



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL VERMICOMPOSTAJE DE  
DESECHOS ORGÁNICOS EN ENTORNOS EDUCATIVOS: CASO COLEGIO  
LICEO CAMPOVERDE, QUITO, ECUADOR**

Realizado por:  
**INGRID MARÍA CHARRO GELLIBERT**

Director de proyecto:  
**EDUARDO ALEXIS LOBO ALCAYAGA PH. D**

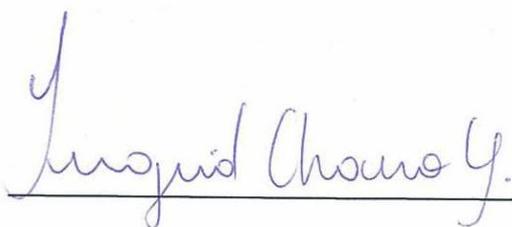
Como requisito para la obtención del título de:  
**MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Quito, 27 de febrero de 2020

## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, INGRID MARÍA CHARRO GELLIBERT, con cédula de identidad # 1716106495, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que 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.

A handwritten signature in blue ink, reading "Ingrid Charro G.", is written over a horizontal line.

Ingrid María Charro Gellibert  
C.I: 1716106495

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL VERMICOMPOSTAJE DE  
DESECHOS ORGÁNICOS EN ENTORNOS EDUCATIVOS: CASO COLEGIO  
LICEO CAMPOVERDE, QUITO, ECUADOR**

Realizado por:

**INGRID MARÍA CHARRO GELIBERT**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

ha sido dirigido por el profesor

**EDUARDO ALAEXIS LOBO ALCAYAGA Ph.D**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



---

Eduardo Alexis Lobo Alcayaga Ph.D  
Director

## **LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**WALBERTO GALLEGOS**

**ALBERTO AGUIRRE**

Después de revisar el trabajo presentado,

lo han calificado como apto para su defensa oral ante

el tribunal examinador



Walberto Gallegos



Alberto Aguirre

Quito, 27 de febrero de 2020

**DEDICATORIA**

*A mi hijo Camilo David Pazmiño Charro, porque eres el motivo por el cual yo sigo adelante cada día.*

*A mis padres, mi hermano, mis sobrinos y a la familia que estuvo presente este tiempo, apoyándome en mis horas de ausencia por los estudios y por la elaboración de este documento.*

*A mis compañeros y compañeras de maestría.*

**AGRADECIMIENTO**

*Al profesor Dr. Eduardo Lobo, por ser el mejor profesor de esta maestría, y por  
compartir sus conocimientos sin reparo.*

*Al Dr. Patricio Pazmiño Freire, y a la Dra. Gina Chávez Vallejo, por su apoyo  
incondicional, por su ejemplo y por sus palabras de aliento siempre para seguir  
adelante.*

*Al Colegio Liceo Campoverde por su apoyo en esta investigación.*



## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del vermicompostaje de residuos orgánicos descartados en el Colegio Liceo Campoverde, Quito, Ecuador, a través de análisis físicos y químicos del compost orgánico producido. Se realizó pre compostaje, colocando los restos orgánicos en la compostera por un tiempo mínimo de 2 semanas. Se realizaron dos tratamientos para comprobar la eficiencia de la técnica utilizada, bajo el siguiente procedimiento: tratamiento 1 (T1), 30 días de compostaje; y tratamiento 2 (T2), 72 días de compostaje. En cada tratamiento fueron recolectadas tres muestras para realizar análisis del fertilizante orgánico. Las variables analizadas fueron: humedad, Nitrógeno (N) total, carbono orgánico (C), pH, relación carbono nitrógeno C/N, y la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). Los resultados de la comparación de los análisis de los fertilizantes orgánicos en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 1 (T1) y 2 (T2), indicaron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), para los parámetros: humedad ( $p=0,08$ ), pH ( $p=0,08$ ), nitrógeno total ( $p=0,37$ ), carbono orgánico ( $p=0,08$ ) y Relación C/N ( $p=0,08$ ). Se puede evidenciar que la utilización de la técnica de vermicompostaje es efectiva y puede ser utilizada en entornos educativos, ya que se comprobó una reducción en la cantidad de residuos orgánicos; en 72 días de experimento se aprovechó un total de 40kg de residuos orgánicos, es decir que en un año escolar (185 días), se aprovecharían un total de 102 kg.

**Palabras clave:** Compostaje de residuos orgánicos, Vermicompostaje, Gestión Ambiental, Colegio Liceo Campoverde, Quito, Ecuador.

## ABSTRACT

The research aimed at evaluating the efficiency of vermicomposting of discarded organic wastes at Colegio Liceo Campoverde, Quito, Ecuador, through physical and chemical analysis of the organic compost produced. Pre composting was done, placing the organic remains in the composter for a minimum time of 2 weeks. Two treatments were performed to check the efficiency of the technique used, under the following procedure: treatment 1 (T1), 30 composting days; and treatment 2 (T2), 72 composting days. In each treatment three samples were collected to perform organic fertilizer analysis. The variables analyzed were: humidity, total Nitrogen (N), organic carbon (C), pH, C/N nitrogen carbon ratio, and the Cation Exchange Capacity (CIC). Comparing the organic fertilizers analysis in the produced compost, in Treatment 1 (T1) and 2 (T2), the results indicated that there were no significant differences ( $p > 0.05$ ), for the parameters: humidity ( $p = 0.08$ ), pH ( $p = 0.08$ ), total nitrogen ( $p = 0.37$ ), organic carbon ( $p = 0.08$ ) and C / N ratio ( $p = 0.08$ ). We concluded that the use of the vermicomposting technique is effective and can be used in educational settings, since a reduction in the amount of organic wastes was obtained: In 72 days of the experiment, a total of 40kg of organic waste was used, that is to say that in a school year (185 days), a total of 102kg would be used.

**Keywords:** Organic wastes composting, Vermicomposting, Environmental Management, Colegio Liceo Campoverde, Quito, Ecuador.

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido al alto crecimiento poblacional en el mundo, los cambios en los patrones de consumo han incrementado la generación de residuos sólidos, particularmente residuos orgánicos, que normalmente no son tratados adecuadamente, ocasionando una serie de problemas ambientales, afectando la salud de los ciudadanos y al medio ambiente (Sáez & Urdaneta, 2014).

En Ecuador, de acuerdo a un análisis estadístico realizado por INEC (2018), cada habitante produce en promedio 0,6 kilogramos diarios de residuos sólidos; así también en otro estudio ambiental, en el cuál se realizó la caracterización de residuos, arrojó en el año 2017, que el 57% de los residuos generados a nivel nacional eran orgánicos (INEC, 2017). Por esta razón en el país existe la necesidad de desarrollar estrategias para el tratamiento y gestión de los residuos orgánicos, cuyo objetivo sea convertir estos residuos en recursos. Por tanto, una de las estrategias que la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) recomienda, es la implementación de tecnologías de mejoramiento del suelo y de alternativas agrícolas, como el compostaje (FAO, 2016).

Según De Santos & Urquiaga (2013), el compostaje es un proceso controlado de descomposición de la materia orgánica con el que se obtiene un producto con excelentes propiedades como fertilizante y regenerador de suelos. De acuerdo con Torres (2018), existen varios tipos de compostas: básica, caliente, de café, de lombrices (vermicompostaje) y de aves; siendo el vermicompostaje la técnica utilizada en esta investigación. De manera general el vermicompostaje es una forma de acelerar los procesos de transformación de productos de naturaleza orgánica, que permite la obtención

de humus, un compuesto natural conocido por sus bondades como bioregulador y abono (Schuldt, 2006).

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (2017) habla sobre que la degradación del ambiente empieza a ser entendida como un problema social, donde la educación ambiental surge como respuesta, a una estrategia orientada a la sostenibilidad del desarrollo.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo principal Evaluar la eficiencia del vermicompostaje de residuos orgánicos, descartados en el Colegio Liceo Campoverde, para producir compost orgánico (humus), y posteriormente someter el producto obtenido a evaluación, midiendo la calidad del compuesto orgánico a través de análisis físicos químicos, en dos tiempos diferentes, 30 y 75 días. Los resultados de este procedimiento servirán como base para proporcionar información adecuada sobre Gestión Ambiental de residuos orgánicos, y capacitación para la implementación de la Educación Ambientan en escuelas y colegios, sensibilizando a las comunidades escolares sobre la importancia que tiene la reutilización de los desechos orgánicos, y además sobre el impacto positivo que provoca esto en la naturaleza.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones del Colegio Liceo Campoverde, que se ubica geográficamente en la ciudad de Quito, provincia Pichincha, Ecuador, (Fig. 1). El colegio cuenta con una planta de 160 Profesores y 650 estudiantes.

**Figura 1** Área de estudio, indicando la localización del colegio Liceo Campoverde, en el Cantón Quito de la provincia de Pichincha, Ecuador.



### 2.2 Compostera

El lugar designado para la ubicación de la compostera ha sido dentro de la granja con la que cuenta el colegio, seleccionando el lugar más adecuado, tomando en cuenta que se debe prever que no ingrese el agua en caso de lluvias, y el paso de luz solar al

interior de la compostera, debido a que las lombrices son fotosensibles, por lo que siempre preferirán ambientes oscuros (Mikolic et al., 2018).

Para trabajar la técnica de vermicompostaje existe una gran variedad de modelos en relación al tipo de composteras a ser utilizada, destacando que el modelo empleado sigue las recomendaciones de la Corporación Brasileña de Investigación Agropecuaria - EMBRAPA (Schiedeck&Schwengber,2010; Schiedeck et al., 2007). A su vez, el sistema de vermicompostaje utilizado, que incluye la alimentación de las lombrices, medición y variables, prevención en cuanto a salubridad y cosecha, entre otras consideraciones, siguen las recomendaciones de los manuales descritos en GRAMA (2014) y Mikolic et al (2018).

Las especificaciones de la compostera modelo EMBRAPA son las siguientes: ancho 1m, largo 2m, altura 30cm. Se utilizaron en total 16 estacas de caña guadua que se unieron entre sí, además, se colocó paja seca al final, para evitar que el agua penetre de manera repentina. El valor total de la compostera ya puesta en funcionamiento en un establecimiento educativo es de USD100 (cien dólares).

### **2.3 Vermicompostaje**

El compostaje utilizado en esta investigación es la composta de lombrices, o vermicompostaje, caracterizado como una alternativa ambientalmente correcta, ya que corresponde a un proceso que utiliza lombrices para convertir residuos orgánicos en humus; un producto orgánico con alto valor agrícola que puede utilizarse como enmendante y/o abono de suelos (Camiletti, 2016).

La lombriz seleccionada para esta investigación es la especie *Eisenia Andrei* (Fig.2), de color rojiza y tonos uniformes es la conocida como lombriz roja californiana,

mundialmente utilizada como bioindicador terrestre y también en el proceso de vermicompostaje, debido a su alta eficiencia para la realización del compostaje (Button et al., 2010;Nadolny, 2009).

Figura 2 Lombriz del tipo *Eisenia andrei* (Retirado de Moura et al., 2017)



## 2.4 Pre compostaje

El pre compostaje agrega tiempo al proceso, salvaguardando el crecimiento y sobrevivencia de las lombrices (Acosta et al., 2013). Los desechos utilizados para el pre compostaje son de origen orgánico, y fueron obtenidos de los alimentos utilizados para la elaboración de comida en la cafetería del colegio Liceo Campoverde (Tabla 1), desechando alimentos de origen orgánico de muy alta acidez (como limones o cebollas) y productos de origen animal (pescado, pollo, carnes en general), sobras de comida preparada, productos lácteos (leche, yogures, quesos, salsas, etc..) y excrementos de animales carnívoros (perros, gatos, etc.), que no se utilizan para el proceso de vermicompostaje ya que comprometen el desarrollo de las lombrices (Mar, Lozano, & Bra, 2014). En la Figura 3, se puede observar la caracterización de los alimentos y el aporte de carbono nitrógeno de cada grupo a la compostera, destacando una relación C/N para hortalizas igual a 37/1, para verduras mínimo 15/1 y máximo 25/1, y para frutas

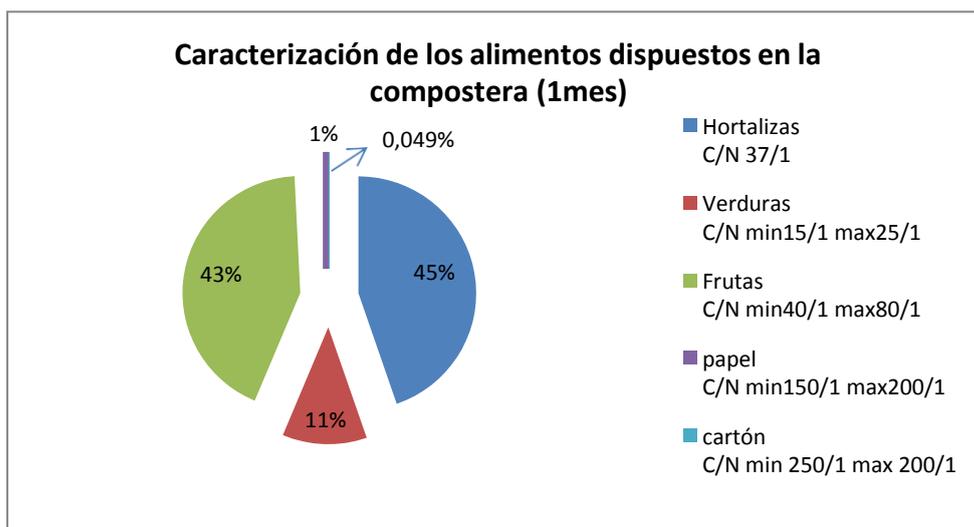
mínimo 40/1 y máximo 80/1, conforme un estudio realizado en LinkedIn (2020)

(<https://es.slideshare.net/rayo2882/relacion-carbono-nitrogeno-en-compostas>).

**Tabla 1 Residuos orgánicos utilizados para la vermicompostaje, retirados de la cafetería del Liceo Campoverde, Quito, Ecuador.**

<b>RESIDUOS ORGÁNICOS DISPUESTOS EN LA COMPOSTERA PARA VERMICOMPOSTAJE</b>
<b>Hortalizas:</b> Champiñones, ajíes, ajo, berenjenas, col blanca, brócolis, calabacines, cebolla blanca, cebolla, paiteña, cebolla puerro, chochos, con morada, coliflor, frejol, maduros, maqueño, melloco, papas, pimientos, rábanos, remolachas, rúcula, tomate cherry, verdes, yucas, zanahorias, zapallos.
<b>Verduras:</b> Albahaca, alcachofas, apio, arveja, berro, cilantro, espárragos, espinaca, lechuga de colores, lechugas criollas, nabos chinos, papanabos, pepinillo, perejil, vainita.
<b>Frutas:</b> Melones, sandía, aguacates, choclos, claudias, Durazno, frutillas, granadillas, guineas, limones, mandarinas, mangos, manzanas rojas, naranjas, oritos, papaya, peras, piñas, tomate de árbol, uvas.
<b>Total de residuos dispuestos en la compostera = 8kg cada 2 semanas.</b>

**Figura 3 Caracterización de los residuos Orgánicos dispuestos en la compostera, y su aporte en cuanto a la Relación C/N, obtenido de LinkedIn (2020).**



## 2.5 Análisis de los tratamientos

Después de la etapa de pre compostaje, los residuos fueron colocados en la compostera, se realizaron dos tratamientos para comprobar la eficiencia de la técnica utilizada, siguiendo las recomendaciones de Baumgarten (2015), tratamiento 1 (T1), 30 días de compostaje realizando la cosecha en el día 16 de septiembre de 2019, y el tratamiento 2 (T2), 72 días de compostaje realizando la cosecha en el día 22 de noviembre de 2019.

En cada tratamiento fueron recolectadas tres muestras para realizar análisis del fertilizante orgánico, los parámetros analizados fueron seleccionados siguiendo la instrucción normativa SDA/MAPA n° 25, de julio de 2009, del Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento del Brasil (BRASIL, 2009). Las variables analizadas fueron: humedad, Nitrógeno (N) total, carbono orgánico (C), pH, relación carbono nitrógeno C/N y la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). La tabla 2 presenta los valores permitidos para las especificaciones de los fertilizantes orgánicos, mezclados o compuestos, que garantizan la calidad del abono producido (BRASIL, 2009). Las muestras fueron enviadas a un laboratorio particular autorizado AGROBIOLAB - Grupo Clínica Agrícola, para las determinaciones analíticas.

## 2.6 Análisis de las muestras

Los valores de los parámetros medidos fueron contrastados con los valores mínimos y máximos permisibles, según la Norma Brasileña n° 25 de Julio de 2009 (BRASIL, 2009). Se utilizó esta norma internacional debido a que en el Ecuador no existe una norma que sea específica para compost orgánico, destacando que existe un manual

emitido por La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario que se llama “Manual técnico para el registro y control de fertilizantes, enmiendas de suelo y productos afines de uso agrícola” ([www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/manualfertilizantesversion.pdf](http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/manualfertilizantesversion.pdf)), que fue elaborado en base a normas internacionales, entre ellas la Norma Brasileña n° 25/2009. Sin embargo, este manual no es completo porque no habla específicamente del compost (abono orgánico), que es el tema básico de esta investigación.

**Tabla 2 Especificaciones de los fertilizantes orgánicos, mezclados o compuestos, conforme la Instrucción Normativa Brasileña 25/2009 (BRASIL, 2009).**

<b>Garantía</b>	<b>Abono (Vermicompost)</b>
	Clase C
<b>Humedad (máx.)</b>	50 %
<b>Nitrógeno total - N (mín.)</b>	0,5 %
<b>*Carbono orgánico (mín.)</b>	10 %
<b>*CTC <sup>(1)</sup></b>	Conforme declarado
<b>pH (mín.)</b>	6,0
<b>Relación C/N (máx.)</b>	14 %
<b>*Relación CIC/C<sup>(1)</sup></b>	Conforme declarado
<b>Otros nutrientes</b>	Conforme declarado

\*Valores expresos en base seca, unidad determinada a 65°C.

(1) Es obligatoria la declaración en el proceso de registro del producto.

## 2.7 Análisis de los datos

Para el análisis de las muestras se aplicó la estadística descriptiva, para la visualización e interpretación de medidas de tendencia central y dispersión (promedio  $\pm$

desviación estándar; Coeficiente de Variación, CV), conforme Callegari-Jacques (2006). Los tratamientos fueron comparados utilizando la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney con nivel de significancia  $\alpha=5\%$ , disponible en el programa computacional PAST (HAMMER et al., 2001).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis de fertilizantes (Vermicompost)

Los resultados de la primera colecta de muestras (M1, M2 y M3), para el compost producido utilizando el sistema de vermicompostaje, a partir de residuos orgánicos descartados en la cafetería del colegio, realizada el 16/09/2019, se presentan en la tabla 3.

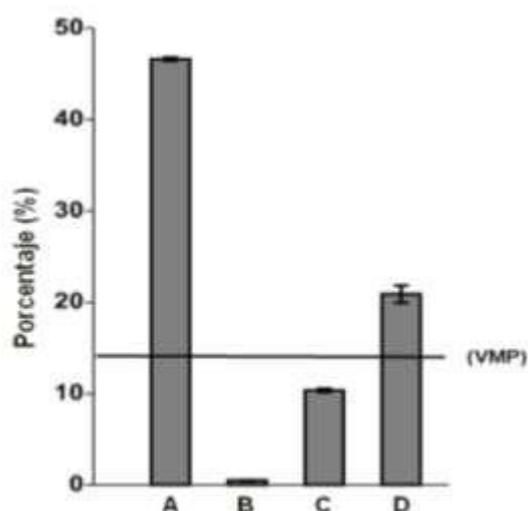
**Tabla 3 Promedio ( $\pm$  desviación estándar) ( $P \pm DS$ ) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 1 (T1). Muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 16/09/2019 (N total: nitrógeno total. C orgánico: Carbón)**

Muestra T1	Humedad	pH	N total	C orgánico	Relación C/N
1	46,4	6,5	0,51	10,15	19,9
2	46,8	6,6	0,50	10,52	21,0
3	46,6	6,6	0,48	10,45	21,8
<b>(P <math>\pm</math> DS)</b>	46,6 $\pm$ 0,2	6,6 $\pm$ 0,1	0,50 $\pm$ 0,01	10,40 $\pm$ 0,2	20,9 $\pm$ 0,9
<b>CV</b>	0,4%	0,9%	3,1%	1,9%	4,5%

En función del promedio ( $\pm$  desviación estándar) calculado, se verifica que el pH ( $6,6 \pm 0,1$ ) se encuentra dentro de los límites establecidos por la Instrucción Normativa (IN) 25/2009 (BRASIL, 2009), para abonos orgánicos provenientes del proceso de vermicompostaje, igual o superior a pH =6 (Tabla 3). En relación a los parámetros humedad, nitrógeno total y carbono orgánico, los promedios ( $\pm$  desviación estándar) se encuentran dentro de los límites establecidos por la IN 25/2009 (Tabla 3). La relación C/N fue el único parámetro que presentó valores superiores al valor límite establecido por la IN 25/2009,  $20,9 \pm 0,9\%$ , que estipula un máximo de 14% (Tabla 2, Fig. 4).

Cabe destacar que la diferencia observada para el parámetro relación C/N no compromete la calidad del compost producido, considerando los resultados de la investigación de Soto & Meléndez, (2004), los cuales concluyeron que se considera un compost maduro el que tenga una relación C/N <20-25%. Otros autores como Radicke (1993) indican que una relación C/N va desde 20:1 hasta 40:1, que es el rango operacional para este parámetro si hablamos de compost orgánico.

Figura 4 Promedio ( $\pm$  desviación estándar) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 1 (T1). Muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 16/09/2019. A (Humedad), B (Nitrógeno total), C (Carbono orgánico), D (Relación C/N). (VMP): Valor Máximo Permitido para Relación C/N = 14% (BRASIL, 2009).



Los resultados de la segunda colecta (M1, M2 y M3), para el compost producido utilizando el sistema de vermicompostaje, a partir de residuos orgánicos descartados en la cafetería del colegio, realizada el 22/11/2019, se presentan en la tabla 4.

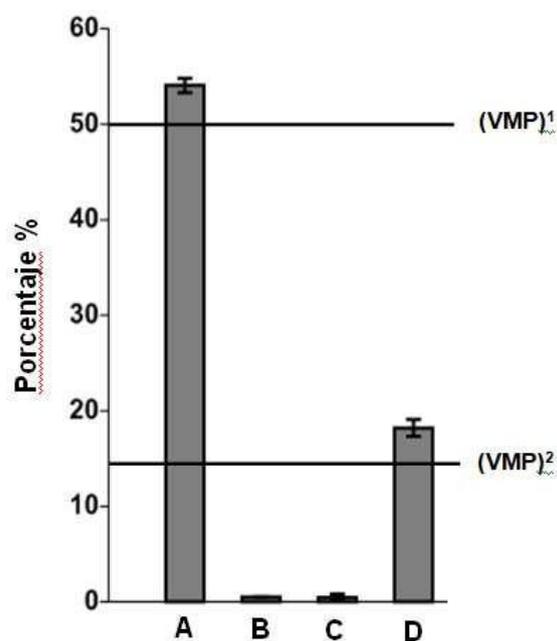
En la segunda coleta de muestras, los resultados de los parámetros comparados con la IN 25/2009, a excepción de humedad y relación C/N Tabla 4, Fig. 5, todos se encuentran dentro del rango establecido en la norma. La humedad presentó un valor promedio ( $\pm$  desviación estándar) de  $54,1 \pm 0,7\%$ , valor superior al límite máximo establecido por la norma,  $50,0\%$ . De la misma forma, la relación C/N presentó un valor

promedio ( $\pm$  desviación estándar) de  $18,2 \pm 0,9\%$ , valor superior al límite máximo establecido por la norma,  $14,0\%$ .

Tabla 4 Promedio ( $\pm$  desviación estándar) ( $P \pm DS$ ) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 2 (T2). Muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 22/11/2019 (N total: nitrógeno total. C orgánico: Carbono orgánico). CV (Coeficiente de Variación).

Muestra T2	Humedad	pH	N total	C orgánico	Relación C/N
1	54,4	7,2	0,53	0,35	17,9
2	54,6	7,1	0,51	0,18	19,2
3	53,2	7,0	0,50	0,88	17,5
<b>(P <math>\pm</math> DS)</b>	<b>54,1 <math>\pm</math> 0,7</b>	<b>7,1 <math>\pm</math> 0,1</b>	<b>0,51 <math>\pm</math> 0,01</b>	<b>0,47 <math>\pm</math> 0,36</b>	<b>18,2 <math>\pm</math> 0,9</b>
<b>CV</b>	<b>1,4%</b>	<b>1,4%</b>	<b>3,3%</b>	<b>77,7%</b>	<b>5,0%</b>

Figura 5 . Promedio ( $\pm$  desviación estándar) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 2 (T2). Muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 22/11/2019. A (Humedad), B (Nitrógeno total), C (Carbono orgánico), D (Relación C/N). (VMP)<sup>1</sup>: Valor Máximo Permitido para Humedad 50.0%. (VMP)<sup>2</sup> (BRASIL, 2009). Valor Máximo Permitido para Relación C/N = 14% (BRASIL, 2009).



Cabe destacar que los resultados de la comparación de los análisis de los fertilizantes orgánicos en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 1 (T1) y 2 (T2), muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 16/09/2019 y

22/11/2019, respectivamente, indicaron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), para los parámetros humedad ( $p=0,08$ ), pH ( $p=0,08$ ), nitrógeno total ( $p=0,37$ ), carbono orgánico ( $p=0,08$ ) y Relación C/N ( $p=0,08$ ).

De esta forma, aun cuando la humedad en el Tratamiento 2 (T2) presentó un valor promedio superior al límite máximo establecido por la norma, los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) cuando comparamos con los valores de humedad del Tratamiento 1 (T1), sin comprometer, de esta forma, la calidad del compost producido. Además, el bajo valor del coeficiente de variación de la humedad en los tratamientos T1 y T2, 0,4% y 1,4%, respectivamente, garantiza la precisión de la muestra.

Con referencia a la relación C/N, el valor promedio en T2 fue superior al límite máximo establecido por la norma, condición que caracterizó, también, la relación C/N en T1. Comparando los valores de T1 y T2, los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ). Además, el bajo valor del coeficiente de variación de la relación C/N en los tratamientos T1 y T2, 4,5% y 5,0%, respectivamente, garantiza la precisión de la muestra.

Sin embargo, y como he discutido anteriormente, aun cuando los valores de la relación C/N en T1 y T2 fueron superiores al límite máximo establecido por la norma IN 25/2009, la calidad del compost producido no fue perjudicada, una vez que se considera un compost maduro el que tenga una relación C/N  $< 20-25$  (Soto & Meléndez, 2004) condición que caracterizó la relación C/N en las muestras analizadas.

Los tiempos de compostaje de T1 y T2 se realizaron en los meses de septiembre y noviembre de 2019, respectivamente, destacando que los parámetros medidos no presentaron diferencias significativas, al contrario del experimento realizado en Brasil por Baumgarten (2015), en el que fueron utilizados dos tratamientos de compostaje T1 y T2 en los meses de y mayo, y cuando comparados hubo diferencias significativas

( $p < 0,05$ ). Esta diferencia, según el autor, se explica en función de la ocurrencia de días fríos, afectando el desarrollo de las lombrices, consecuentemente la calidad del compost. En nuestro experimento, una posible explicación para que no existan diferencias significativas puede ser atribuida al clima, que se mantuvo estable en la región de estudio, debido a que el régimen de lluvias presenta dos extremos (marzo/abril y Octubre) y la temperatura tiene un promedio entre  $13^{\circ}\text{C}$  y  $16^{\circ}\text{C}$ , con poca variabilidad durante el año (Fries, 2018). Campbell (1999) destaca que el proceso de estabilización de la materia orgánica funciona mejor durante los meses de verano, porque el calor en el proceso de pre-compostaje es esencial para que los organismos patógenos y las malas hierbas se extingan del proceso, a través de la aireación.

Según Soto & Meléndez (2004), la calidad de un abono está dada por el uso al que se destina. Lo que puede ser considerado como un abono de muy buena calidad para un productor de banano, puede ser considerado inefectivo o poco práctico para el productor de hortalizas. Sin embargo, como resultado de esta investigación y con base en la norma IN 25/2009 (Brasil, 2009), el compost producido resulta en un producto para uso seguro en la agricultura.

Se puede evidenciar, además, que la utilización de la técnica de vermicompostaje es efectiva y puede ser utilizada en entornos educativos, ya que se comprobó una reducción en la cantidad de residuos orgánicos que normalmente se desechan en el botadero común. De hecho, en 72 días de experimento se aprovechó un total de 40Kg de residuos orgánicos originados en la cafetería del colegio, es decir que en un año escolar (185 días), si cada dos semanas se aprovecha un total de 8kg de residuos orgánicos (que es lo que utilizó en este experimento), se aprovecharían un total de 102kg.

Con base en esta investigación es posible apoyar y desarrollar en los colegios, charlas y capacitaciones para la implementación de la técnica de vermicompostaje,

impulsando de esta manera la introducción de la educación ambiental en instituciones educativas.

#### **4. CONCLUSIONES**

Los resultados indicaron que en función del promedio ( $\pm$  desviación estándar) calculado, los parámetros humedad, pH, nitrógeno total y carbono orgánico se encuentran dentro de los límites establecidos por la IN 25/2009 (BRASIL, 2009). La relación C/N fue el único parámetro que presentó valores superiores al valor límite establecido por la IN 25/2009, que estipula un máximo de 14%, sin embargo la diferencia observada para la relación C/N no compromete la calidad del compost producido, considerando los resultados de la investigación de Soto & Meléndez, (2004), los cuales concluyeron que se considera un compost maduro el que tenga una relación C/N < 20-25%.

Los tiempos de compostaje T1 y T2 se realizaron en los meses de septiembre y noviembre de 2019, respectivamente, destacando que los parámetros medidos no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Podemos concluir que es posible la obtención de un producto estable y adecuado en cualquiera de los dos tiempos. Además, la técnica de vermicompostaje es una técnica eficiente, de alto rendimiento que se puede aprovechar en escuelas y colegios, para limitar la cantidad de desechos que se envían semanalmente a los basureros, ya que se comprobó una reducción en la cantidad de residuos orgánicos; en 72 días de experimento se aprovechó un total de 40kg de residuos orgánicos, es decir que en un año escolar (185 días), se aprovecharían un total de 102 kg.

## **5. RECOMENDACIONES**

Basados en esta investigación, y debido a que existen proyectos dirigidos a la obtención de compuestos orgánicos, es necesaria la implementación de una norma ecuatoriana que regule la calidad de compuestos orgánicos.

Se recomienda la utilización de una compostera de las dimensiones establecidas en este documento, para unidades educativas con una comunidad de 600 hasta 800 estudiantes, debido a que resulta eficiente y adecuada, tomando en cuenta la cantidad de generación de residuos orgánicos generados utilizados en esta investigación.

**REFERENCIAS CITADAS.**

- Acosta, C. M., Solíz, O., Villegas, O. G., & Cardoso, L. (2013). Precomposteo de residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional de *Eisenia foetida*. *Agronomia Costarricense*, 37(1), 127–139.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa DAS n. 25, de 23 de julho de 2009. Diário Oficial da União, Brasília, v. 142, p. 20, jul. 2009.
- Baumgarten, D. (2015). *Avaliação da eficiência da vermicompostagem de resíduos orgânicos produzidos em escola municipal em santa cruz do Sul, rs, brasil, visando à produção de fertilizantes orgânicos*. Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC.
- Cajamarca, D. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos. *Universidad de Cuenca*, 118.
- Camiletti, J. (2016). *Estudio del vermicompostaje de compost de residuos orgánicos de distinta naturaleza* (UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE - ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA). Retrieved from [http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM Camiletti Morales%2C Justin.pdf](http://dspace.umh.es/bitstream/11000/2820/1/TFM_Camiletti_Morales%2CJustin.pdf)
- Callegari-Jaques, S. D. Bioestatística. Princípios e Aplicações. Porto Alegre: Artmed. 255p. 2006.
- De Santos, S., & Urquiaga, R. (2013). Compostaje Y Vermicompostaje Domésticos. *Ceneam*, 10. Retrieved from [www.siempreenmedio.org](http://www.siempreenmedio.org)
- Domínguez, J., & Aira. (2009). El papel de las lombrices de tierra en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. *Ecosistemas*, 18(2), 20–31.

<https://doi.org/10.7818/re.2014.18-2.00>

Domínguez, J., & Pérez-Lozada, M. (2010). EISENIA FETIDA (SAVIGNY, 1826) Y EISENIA ANDREI BOUCHÉ, 1972 SON DOS ESPECIES DIFERENTES DE LOMBRICES DE TIERRA Jorge. In I. 0065-1737 A. Z. M. (n.s.) (Ed.), *Acta zoológica mexicana* (Número Esp, Vol. 26). Retrieved from [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372010000500024](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500024)

EMGIRS - EP. (2013). CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. Retrieved May 11, 2019, from <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/zenkit/visitas-al-relleno-sanitario-2>

FAO. (2016). *Agricultura sostenible: Una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe*. 48. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i5754s.pdf>

Fries, A. (2018). *El clima en el Ecuador y su influencia en la salud*. Retrieved from <https://smartland.utpl.edu.ec/>

IFA, asociación I. de la I. de los F. (1992). Los fertilizantes y su uso. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 20(12), 632p. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1993.tb03018.x>

Hammer, & O. (2001). PAST : Paleontological statistics software package for education and data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4, 9p. [Http://Palaeo-Electronica.Org/2001\\_1/Past/Issuel\\_01.Html](Http://Palaeo-Electronica.Org/2001_1/Past/Issuel_01.Html). Retrieved from <https://ci.nii.ac.jp/naid/10030566307/>

INEC. (2017). *Gestión de Residuos Sólidos en los GAD Municipales*.

- INEC, I. nacional de estadísticas y censos. (2018). Según la última estadística de información ambiental: Cada ecuatoriano produce 0,58 kilogramos de residuos sólidos al día |. Retrieved May 17, 2019, from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/segun-la-ultima-estadistica-de-informacion-ambiental-cada-ecuatoriano-produce-058-kilogramos-de-residuos-solidos-al-dia/>
- Mar, A., Lozano, S. R., & Bra, D. (2014a). *Manual de Vermicompostaje, GRAMA (grupo de acción para el medio ambiente)*. (6), 1–56.
- Mar, A., Lozano, S. R., & Bra, D. (2014b). *Manual de Vermicompostaje. Grupo de Acción Para El Medio Ambiente*, (6), 1–56.
- Mayer, M. (2003). Jornadas de Educación Ambiental de Cantabria. Nuevos Retos Para La Educación Ambiental, 83–87. Retrieved from [http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/reflexiones-educacion-ambiental-carpeta-ceneam\\_tcm7-13563.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/documentos/reflexiones-educacion-ambiental-carpeta-ceneam_tcm7-13563.pdf)
- LinkedIn Learning. (2020). Relación Carbono nitrógeno (C/N) en los abonos orgánicos. 2020, de LinkedIn corporation Sitio web: <https://es.slideshare.net/rayo2882/relacion-carbono-nitrgeno-en-compostas>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). Estrategia Nacional De Educación Ambiental Para El Desarrollo Sostenible. 1–56. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/ENEA.pdf>
- Ministerio da Agricultura, P. E A. (2009). *Instrução normativa DAS n. 25*.
- Ortiz, D., & Ortiz, A. (2018). Belleza extravagante y funcionalidad:Lombrices De Tierra. *CONABIO. Biodiversitas*, 138:12-16.
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades De Los Abonos Orgánicos: Importancia

- Del Bocashi Como Alternativa Nutricional Para Suelos Y Plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59.
- Sáez, A., & Urdaneta, G. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(03), 121–135. <https://doi.org/10.5860/choice.44-1347>
- Schiedeck, G., Schwengber, J. E., Goncalves, M. M., Schiavon, G., & Cardoso, J. H. (2007). Minhocário Campeiro de Baixo Custo Para a Agricultura Familiar. Comunicado 171 Técnico, Embrapa, 1–4.
- Schiavon, G. de A., Schiedeck, G., Vianna, É. E. S., & Schwengber, J. E. (2009). Biodiversidade de minhocas do solo na Estação Experimental Cascata, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa)*, 112, 1–27.
- Schuldt, M. (2006). *Lombricultura : teoría y práctica*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Soto, G., & Meléndez, G. (2004). *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)/Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos Introducción*. (72), 91–97. Retrieved from <http://163.178.170.21/bitstream/handle/10669/318/A1909E.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, J. (2018). Composta: Qué es y Tipos Principales. Retrieved June 15, 2019, from Lifeder.com website: <https://www.lifeder.com/composta/>
- Villegas-Cornelio, V., & Laines, J. R. (2017). Vermicompostaje: I avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 393. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.59>
- Xavier, E., Morselli, T., Jahnke, D., de Brum Jr, B. S., Cabrera, B., de Moraes, P. O., & Lopes, D. (2009). Fatores Que Afetam O Desenvolvimento Da Compostagem De

Resíduos Orgânicos Issues. Arch. Zootec, 58, 59–85. Retrieved from [https://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma\\_global=1&revista=148&codigo=1767](https://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma_global=1&revista=148&codigo=1767)

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Residuos orgánicos utilizados para la vermicompostaje, retirados de la cafetería del Liceo Campoverde, Quito, Ecuador. ....	6
Tabla 2 Especificaciones de los fertilizantes orgánicos, mezclados o compuestos, conforme la Instrucción Normativa Brasileña 25/2009 (BRASIL, 2009).....	8
Tabla 3 Promedio ( $\pm$ desviación estándar) ( $P \pm DS$ ) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 1 (T1). Muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 16/09/2019 (N total: nitrógeno total. C orgánico: Carbón .....	10
Tabla 4 Promedio ( $\pm$ desviación estándar) ( $P \pm DS$ ) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 2 (T2). Muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 22/11/2019 (N total: nitrógeno total. C orgánico: Carbono orgánico). CV (Coeficiente de Variación).....	12

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área de estudio, indicando la localización del colegio Liceo Campoverde, en el Cantón Quito de la provincia de Pichincha, Ecuador. ....	3
Figura 2 Lombriz del tipo Eisenia andrei (Retirado de Moura et al., 2017).....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 3 Caracterización de los residuos Orgánicos dispuestos en la compostera, y su aporte en cuanto a la Relación C/N, obtenido de LinkedIn (2020) .....	6
Figura 4 Promedio ( $\pm$ desviación estándar) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 1 (T1). Muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 16/09/2019. A (Humedad), B (Nitrógeno total), C (Carbono orgánico), D (Relación C/N). (VMP): Valor Máximo Permitido para Relación C/N = 14%, (BRASIL, 2009). ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 5 . Promedio ( $\pm$ desviación estándar) de los parámetros medidos (%) en el compost producido utilizando vermicompostaje en el Tratamiento 2 (T2). Muestras 1, 2 y 3 de las colectas realizadas el 22/11/2019. A (Humedad), B (Nitrógeno total), C (Carbono orgánico), D (Relación C/N). (VMP) <sup>1</sup> : Valor Máximo Permitido para Humedad 50.0%. (VMP) <sup>2</sup> (BRASIL, 2009). Valor Máximo Permitido para Relación C/N = 14%(BRASIL, 2009).....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>