| 4199 | AT01 | | | | | | | | | | | | | 14.33 MS | 48.62 | A | | 38.00 |
| 4200 | AT02 | | | | | | | | | | | | | 14.28 MS | 44.95 | A | | 39.65 |
| 4201 | AC01 | | | | | | | | | | | | | 15.85 MS | 31.97 | A | | 43.43 |
| 4202 | AC02 | | | | | | | | | | | | | 14.17 MS | 32.17 | A | | 37.14 |

| Interpretación | | |
|----------------------|------------------|-----------|
| Al+H, Al, Na | C.E. | M.O. |
| Ad = Adecuado | NS = No Salino | B = Bajo |
| LT = Ligeram. Tóxico | LS = Lig. Salino | M = Medio |
| T = Tóxico | S = Salino | A = Alto |
| | MS = Muy Salino | |

| Abreviaturas | |
|--------------|--------------------------|
| C.C. | Capacidad de Campo |
| Sat. | Saturación |
| P.M. | Punto de Marchitez |
| A.D. | Agua Disponible |
| C.H. | Conductividad Hidráulica |

| Abreviaturas | |
|--------------|-----------------------------|
| C.E. | Conductividad Eléctrica |
| M.O. | Materia Orgánica |
| D.A. | Densidad Aparente |
| NT | Nitrógeno Total |
| C/N | Relación Carbono: Nitrógeno |
| M.S. | Materia Seca |
| H. | Humedad |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|---------------|----------------------------|-------------|
| M.O. | Análisis elemental (TOC) | No Aplica |
| Na | Extracto de pasta saturada | Agua |
| C.E. | Extracto de pasta saturada | Agua |
| Nr | Semimicro Kjendahl | No Aplica |

| Niveles de Referencia | | |
|-----------------------|-------------|------------------|
| | Lig. Tóxico | Lig. Salino |
| Al + H | 0.51 - 1.50 | C.E. 2.00 - 4.00 |
| Al | 0.31 - 1.00 | Medio |
| Na | 0.50 - 1.00 | M.O. 3.10 - 5.00 |

[Firma]
Responsable Laboratorio

[Firma]
Laboratorista

N/E: No Entrega

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento, los datos deberán ser apropiadamente citados.

Fecha de Impresión: 10/11/2016

Página 2 de 2

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | |
|-----------------------|----------------|------------|-----|
| Nombre : | JOHANA MARQUEZ | Teléfono : | N/E |
| Dirección : | | e-mail : | N/E |
| Ciudad : | Yantzaza | | |

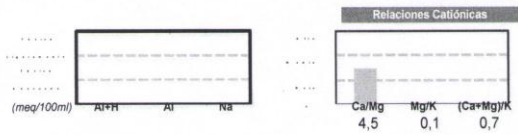
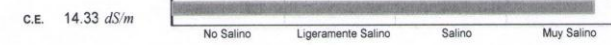
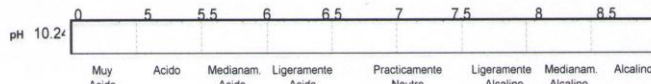
| DATOS DE LA PROPIEDAD | | | |
|-----------------------|------------------|-------------|------------------|
| Nombre : | | Parroquia : | Yantzaza |
| Provincia : | Zamora Chinchipe | Ubicación : | BARRIO CHIMBUTZA |
| Cantón : | Yantzaza | Latitud : | 0750089 |
| | | Longitud : | 9582806 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|------|------------------------|------------|
| No. Laboratorio : | 4199 | Responsable Muestreo : | Cliente |
| Identificación : | AT01 | Fecha Muestreo : | 25/10/2016 |
| Cultivo Actual : | N/E | Fecha Ingreso : | 27/10/2016 |
| | | Factura No. : | 0 |
| | | Fecha Análisis : | 07/11/2016 |
| | | Fecha Emisión : | 10/11/2016 |

INTERPRETACION



| Determinación | N | P | K | Ca | Mg | S | Zn | Cu | Fe | Mn | B | M.O. |
|---------------|-------|-----|-------------|----|-----|-------|----|----|----|----|---|------|
| Valor | 41 | 602 | 27.6 | 15 | 3.4 | | | | | | | 48.6 |
| Unidad | (ppm) | | (meq/100mL) | | | (ppm) | | | | | | (%) |



| | |
|-----------------|-------|
| ↑ Bases | 46.51 |
| meq/100mL | |
| % Materia Seca: | 38.00 |
| % Humedad: | |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|----------------|---------------|----------------|
| N, P | Colorimetría | Olsen |
| K, Ca, Mg | Absorción | Modificado |
| Zn, Cu, Fe, Mn | Atómica | pH 8.5 |
| S | Turbidimetría | Fosfato de Ca |
| B | Colorimetría | Monobásico |
| Cl | Volumetría | Pasta Saturada |
| M.O. | Oxidación | No aplica |
| | Via Humeda | |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|---------------|-----------------|-------------------------|
| pH | Potenciométrica | Suelo: Agua (1: 2.5) |
| CE | Conductometría | Pasta Saturada |
| Tenura | Biopuncus | No Aplica |
| Al | Volumetría | K, Cl, 1 N |
| Al + H | | |
| Na | Absorción | Pasta Saturada |
| E Bases | Atómica | Olsen Modificado pH 8.5 |

| Niveles de Referencia Optimos | | | | | |
|-------------------------------|-----------|----|---------|-----------|-------------|
| N | 20 - 40 | S | 10 - 20 | B | 0.5 - 1.0 |
| P | 10 - 20 | Zn | 4 - 8 | Cl | 0 - 0 |
| K | 0.2 - 0.4 | Cu | 1 - 10 | M.O. | 3 - 5 |
| Ca | 4 - 8 | Fe | 20 - 40 | Al+H | 0.5 - 1.5 |
| Mg | 1 - 3 | Mn | 5 - 10 | Al | 0.3 - 1.0 |
| | | | | (Ca+Mg)/K | 12.5 - 50.0 |

[Signature]
Responsable laboratorio


Laboratorista

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestral(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 10/11/2016



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTR0
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 via El Descanso - BULLCAY - Gualaceo www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



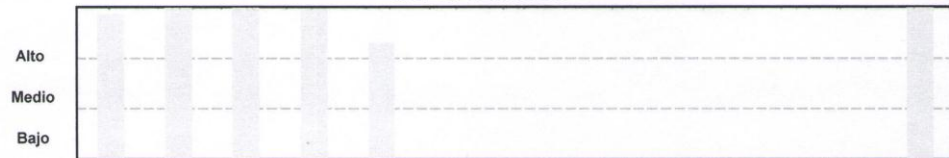
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | |
|-----------------------|----------------|------------|-----|
| Nombre : | JOHANA MARQUEZ | Teléfono : | N/E |
| Dirección : | | e-mail : | N/E |
| Ciudad : | Yantzaza | | |

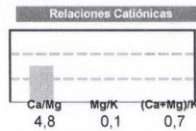
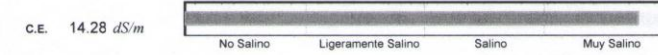
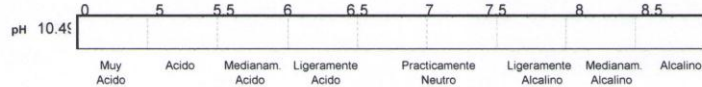
| DATOS DE LA PROPIEDAD | | | |
|-----------------------|------------------|-------------|------------------|
| Nombre : | | Parroquia : | Yantzaza |
| Provincia : | Zamora Chinchipe | Ubicación : | BARRIO CHIMBUTZA |
| Cantón : | Yantzaza | Latitud : | 0750089 |
| | | Longitud : | 9582806 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|------|------------------------|------------|
| No. Laboratorio : | 4200 | Responsable Muestreo : | Cliente |
| Identificación : | AT02 | Fecha Muestreo : | 25/10/2016 |
| Cultivo Actual : | N/E | Fecha Ingreso : | 27/10/2016 |
| | | Factura No. : | 0 |
| | | Fecha Análisis : | 07/11/2016 |
| | | Fecha Emisión : | 10/11/2016 |

INTERPRETACION



| Determinación | N | P | K | Ca | Mg | S | Zn | Cu | Fe | Mn | B | M.O. |
|---------------|-------|-----|-------------|----|-----|-------|----|----|----|----|---|------|
| Valor | 57 | 606 | 28.9 | 15 | 3.3 | | | | | | | 44.9 |
| Unidad | (ppm) | | (meq/100mL) | | | (ppm) | | | | | | (%) |



E. Bases
48,02
meq/100mL

% Materia Seca: 39.65
% Humedad:

| Determinación | Metodología | Extractante |
|----------------|---------------|----------------|
| N, P | Colorimetría | Olsen |
| K, Ca, Mg | Absorción | Modificado |
| Zn, Cu, Fe, Mn | Atómica | pH 8.5 |
| S | Turbidimetría | Fosfato de Ca |
| B | Colorimetría | Monobásico |
| Cl | Volumetría | Pasta Saturada |
| M.O. | Oxidación | No aplica |
| | Via Humeda | |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|---------------|-----------------|-------------------------|
| pH | Potenciométrica | Suelo Agua (1: 2.5) |
| CE | Conductométrica | Pasta Saturada |
| Textura | Bouyoucos | No Aplica |
| Al | Volumetría | K, Cl, 1N |
| Al+H | | |
| Na | Absorción | Pasta Saturada |
| E Bases | Atómica | Olsen Modificado pH 8.5 |

| Niveles de Referencia Optimos | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|----|---------|------|-----------|-----------|-------------|--|--|
| N | 20 - 40 | S | 10 - 20 | B | 0.5 - 1.0 | Na | 0.5 - 1.0 | | |
| P | 10 - 20 | Zn | 4 - 8 | Cl | 0 - 0 | Ca/Mg | 2 - 8 | | |
| K | 0.2 - 0.4 | Cu | 1 - 10 | M.O. | 3 - 5 | Mg/K | 2.5 - 10.0 | | |
| Ca | 4 - 8 | Fe | 20 - 40 | Al+H | 0.5 - 1.5 | (Ca+Mg)/K | 12.5 - 50.0 | | |
| Mg | 1 - 3 | Mn | 5 - 10 | Al | 0.3 - 1.0 | | | | |

[Signature]
Responsable laboratorio

INIAP
ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIPATA
Laboratorio de Suelos y Aguas
Laboratorista

N/E: No Entrega
Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 10/11/2016



ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTRO
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Gualaquce www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | |
|-----------------------|----------------|------------|-----|
| Nombre : | JOHANA MARQUEZ | Teléfono : | N/E |
| Dirección : | | e-mail : | N/E |
| Ciudad : | Yantzaza | | |

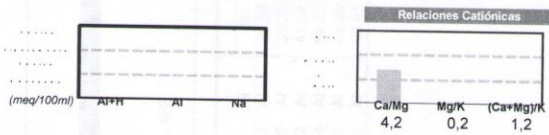
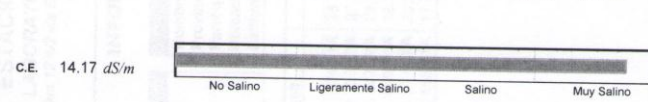
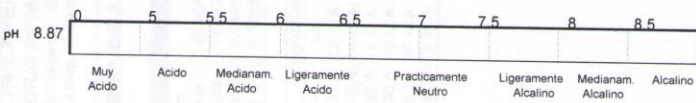
| DATOS DE LA PROPIEDAD | | | |
|-----------------------|------------------|-------------|------------------|
| Nombre : | | Parroquia : | Yantzaza |
| Provincia : | Zamora Chinchipe | Ubicación : | BARRIO CHIMBUTZA |
| Cantón : | Yantzaza | Latitud : | 0750089 |
| | | Longitud : | 9582806 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|------|------------------------|------------|
| No. Laboratorio : | 4202 | Responsable Muestreo : | Cliente |
| Identificación : | AC02 | Fecha Muestreo : | 25/10/2016 |
| Cultivo Actual : | N/E | Fecha Ingreso : | 27/10/2016 |
| | | Factura No. : | 0 |
| | | Fecha Análisis : | 07/11/2016 |
| | | Fecha Emisión : | 10/11/2016 |

INTERPRETACION



| Determinación | N | P | K | Ca | Mg | S | Zn | Cu | Fe | Mn | B | M.O. |
|---------------|-------|-----|-------------|----|-----|-------|----|----|----|----|---|------|
| Valor | 50 | 556 | 17.2 | 16 | 3.8 | | | | | | | 32.1 |
| Unidad | (ppm) | | (meq/100mL) | | | (ppm) | | | | | | (%) |



∇ Bases
 37,16
 meq/100mL
 % Materia Seca:
 % Humedad: 37,14

| Determinación | Metodología | Extractante |
|----------------|---------------|------------------|
| N, P | Colorimetría | Olsen Modificado |
| K, Ca, Mg | Absorción | pH 8.5 |
| Zn, Cu, Fe, Mn | Atómica | |
| S | Turbidimetría | Fosfato de Ca |
| B | Colorimetría | Monobásico |
| Cl | Volumetría | Pasta Saturada |
| M.O. | Oxidación | No aplica |
| | Via Humeda | |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|---------------|-----------------|-------------------------|
| pH | Potenciométrica | Suelo: Agua (1:2.5) |
| CE | Conductometría | Pasta Saturada |
| Textura | Biopycnómetro | No Aplica |
| Al | Volumetría | K, Cl, 1N |
| Al + H | | |
| Na | Absorción | Pasta Saturada |
| E Bases | Atómica | Olsen Modificado pH 8.5 |

| Niveles de Referencia Optimos | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|----|---------|------|-----------|-----------|-------------|--|--|
| N | 20 - 40 | S | 10 - 20 | B | 0.5 - 1.0 | Na | 0.5 - 1.0 | | |
| P | 10 - 20 | Zn | 4 - 8 | Cl | 0 - 0 | Ca/Mg | 2 - 8 | | |
| K | 0.2 - 0.4 | Cu | 1 - 10 | M.O. | 3 - 5 | Mg/K | 2.5 - 10.0 | | |
| Ca | 4 - 8 | Fe | 20 - 40 | Al+H | 0.5 - 1.5 | (Ca+Mg)/K | 12.5 - 50.0 | | |
| Mg | 1 - 3 | Mn | 5 - 10 | Al | 0.3 - 1.0 | | | | |

[Signature]
Responsable laboratorio

INIAP
 ESTACION EXPERIMENTAL CHUQUIPATA
 Laboratorio de Suelos y Aguas
Laboratorista

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 10/11/2016

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| DATOS DEL PROPIETARIO | | | |
|-----------------------|----------------|------------|-----|
| Nombre : | JOHANA MARQUEZ | Teléfono : | N/E |
| Dirección : | | e-mail : | N/E |
| Ciudad : | Yantzaza | | |

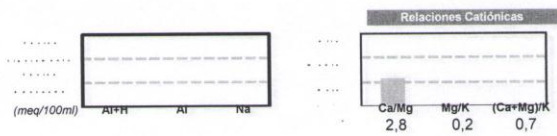
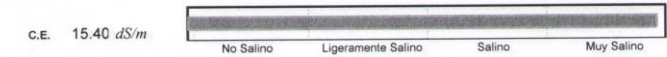
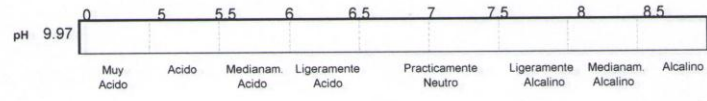
| DATOS DE LA PROPIEDAD | | | |
|-----------------------|------------------|-------------|------------------|
| Nombre : | Zamora Chinchipe | Parroquia : | Yantzaza |
| Provincia : | | Ubicación : | BARRIO CHIMBUTZA |
| Cantón : | Yantzaza | Latitud : | 0750089 |
| | | Longitud : | 9582806 |

| DATOS DE LA MUESTRA | | | |
|---------------------|------|------------------------|------------|
| No. Laboratorio : | 4198 | Responsable Muestreo : | Cliente |
| Identificación : | AC03 | Fecha Muestreo : | 25/10/2016 |
| Cultivo Actual : | N/E | Fecha Ingreso : | 27/10/2016 |
| | | Factura No. : | 0 |
| | | Fecha Análisis : | 07/11/2016 |
| | | Fecha Emisión : | 10/11/2016 |

INTERPRETACION



| Determinación | N | P | K | Ca | Mg | S | Zn | Cu | Fe | Mn | B | M.O. |
|---------------|-------|-----|-------------|----|-----|---|----|----|-------|----|---|------|
| Valor | 39 | 705 | 27.5 | 14 | 5.4 | | | | | | | 32.3 |
| Unidad | (ppm) | | (meq/100mL) | | | | | | (ppm) | | | (%) |



| | |
|-----------------|-------|
| Σ Bases | 47,86 |
| meq/100mL | |
| % Materia Seca: | |
| % Humedad: | 47.88 |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|----------------|---------------|----------------|
| N, P | Colorimetría | Olsen |
| K, Ca, Mg | Absorción | Modificado |
| Zn, Cu, Fe, Mn | Atómica | pH 8.5 |
| S | Turbidimetría | Fosfato de Ca |
| B | Colorimetría | Monobásico |
| Cl | Volumetría | Pasta Saturada |
| M.O. | Oxidación | No aplica |
| | Via Humeda | |

| Determinación | Metodología | Extractante |
|---------------|-----------------|-------------------------|
| pH | Potenciométrica | Suelo: Agua (1:2.5) |
| CE | Conductimetría | Pasta Saturada |
| Textura | Bouyoucos | No Aplica |
| Al | Volumetría | K, Cl, 1 N |
| Al + H | Absorción | Pasta Saturada |
| E Bases | Atómica | Olsen Modificado pH 8.5 |

| Niveles de Referencia Optimos | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------|----|---------|------|-----------|-----------|-------------|
| N | 20 - 40 | S | 10 - 20 | B | 0.5 - 1.0 | Na | 0.5 - 1.0 |
| P | 10 - 20 | Zn | 4 - 8 | Cl | 0 - 0 | Ca/Mg | 2 - 8 |
| K | 0.2 - 0.4 | Cu | 1 - 10 | M.O. | 3 - 5 | Mg/K | 2.5 - 10.0 |
| Ca | 4 - 8 | Fe | 20 - 40 | Al+H | 0.5 - 1.5 | (Ca+Mg)/K | 12.5 - 50.0 |
| Mg | 1 - 3 | Mn | 5 - 10 | Al | 0.3 - 1.0 | | |

[Signature]
Responsable laboratorio


Laboratorio Experimental Chuquipata
 Laboratorio de Suelos y Aguas

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

Fecha Impresión : 10/11/2016

INDICE GENERAL

Índice de Contenido

| | |
|--|-----|
| PORTADA..... | I |
| CERTIFICACIÓN | II |
| AUTORÍA | III |
| CARTA DE AUTORIZACIÓN | IV |
| DEDICATORIA..... | V |
| AGRADECIMIENTO..... | VI |
| 1 TITULO | 1 |
| 2 RESUMEN..... | 2 |
| 2.1 SUMMARY | 3 |
| 3 INTRODUCCIÓN | 4 |
| 4 REVISIÓN DE LITERATURA..... | 6 |
| 4.1 EL SUELO: CONCEPTUALIZACIÓN, PROBLEMÁTICA E INDICADORES DE CALIDAD DE SALUD DEL SUELO..... | 6 |
| 4.1.1 <i>Conceptualización</i> | 6 |
| 4.1.2 <i>Problemas que atentan a la sustentabilidad del suelo</i> | 6 |
| 4.1.3 <i>Indicadores para evaluar la salud del suelo</i> | 7 |
| 4.1.4 <i>Propiedades Físicas del Suelo</i> | 7 |
| 4.1.5 <i>Propiedades químicas del Suelo</i> | 11 |
| 4.1.6 <i>Propiedades Biológicas del suelo</i> | 19 |
| 4.1.7 <i>Compostaje</i> | 22 |
| 4.1.8 <i>Compost Takakura</i> | 25 |
| 4.1.9 <i>Abonos Orgánicos</i> | 28 |
| 4.2 MARCO LEGAL FAVORABLE PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS EN EL ECUADOR. | 30 |
| 4.2.1 <i>Constitución de la República del Ecuador</i> | 30 |
| 4.2.2 <i>Acuerdo Ministerial n° 028</i> | 33 |
| 5 MATERIALES Y MÉTODOS..... | 37 |

| | |
|---|----|
| 5.1 MATERIALES..... | 37 |
| 5.1.1 <i>Materiales de campo</i> | 37 |
| 5.1.2 <i>Materiales de oficina</i> | 37 |
| 5.2 ÁREA DE ESTUDIO | 38 |
| 5.2.1 <i>Ubicación política</i> | 38 |
| 5.2.2 <i>Ubicación geográfica</i> | 38 |
| 5.2.3 <i>Aspectos biofísicos y climáticos</i> | 38 |
| 5.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN | 40 |
| 5.3.1 <i>Hipótesis de investigación:</i> | 40 |
| 5.4 METODOLOGÍA PARA ELABORAR COMPOST MEDIANTE LOS MÉTODOS TAKAKURA Y TRADICIONAL EN EL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE. | 41 |
| 5.4.1 <i>Selección del área de estudio</i> | 41 |
| 5.4.2 <i>Diseño de la investigación a nivel de campo</i> | 41 |
| 5.4.3 <i>Implementación de tratamientos</i> | 42 |
| 5.5 METODOLOGÍA PARA COMPARAR LA RIQUEZA NUTRICIONAL ENTRE EL COMPOST ELABORADO MEDIANTE LOS MÉTODOS TAKAKURA Y TRADICIONAL EN EL RELLENO SANITARIO DEL CANTÓN YANTZAZA DE LA PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE. | 53 |
| 5.5.1 <i>Tratamientos a investigar</i> | 53 |
| 5.5.2 <i>Protocolo para la recolección de muestras</i> | 53 |
| 6 RESULTADOS..... | 60 |
| 6.1 RESULTADOS DEL PRIMER OBJETIVO | 60 |
| 6.1.1 <i>Selección del área de estudio</i> | 60 |
| 6.1.2 <i>Diseño de la investigación a nivel de campo</i> | 61 |
| 6.1.3 <i>Implementación de tratamientos</i> | 62 |
| 6.2 RESULTADOS PARA EL SEGUNDO OBJETIVO | 72 |
| 6.2.1 <i>Tratamientos a investigar</i> | 72 |
| 6.2.2 <i>Presentación e interpretación de resultados</i> | 72 |
| 6.2.3 <i>Resultados finales del compost tradicional y takakura</i> | 75 |
| 7 DISCUSIÓN | 78 |
| 7.1 NITRÓGENO..... | 78 |
| 7.2 FÓSFORO | 78 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 7.3 POTASIO..... | 78 |
| 7.4 CALCIO..... | 79 |
| 7.5 MAGNESIO..... | 79 |
| 7.6 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA..... | 79 |
| 7.7 MATERIA ORGÁNICA..... | 80 |
| 7.8 HUMEDAD..... | 80 |
| 7.9 PH..... | 80 |
| 8 CONCLUSIONES..... | 81 |
| 9 RECOMENDACIONES..... | 83 |
| 10 BIBLIOGRAFÍA..... | 84 |
| 11 ANEXOS..... | 88 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Interpretación de los principales nutrimentos del suelo para el Sur del Ecuador..... | 12 |
| Tabla 2. Condiciones ideales para el compostaje..... | 24 |
| Tabla 3. Parámetros del abono compost de estiércol vacuno..... | 25 |
| Tabla 4. Criterios de calidad de Suelo..... | 35 |
| Tabla 5. Criterios de Remediación (Valores Máximos Permitidos)..... | 35 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Representación teórica desde la solución de fermentación hasta el lecho de fermentación..... | 26 |
| Figura 2. Representación de la solución de fermentación hasta el Lecho de Fermentación..... | 27 |
| Figura 3. Diseño de las unidades experimentales..... | 42 |
| Figura 4. Diseño de las unidades experimentales..... | 62 |
| Figura 5. Compost tradicional elaborado en base a la metodología propuesta... 62 | |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Materiales para la elaboración del compost tradicional | 43 |
| Cuadro 2. Representación de la elaboración de compost tradicional..... | 46 |
| Cuadro 3. Materiales para la elaboración del compost takakura..... | 50 |
| Cuadro 4. Matriz del compost tradicional para representación de resultados | 56 |
| Cuadro 5. Matriz del compost takakura para representación de resultados..... | 57 |
| Cuadro 6 Matriz de análisis comparativo de resultados entre compost tradicional y takakura | 58 |
| Cuadro 7. Matriz de análisis de la rentabilidad entre el compost tradicional y takakura. | 59 |
| Cuadro 8. Comparaciones de resultados de los parámetros nutricionales del compost tradicional y takakura..... | 73 |
| Cuadro 9. Resultados de los análisis comparativos entre el compost tradicional y takakura | 75 |
| Cuadro 10. Matriz de análisis de costo/producción por saco del compost tradicional y compost takakura..... | 77 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|----|
| Fotografía 1. Selección del escenario | 41 |
| Fotografía 2. Recolección de las muestras y proceso del cuarteo | 54 |
| Fotografía 3. Etiquetado de la muestra | 55 |
| Fotografía 4. Medición del escenario..... | 60 |
| Fotografía 5. Trazado del escenario..... | 61 |
| Fotografía 6. Diseño de la ubicación de los tratamientos 1 y 2. | 61 |
| Fotografía 7. Obtención de los desechos vegetales facilitados por el relleno sanitario..... | 63 |
| Fotografía 8. Medidas de las capas y compost elaborado | 63 |
| Fotografía 9. Pilas de compost tradicional elaboradas | 64 |

| | |
|--|----|
| Fotografía 10. Pesado del saco del abono tradicional..... | 64 |
| Fotografía 11. Colocación del azúcar y yogurt | 65 |
| Fotografía 12. Yogurt casero y levadura | 66 |
| Fotografía 13. Melaza y Polvillo de arroz | 66 |
| Fotografía 14. Mezcla de los ingredientes y Sellado de la solución dulce | 67 |
| Fotografía 15. Picado de frutas y picado de verduras | 67 |
| Fotografía 16. Colocación de la fruta y Ingreso de agua picada y verduras..... | 68 |
| Fotografía 17. Sal y mezcla de Ingredientes | 68 |
| Fotografía 18. Probar solución y sellado de la solución salada..... | 69 |
| Fotografía 19. Solución dulce fermentada y solución salada fermentada | 69 |
| Fotografía 20. Colocación de la tierra negra y viruta | 70 |
| Fotografía 21. Colocación del aserrín y polvillo de arroz..... | 70 |
| Fotografía 22. Ingredientes colocados y soluciones fermentadas | 71 |
| Fotografía 23. Mezclado d los materiales y pesado de sacos | 71 |