

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS
ORGÁNICOS E LA PARROQUIA RURAL DE LIMONCOCHA CON FINES
DE VALORIZACIÓN”**

Realizado por:

SAMANTHA VALLEJO GUERRA

Director del proyecto:

Katty Coral

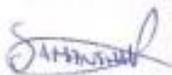
Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERÍA AMBIENTAL

Quito, 26 de Julio de 2017.

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, SAMANTHA BERENICCE VALLEJO GUERRA, con cédula de identidad # 1716049125, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



1716049125
FIRMA Y CEDULA

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:
**“ELABORACIÓN DE COMPOSTAJE CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS E
LA PARROQUIA RURAL DE LIMONCOCHA CON FINES DE VALORIZACIÓN”**

Realizado por:

SAMANTHA BERENICCE VALLEJO GUERRA

como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

ha sido dirigido por la profesora

KATTY CORAL

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

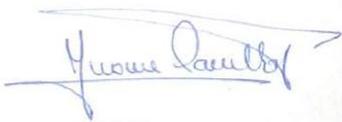
LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

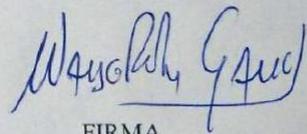
IVONNE CARILLO

WALBERTO GALLEGOS

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

DEDICATORIA

A mi familia por apoyarme en cada paso e impulsarme a seguir, por no dejar rendirme y estar conmigo en cada paso del camino. Sin ustedes no sería nada.

AGRADECIMIENTO

A mi Mami y a mi Hermano por ser mi pilar, fuerza e inspiración y por su cariño incondicional que nunca podre agradecer lo suficiente.

A Sebas por siempre apoyarme y ayudarme.

A Katty Coral, Ivonne Carillo y Walberto Gallegos, por su guía, ayuda y sus valiosas aportaciones a este proyecto de investigación.

Y a todos los profesores de la Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales por compartir su conocimiento y experiencia, permitiéndome así formarme como profesional y como persona.

Para someter ha: *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*

To be submitted: *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*

**Elaboración de compostaje de los residuos sólidos orgánicos de la Parroquia
Rural de Limoncocha con fines de valorización.**

Samantha Vallejo¹, Katty Coral*

¹ Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: MSc. Katty Coral, Universidad Internacional SEK,
Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

Teléfono: 593983084617; email: katty.coral@uisek.edu.ec

Título corto o Running title: Elaboración de compostaje de los residuos sólidos de Limoncocha

Resumen.

En el mundo se producen millones de toneladas de residuos al año, los cuales en su mayoría son dispuestos en sitios no adecuados para controlar las emisiones de gases de efecto invernadero y los lixiviados que el proceso de descomposición produce. Ese es el caso de la Parroquia Rural de Limoncocha que, a pesar de solo representar una pequeña parte de los desechos generados en el mundo, no tiene una gestión adecuada de los mismos.

Los desechos de la parroquia son llevados al relleno de sanitario de Shushufindi, que a pesar de su nombre no consta con los estándares técnicos de un relleno, este se localiza en la provincia de Sucumbíos, en el oriente ecuatoriano, una zona con una gran riqueza paisajística y una enorme biodiversidad. Por lo que generar opciones para gestionar todo tipo de residuos en esta parte del país es de gran importancia.

Como una herramienta de ayuda a la de gestión para los residuos sólidos orgánicos de Limoncocha se propuso al compostaje, que permitiría reducir la cantidad de desechos orgánicos enviados al relleno y aprovechar el potencial que poseen los mismos. Con base en la información de la población y las características de los residuos, este estudio aporta con la realización de la experimentación del proceso de compostaje, para poder determinar si este proceso puede ser aplicado en la parroquia y bajo qué condiciones.

Una vez concluida la experimentación y tomando en cuenta los resultados de los análisis realizados se puede concluir que el compostaje es una opción viable para la parroquia siempre y cuando la mezcla de residuos orgánicos sea mejorada con elementos que aporten nitrógeno, para que la relación C/N del material de partida este dentro del rango ideal, lo cual influye en la calidad del compost obtenido y en los usos que este pueda tener.

Palabras clave: gestión de residuos, biodegradación, abono orgánico, relación carbono/nitrógeno, amazonia, Ecuador.

Abstract.

The world produces millions of tons of waste, which mostly end up in non-technical wastelands, that can't control the emission of greenhouse gasses and toxic leachate, produce by the decomposition process. The solid waste of the Rural Parish of Limoncocha represents only a small percentage of the waste in the world, but despite that they don't have a correct management of their solid waste.

The parish's wastes are dump in the Shushufindi's landfill, that doesn't really count with the technical standards of a landfill. This place is in the province of Sucumbíos, in the Amazon region, a space with a huge biodiversity that needs to be protected. That's why it is important to produce solution that help manage all types of residues in this environment.

Composting is proposed as a tool of management of organic solid waste (OSW) in Limoncocha, this will allow to reduce the amount of waste send to the landfill and take advantage of the value of OSW. Based on the information already obtain in previous studies, about the population and the characteristics of the waste, this research will contribute with the experimentation in composting to determinate if this process is viable and under which conditions.

As conclusion of this process and based on the results obtain is possible to conclude that composting is a viable option in the parish if the original mix of OSW is improved with materials rich in nitrogen, that boost the C/N ratio, this will influence the quality of the compost obtain and will delimitated the possible uses that can have.

Key words: waste management, biodegradation, organic fertilizer, Carbon/Nitrogen ratio, Amazon, Ecuador.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, 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 (INEC & AME, 2014). Quito, la capital, de acuerdo a datos de la Secretaría de Ambiente (2015), genera aproximadamente 842.055 toneladas de residuos al año. Mientras Limoncocha, el lugar de estudio, aporta con 176,2 toneladas anuales de residuos sólidos (Marañón, 2015).

Más de la mitad de la población mundial, no tiene acceso a los servicios de recolección de basura, sea tradicional o de manera diferenciada, o no cuentan con maneras adecuadas de dar una disposición final a los desechos, por lo que los mismos van a vertederos no regulados e ilegales, que por el momento son el lugar de disposición final de aproximadamente el 40% de todos los desechos generados en el mundo (Grupo Banco Mundial, 2016).

De los residuos generados en Ecuador el 39% termina en rellenos sanitarios, 26% se lleva a botaderos o vertederos, el 23% se envía a botaderos a cielo abierto (INEC & AME, 2014). Quito posee dos estaciones de transferencia de residuos y un relleno sanitario, mientras que Limoncocha envía sus desechos al vertedero de Shushufindi, que no posee las características técnicas necesarias para evitar la contaminación por lixiviación o emisión de gases, aumentando la problemática de contaminación a un ecosistema tan biodiverso con el del oriente ecuatoriano. Los desechos que no llegan al relleno suelen ser quemados por la población o usados para la alimentación de animales (Mora, 2016).

A la problemática de la falta de lugares tecnificados para depositar residuos, se debe también unir el hecho de que la recolección diferenciada, es incluso menos común. Por la que todos los tipos de desechos son mal dispuestos, desaprovechando así el potencial de valorización que pueden tener a través del reciclaje o la reutilización.

El reciclaje y la reutilización se pueden aplicar para desechos inorgánicos, permitiendo aprovechar sobre todo el plástico, papel y vidrio; también se puede reciclar o reutilizar metal, desechos tecnológicos, madera, algunos textiles, entre otros. Para utilizar los residuos orgánicos que se generen se usan procesos anaerobios de descomposición, o aeróbicos, como el compostaje.

El compostaje es una técnica que permite ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica, esta degradación tiene como objetivo final la transformación de materiales orgánicos a otra forma química, para mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes (Sztern & Pravia, 1999).

Este proceso se da en cuatro fases o etapas, de las cuales tres son determinadas por la temperatura, y la etapa final, de maduración que tiene una duración variable. Las distintas etapas son: Fase Mesófila, Fase Termófila, Fase de enfriamiento o Mesófila II y Fase de Maduración (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

En la primera fase, la mesófila, el proceso comienza a temperatura ambiente, la cual sube en cuestión de días e incluso horas, llegando alrededor de los 45 °C. La etapa que le sigue la termófila se caracteriza por temperaturas mayores (entre 55°C a 60 °C) y su duración depende del material de partida, las condiciones climáticas, el lugar, entre otros. La fase de enfriamiento tiene temperaturas inferiores a 40 °C y se caracteriza por la aparición de hongos, debido a la baja de temperatura y la apariencia del producto esta fase se suele confundir con la fase de maduración, la cual puede durar meses a temperatura ambiente (Román & et al, 2013).

De acuerdo a los datos de Hoornweg & Bhada-Tata (2012), en el mundo alrededor de 68 millones toneladas de residuos son destinadas al compostaje anualmente, proviniendo en su mayoría de países con altos ingresos y que tienen una buena gestión de residuos. Los países de ingresos medio bajos destinan 1,2 millones de toneladas de residuos orgánicos al compostaje, es

decir el 0,55% de todos los residuos orgánicos generados. Entre los países considerados de este tipo se encuentra Ecuador (Hoornweg & Bhada-Tata, 2012).

Solo el 38,32% de los hogares de todo el país clasifican los residuos; en orgánicos, plástico, papel y vidrio, donde el 22,77% de todo lo separado son residuos orgánicos. Mientras en su mayoría el plástico, papel y vidrio, son vendidos o regalados a personas que se encargan de su gestión. De los residuos orgánicos clasificados más del 50% se usan para realizar composta o como alimento para animales (INEC, 2014).

En Limoncocha, donde de acuerdo a Mora (2016) y Marañón (2015), los desechos de origen orgánico componen alrededor del 65% del total de lo generado, el aprovechamiento de los mismos reduciría significativamente la cantidad de residuos enviados al relleno, por lo que también disminuiría la contaminación debido a la lixiviación y filtración.

La información disponible respecto a la gestión de los residuos sólidos orgánicos en Limoncocha, indica que alrededor del 67% de los habitantes envían sus desechos al relleno de Shushufindi, el 30% quema la misma y el 3% gestiona de manera no específica, sus residuos (Mora, 2016).

En 2015 el 68% de los habitantes de la parroquia no conocían cómo se realiza el compostaje, siendo esta la mayor razón que tenían para no utilizar este proceso (Marañón, 2015). Para 2016 el porcentaje de habitantes que desconocían cómo se elabora compost disminuyó a 33%, pero aumentó el porcentaje de personas que citaban otras causas para no realizar el proceso, los habitantes que no lo empleaban por falta de espacio paso, de un 0% en 2015 a 13% en 2016, y los pobladores que creían que el compostaje genera mal olor, aumento de 4% en 2015 a 20% en 2016 (Mora, 2016).

Para realizar compostaje, si bien es importante contar con el espacio adecuado, esto no siempre significa que se debe disponer de una gran cantidad de terreno, ya que existen técnicas y sistemas que no implican grandes extensiones. Entre las técnicas más comunes están las composteras horizontales que pueden realizarse en recipientes cerrados o abiertos, dependiendo de las necesidades de cada proceso (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

En cuanto a la generación de malos olores, esta condición no es una característica del proceso, si se realiza de manera correcta, pero se puede generar cuando influyen factores como la baja cantidad de oxígeno o exceso en el nitrógeno disponible (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). En Limoncocha, si un proceso de compostaje genera mal olor lo más probable sea que se trate de una baja cantidad de oxígeno, que se corrige a través de volteo de la pila de compostaje. Ya que el porcentaje nitrógeno en los residuos de la parroquia es muy bajo, siendo la media de 0.4153% y alcanzando como máximo 1.04% (Toro, 2016).

El nitrógeno, es una parte esencial en el compostaje, ya que junto con el carbono son los componentes principales de la materia orgánica. Por lo que no solo este elemento por sí solo es importante, si no también lo es la relación que tiene con el carbono (relación C/N), la cual determina la velocidad del proceso de compostaje (Sztern & Pravia, 1999).

La relación carbono/nitrógeno (C/N), es un valor adimensional, que representa las unidades de carbono por las unidades de nitrógeno que contiene un material. Es una referencia para predecir la facilidad de descomposición del material orgánico, para un proceso óptimo el material inicial debe colocarse dentro del rango de 25 a 35, es decir 25 a 35 unidades de carbono por cada unidad de nitrógeno. Mientras mayor sea la relación, menor es la cantidad de unidades de nitrógeno respecto a las de carbono (Sztern & Pravia, 1999).

Los datos de Toro (2016) indican que la relación C/N media de los residuos de Limoncocha es de 158.53, siendo superior al ideal. Valores más cercanos al óptimo se observaron en muestras que contenía aproximadamente un 30% de residuos de carne. Dichos residuos aportaron con nitrógeno y contribuyeron en bajar la relación C/N (Toro, 2016).

El presente trabajo busca obtener resultados respecto al comportamiento del proceso de compostaje con los residuos sólidos orgánicos de la parroquia de Limoncocha, esperando generar un compost de baja calidad si la mezcla no es mejorada, y un compost más útil para la agricultura si se mejora la mezcla con residuos de carne.

MATERIALES Y MÉTODO

Diseño y colocación de las camas de compostaje

El diseño de las camas de compostaje o composteras, se realizó pensando en las características de la población de Limoncocha, como se explicó anteriormente entre los limitantes para la utilización del compostaje dentro de la comunidad estaban la falta de espacio y la generación de mal olor. Para lo que se buscó usar un sistema cerrado de compostaje que no ocupe mucho espacio y que esté protegido de la lluvia, para evitar así el exceso de agua que suele generar mal olor por la falta de oxígeno que esto provoca.

Los sistemas cerrados de compostaje no solo protegen el proceso de la acción de la lluvia, también evitan el acceso de animales al producto, facilitan el volteo y la extracción de lixiviados. Si bien este método tiene como desventaja el incremento de la temperatura sobre todo en climas cálidos, se puede evitar el mismo agregando una capa de tierra en la cama de compostaje antes de colocar la materia orgánica. Debido a que no se tiene un acceso constante a la muestra (residuos sólidos orgánicos) se utilizó un sistema cerrado horizontal, o por lotes que no necesita del aporte continuo de nueva materia orgánica para que se dé el compostaje (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Para la realización de este proyecto se construyeron dos camas de compostaje con las siguientes características cada una: un marco de madera de 1,05 metros tanto de ancho como de largo, y 0,22 metros de altura. El fondo de la compostera es una capa doble de plástico negro, la capa de plástico en contacto con el suelo es impermeable, mientras que la capa cercana al compost tiene pequeñas perforaciones que permitirán el paso de los lixiviados que genera el proceso, estos podrán ser evacuados por una válvula conectada a un tubo de PVC de 5 centímetros, que se encuentra entre las dos capas de plástico negro. Además del fondo de plástico

las camas de compostaje cuentan con una cubierta del mismo material, para evitar el ingreso de lluvia y de vectores (ANEXO A).

Las composteras se encuentran en las afueras de la Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, localizada en el Campus Miguel de Cervantes en Carcelén de la Universidad Internacional SEK en Quito, debido a que esto facilitó el seguimiento del proceso y la medición. Se colocaron las camas de compostaje, dentro de una carpa de plástico negro, para que las condiciones de humedad y temperatura ambiental puedan asemejarse en lo posible a las de Limoncocha.

Cálculo y recolección de la muestra

La determinación de la cantidad de muestra se realizó a partir del espacio que se tenía para realizar el compostaje. De acuerdo a Román & et al (2015) para el cálculo se necesita conocer el volumen disponible y la densidad de los residuos.

La densidad de los residuos sólidos de Limoncocha fue calculada usando un recipiente de volumen y peso conocidos, el cual fue llenado de los residuos sin compactar o triturar, para luego ser pesado. Se resta del peso final, el peso del recipiente y se dividió este valor por el volumen, obteniendo así la densidad (Sakurai, 2000).

En este caso se usó un vaso de precipitación de 1 litro ($0,001 \text{ m}^3$), y el peso que se tuvo de los residuos sin compactar fue de 185 gramos (0,185 kg), con estos datos se obtuvo la densidad con la que se trabajó, 185 kg/m^3 .

Una vez se tiene la densidad de los residuos se puede calcular el volumen de las camas de compostaje, los lados miden 1,05 m cada uno y la altura con la que se realizó el cálculo fue de 0.17 metros, ya que a la altura total se le restó 0,03 m que se llenaran con tierra y 0,02 m que se

dejó de espacio para realizar el volteo. Por lo que el volumen disponible para la muestra es de $0,187 m^3$

Conociendo el volumen utilizable y la densidad de residuos se usa la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Cantidad de muestra de acuerdo al espacio de compostaje

$$\text{Masa de la muestra} = \text{Densidad de residuos} * \text{Volumen utilizable}$$

Fuente: (Román & et al, 2015)

Cálculo de la cantidad de la muestra para la Cama 1

Aplicando la ecuación a los datos obtenidos, la masa de la muestra es de 34,6 kg la cual se llevará a 35 kg para facilitar el proceso en campo, en el caso de la Cama 1, esta no contó con un elemento para mejorar la relación C/N, por lo que los 35 kg fueron en su totalidad residuos sólidos orgánicos obtenidos de la Parroquia Limoncocha.

Cálculo de la cantidad de la muestra para la Cama 2

En cuanto a la Cama 2 se planteó mejorar la relación C/N con el uso de residuos de carne. Se escogió usar carne como agente de mejoramiento ya que se tiene evidencia de que su presencia en los residuos de la parroquia incrementa la cantidad de nitrógeno y acercan el valor de la relación a valores más cercanos al rango ideal para el proceso de compostaje.

Se consideró que el 40% de la muestra total debería ser de residuos de carne, ya que al tener un valor menor a este porcentaje de acuerdo a los datos de Toro (2016) se obtuvo una relación C/N de 48,05, y lo que se busca alcanzar es el rango óptimo que está entre 25-35.

Por lo que para la muestra de la Cama 2 se recolectaron 21 kg de residuos sólidos orgánicos de la Parroquia Rural de Limoncocha, con una composición similar a la muestra colocada en la Cama 1, y se le añadió 14 kg de residuos de carne obtenidos de desperdicios en carnicerías del Distrito Metropolitano de Quito.

Recolección de Muestra

Se debieron recolectar 56 kg de residuos sólidos orgánicos de Limoncocha, para lo que se realizó un viaje a la parroquia en el mes de Enero de 2017, la recolección se realizó en los puntos donde la población coloca la basura para que el camión recolector lleve la misma al relleno sanitario de Shushufindi, la localización de estos puntos se conoció previamente mediante las visitas realizadas junto con tesis anteriores en Febrero y Mayo de 2016.

Como se conoce no existe una recolección diferenciada de residuos, ni la clasificación de los mismos por parte de los habitantes, aunque cabe aclarar que la mayoría de residuos orgánicos se pudieron encontrar en fundas separadas, al ser estos provenientes de los basureros localizados exclusivamente en la cocina de los hogares.

Se realizó manualmente la separación de los residuos sólidos orgánicos en los diferentes hogares de la parroquia, cuando fue necesario, y se buscó recorrer extensamente la Parroquia para que la muestra sea representativa de la mayor cantidad de la población. Una vez que se obtuvieron los desechos orgánicos de cada punto, se volvió a colocar en sus respectivas fundas los residuos no utilizados para que sean recolectados por el servicio del municipio de Shushufindi. El traslado de los residuos a las instalaciones en Quito se realizó contratando los servicios de una camioneta particular, para poder llevar la gran cantidad que se necesitaba de manera rápida para dar comienzo al proceso de compostaje.

Conformación de camas de compostaje.

Las camas de compostaje se conformaron de dos maneras distintas, ya que se decidió llevar a cabo dos procesos de compostaje diferentes, esto permitió evaluar las diferencias en el proceso y en la calidad del producto final, al realizar cambios en la disponibilidad de nitrógeno.

La primera cama se conformó solo con los residuos obtenidos en la parroquia sin realizar cambios en su composición o características. La cama 2 estuvo compuesta por los residuos sólidos orgánicos de Limoncocha junto con desechos de carne, conseguidos de carnicerías en Quito, estos aumentaron la cantidad de nitrógeno disponible en la mezcla, cambiando así la relación C/N, lo cual favoreció la calidad del compost que se obtuvo al final del proceso.

Para la conformación de las camas de compostaje se comenzó, en ambos casos, con una capa de tres cm de tierra fértil, como agente de inoculación y para evitar un aumento exagerado de la temperatura, una de las características de los sistemas cerrados de compostaje.

Después de colocar la tierra en las camas, se colocaron los residuos sólidos orgánicos recolectados en Limoncocha, los mismos fueron cortados en pedazos entre los 5 y 20 cm, ya que es el rango de tamaño de partícula recomendado por Román & et al (2015), teniendo partículas pequeñas aumenta la superficie específica mejorando así la actividad microbiana, la retención de humedad y la aeración. Como parte de los residuos recolectados se encontraban cáscaras de coco y guaba que presentaban gran dificultad para realizar una reducción de su tamaño, por lo que en estos casos se buscó llegar al menor tamaño posible, aunque este no se encuentre dentro del rango recomendado.

Para cada cama se buscó tener composiciones iguales de los residuos, a pesar de las diferencias en peso que había en las mismas como ya se explicó. En la Cama 1 una vez que se colocaron los 35 kg de residuos recolectados en Limoncocha se mezcló y humedeció ligeramente la misma hasta cumplir con el rango óptimo de humedad para compostaje que se encuentra entre 45% y 60%, para determinar la humedad se utilizó la “técnica del puño cerrado” la cual consiste en tomar un puñado del material y ejercer sobre el mismo la fuerza normal del brazo, si al hacer

esto la muestra tomada se desmenuza, la humedad es muy baja, si escurre agua la humedad es muy alta, pero si este se mantiene el material compacto la humedad es la adecuada (Yugsi, 2011).

En la Cama 2 se colocaron 21 kg de residuos orgánicos sólidos de Limoncocha y 14 kg de residuos de carne, que se consiguieron de carnicerías localizadas en el Distrito Metropolitano de Quito, la carne también fue cortada para que cumpla con el tamaño de partícula recomendado. Al finalizar la conformación de la cama de compostaje 2, se realizó el mismo proceso que ya se describió para la Cama 1.

Mediciones semanales.

Como parte del seguimiento del proceso se determinó realizar semanalmente la medición del pH y temperatura de la pila de compostaje, además de medir los valores atmosféricos de temperatura y humedad, de esta manera se pudo controlar el desarrollo del proceso de compostaje y conocer en qué etapa se encontraba el mismo. Para las mediciones se usaron los siguientes equipos:

- pH: Multiparámetro HACH. Modelo HQ40D.
- Humedad Relativa y Temperatura Ambiente: Termohigrómetro Omega. Modelo RH32P-C2

Fase de laboratorio

Una vez que se llegó a la fase de final del compostaje, la fase de maduración, se comenzó con los ensayos de laboratorio para determinar las características del producto obtenido. Los resultados obtenidos fueron comparados con los estándares contenidos en dos Normas Internacionales (México y Chile), debido a la falta de una normativa nacional para determinar la calidad de compost, estas normas son:

- Norma ambiental para el distrito federal NADF-020-AMBT-2011, que establece los requerimientos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, agrícolas, pecuarios y forestales, así como las especificaciones mínimas de calidad de la composta producida y/o distribuida en el distrito federal.
- Norma Chilena 2880 "Compost - Clasificación y requisitos". NCh2880.

Medición de conductividad

Se pesaron 10 g de muestra en un vaso de precipitación de 50 mL, y se agregaron 25 mL de agua destilada. Se mezcló con la ayuda de una varilla de agitación durante 5 minutos, y se dejó a las muestras en reposo por 24 horas. Pasado este periodo se utilizó un equipo de medición multiparámetros para realizar las mediciones (Alvarado, Córdova, & López, 2009).

Determinación de Nitrógeno

Se calculó el porcentaje de nitrógeno a través del método Kjeldahl, este análisis se realiza en tres partes: digestión, destilación y valoración. Lo que se logra con el mismo es que se digieren todas las proteínas y compuestos orgánicos de la muestra, en una mezcla de ácidos fuertes, en este caso ácido sulfúrico y catalizadores. El nitrógeno orgánico se convirtió en sulfato de amonio durante la digestión, en la destilación la sustancia obtenida es neutralizada con una base fuerte y se recoge en una solución de ácido bórico. Los iones de borato que se formaron en la destilación se neutralizan con ácido clorhídrico, utilizando la siguiente ecuación se obtiene el porcentaje de nitrógeno total Kjeldahl (Bradstreet, 1954).

Ecuación 2: Nitrógeno Total de Kjeldahl

$$\%NTK = \frac{(A - B) * N * 1.4007}{m}$$

Fuente: (Bradstreet, 1954).

A = Volumen de Ácido Clorhídrico consumido en la valoración en mL

B = Volumen de Ácido Clorhídrico consumido en la valoración del blanco en mL

N = Normalidad del Ácido Clorhídrico utilizado en la valoración (0,25 M)

m = Peso de la muestra en g

Digestión:

- Se colocó un papel filtro cuantitativo sobre un vidrio reloj en una balanza analítica y se taro.
- Encima del filtro se colocó 10g de muestra, la cual luego se envolvió en papel filtro y se introdujo en un tubo Kjeldahl.
- Se añadió un gramo de mezcla catalítica ($K_2SO_4 + CuSO_4 \cdot 5H_2O$) a cada tubo de digestión. Al igual que se añaden poco a poco 25 mL de ácido sulfúrico concentrado (96%), moviendo el tubo y asegurando que la muestra sea disuelta en el ácido en su totalidad.
- Se colocaron los tubos Kjeldahl en el digestor InKjel M a un 80% de energía, dejando que la muestra se digiera durante cuatro horas.

Destilación:

- Una vez se terminó la digestión y se dejó enfriar los tubos, se agregó lentamente 25 mL de agua destilada a cada uno y se colocó en el soporte del aparato de destilación.
- Se agregaron 70 mL de Hidróxido de Sodio al 40 % en una probeta, conectada al equipo de destilación, para alcalinizar el medio y así desplazar el amoníaco del sulfato de amonio.

- En un matraz de 250mL se agregaron 50mL de ácido bórico y 10 gotas del indicador Kjeldahl (rojo de metilo + azul de metileno + alcohol etílico).
- Se corrió el programa “01” y se recogió la disolución de color verde hasta que esta alcanzo un volumen de 150mL.
- Al finalizar de destilar cada muestra, en el equipo se corrió el programa “00” llenando $\frac{3}{4}$ de un tubo de agua destilada para realizar la limpieza y así evitar cualquier tipo de contaminación cruzada entre las muestras. Este proceso se realizaba entre 3 y 4 veces entre cada muestra.

Valoración:

- El matraz con el producto destilado se colocaba sobre un agitador mecánico para que se agite continuamente durante la titulación.
- En un soporte universal con una pinza mariposa (pinza doble para bureta) se sujetaba una bureta de 25 mL, llena con Ácido Clorhídrico 0,25M.
- Gota a gota se dejaba caer el ácido clorhídrico en el destilado hasta que se presentaba el cambio de coloración de verde a violeta
- Finalmente, se realizaba la lectura de la cantidad de ácido clorhídrico consumido en la valoración y se aplicaba la Ecuación 2.

Determinación de Carbono

Se encontró el porcentaje de carbono usando el método de Perdida por Ignición (LOI), aplicando un factor para considerar solo el carbono orgánico. Este factor, de 0,58, se usa debido a que el método de LOI no determina solamente el carbono orgánico, por lo que es necesario aplicar al valor obtenido una constante, que se estima en base a la cantidad de carbono existente en la materia orgánica, cantidad que se encuentra entre el 60% y 80% (Barrera, 2006).

Método de Pérdida por Ignición.

La Pérdida por Ignición (LOI), mide la cantidad de materia orgánica en las muestras que pueden ser combustionadas a 550°C. El procedimiento se realizó de la siguiente manera: se introdujo las muestras durante 24 horas en una estufa a 105°C para eliminar toda la humedad de las mismas; después se combustionó las muestras en la mufla a una temperatura de 550°C durante 30 minutos, se pesaron las muestras al inicio y final del procedimiento, ya que la pérdida de peso durante la combustión es equivalente a la masa de la materia orgánica en la muestra, y se aplicó la siguiente fórmula (Barrera, 2006).

Ecuación 3: Pérdida total por ignición

$$\%LOI = \frac{(A - B)}{(A - C)} * 100$$

A= Peso del crisol y de la muestra antes de la ignición en gramos

B= Peso del crisol y la muestra después de la ignición en gramos

C= Peso del crisol en gramos.

Ya que la mayoría de materiales tienen un contenido de carbono entre el 60% y el 80% de la fracción orgánica, el resultado de LOI se multiplicó por un factor de 0,58 para obtener el carbono orgánico(Barrera, 2006).

Ecuación 4: Determinación del porcentaje de carbono

$$\%C = \%LOI * 0,58$$

El proceso de laboratorio se realizó de la siguiente manera:

- Se marcó los crisoles de 50 mL con el nombre de cada muestra, sin usar etiquetas que puedan alterar el peso.

- Cada crisol fue pesado en una balanza analítica, anotando el resultado hasta con 4 cifras significativas. Después se taro la balanza y se colocaron las muestras de compostaje hasta que alcanzar un valor de 10 gramos
- Los crisoles fueron llevados a la estufa donde se regularon las condiciones para que permanezcan durante 24 horas a 105 °C.
- Pasadas las 24 horas, y después de que la temperatura de la estufa descienda se extraen las muestras con una pinza y se pesan nuevamente.
- Una vez con los crisoles pesados y las cifras anotadas, se transporta los crisoles a la mufla.
- En la mufla se colocaron los crisoles a 550 °C durante media hora y se apagó el equipo.
- Una vez baja la temperatura de la mufla y con la ayuda de una pinza, se pesaron los crisoles.

Calculo de la Relación C/N

Esta relación se calcula en función del porcentaje de carbono orgánico obtenido y el porcentaje de nitrógeno total de Kjeldahl, se usa la siguiente ecuación:

Ecuación 5: Relación C/N

$$\frac{C}{N} = \frac{\%C}{\%NTK}$$

Ensayos en laboratorio externo

Para corroborar y verificar los resultados obtenidos se envió muestras del compost al laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), esta institución ha

realizado cientos de estudios de compostaje analizando la calidad del mismo. De esta manera se pudo realizar un mejor análisis de la calidad y posibles usos del compost obtenido. Se analizaron los siguientes parámetros:

- Nitrógeno total
- Relación C/N
- Fosforo
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- Azufre
- Materia Orgánica
- Boro
- Zinc
- Cobre
- Hierro
- Manganeso

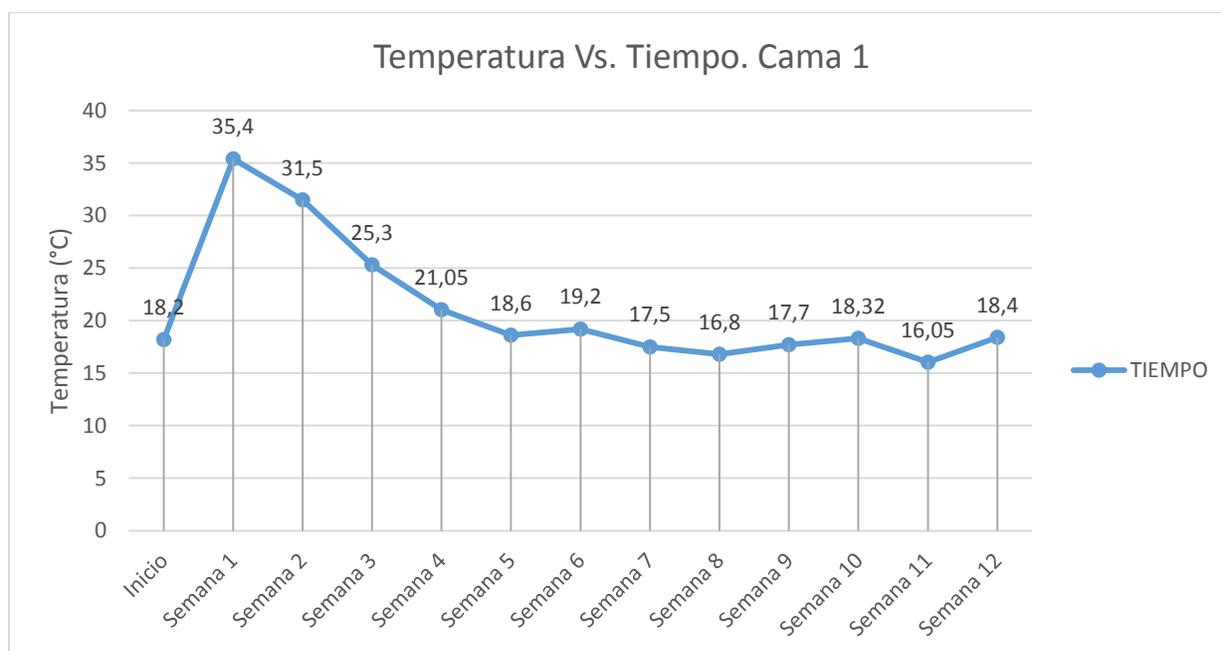
RESULTADOS

Resultados de Temperatura durante el proceso de compostaje

Temperatura durante el proceso de compostaje en Cama 1

De las mediciones realizadas semanalmente en las camas de compostaje se obtuvo la siguiente gráfica:

Gráfico 1: Temperatura Vs. Tiempo en el proceso de compostaje en la Cama 1



Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017

Como se puede apreciar, la temperatura se eleva considerablemente y vuelve a bajar después de un corto tiempo siendo esto consistente con las fases del compostaje en base a la temperatura. En el caso de la Cama 1 no se evidenciaron temperaturas en el rango que la bibliografía determina para la fase termófila (45 °C - 60 °C), obteniéndose una temperatura máxima de 35,4 °C, pero se observó el crecimiento de hongos característicos de la fase mesófila II (ANEXO A), por lo que se puede inferir que se cumplió con la etapa termófila.

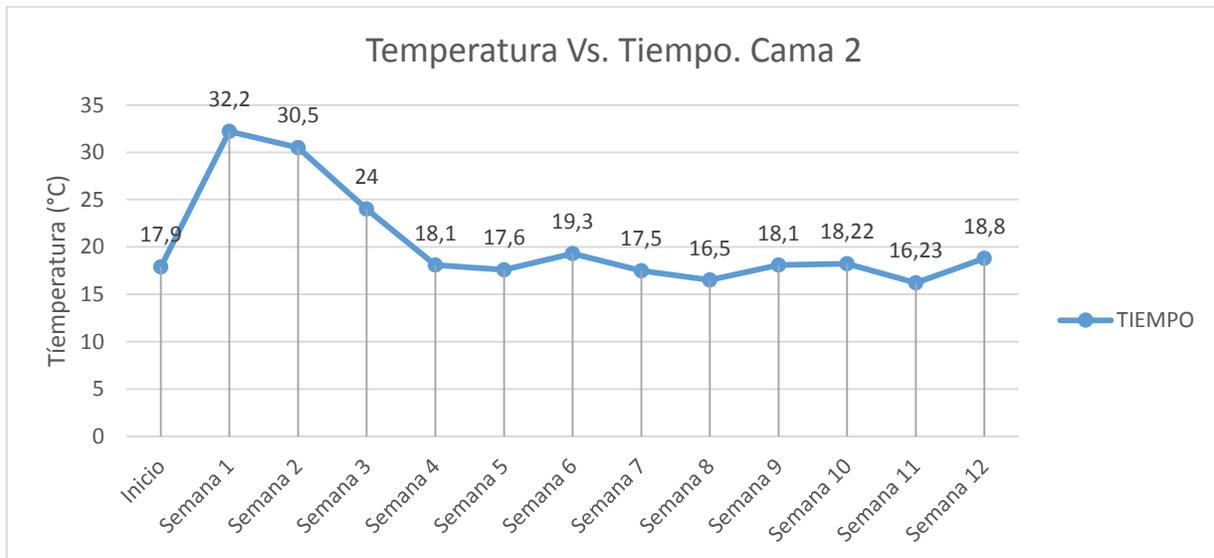
La falta de altas temperaturas se puede atribuir a varios factores, poca humedad, material insuficiente, o un déficit de nitrógeno. Se puede descartar a la falta de humedad como causa ya que fue controlada, asegurándose de que este en un rango adecuado; en cuanto al material, se calculó la cantidad necesaria para el compostaje en base al espacio disponible por lo que podría eliminar también este factor.

La deficiencia de nitrógeno es el factor con más posibilidades de ser el causante de las bajas temperaturas, ya que como se conocía por estudio previos la mezcla de residuos orgánicos de Limoncocha tiene una muy baja cantidad de nitrógeno, y los microorganismos tienen que ralentizar su actividad metabólica.

Temperatura durante el proceso de compostaje en Cama 2

En la cama 2 la temperatura máxima registrada alcanzó los 32,2 grados. Al igual que en la Cama 1 no se evidencio temperaturas en el rango de 45 °C a 60 °C que es la característica de la etapa termófila pero igualmente se notó la existencia de hongos de la etapa mesófila II.

Gráfico 2: Temperatura Vs. Tiempo en el proceso de compostaje en la Cama 2



Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017.

Como ya se indicó previamente, existen varios factores para explicar las bajas temperaturas y si bien en los residuos sin material de mejora (Cama 1) por la falta de nitrógeno afectan el proceso, la cama 2 contenía un 40% de carne en su muestra, lo cual sin duda subió la cantidad de nitrógeno disponible para la actividad microbiana. Por lo que sería importante considerar el efecto de los factores ambientales, ya que el proceso se realizó en la ciudad de Quito durante meses caracterizados por tener un clima frío.

También se debe tomar en cuenta que la fase termófila pudo tener una corta duración, lo cual no permitió que en las mediciones semanales se registrara el punto de temperatura más alto al que llegó el proceso. Este factor pudo influir en los resultados obtenidos en las dos camas de compostaje.

Resultados de pH durante el proceso de compostaje

El comportamiento del pH en el proceso de compostaje, está condicionado por los materiales de origen y varía entre fases, pero se puede encontrar en un rango de 4,5 a 8,5; siendo el rango ideal entre 5,8 a 7,2. En el principio el mismo se acidifica debido a la formación de ácidos orgánicos, para luego volverse alcalino en la fase termófila, por la conversión de amonio a amoniaco, al final del proceso se estabiliza en valores cercanos al neutro (Román, Martínez, & Pantoja, 2013). Las camas de compostaje durante el seguimiento que se le dio al proceso, mostraron valores dentro del rango ideal de pH, como se detalla a continuación.

pH durante el proceso de compostaje en la Cama 1.

De las mediciones semanales se puede apreciar que el pH de la Cama 1 se mantuvo dentro del rango ideal para el proceso. Si bien no hay variaciones extremas se puede observar en su

mayoría que los valores tienden a ser ligeramente ácidos lo cual favorece la acción de los microorganismos.

Tabla 1: Datos de pH registrados para la Cama 1 por semana

Cama 1	
TIEMPO	pH
Inicio	6.72
Semana 1	6.78
Semana 2	6.89
Semana 3	5.58
Semana 4	7.75
Semana 5	6.40
Semana 6	6.55
Semana 7	7.53
Semana 8	6.73
Semana 9	7.75
Semana 10	6.31
Semana 11	6.56
Semana 12	7.52

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017.

pH durante el proceso de compostaje en la Cama 2.

Tabla 2: Datos de pH registrados para la Cama 2 por semana

Cama 2	
TIEMPO	pH
Inicio	6.57
Semana 1	6.52
Semana 2	6.89
Semana 3	6.03
Semana 4	7.85

Semana 5	5.89
Semana 6	7.96
Semana 7	5.34
Semana 8	6.12
Semana 9	6.20
Semana 10	6.01
Semana 11	6.38
Semana 12	6.75

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017.

En la cama de compostaje 2, se obtuvieron los datos de la tabla 2 para las mediciones semanales realizadas, se observa que el pH se mantuvo dentro de rangos ideales, tendiendo a valores más bajos que en la Cama 1, debido a que la carne de res suele tener valores de pH cercanos a 5 y en general ser un medio ácido, los datos obtenidos de la Cama 2 reflejan la influencia que este material agregado tuvo sobre el proceso de compostaje de los residuos sólidos orgánicos de Limoncocha.

Conductividad en el compost.

Como parte de los parámetros analizados en laboratorio, para determinar las características y calidad del compost se consideró la conductividad eléctrica. Los análisis se realizaron a 5 muestras por cama y se compararon a los siguientes valores:

Tabla 3: Clasificación de Compost en base a la conductividad en dos normas internacionales.

Tipo de compost	NADF-020-AMBT-2011	NCh2880
Clase o Tipo A	<4 dS/m	<3 dS/m
Clase o Tipo B	<8 dS/m	<8 dS/m
Clase o Tipo C	<12 dS/m	No tiene esta



Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017. Adaptado de: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2012. & Instituto Nacional de Normalización de Chile, 2004.

El compost A de acuerdo a la norma chilena (NCh2880) es el de mayor calidad y puede ser usado sin restricciones, mientras que para la norma del Distrito Federal de México (NADF-020-AMBT-2011) el compost de Tipo A es recomendado para ser usado en viveros y macetas. El compost B en la norma chilena tiene restricciones específicas dependiendo de su conductividad, y en la norma mexicana su uso se recomienda para la agricultura ecológica y reforestación.

En la norma chilena solo hay dos clases de compost, pero en la norma NADF-020-AMBT-2011 se considera una tercera clase que se recomienda usar para reforestación en áreas verdes urbanas y para paisajismo (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2012).

Resultados de conductividad en el compost de la Cama 1.

Tabla 4: Datos de conductividad para la Cama 1

CAMA 1		
MUESTRA	mS/cm	dS/m
1	5,15	0,00515
2	5,67	0,00567
3	5,36	0,00536
4	5,78	0,00578
5	5,35	0,00535
Media	5,462	0,005462

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017

El valor promedio de conductividad obtenido es de 5,462 mS/cm o 0,005462 dS/m, en comparación con las normas internacionales tomadas como referencia por el valor de conductividad, el compost obtenido en la Cama 1 clasifica como compost de clase A. Lo cual significa que basándose solo en este parámetro podría ser usado sin ninguna restricción.

Resultados de conductividad en el compost de la Cama 2.

Tabla 5: Datos de conductividad para la Cama 2

CAMA 2		
MUESTRA	mS/cm	dS/m
1	3,97	0,00397
2	2,96	0,00296
3	3,99	0,00399
4	4,59	0,00459
5	4,27	0,00427
Media	3,956	0,003956

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017

El valor de la media fue de 3,956 mS/cm o 0,003965 dS/m, por lo que se puede clasificar al compost como clase o tipo A, es decir puede ser utilizado sin mayores restricciones de acuerdo a la norma NCh2880, y según las recomendaciones en la norma NADF-020-AMBT-2011 se podría aplicar en viveros y macetas.

Tabla 6: Tabla comparativa de las medias con la normativa internacional

Camas de compostaje	Media obtenida	NADF-020-AMBT-2011	NCh2880
Cama 1	0,005462 dS/m	<4 dS/m (Clase A)	<3 dS/m (Clase A)

Cama 2	0,003956 dS/m	<4 dS/m (Clase A)	<3 dS/m (Clase A)
---------------	---------------	-------------------	-------------------

Nitrógeno en el compost.

Resultados de nitrógeno en el compost de la Cama 1.

Tabla 7: Datos de nitrógeno en el compost de Cama 1

CAMA 1		
Peso muestra	Cantidad de HCl consumida (mL)	NTK%
10,0082	6,8	0,2379
10,0028	5,6	0,1960
10,0132	4,65	0,1626
10,0023	6,45	0,2258
10,0083	5,35	0,1872
Media		0,2019

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017.

Los datos de Nitrógeno fueron similares a los datos que se obtuvieron en el estudio de Toro (2016), que evaluó la cantidad de nitrógeno, carbono y la relación C/N de los residuos sólidos orgánicos de Limoncocha, que es el material de partida de este estudio, que los datos se mantengan demuestra que no existe mayor aprovechamiento del nitrógeno debido a su baja disponibilidad.

Resultados de nitrógeno en el compost de la Cama 2.

Tabla 8: Datos de nitrógeno en el compost de Cama 2

CAMA 2		
Peso muestra	Cantidad de HCl	NTK%

	consumida	
10,0165	9,85	0,3444
10,0046	8,6	0,3010
10,0078	7,5	0,2624
10,0226	9,4	0,3284
10,0056	8,53	0,2985
Media		0,3069

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017

Los valores de nitrógeno obtenidos para la Cama 2, son ligeramente superiores a los que presenta la Cama 1, debido a que la segunda cama contaba con elementos de mejora que aportaron nitrógeno a la muestra, tiene sentido que la cantidad de nitrógeno en la misma siga siendo alta, incluso después de que haya sido aprovechada por los microorganismos. Para entender por completo que revelan los resultados, es necesario conocer los datos obtenidos en el análisis del carbono y de la relación C/N.

Carbono en el compost.

Resultados de carbono en el compost de la Cama 1.

Tabla 9: Datos de carbono en el compost de Cama 1

CAMA 1				
Peso antes de ignición	Peso después de ignición	Peso del crisol	% LOI	%C
42,1707	40,5172	36,8375	31,0039	17,9823
42,1479	40,8237	36,8813	25,1434	14,5831
40,0263	38,9805	35,1806	21,5820	12,5176
44,8853	43,3982	39,6085	28,1819	16,3455
43,3163	42,0858	38,1963	24,0332	13,9393

Media	15,0735
--------------	----------------

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017

El porcentaje de carbono obtenido fue inferior al resultado de la cantidad de carbono orgánico de los residuos sólidos orgánicos de Limoncocha, que se desprenden del estudio de Toro en 2016., debido a que los RSO de la parroquia son el material de partida, al tener resultados inferiores se puede asumir que el carbono fue consumido por los microorganismos. Asegurándose que se cumpla así el proceso de degradación, a pesar de que su aprovechamiento estuvo limitado por la baja cantidad de nitrógeno, que afectaba la relación C/N.

Resultados de carbono en el compost de la Cama 2.

Tabla 10: Datos de carbono en el compost de Cama 2

CAMA 2				
Peso antes de ignición	Peso después de ignición	Peso del crisol	% LOI	%C
39,8053	38,4911	34,6578	25,5308	14,8079
40,5627	39,4638	35,4238	21,3840	12,4027
39,8942	38,6675	34,2247	21,6368	12,5494
41,2772	39,9392	36,1269	25,9791	15,0679
44,2748	42,9702	39,0577	25,0062	14,5036
Media				13,8663

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017

En la Cama 2 el porcentaje de carbono difiere en dos puntos al encontrado en la cama 1, ya que esta cama de compostaje presentar mayor cantidad de nitrógeno, lo cual facilita las reacciones metabólicas de las bacterias, aumentando el consumo de carbono.

Relación C/N en el compost.

Tabla 11: Clasificación de Compost en base a la relación C/N en dos normas internacionales.

Tipo de compost	NADF-020-AMBT-2011	NCh2880
Clase o Tipo A	<15	<25
Clase o Tipo B	<25	<30
Clase o Tipo C	<30	No tiene esta clasificación

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017. Adaptado de: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2012. & Instituto Nacional de Normalización de Chile, 2004.

Resultados de la relación C/N en el compost de la Cama 1

Tabla 12: Datos de la relación C/N en el compost de Cama 1

CAMA 1		
%C	%NTK	RELACIÓN C/N
17,9823	0,2379	75,58
14,5831	0,1960	74,39
12,5176	0,1626	76,98
16,3455	0,2258	72,39
13,9393	0,1872	74,47
Media		74,76

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017

En la Cama 1 los valores de la relación C/N bajaron con relación a los valores del material de partida, que de acuerdo a los datos de Toro (2016), la media de la relación C/N de los mismos era de 158,5312, en cambio la media del compost obtenido de estos materiales es de 74,76; revelando así que al degradarse el carbono y el nitrógeno no se mantuvo la misma dinámica en

cuanto a los porcentajes, debido a la diferencias en las cantidades disponibles de los elementos que limitaban su aprovechamiento. Comparando los resultados con las normas internacionales, estos se encuentran fuera de los valores establecidos en la Tabla 11 y no se podría usar el compost en su estado actual.

Resultados de la relación C/N en el compost de la Cama 2

Tabla 13: Datos de la relación C/N en el compost de Cama 2

CAMA 2		
%C	%NTK	RELACIÓN C/N
14,8079	0,3444	43,00
12,4027	0,3010	41,20
12,5494	0,2624	47,82
15,0679	0,3284	45,88
14,5036	0,2985	48,58
Media		45,30

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017

Los valores de la relación C/N en la Cama 2 son menores a los de la cama 1 y se distancia en gran medida de los valores del estudio de Toro (2016), debido a la influencia que tuvo el aumento de carne como elemento de mejora, llegando a tener valores cercanos al rango ideal, es posible que los valores bajen aún más con el paso del tiempo. Los resultados obtenidos son más cercanos a los parámetros de las normas de referencia utilizadas en este estudio que los de la Cama 1, todavía se encuentran fuera de los rangos determinados en NADF-020-AMBT-2011 y NCh2880.

Resultados obtenidos de los estudios realizados en el laboratorio del INIAP

Se escogió llevar a analizar en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, muestras de los dos compost obtenidos para validar los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio. El laboratorio analizó los macro y micronutrientes además de la relación C/N, los resultados obtenidos (ANEXO B) aportaron al análisis de la calidad del compost que se obtuvo y ayudar a comprender de mejor manera las necesidades del proceso.

Gráfico 3: Reporte de Análisis de Abonos Orgánicos

REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS																
DATOS DEL PROPIETARIO					DATOS DE LA PROPIEDAD					PARA USO DEL LABORATORIO						
Nombre : Samanta Vallejo					Nombre : S/N					No. Muestra Lab. : 1110-1111						
Dirección : Sucumbios					Provincia : Sucumbios					Fecha de Muestreo : 19/06/2017						
Ciudad :					Cantón : Shushufindi					Fecha de Ingreso : 20/06/2017						
Teléfono : 0984441680					Parroquia : Limoncocha					Fecha de Salida : 30/06/2017						
Fax :					Ubicación :											
No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	g/100 ml							mg/l					%		
		N Total	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	C/N	D.A	H
1110	Cama 1	0.18	0.19	0.18	0.80	0.19	0.07	21.94	1.6	27.3	17.8	12468.0	253.7	70.7		
1111	Cama 2	0.39	0.17	0.10	0.54	0.14	0.06	22.39	1.6	23.2	15.7	10875.0	247.1	33.3		
Unidades								Método								
g/100 ml : gramos/100 mili litros = % : porcentaje								pH : Potenciométrico								
mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón.								C.E: Conductimétrico								
dS/m : deciSiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centimetro.								M.O.: Calcinación.								

Fuente: INIAP, 2017.

Los resultados de nitrógeno y de la relación C/N son comparables con lo obtenido en los análisis de laboratorio si bien existe una diferencia en los resultados no son resultados dispares y pueden avalar que se realizó de manera correcta los estudios de laboratorio. Este análisis presenta resultados de parámetros no realizados previamente y que es importante considerar en la determinación de la calidad del compost. En estos análisis los resultados de la relación C/N siguen fuera de los rangos establecidos en las dos normativas usadas como referencia, aunque el valor de la Cama 2, es mucho más cercano a 30 lo cual significa que el compost podría clasificarse por clase o tipo C de acuerdo a la norma mexicana, lo cual significa que puede usarse en áreas verdes o para reforestación.

Se puede notar que los valores de los elementos analizados no son muy altos a excepción del Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn), parámetros no listados en las normativas internacionales usadas en esta investigación por lo que no existe un rango o un límite con el que comparar los resultados.

Los elementos analizados es posible compararlos con la normativa internacional, en los valores de cobre, zinc y los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg y S). La normativa chilena cuenta con parámetros para metales pesados en los que incluyen al Cu y Zn, pero no cuenta con límites referente a los macronutrientes; la normativa mexicana posee parámetros para macronutrientes y para metales pesados por lo que se puede realizar una comparación combinada.

Cobre y Zinc

En la norma chilena NCh2880, se regula la concentración de metales pesados en el compost, de los metales considerados en la normativa y los evaluados por el INIAP, dos coinciden y pueden ser analizados.

Tabla 14: Comparación resultados INIAP, NCh2880 y NADF-020-AMBT-2011.

Parámetro	Resultados INIAP Cama 1	Resultados INIAP Cama 2	Límite máximo NCh2880	Límite máximo NADF-020- AMBT-2011
Cobre (ppm)	17,8	15,7	100	70
Zinc (ppm)	27,3	23,2	200	200

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017. Adaptado de: INIAP, 2017; Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2012. & Instituto Nacional de Normalización de Chile, 2004.

De lo resultados obtenidos se puede notar que los valores del compost de la parroquia de Limoncocha son menores al límite máximo establecido en ambas normativas, lo cual demuestra que el compost no tendría restricciones para su uso basándose solo en estos parámetros.

Macronutrientes

Tabla 15: Comparación resultados INIAP y NADF-020-AMBT-2011.

Parámetro	Resultados INIAP Cama 1	Resultados INIAP Cama 2	Límite máximo NADF-020- AMBT-2011
Nitrógeno %	0,18	0,39	1% a 3%
Fosforo %	0,19	0,17	1% a 3%
Potasio %	0,18	0,10	1% a 3%
Calcio %	0,80	0,54	1% a 3%
Magnesio %	0,19	0,14	1% a 3%
Azufre %	0,07	0,06	1% a 3%

Elaborado por: Samantha Vallejo, 2017. Adaptado de: INIAP, 2017 & Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2012.

En base a lo establecido en la normativa, los valores de macronutrientes están fuera de rango, los elementos analizados se presentan en parámetros muy pequeños en el compost, debido a que son nutrientes esenciales para el crecimiento de plantas, el uso de este compost no presentaría mayor beneficio para los cultivos debido a los pequeños porcentajes en los que se encuentran.

DISCUSIÓN

Los RSO presentan grandes dificultades en su gestión ya que en muchos casos no son considerados aprovechables, o se cree que utilizar las técnicas de recuperación para estos residuos es un trabajo innecesario y problemático. En Limoncocha, en su mayoría son transportados al relleno sanitario de Shushufindi donde son enterrados junto con otras miles de toneladas de desechos que generaran lixiviados y gas metano (Marañón, 2015).

En poblaciones con situaciones socioeconómicas poco favorables, como es el caso de Limoncocha, los residuos orgánicos generados difícilmente pueden reducirse, por lo que es necesario pensar en técnicas que aprovechen a los mismos y los transformen, siendo el compostaje una de las más viables y sencillas (Neira, Suza, & Robles, 2013).

Para aplicar el compostaje, uno de los factores principales a considerar es la relación C/N, si esta tiene valores superiores a 35, el proceso requerirá más tiempo para completarse al necesitar un mayor número de microorganismos. Mientras que un valor de la relación C/N inferior a 25 generaría una pérdida importante de nitrógeno, debido a que habría una gran generación de microorganismos. Por lo que es necesario que la relación C/N del material inicial se mantenga dentro del rango apropiado (Navarro, 2008).

Otra característica que debe tomarse en cuenta en el compostaje es la temperatura y el pH, al ser factores que pueden determinar la acción y supervivencia de los microorganismos encargados de la degradación de los residuos. La temperatura también es importante para el seguimiento del desarrollo del proceso ya que las fases o etapas del mismo se definen e identifican por los cambios en temperatura (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

Durante la experimentación realizada se pudo comprobar que el proceso sufrió los cambios de fases típicos del compostaje, sin mayor diferencia en el tiempo de duración de las

etapas entre las dos camas, comenzando ambas a temperatura ambiente (Fase Mesófila) y aumentado al llegar a la segunda semana, alcanzando las temperaturas más altas registradas para el proceso, las altas temperaturas son un indicador de la fase termófila.

La bibliografía establece rangos de temperaturas mayores al registrado, pero esto puede deberse a un error en cuanto al muestreo, ya que al ser una etapa que en algunos casos puede durar solo un par de días, la toma de muestra semanal no fue suficiente para cubrir el cambio rápido de temperatura. También es posible que a pesar de intentar emular condiciones más cálidas y similares a las de Limoncocha, el clima de la ciudad de Quito influyera en las condiciones del compost ya que la temperatura ambiente durante el proceso de compostaje fue baja, acompañada de una gran cantidad de lluvia.

El proceso de compostaje continuo con normalidad, bajando gradualmente de temperatura conforme pasaron las semanas, llegando a valores menores de 40 °C marcando así la Etapa Mesófila II, caracterizada no solo por la temperatura sino también por la aparición de hongos que pudieron ser vistos en las camas de compostaje de este estudio.

En cuanto a la relación C/N, en el caso de los RSO de Limoncocha, la relación es mucho mayor que 35 por lo que, en teoría, debería tomar más tiempo el realizar el compostaje y el producto obtenido probablemente no tendría una calidad adecuada, de esto parte la necesidad de realizar mejoras en la mezcla con materiales ricos en nitrógeno para disminuir el valor de la relación (Toro, 2016).

Para mejorar la mezcla se agregó en una de las camas de compostaje un 40% de residuos de carne como fuente de nitrógeno, ya que se conocía por estudios previos que la carne mejora la relación C/N de los residuos de la parroquia Limoncocha permitiendo que el valor se acercara al rango ideal.

Este estudio utilizó dos camas de compostaje, cada una con distinta composición, y con una relación C/N distinta, en una se mantuvo los RSO de Limoncocha sin ningún tipo de material que mejore la cantidad de nitrógeno disponible. Mientras que la segunda cama tuvo la adición de carne para mejorar la relación y aumentar la disponibilidad de nitrógeno y a pesar de tener diferencias en su calidad final, el tiempo de duración del proceso de compostaje no se vio alterado, las dos tuvieron comportamientos similares en cuanto a temperatura, aspecto (ANEXO A) y duración de las fases.

No se puede asegurar que la relación C/N es la única en influenciar el tiempo que toma en completarse el compostaje, los factores ambientales probaron ser parte importante para el desarrollo del proceso, teniendo una gran influencia en las temperaturas que el mismo puede alcanzar. Si bien la relación C/N del material inicial no controla por sí sola el desarrollo del proceso, es de gran influencia para determinar la calidad del compost obtenido y por lo tanto del uso que se le puede dar.

No solo la relación C/N es de importancia para determinar la calidad del compost y su utilidad en los suelos, se debe también considerar otros elementos que son de utilidad para las plantas, como son los macro y micronutrientes, al igual que saber la concentración de metales pesados que podrían afectar a los cultivos.

Se pudo confirmar, como se planteó al inicio de este estudio, que se obtendrían dos productos de distintas calidades en cada una de las camas de compostaje debido a sus características de conformación. Si bien los dos cumplen con los parámetros de calidad necesarios para su uso sin restricciones en cuanto a la conductividad, la cantidad de cobre y zinc, la relación C/N y los macronutrientes no presentan valores que estén dentro de los parámetros establecidos, limitando así el uso de las mismas, pero se puede afirmar que el producto obtenido

en la Cama 2 sería de mayor utilidad para ser aplicado en procesos agrícolas en base a la relación C/N.

CONCLUSIONES

El muestreo y la recolección de grandes cantidades de desechos en la parroquia de Limoncocha pueden presentar varias dificultades debido a que gran parte de la población lleva sus desechos al punto de recolección solo horas o minutos antes del paso del camión recolector, que es a las 10 de la mañana los días martes y viernes, dificultando la disponibilidad de grandes cantidades de RSO debido a que el tiempo puede ser insuficiente para recolectarlos ya que también es necesario recorrer grandes distancias caminando para llegar a todos los puntos de recolección, además de que, debido a la falta de una separación previa de desechos para obtener solo la fracción orgánica de los residuos, es necesario realizar la separación en ese momento.

Una vez que se obtiene la cantidad de RSO orgánicos necesaria para el proceso, es importante que el traslado al lugar donde se realiza la experimentación, en este caso Quito, sea rápido, para así evitar la pérdida de sus características antes de que estas puedan ser registradas, si no es posible el traslado se deberá registrar las características en campo de ser posible y mantener la muestra correctamente conservada.

El proceso de compostaje necesita de aireación y la presencia de oxígeno, por más precauciones que se tomen, siempre se tendrá complicaciones al momento de sellar el sitio de estudio ya que se puede tener la presencia de insectos de todo tipo, debido a que se ven atraídos al material usado que es una fuente de nutrientes, por lo que la necesidad de eliminar la presencia de estos seres se la deberá tomar en cuenta al realizar el diseño de las composteras y el seguimiento del proceso debe ser constante para detectar signos tempranos de la presencia de insectos.

Escoger el tipo correcto de sistema de compostaje no solo evitaría la presencia de insectos si no que podría ayudar a evitar otros problemas, como la existencia de vectores, el acceso al

material de animales domésticos o salvajes, la generación de mal olor, la falta de espacio, entre otros; lo que permitirá que el proceso se realice de manera que se adecue más a la realidad de las condiciones de quien desea realizar el compostaje, tomando en cuenta el espacio disponible, la cantidad y el tipo de residuos, la necesidad de compost final, y los materiales a los que se tiene acceso para la construcción de la compostera.

Una de las preocupaciones que los habitantes expresaron con respecto al proceso en estudios previos, y que los frenaba de realizar compostaje, era el mal olor. Por lo que es importante notar que un proceso de compostaje que mantiene los niveles de nitrógeno y oxígeno adecuados no genera olores desagradables, como fue el caso de este estudio. No hubo presencia de mal olor en las camas de compostaje ni en el compost final, porque se aseguró de mantener una aireación constante y la humedad correcta.

El seguimiento constante del proceso es clave para evidenciar si el desarrollo presenta dificultades y dar una respuesta rápida a las mismas, por lo que es recomendable que por lo menos dos veces a la semana se realicen mediciones y verificaciones del proceso, sobre todo si requiere tener datos del desarrollo del mismo y de las fases del compostaje, ya que hay fases que pueden durar pocos días con lo que se evitaría la pérdida de información.

Este control se debe realizar sobre todo en la temperatura ya que, en ambientes cálidos, como el de Limoncocha, se suelen presentar grandes temperaturas que pueden afectar al proceso ya que exceden los rangos en los que los microorganismos actúan.

En el caso de que las temperaturas excedan los 60 °C es necesario tomar medidas correctivas para evitar que los microorganismos sean afectados, por lo que se recomienda en tal caso realizar volteos, controlar la humedad y de ser necesario adicionar tierra fértil que permita bajar la temperatura.

Los métodos escogidos para realizar la parte analítica en el laboratorio se seleccionaron en base a que son comúnmente usados en estudios de este tipo. Si probaron dar resultados confiables que podrían ser comparados con anteriores resultados y que no presentaban mayores dificultades para su realización ya que la universidad contaba con todo lo necesario para su aplicación.

El tiempo fue un factor esencial en este proyecto, ya que el proceso de compostaje puede tomar de tres a seis meses es importante tener en cuenta esto para la planificación, así se puede tener en compost ya en una avanzada fase de maduración para realizar los ensayos de laboratorio.

De los datos obtenidos se puede concluir que la conductividad en los dos casos presenta valores adecuados para su uso en la actividad agrícola, pero la relación C/N limita su uso al estar fuera de los rangos para cualquiera de las clases o tipos de compost establecidos.

El compost obtenido en la Cama 2 se encuentra fuera de rango, en cuanto a la relación C/N y los macronutrientes, al igual que el compost de la Cama 1, pero es claro que el producto de la Cama 2 se vio influenciado por la adicción de carne en la mezcla inicial y esto permitió que los resultados del compost de esta cama sean más cercanos a los rangos recomendados para el uso en agricultura, si bien los valores no entran en rango por el momento, todavía es necesario la conclusión de la fase de maduración y los valores pueden cambiar en este tiempo.

Los macronutrientes, si bien no están dentro de los límites establecidos en normativa, no presentan un peligro para los cultivos, que su valor sea tan bajo significa que su aporte en cuanto a los elementos analizados no sería de importancia para enriquecer el suelo en el que se aplique, por lo que podría aplicarse a pesar de los resultados.

Si bien no se tienen resultados de la concentración de todos los metales pesados enlistados en las normas internacionales, los valores de Zinc y Cobre están bajo el límite establecido en ambas normativas por lo que no presentan un peligro para los cultivos en caso de ser usado.

Según la bibliografía, los residuos sólidos orgánicos presentan las características ideales para ser usados en compostaje, lo cual no se cumple en el caso de Limoncocha como se pudo evidenciar por estudios anteriores a los RSO de la parroquia. Pero esto no significa que no se puedan adecuar los mismos, realizando mejoras en la mezcla para emprender un proceso de compostaje como se realizó en este estudio.

El uso del compostaje en Limoncocha podría ser una herramienta clave para el manejo de desechos y la generación de empleo, permitiendo así mantener fuera del relleno sanitario de Shushufindi alrededor de 118 toneladas de residuos al año, lo cual no solo aliviaría la demanda de espacio en el relleno, si no también permitiría la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y lixiviados, ya que el compostaje no los genera, al contrario que la descomposición anaerobia que se produce en los rellenos.

En base a la experimentación realizada y los análisis de laboratorio efectuados, se puede concluir que el compostaje es una opción viable para los residuos sólidos orgánicos de la parroquia de Limoncocha, siempre y cuando se realice una mejora de los mismos con materiales ricos en nitrógeno que permitan que la relación C/N llegue al rango ideal entre 25-35.

Si bien la relación C/N influye en el proceso, no se puede dejar de tomar en cuenta también a los factores ambientales, la disponibilidad de otros nutrientes, porcentaje de humedad, cantidad de materiales, y otros factores como características importantes que pueden determinar cómo se realiza el proceso y el tiempo que toma su conclusión. Estos factores también pueden

determinar la calidad del producto final obtenido, y por lo tanto el uso recomendado de este producto.

Se necesita realizar más estudios respecto al tema que consideren la situación socioeconómica del área para determinar el material de mejora más adecuado para ser usado en el compostaje en Limoncocha, es importante que el material seleccionado aporte con nitrógeno y no presente un riesgo biológico o químico al ser usado en cultivos para el consumo humano, ya que gran parte de la agricultura de la parroquia es para sobrevivencia.

Es recomendable que para realizar la mezcla se tome en cuenta el volumen de aprovechamiento óptimo, para lo que es necesario además de los datos de carbono y nitrógeno obtenidos, datos de humedad de los materiales de mezcla y los RSO de la parroquia para determinar la cantidad y el tipo de mezcla ideal.

La necesidad de realizar estudios complementarios, para obtener un adecuado compost, pueden dificultar la aplicación doméstica de este sistema, por lo que es recomendable, en caso de que se opté por este aprovechamiento, sea una actividad realizada a nivel parroquial y mejor aún zonal para generar un producto aprovechable, así como una fuente de ingreso para los habitantes de la zona.

REFERENCIAS

- Alvarado, S., Córdova, J., & López, M. (2009). *Metodologías de Análisis Físico Químico de Suelos, Tejido Vegetal 41 y Aguas, 4ta Aproximación*. Quito: Laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas.
- Barrera, R. (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso. *Tesis doctoral*. Barcelona, España.
- Bradstreet, R. (1954). *Kjeldahl Method for Organic Nitrogen*. New Jersey: The Bradstreet Laboratories, Inc.
- Grupo Banco Mundial. (3 de Marzo de 2016). *Grupo Banco Mundial*. Obtenido de Basura Cero - Los residuos sólidos en el epicentro del Desarrollo Sostenible:
<http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2016/03/03/waste-not-want-not---solid-waste-at-the-heart-of-sustainable-development>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a Waste : A Global Review of Solid Waste Management*. . Washington DC.: World Bank .
- INEC. (2014). MÓDULO DE INFORMACIÓN AMBIENTAL EN HOGARES. *ENCUESTA NACIONAL DE EMPLEO, DESEMPLEO Y SUBEMPLEO (ENEMDU) 2014*. Ecuador.
- INEC, & AME. (2014). Estadística de información ambiental económica de gobiernos autónomos descentralizados municipales 2014. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional de Normalización. (2004). Norma Chilena de Compost - Clasificación y requisitos.

- Marañón, K. (2015). MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CABECERA PARROQUIAL DE LIMONCOCHA. Quito, Ecuador.
- Mora, C. (2016). DIAGNOSTICO DEL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA CABECERA PARROQUIAL DE LIMONCOCHA, MEDIANTE MUESTREOS REALIZADOS EN LA POBLACIÓN (2015 - 2016). Quito, Ecuador.
- Navarro, R. (2008). *Manual para hacer composta Aeróbica*. El Salvador: CESTA Amigos de la Tierra.
- Neira, F., Suza, M., & Robles, K. (2013). Usos sostenibles de la biodiversidad en un área protegida de la Amazonía ecuatoriana (2006-2011). *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 338-357.
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual del Compostaje del Agricultor: Experiencias en América Latina. Santiago de Chile: FAO.
- Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal. (30 de Noviembre de 2012). NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL NADF-020-AMBT-2011, QUE ESTABLECE LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOSTA A PARTIR DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS, AGRÍCOLAS, PECUARIOS Y FORESTALES, ASÍ COMO LAS ESPECIFI. *GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL*. Mexico DF, Mexico.
- Sztern, D., & Pravia, M. (1999). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimentales . Uruguay: Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

Toro, S. (2016). DETERMINACION DE LA RELACIÓN CARBONO-NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LA PARROQUIA DE LIMONCOCHA 2016-2015. Quito, Ecuador.

Yugsi, L. (2011). *Elaboración y Uso de Abonos Orgánicos. Guía de Campo para Capacitar a Capacitadores*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

Índice de tablas

Tabla 1: Datos de pH registrados para la Cama 1 por semana.....	XX
Tabla 2: Datos de pH registrados para la Cama 2 por semana.....	XX
Tabla 3: Clasificación de Compost en base a la conductividad en dos normas Internacionales.....	I
Tabla 4: Datos de conductividad para la Cama 1.....	I
Tabla 5: Datos de conductividad para la Cama 2.....	I
Tabla 6: Tabla comparativa de las medias con la normativa internacional.....	XXIV
Tabla 7: Datos de nitrógeno en el compost de Cama 1.....	I
Tabla 8: Datos de nitrógeno en el compost de Cama 2.....	I
Tabla 9: Datos de carbono en el compost de Cama 1	I
Tabla 10: Datos de carbono en el compost de Cama 2.....	I
Tabla 11: Clasificación de Compost en base a la relación C/N en dos normas internacionales.....	I
Tabla 12: Datos de la relación C/N en el compost de Cama 1	I
Tabla 13: Datos de la relación C/N en el compost de Cama 2.....	I
Tabla 14: Comparación resultados INIAP, NCh2880 y NADF-020-AMBT-2011.....	XXX
Tabla 15: Comparación resultados INIAP y NADF-020-AMBT-2011.....	XXX

Índice de gráficos

Figura 1: Temperatura Vs. Tiempo en el proceso de compostaje en la Cama 1 II

Figura 2: Temperatura Vs. Tiempo en el proceso de compostaje en la Cama 2..... II

Figura 3: Reporte de Análisis de Abonos Orgánicos..... II

ANEXO A. FOTOGRAFÍAS

Anexo fotográfico

Construcción camas de compostaje



Aspecto de las camas de compostaje

CAMA 1

CAMA 2



HONGOS FASE MESÓFILA II

CAMA 1

CAMA 2



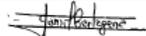
ANEXO B. RESULTADOS ORIGINALES DE ANÁLISIS DE LABORATORIO INIAP

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	--	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : CARDNO ENTRIX - Alejandro Duque Dirección : Quito Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : ESIA - EEQ Provincia : Pichincha Cantón : Quito Parroquia : Ubicación :	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> Cultivo Actual : Fecha de Muestreo : 22/08/2016 Fecha de Ingreso : 25/08/2016 Fecha de Salida : 02/09/2016
--	--	--

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH ₄	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
105408	S-CT-BC-01-A	4,98 Ac RC	48,00 M	106,00 A	4,00 B	0,31 M	2,00 B	0,79 B	0,3 B	5,3 A	219,0 A	0,6 B	0,10 B
105409	S-CT-BC-01-B1	6,02LAc	26,00 B	15,00 M	2,50 B	0,13 B	2,00 B	0,62 B	0,2 B	5,0 A	27,0 M	0,3 B	0,10 B
105410	S-CT-BC-01-B2	7,09 PN	81,00 A	50,00 A	3,00 B	0,42 A	6,90 M	0,84 B	0,3 B	27,5 A	61,0 A	0,5 B	0,30 B
105411	S-CT-BC-02-A	5,85LAc	185,00 A	17,00 M	5,10 B	0,12 B	5,70 M	0,78 B	0,2 B	18,1 A	311,0 A	2,0 B	0,10 B
105412	S-CT-BC-02-B1	5,57LAc	184,00 A	17,00 M	2,90 B	0,02 B	3,40 B	0,50 B	0,4 B	17,6 A	474,0 A	1,8 B	0,10 B
105413	S-CT-BC-02-B2	6,11LAc	53,00 M	15,00 M	4,90 B	0,09 B	4,30 M	0,90 B	0,2 B	5,2 A	132,0 A	1,6 B	0,30 B
105414	S-CT-BC-03-A	6,51 PN	157,00 A	9,00 B	4,20 B	0,39 M	11,00 A	2,00 M	0,3 B	15,1 A	208,0 A	1,5 B	0,30 B
105415	S-CT-BC-03-B1	6,27LAc	45,00 M	3,00 B	3,50 B	0,05 B	3,10 B	0,57 B	0,2 B	3,5 M	95,0 A	0,5 B	0,20 B
105416	S-CT-BC-03-B2	6,62 PN	24,00 B	1,30 B	1,60 B	0,17 B	3,50 B	0,87 B	0,2 B	0,8 B	28,0 M	0,6 B	0,30 B
105417	S-CT-BC-04-A	6,60 PN	108,00 A	18,00 M	6,20 B	0,61 A	8,50 A	1,40 M	0,3 B	10,6 A	118,0 A	2,3 B	0,30 B
105418	S-CT-BC-04-B1	7,05 PN	37,00 M	2,40 B	2,30 B	0,75 A	3,60 B	0,76 B	0,4 B	3,7 M	77,0 A	1,4 B	0,20 B
105419	S-CT-BC-04-B2	6,97 PN	34,00 M	1,00 B	3,00 B	0,52 A	3,60 B	0,96 B	0,4 B	8,4 A	48,0 A	0,5 B	0,20 B
105420	S-CT-BC-05-A	6,52 PN	30,00 M	5,00 B	3,20 B	0,31 M	5,10 M	1,30 M	0,3 B	5,2 A	123,0 A	1,1 B	0,20 B
105421	S-CT-BC-05-B1	6,77 PN	28,00 B	7,30 B	1,50 B	0,14 B	4,60 M	1,10 M	0,2 B	3,6 M	62,0 A	0,6 B	0,20 B
105422	S-CT-BC-06-A	6,28LAc	48,00 M	1,70 B	2,10 B	0,03 B	3,20 B	0,58 B	0,3 B	7,3 A	127,0 A	0,7 B	0,10 B
105423	S-CT-BC-06-B1	6,56 PN	52,00 M	5,90 B	1,10 B	0,03 B	2,60 B	0,52 B	0,2 B	6,0 A	48,0 A	0,5 B	0,10 B
105424	S-CT-BC-06-B2	6,41LAc	21,00 B	13,00 M	1,20 B	0,03 B	1,70 B	0,42 B	0,2 B	1,9 M	26,0 M	0,4 B	0,20 B
105425	S-CT-BC-07-A	6,04LAc	71,00 A	2,00 B	1,80 B	0,02 B	3,70 B	0,43 B	0,3 B	4,2 A	89,0 A	1,7 B	0,20 B
105426	S-CT-BC-07-B1	6,26LAc	49,00 M	1,00 B	1,50 B	0,03 B	1,60 B	0,39 B	0,2 B	7,8 A	83,0 A	0,5 B	0,10 B
105427	S-CT-BC-08-A	6,10LAc	23,00 B	14,00 M	19,00 M	0,02 B	1,40 B	0,42 B	0,3 B	1,9 M	30,0 M	0,4 B	0,10 B


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA