



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo para la
obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Metodologías utilizadas en la elaboración de compost en el Ecuador”

AUTOR:

Jordy José Medina Ruela

TUTORA:

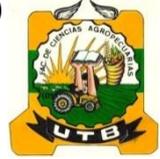
Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, MSc.

Babahoyo-Los Ríos-Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo para la
obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Metodologías utilizadas en la elaboración de compost en el Ecuador”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSc.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Marlon Pazos Roldan, MSc.

SEGUNDO VOCAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del examen complejo son de exclusividad del autor.

Jordy José Medina Ruela

DEDICATORIA

El presente trabajo como componente práctico al examen de carácter complejo para obtener el título de Ingeniero Agropecuario se lo dedico principalmente a Dios por llenarme de valentía y bendecirme cada día dándome el aliento y las fuerzas necesarias para culminar una de mis metas anheladas desde un inicio. A mis padres por su apoyo incondicional día a día brindándome sus consejos para afrontar los retos de la vida, a mi familia en general ya que de una u otra manera han ayudado para ser quien soy hoy en día. A mis compañeros de carrera que siempre con sus consejos hemos podido salir adelante y podría decirlo así que la Universidad Técnica de Babahoyo no me dio simples compañeros de clases, me dio grandes amigos.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco a Dios por haberme dado la vida y permitirme llegar hasta donde estoy ahora, brindándome salud, perseverancia en el día a día sabiendo guiarme por el buen camino.
- A mis padres por ser el pilar fundamental en todo el proceso de mi formación académica hasta convertirme en un profesional, aconsejándome siempre en las decisiones que se debían tomar durante proyectos y ensayos de campo.
- A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo por abrirme sus puertas y permitirme formar parte de ella y de esta manera culminar mis estudios con gran satisfacción.
- A todos los profesores quienes impartieron sus conocimientos que serán de gran ayuda a lo largo de nuestra vida profesional y personal; a aquellas amistades que se generaron durante la vida académica quienes con sus consejos han sabido apoyarnos.
- A mi tutora de titulación la Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma, M.Sc. siendo mi guía en la elaboración del presente trabajo brindándome su ayuda, confianza y predisposición mediante sus conocimientos y experiencias.

RESUMEN

El compost es un abono orgánico sólido que se obtiene a partir de la descomposición de diferentes materiales orgánicos que se encuentran en el campo como restos de animales dedicados a la producción pecuaria, restos de cosecha y desperdicios de alimentos, todo este proceso lo llevan a cabo los distintos microorganismos que se encuentran en el material a descomponerse mejorando así las propiedades físicas, químicas y biológicas del. En el Ecuador gran número de familias tienen el hábito de clasificar sus desperdicios, el compostaje se basa en procesos desarrollados espontáneamente a partir de los ciclos biológicos de los microorganismos dentro de estos procesos el factor más importante es la aireación de la materia orgánica en descomposición existen dos métodos con los que se puede elaborar compost; sobre el nivel del suelo el Indore, Pain y Pfeiffer y bajo el nivel del suelo tenemos las fosas comunes. Para la ejecución del presente trabajo se recopiló información concerniente a las metodologías utilizadas para la elaboración de compost en el Ecuador, para así de esta manera identificar aquellos procesos de compostaje y utilización de los residuos orgánicos que se producen a partir de las labores agrícolas predominantes de la zona. Las conclusiones del presente trabajo determinaron que existe la falta de metodologías para la elaboración de compost por zonificación en el país impidiendo así el desarrollo del mismo por parte de las personas o agricultores de una zona predominante.

Palabras claves: Compost, suelo, residuos orgánicos, abonos orgánicos.

SUMMARY

Compost is a solid organic fertilizer that is obtained from the decomposition of different organic materials found in the field such as remains of animals dedicated to livestock production, harvest remains and food waste, all this process is carried out the different microorganisms found in the material to be decomposed, thus improving the physical, chemical and biological properties of the. In Ecuador, a large number of families have the habit of classifying their waste, composting is based on processes developed spontaneously from the biological cycles of microorganisms, within these processes, the most important factor is the aeration of decomposing organic matter. two methods by which compost can be made; Indore, Pain and Pfeiffer above ground level and below ground level we have mass graves. For the execution of this work, information was compiled concerning the methodologies used for the elaboration of compost in Ecuador, in order to identify those processes of composting and use of organic waste that are produced from the predominant agricultural work of area. The conclusions of this work determined that there is a lack of methodologies for the production of compost by zoning in the country, thus preventing its development by people or farmers in a predominant area.

Keywords: Compost, soil, organic waste, organic fertilizers.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1. MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema de caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. General	5
1.4.2. Especifico	5
1.5. Fundamentación teórica	6
1.5.1. Abonos orgánicos	6
1.5.2. Importancia	6
1.5.3. Uso e influencia	7
1.5.3.1. Propiedades físicas	7
1.5.3.2. Propiedades químicas	8
1.5.3.3. Propiedades biológicas	8
1.5.4. Tipos de abonos orgánicos	8
1.5.5. Compost	9
1.5.6. Propiedades	10
1.5.7. Sistemas de compostaje	10
1.5.7.1. Sistemas abiertos	11
1.5.7.1.1. Pilas estáticas	11
1.5.7.1.2. Pilas con volteo.	11
1.5.7.1.3. Sistema de camellones (Windrowsystem)	11
1.5.7.2. Sistemas semi abiertos	12
1.5.7.2.1. Compostaje bajo cubiertas semipermeables (lienzo)	12
1.5.7.2.2. Compostaje de baja dedicación (LDC)	13

1.5.7.3. Sistemas cerrados	13
1.5.7.3.1. Compostaje en reactores dinámicos.....	13
1.5.7.3.2. Compostaje en reactores estáticos.....	14
1.5.8. Métodos de compostaje.....	14
1.5.8.1. El método Indore (aeróbico).....	14
1.5.8.2. Método Pain (aeróbico).....	16
1.5.8.3. Método Pfeiffer (aeróbico).....	17
1.5.8.4. Método Bangalore (anaeróbico).....	17
1.5.8.5. Método Bocashi	18
1.5.9. Resultados obtenidos por diferentes autores en ensayos utilizando diferentes metodologías para la elaboración de compost.	19
1.6. Hipótesis	20
1.7. Metodología de la investigación	20
CAPITULO II.....	21
2. RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1. Desarrollo del caso	21
2.2. Situaciones detectadas	21
2.3. Soluciones planteadas	21
2.4. Conclusiones	22
2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso)	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo se ve en la necesidad de producir y consumir alimentos sanos o con muy pocas cantidades de pesticidas u algún otro compuesto químico que afecte o intervenga en la producción de alimentos, además de la constante degradación de los suelos que día a día va en aumento lo cual impide la producción de alimentos saludables y de calidad para una población que se encuentra en constante aumento, la producción de alimentos debe de estar direccionar hacia la seguridad alimentaria en donde uno de los ejes principales a seguir sea la sustentabilidad de quienes producen alimentos.

INEC & AME 2014, citado por Vallejo (2017:1) indica que, “el mundo genera alrededor de 1,3 billones de toneladas de residuos al año, de las cuales 160 millones pertenecen a Latinoamérica y el Caribe, con el aporte del Ecuador de 4,1 millones de toneladas”.

A nivel nacional, el 47,47% de hogares ecuatorianos tiene el hábito de clasificar sus residuos habituales (orgánicos, papel / cartón, plástico, vidrio). A nivel de ciudades auto representadas, aquella con valores de hogares que clasificaron más sus residuos es Cuenca (53,37%), mientras que la que tiene la cota menor es Ambato (31,87 %), según (INEC 2017).

El año 2017, el plástico fue el principal residuo clasificado (32,98 %), seguido de los desechos orgánicos (27,01 %), papel-cartón (21,37 %) y vidrio (12,69 %), de acuerdo al sondeo realizado sobre una muestra de 30 023 hogares, en los que se consultó a más de 100 000 personas a nivel nacional. Los hogares de la provincia de Galápagos, situada a unos mil kilómetros de las costas continentales ecuatorianas, fueron los de mayor clasificación de residuos (98,98 %), seguidos por los de Loja (68,18 %), Zamora Chinchipe (66,69 %), Morona Santiago (65,22 %) y Bolívar (60,47 %). De acuerdo con el sondeo, los hogares de las provincias de Pastaza, Orellana, el Oro, Esmeraldas y Sucumbíos fueron los que menos realizan esta práctica (El Comercio 2018).

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través de los siglos, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo (FAO s.f.)

Jaramillo, citado por Rendón (2012:42), indica que una de las técnicas más usadas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos es el compostaje el cuál se define como descomposición de residuos orgánicos por la acción microbiana, cambiando la estructura molecular de los mismos. De acuerdo al tiempo de degradación, se da el grado de madurez al realizar biotransformación o degradación parcial (descomposición de un compuesto orgánico en otro similar) y mineralización o degradación completa, cuando todas las moléculas de dióxido de carbono se descomponen en su totalidad.

De acuerdo a (Rendón 2012:43), “existen dos métodos para elaborar el compost: Sobre el nivel del suelo, tenemos el Indore, Pain y Pfeiffer y bajo el nivel del suelo tenemos las fosas comunes”.

Según Camacho *et al.*(2018:330), “el compost es un abono orgánico, biológicamente estable, inocuo y con pH neutro que contiene nutrientes y otras sustancias aprovechables para el óptimo crecimiento de los cultivos”.

Este tipo de abonos tiene una gran importancia en cuanto a la agricultura orgánica, ya que cada vez más, se están utilizando estos abonos a base de microorganismos que a su vez reducen el tiempo de descomposición, aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos y mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abono juega un papel fundamental en la agricultura sostenible.

CAPITULO I

1. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema de caso de estudio

El presente trabajo tiene como finalidad la recolección de información concerniente a las metodologías utilizadas en la elaboración de compost en el Ecuador, la cual se procede a obtener información de libros, revistas científicas, sitios web, etc. Siendo estos sometidos a análisis y comprensión por parte del autor.

1.2. Planteamiento del problema

El compost es un abono obtenido de la descomposición de diferentes materiales orgánicos: estiércol de animales, restos de plantas, residuos de alimentos y carbón, realizada por microorganismos para mejorar las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo (Sánchez 2019).

Actualmente la sociedad vive en preocupación por la salud y el medio ambiente ya que día a día sigue en aumento su deterioro debido a los diferentes contaminantes que se encuentran en el mismo, en donde la mano del hombre se ve involucrada directamente en dicha contaminación sin llevar a cabo protocolos o métodos de reciclajes que minimicen el impacto directo sobre el medio ambiente.

Una de las técnicas más usadas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos es el compostaje el cuál se define como descomposición de residuos orgánicos por la acción microbiana, cambiando la estructura molecular de los mismos (Jaramillo, citado por Rendón 2012).

En el Ecuador muchas familias tienen el hábito de clasificar y reciclar los desperdicios que producen siendo estos de mayor relevancia los de carácter orgánico que luego son utilizados en sus propias plantas o jardinería inclusive en

cultivos, pero la falta de metodologías establecidas para la elaboración de compost hacen que cada vez sea menor la realización de dichas actividades orgánicas.

1.3. Justificación

Tras el paso de los años las personas han empezado a tomar conciencia del terrible daño que causa el uso de agroquímicos y fertilizantes químicos, tanto en el suelo, en el ambiente y el impacto que genera en la salud humana al consumir alimentos producidos de manera convencional (uso de agroquímicos), por tal motivo la agricultura orgánica surge como respuesta para mitigar el impacto de los mismo, dentro de la agricultura orgánica encontramos el compostaje como una técnica utilizada para aprovechar los recursos orgánicos disponibles en el medio.

El compostaje es un proceso biooxidativo, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos, que requiere una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido. Dicho proceso implica el paso por una etapa termofílica y una producción temporal de fitotóxicas, dando al final como productos de los procesos de degradación, dióxido de carbono, agua y minerales, así como una materia orgánica estabilizada, libre de fitotóxicas y dispuesta para su empleo en agricultura sin que provoque fenómenos adversos (Roca s.f.).

De acuerdo a lo expresado anteriormente se ha tomado la decisión de realizar este tipo de trabajo práctico complejo con la finalidad de obtener información acerca de los métodos utilizados para realizar compost en el Ecuador puesto que a partir del mismo se obtiene materia orgánica, micro y macro nutrientes necesarios para el crecimiento, desarrollo y productividad de la planta, tal proceso busca aprovechar toda clase de residuos orgánicos que se encuentren en abundancia o con mayor disponibles en el medio donde se realiza.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Recopilar información concerniente a las metodologías utilizadas para la elaboración de compost en el Ecuador.

1.4.2. Especifico

- Identificar las principales metodologías que se utilizan para la correcta elaboración de compost a nivel nacional.
- Establecer el proceso más adecuado que se utiliza para el manejo de los residuos orgánicos en la obtención de compost en el Ecuador.
- Sintetizar la información obtenida a partir de las fuentes de consulta acerca de los métodos utilizados en la elaboración de compost.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Abonos orgánicos

Según Yugsi (2011:12), son compuestos naturales que se obtienen por la descomposición o mineralización de materiales orgánicos, que se utilizan para mejorar la calidad del suelo y proporcionar nutrientes a los cultivos, con el fin de remplazar o disminuir el uso de los fertilizantes químicos.

Son fertilizantes a base de ingredientes de origen animal o vegetal y que el productor puede elaborar por sí mismo, aprovechando insumos de la finca (Reyes s.f.).

Navarro (2010: 1) señala lo siguiente:

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de descomposición en presencia de oxígeno (aeróbica) y control de temperatura de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos, que existen en los residuos, bajo condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables.

1.5.2. Importancia

García y Félix (2014: 10) mencionan que:

La incorporación de materia orgánica al suelo, radica específicamente en mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas (como la estructura y permeabilidad, la capacidad de retención de agua) forma agregados más estables, y da capacidad de intercambio catiónico, facilitando la absorción de nutrimentos por la raíz, estimulando el desarrollo de la planta; en suelos arenosos mejora la cohesión de las partículas, la microflora nativa de la composta ayuda a controlar patógenos del suelo. Desde el punto de vista de la biorremediación está flora microbiana también favorece la inactivación de sustancias tóxicas

como trinitrotolueno (TNT), fenilciclidina (PCP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), gasolinas, aceites, entre otros. Al haber una mayor actividad microbiana se mejora la movilización de nutrimentos, y los organismos que van muriendo son rápidamente incorporados al suelo. Físicamente, la materia orgánica mejora la estructura del suelo al favorecer la permeabilidad, por lo que las raíces pueden penetrar con mayor facilidad; las sustancias húmicas incrementan la micorrización de las raíces, además forman complejos fosfo-húmicos haciendo más disponible este nutrimento para la planta, también contribuyen a mejorar las cadenas tróficas del suelo.

1.5.3. Uso e influencia

Mosquera (2010:5) afirma que:

El uso de abonos orgánicos, en cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos razones: el abono que se produce es de mayor calidad y costo es bajo, con relación a los fertilizantes químicos que se consiguen en el mercado

Actualmente existen dos tipos de abonos orgánicos: líquidos de que son utilizados de manera directa y abonos sólidos que estos deben ser disueltos en agua, mezclados con la tierra o pueden ser aplicados en forma directa al suelo.

Dichos productos principalmente actúan en el suelo sobre tres propiedades: físicas, químicas y biológicas.

1.5.3.1. 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 disminuir 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 (Mosquera 2010:6).

1.5.3.2. Propiedades químicas

De acuerdo con Mosquera (2010:6), “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”.

1.5.3.3. Propiedades biológicas

Mosquera (2010: 6) define que:

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 inhibitoras 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.

1.5.4. Tipos de abonos orgánicos

Antialon (2019:1) establece recientemente los tipos de abonos orgánicos existentes entre los más relevantes se mencionan los siguientes:

- ✚ Los procedentes de excrementos de animales. Un ejemplo son el guano de aves y murciélagos (palomina, murcielaguina, gallinaza...), purines y estiércoles. En este marco también está el humus de lombriz, que en realidad es materia orgánica descompuesta por estas lombrices.
- ✚ El compost, fruto de la descomposición de materia vegetal o basura orgánica.

- ✚ Las cenizas si proceden de la madera, huesos de frutas u otro origen completamente orgánico.
- ✚ La resaca, procedente del sedimento de los ríos. Por desgracia sólo se puede usar si el río no está contaminado.
- ✚ Lodos de depuradora, muy ricos en materia orgánica, pero es difícil controlar si contienen alguna sustancia perjudicial, como los metales pesados.
- ✚ El abono verde, generalmente de leguminosas que se cortan y dejan descomponer en el propio campo a fertilizar.
- ✚ Los Extractos de algas (*Ascophyllum Nodosum* o *Laminaria* de Noruega. Suelen ser un buen bioactivador de las plantas, que actúa favoreciendo la recuperación de los cultivos frente a situaciones de estrés, incrementando el crecimiento vegetativo, floración, fecundación, cuajado y rendimiento de los frutos.

1.5.5. Compost

Navarro (2010:1) define que:

La palabra compost significa compuesto, este abono es el resultado del proceso de descomposición y fermentación de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosechas, excrementos de animales y otros residuos), realizados por microorganismos y macroorganismos en presencia de aire (oxígeno y otros gases), lo cual permite obtener como producto el compost, que es un abono excelente para ser utilizado en la agricultura.

De acuerdo con Pérez (s.f.) “el compostaje se trata de la técnica mediante la cual se crean las condiciones necesarias para las que a partir de residuos orgánicos los organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad”.

1.5.6. Propiedades

Infoagro (2019:1) establece que el compost posee propiedades benéficas para el suelo como las siguientes:

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N, P,K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

1.5.7. Sistemas de compostaje

Tortosa (2015:2) expresa que:

El compostaje se basa en procesos desarrollados espontáneamente sometidos a los ciclos biológicos de los microorganismos, es difícil disminuir artificialmente los periodos mínimos necesarios para que tales procesos se sucedan y completen. Técnicamente, el factor más manipulable y sobre el que es posible incidir para el control del compostaje es la aireación, de forma que las diferencias entre los distintos sistemas de compostaje suelen derivar de cómo se realice el control de este parámetro. En base a esto, los sistemas de compostaje se pueden clasificar en tres tipos, abiertos (al aire libre), semi abiertos y cerrados (confinados en un recinto controlado), siendo este último el más idóneo para controlar la aireación aunque también resultando más costosos en instalaciones y mantenimiento que los primeros.

1.5.7.1. Sistemas abiertos

1.5.7.1.1. Pilas estáticas.

Kiehl, citado por Rendón (2012:45), expresa que:

Las pilas estáticas con aireación natural es el sistema más antiguo que se conoce es el apilamiento estático con aireación natural; se realiza en pilas de tamaño reducido (1,5 m de alto, 2-3 m de ancho) muy porosas y no se mueven durante el compostaje, se considera un sistema lento.

Los métodos de pila estática con ventilación forzada, el material es apilado de igual forma que en el sistema anterior pero una vez formada la pila de compostaje éste no se moverá del sitio, la aireación del sistema se realiza bien suministrando aire a presión o mediante succión del mismo. Estos sistemas suelen operar a temperaturas elevadas que inhiben y disminuyen la descomposición del material (Tortosa 2015).

1.5.7.1.2. Pilas con volteo.

De acuerdo a lo que menciona Mohedo, citado por Rendón (2012:46), es un sistema muy utilizado dada su simplicidad, pero tiene sus limitaciones, es un sistema lento, la pila es oxigenada tan solo periódicamente, requiere más espacio y presenta dificultades en el control higiénico. La altura de la pila es mayor que en el caso anterior (2,5 m). La frecuencia del volteo depende del tipo de material, la humedad y climatología, el grado de estabilidad y de los tiempos de residencia en planta que se estimen adecuados. Dado que, para una buena oxidación biológica, el nivel de O₂ ha de permanecer relativamente elevado, el volteo periódico facilita la renovación del aire en el interior de la pila.

1.5.7.1.3. Sistema de camellones (Windrowsystem)

Con este sistema, la materia orgánica seleccionada se dispone en camellones al aire libre. El tamaño de estos camellones varían entre 1,5 a 1,8 metros de altura y entre 2,5 y 4,5 metros de largo. Estos camellones son volteados periódicamente de forma manual o mecánica de modo de mantener oxigenadas las pilas, conservar la humedad y controlar el aumento de temperatura. Mediante este proceso la degradación dura entre 60 y 90 días y la maduración entre 45 y 60 días. En la actualidad en estos sistemas se utilizan volteadoras/regadoras con control automático de humedad y temperatura (Vera 2013:26).

1.5.7.2. Sistemas semi abiertos

Pumisacho, citado por Vera (2013:24) manifiesta que:

Los Sistemas Semi-abiertos, son aquellos sistemas concebidos para atender a poblaciones medianas o grandes y están diseñadas (al menos en teoría) para poder ser instaladas en las cercanías de la propia población, disponibles al control que permiten de los factores ambientales adversos. En general se consigue un mejor aprovechamiento del espacio que en el caso de las pilas y aproximadamente igual que en el de las mesetas, pero con unas posibilidades de control de las operaciones de trabajo y del proceso superiores a las de los sistemas abiertos.

1.5.7.2.1. Compostaje bajo cubiertas semipermeables (lienzo)

Plana (2008) explica que:

Ese sistema consiste en una hilera estática ventilada cubierta por un lienzo de material semipermeable, en función de la demanda de oxígeno, por sobrepresión debido a algunos tubos enterrados en el suelo. La estructura de los poros de la membrana es permeable al vapor de agua, pero no al agua, por lo que el material puede liberar humedad al exterior pero no sufre las condiciones meteorológicas de la zona. Sobre el flujo

de gases, en general es permeable a los componentes principales del aire, pero tiene cierta capacidad de NH₃ retención, debido al tamaño de poro y a la película de agua condensada en la superficie interior de la membrana, donde se retienen las sustancias gaseosas solubles. De esta manera, otra de sus beneficios es la reducción de las afecciones con malos olores directos al ambiente.

1.5.7.2.2. Compostaje de baja dedicación (LDC)

El método consiste en construir hileras o pilas de material orgánico para hacer compost mezclado homogéneamente con una proporción suficiente de material estructural, teniendo cuidado de obtener una mezcla final con la humedad precisa. Después de eso, se cubre con un lienzo de césped opuesto simple y quedan cuatro semanas, pasa cuál le da el primer turno y se sumerge, cubriéndolo nuevamente. Después de las próximas cuatro semanas, la operación se repite. La hilera debe estar situada en una zona sombreada y protegida del viento (Plana 2008).

1.5.7.3. Sistemas cerrados

Según Plana, citado por Rendón (2012:50) los sistemas cerrados:

Se caracterizan porque el material no está nunca en contacto directo con el exterior, y todas las entradas y salidas de gases y líquidos se realiza a través de un sistema de conductos y turbinas. Tecnológicamente se encuentran en esta categoría los sistemas de compostaje más sofisticados y complejos.

1.5.7.3.1. Compostaje en reactores dinámicos.

Los más comunes son los cilindros o tambores, principalmente de disposición horizontal aunque también los hay verticales. La rotación en los horizontales o la presencia de elementos mecánicos internos en los verticales, permiten mover el material del interior y hacerlo avanzar en el reactor, pretendiendo simular los efectos de los volteos (Plana 2008).

1.5.7.3.2. Compostaje en reactores estáticos

De acuerdo con Plana (2008), “son dispositivos más sencillos al carecer de movimiento propio o de elementos mecánicos internos. Los dos tipos más comunes son los contenedores y los túneles, pues el otro tipo, los silos, apenas tienen implantación”.

1.5.8. Métodos de compostaje

Rendón (2012) expresa que, “existen dos métodos para elaborar el compost: Sobre el nivel del suelo, tenemos el Indore, Pain y Pfeiffer y bajo el nivel del suelo tenemos las fosas comunes”.

1.5.8.1. El método Indore (aeróbico)

Es uno de los métodos más conocidos para la elaboración de compost. Se llama así porque se originó en el estado Indio de Indore Darbar (Como hacer compost... 2019).

Este método se maneja de manera totalmente aeróbica. Para la elaboración de compost con este método se procede de la siguiente manera:

Demarcación del terreno

Las composteras deben hacerse en terrenos con una ligera pendiente para facilitar el escurrimiento en caso de exceso de humedad. Para la demarcación del área se utilizarán 4 estacas y 1 piola, teniéndose en cuenta los siguientes aspectos:

1. En pequeñas fincas las dimensiones recomendadas son entre 1 y 1,20 m de ancho, entre 2 y 5 m de largo y entre 0,80 y 1 m de alto.
2. Si la compostera es industrial las dimensiones recomendadas son entre 2 y 3 m de ancho, entre 10 y 25 m de largo y entre 1,50 y 2 m de alto.

3. Se deben colocar en el suelo estacas o cañas guadua de 1,40 m de alto por 10 cm de diámetro cada 1,50 m, sin forzarlas a fin de poder extraerlas al día siguiente (esto facilitará la entrada de aire a la mezcla de materiales). En las composteras industriales pueden colocarse de manera fija tubos de PVC de 5 cm de diámetro perforados para facilitar la circulación de aire (estos tubos solamente se retiran cuando se realizan los volteos del material) (Como hacer compost..... 2019).

Fabricación:

Rendón (2012:60-63) indica los pasos a seguir para la elaboración y el manejo de compost mediante este método.

1. Colocar en la base una capa de caña de maíz para facilitar el drenaje y la aireación (2,5 cm).
2. Colocar una capa de hierba tierna y fresca; malezas de la deshierba, leguminosas, etc (20cm) y aplique agua hasta saturación.
3. Coloque una capa de estiércol bovino (10 cm).
4. Coloque una mezcla elaborada en partes iguales de tierra, cal o ceniza vegetal y roca fosfórica (2,5 cm).
5. Repita la operación desde el literal b, hasta completar 1 metro de altura.
6. Al concluir la fabricación de la compostera, para guardar humedad y temperatura así como para evitar la fuga del elemento nitrógeno, cubra el montón que se ha formado con cualquiera de estos materiales: paja, hoja de plátano, banano o un pedazo de plástico.
7. Al día siguiente de fabricada la compostera remueva los palos que colocó a fin de que por allí también circule aire.

Manejo de la compostera:

1. Mantenga el montón siempre húmedo y tapado.
2. Controle la temperatura para saber si el material se está descomponiendo, por lo general la temperatura inicial es de 20-25 grados centígrados, la que puede subir hasta 70-80 grados, para luego descender, volver a subir y bajar definitivamente a 20 o 25 grados que fue la temperatura inicial, cuando ya se ha completado el proceso de descomposición de los materiales, lo cual ocurre entre 3 a 4 meses.
3. Remueva el montón 1 vez cada mes, procurando que los materiales que están en la parte externa del montón se pongan en cada removimiento hacia el centro para que la descomposición se realice de manera integral.
4. Para activar el proceso de descomposición de la compostera, se puede aplicar "purín" al montón cada 15 días, con una regadera aplique 2 litros de purín por cada metro de compostera.

1.5.8.2. Método Pain (aeróbico).

De acuerdo a Rendón (2012), menciona el procedimiento y manejo de la compostera utilizando dicho método.

Para la elaboración de este método, se procede de la siguiente manera:

1. Utilizar igual procedimiento para delimitar las dimensiones de la pila a formar.
2. Coloque una capa de zarzales (hojas y ramas secas, cama de establo) 15 cm. Apisone el material y aplique agua hasta saturación.
3. Coloque una capa de ramas verdes de chilca picada: 15 cm. Apisone el material y aplique agua hasta la saturación.
4. Coloque una capa de tierra mezclada con cal o ceniza vegetal y roca fosfórica, apisone el material y aplique agua hasta saturación.

5. Repita la operación desde el literal a), hasta alcanzar la altura de 1m.

Manejo de la compostera.

1. Mantener el montón siempre húmedo.
2. Controle la temperatura.
3. Este modelo no requiere que se le haga ningún removimiento.
4. El material tarda entre 4 y 4,5 meses en descomponerse.

1.5.8.3. Método Pfeiffer (aeróbico).

Peña *et al.* (2002:41-42) establecen que para la elaboración de este método se procede de la siguiente manera:

- Coloque una capa de caña de maíz (2,5 cm).
- Coloque una capa de hierba verde y seca (20 cm), **apisone** el material y aplique agua hasta saturación,
- Coloque una capa de aserrín (10 cm.), **apisone** el material y aplique agua hasta saturación.
- Coloque una mezcla elaborada de partes iguales de tierra, cal o ceniza vegetal y roca fosfórica (2,5 cm) **apisone** el material y aplique agua hasta saturación.
- Repita la operación desde el literal b, hasta alcanzar la altura de 1m.

1.5.8.4. Método Bangalore (anaeróbico).

Fundagro, citado por Rendón (2012), menciona que:

Las dimensiones para la elaboración de compost mediante este método: largo 2,50 m; ancho 1,50 m; altura 0,80 m; la fabricación de la abonera es similar a la fabricación del Indore tanto en los materiales como en el

método (aeróbico), con la diferencia que a los 6 días se cubrirá la totalidad del montón con lodo para que impida la entrada del aire, en este método no se hace ningún movimiento del montón.

Manejo de la compostera.

- El montón solo es regado al inicio de su construcción.
- Controle la temperatura.
- Este modelo no requiere que se le haga ningún removimiento.
- El material tarda entre 4 y 5 meses en descomponerse.

1.5.8.5. Método Bocashi

Yugsi (2011) describe que:

Es un abono orgánico fermentado que resulta de la descomposición de la materia orgánica con la intervención de microorganismos. Se diferencia del compost, porque éste se realiza en ausencia y presencia de oxígeno, produciéndose una fermentación aeróbica y anaeróbica, para lo cual necesita ser volteado todos los días hasta finalizar su proceso, práctica que hace, muchas veces, perder la calidad nutricional del bocashi con relación al compost, además para ser un abono de calidad no se puede variar la composición de materiales para su elaboración

Este abono ha sido experimentado por muchos agricultores en el Ecuador, en cada lugar varía la forma de los ingredientes a usarse de acuerdo al conocimiento tradicional de los campesinos, es más rápido producir bocashi que producir compost. Para producir bocashi se hace una pila con diferentes materiales que se disponen en capas de 10 a 15 cm de espesor, igual al proceso del compost, según (Rendón 2012:64).

1.5.9. Resultados obtenidos por diferentes autores en ensayos utilizando diferentes metodologías para la elaboración de compost.

Damiani (2016:36) manifiesta lo siguiente:

En un estudio realizado en cuanto al tiempo de descomposición del compost, se encontró alta significancia estadística en los métodos empleados. El coeficiente de variación fue 4,23 %. Se comprobó que la utilización del método de descomposición natural alarga el ciclo de descomposición con 52,36 días, igual estadísticamente a los métodos Pfeifer y Pain (50,28 y 49,87 días, respectivamente), pero superior al método Bangalore que se descompuso más rápido (46,93 días). En cuanto al rendimiento la autora establece que el método Indore resulto con el mayor rendimiento de compost (5,45 kg/lote), siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor peso estuvo cuando se utilizó la descomposición natural como método (3,08 kg/lote).

Así mismo el método en presentar mayores concentraciones de nitrógeno, fosforo y potasio fue el Bangalore de acuerdo a los estudios realizados por dicha autora.

Villacis (2013:32-33) en un ensayo realizado determina que:

Los valores de materia orgánica obtenidos, el método Bocashi alcanzo el mayor valor (272,33 mg/100 g de compost con un coeficiente de variación de 4,22 %. Por otro lado al momento de determinar los valores de nitrógeno, fosforo y potasio se presentó una gran diferencia en cuanto al nitrógeno se obtuvo el mayor valor en el método Pain con 4,92 %, mientras que en la evaluación del fosforo, el método Bocashi consiguió el mayor valor 4,82%, en determinación del Potasio el método Pain registro el mayor valor con 1,01%, estadísticamente igual al método de Bangalore.

De acuerdo a Quishpe (2017):

En su trabajo experimental, en los resultados analizados por Agrocalidad de N, P, K y Ca están dentro de los parámetros establecidos teóricos, se obtuvo un compost bueno para el crecimiento y desarrollo de las plantas, con nutrientes necesarias para el suelo, en esta investigación se determinó con que sustrato utilizado se degradó más pronto. En los resultados obtenidos en Agrocalidad determinamos que el sustrato de Chicha de Jora es el más óptimo.

1.6. Hipótesis

Ho= No se llevan a cabo las correctas metodologías para la elaboración de compost en el Ecuador.

Ha= Se llevan a cabo las correctas metodologías para la elaboración de compost en el Ecuador.

1.7. Metodología de la investigación

Para la ejecución del presente documento se recopiló información de libros, revistas científicas, de sitios web, etc. Dicha información fue sometida a la lectura, análisis y comprensión del autor para poder tomar la decisión de si la información obtenida está acorde con el tema presentado en el presente trabajo, luego de tomar la decisión se procedió al parafraseo de la información recopilada acerca de los métodos utilizados en la elaboración de compost en el Ecuador.

CAPITULO II

2. RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El presente trabajo se realizó con la finalidad de recopilar información concerniente a las metodologías utilizadas para la elaboración de compost en el Ecuador, para así de esta manera identificar aquellos procesos de compostaje que lleven a cabo un correcto manejo y utilización de los residuos orgánicos que se producen a partir de las labores agrícolas predominantes de la zona, finalmente se sintetiza toda aquella información obtenida en la investigación realizada en los diferentes medios tecnológicos (sitios web, revistas científicas, etc.).

2.2. Situaciones detectadas

A nivel nacional las metodologías que se utilizan para la obtención de compost no se encuentran disponibles para las personas en donde se desarrollen parámetros para llevar a cabo procesos de reutilización de la materia orgánica que se produce de las actividades agrícolas desarrolladas dentro de un área determinada.

La inexistencia de metodologías establecidas de acuerdo a la zona o región que se requiera realizar el proceso de compostaje no se encuentra determinada específicamente en normas que estén al alcance de las personas u hogares incluso productores agrícolas que se dediquen a la producción orgánica de un determinado cultivo, estos se ven en la necesidad de adaptar metodologías desarrolladas en otra zona del Ecuador e incluso de algún país vecino.

2.3. Soluciones planteadas

Como soluciones planteadas para desarrollar de manera correcta las metodologías de obtención de compost en el Ecuador se plasma lo siguiente.

Proponer a que entidades gubernamentales pongan a disposición de las personas la información necesaria para la realización de compost mediante la

utilización de desechos orgánicos proveniente de las actividades agropecuarias que se realizan.

Establecer acorde a la zona o región las metodologías para realizar el proceso de compostaje dando como resultado un compost de excelente calidad, de igual manera dichos parámetros que se establezcan debe estar al alcance de las personas sin importar el estatus social o económico que estas posean.

Aumentar el grado de conciencia en los hogares ecuatorianos, ya que las acciones de reciclaje o clasificación de residuos principalmente orgánicos pueden ayudar de manera positiva a mitigar la degradación del medio ambiente, importante sobre todo para los municipios u otras organizaciones que se dediquen al tratamiento de residuos.

2.4. Conclusiones

De acuerdo a lo detallado anteriormente se concluye lo siguiente:

- ❖ El hábito de las personas y hogares a nivel nacional de realizar procesos de reciclaje de residuos de cualquier tipo no ha sufrido grandes cambios en relación a los años anteriores esto de acuerdo a las investigaciones realizadas, no se está haciendo énfasis en la importancia de mantener metodologías de compostaje esto por parte de las personas, hogares y autoridades relacionadas a áreas ambientales dentro del Ecuador.
- ❖ La utilización de un método no adecuado para elaborar compost puede repercutir de manera directa en su composición física y química inclusive en el tiempo que este se puede obtener ya que si se lo desarrolla de manera natural al exterior sin cubierta este puede tardar aún más a comparación si se lo desarrolla mediante metodologías establecidas.
- ❖ De acuerdo a estudios realizados anteriormente se determina que el método Bangalore es el más adecuado a la hora de realizar el proceso de compost, en cuanto al tiempo de obtención y a las propiedades químicas que puede llegar a adquirir debido a las condiciones en que se llevan a cabo todo el proceso de transformación de la materia orgánica.

- ❖ Falta de metodologías para la elaboración de compost por zonificación en el país impide el desarrollo del mismo por parte de las personas o agricultores de una zona predominante.

2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso)

Mediante la información obtenida en el presente trabajo se recomienda lo siguiente:

- ❖ Crear programas de concientización hacia las personas con el objetivo de mantener los recursos ambientales que se encuentran en su entorno, además de las metodologías que estos pueden adoptar para el manejo adecuado de los desechos que producen principalmente de carácter orgánico.
- ❖ Establecer las metodologías más adecuadas para la elaboración de compost en el Ecuador mediante la realización de ensayos dirigidos por una persona con experiencia o conocimientos referente a la catedra de producción orgánica o manejo de desechos, estos podrían ser desarrollados en diferentes zonas para mayor amplitud a quienes vaya dirigida la información.
- ❖ Promover a entidades gubernamentales que compartan información necesaria acerca de las metodologías para la elaboración de compost a partir de desechos orgánicos que predominen en las diferentes zonas y éste presente características físicas y químicas asimilables por las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

- Antialon, C. 2019. Tipos de abonos orgánicos | El huerto urbano :: El huerto en casa (en línea, sitio web). Consultado 2 feb. 2020. Disponible en <https://www.elhuertourbano.net/abonos/tipos-de-abonos-organicos/>.
- Camacho, F; Lorío, L; Newcomer, Q; Masters, K; Kinyua, M. 2018. Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO) (en línea). UNED Research Journal 10:330. DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v10i2.2163>.
- Como hacer compost. 2019. Cómo hacer compost [Manual práctico del agricultor] (en línea, sitio web). Consultado 10 mar. 2020. Disponible en <https://estoesagricultura.com/como-hacer-compost/>.
- Damiani, M. 2016. Evaluación físico-químico de compost, elaborado a partir de Pistia stratiotes mas estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje (en línea). Babahoyo, Universidad Técnica de Babahoyo. 61 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3257/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- El comercio. 2018. Menos de la mitad de hogares ecuatorianos clasifica residuos, según encuesta del INEC (en línea, sitio web). Consultado 18 sep. 2020. Disponible en <http://www.elcomercio.com/tendencias/hogares-ecuatorianos-clasifica-residuos-basura.html>.
- FAO. s.f. Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas. Informativa (en línea, sitio web). Consultado 20 nov. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/W1309S/w1309s01.htm#TopOfPage>.
- García, C; Félix, J. 2014. Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales (en línea). Fundación Produce Sinaloa, A.C., Mexico, Fundación Produce Sinaloa, A.C, vol.1. 10, 11 p. Disponible en https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf.
- INEC. 2017. Módulo de información ambiental en hogares (en línea). :15. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Hogares/Hogares_2017/DOC_TEC_MOD_A_MBIENTAL_ENEMDU%202017.pdf.
- Infoagro. 2019. El compostaje. 1ª parte. (en línea, sitio web). Consultado 26 feb. 2020. Disponible en <https://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>.
- Mosquera, B. 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana (en línea). s.l., s.e. Disponible en http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf.
- Navarro, EAE. 2010. Manual Elaboración de Abonos Orgánicos Sólidos, Tipo Compost (en línea). :25. Disponible en <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Suelos/abonosOrganicos.pdf>.

- Peña, E; Carrión, M; Martínez, F; Rodríguez, A. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana (en línea). s.l., INIFAT. Disponible en http://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual_abonos_agricultura_urbana.pdf.
- Perez, A. s.f. Manual de compostaje (en línea). s.l., Amigos de la tierra. Disponible en http://www.madrid.org/cs/BlobServer?blobkey=id&blobwhere=1202767672745&blobheader=application/pdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadervalue1=filename=MANUAL_COMPOST_ADT_2008.pdf&blobcol=urldata&blobtable=MungoBlobs.
- Plana, R. 2008. Sist. Cerrados (en línea, sitio web). Consultado 4 mar. 2020. Disponible en <http://www.maestrocompostador.es/compostaje/sistemas/SCerrados/SCerrados.html>.
- Quishpe, MEQ. 2017. Elaboración de compost a partir del estiércol de cuy (calvia porcellus) y su aplicación en la comuna lumbisí (sector cumbayá) (en línea). Quito, s.e. 90 p. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13006/1/T-UCE-0017-0062-2017.pdf>.
- Rendón, V. 2012. Estudio de residuos orgánicos de zonas periurbanas para permacultivos del cantón Babahoyo-Ecuador. Investigación. ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY, ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY. 137 p.
- Reyes, M. s.f. Abonos orgánicos (en línea). s.l., SEPSA. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/HojasDivulgativas/Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>.
- Roca, I. s.f. Factores que influyen en el compostaje de residuos (en línea, sitio web). Consultado 3 ago. 2020. Disponible en https://www.infoagro.com/hortalizas/factores_influyen_compostaje_residuos.htm.
- Sánchez, J. 2019. ELABORACIÓN DE ABONO ORGÁNICO COMPOST | Conagopare Sede Azuay (en línea, sitio web). Consultado 26 ago. 2020. Disponible en <https://conagopareazuay.gob.ec/w30/elaboracion-de-abono-organico-compost/>.
- Tortosa, G. 2015. Sistemas de compostaje (en línea, sitio web). Consultado 3 mar. 2020. Disponible en <http://www.compostandociencia.com/2015/02/sistemas-de-compostaje/>.
- Vallejo, S. 2017. “elaboración de compostaje con los residuos sólidos orgánicos e la parroquia rural de Limoncocha con fines de valorización” (en línea). Quito, Universidad Internacional SEK. 1-2 p. Consultado 23 jun. 2020. Disponible en

<https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2640/2/TESIS%20VALLEJO%20FINAL.pdf>.

Vera, Y. 2013. Evaluación de compostajes producidos con residuos orgánicos de zonas periurbanas del cantón Babahoyo. (en línea). Experimental. Babahoyo, Universidad Técnica de Babahoyo. 93 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/209/6/T-UTB-FACIAG-AGROP-000018.pdf>.

Villacis, AFH. 2013. Evaluación del compostaje construido mediante sistemas integrales con residuos orgánicos de origen rural en el cantón Babahoyo (en línea). BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR 2013, s.e. 58 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/208/T-UTB-FACIAG-AGROP-000017.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.

Yugsi, L. 2011. Seguridad y soberanía alimentaria basada en la producción sana de alimentos (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/95/1/iniapsc300cd.pdf>.