

Caracterización fisicoquímica de compost producido con residuos orgánicos obtenidos del mercado mayorista de Chota, Cajamarca, Perú

Physicochemical characterization of compost produced with organic waste obtained from the Chota wholesale market, Cajamarca, Peru

José L. Caruajulca Díaz¹  Alfonso Sánchez Rojas¹  Pacífico Muñoz Chávarry^{1,*} 
Azucena Chávez Collantes¹  Maryuri Y. Vega Eras¹  Oscar A. Sánchez Iglesias² 

¹ Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH). Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, Ciudad Universitaria Colpamatara, 06120, Chota, Cajamarca, Perú.

² Universidad Privada del Norte. Vía de Evitamiento s/n cuadra 15.

* Autor de correspondencia [e-mail: pmunozc@unach.edu.pe]

RESUMEN

El objetivo en este estudio fue realizar la caracterización fisicoquímica del compost producido con residuos orgánicos del Mercado Mayorista de Chota, Cajamarca, Perú. La investigación fue de tipo descriptivo, utilizando un diseño de investigación de tipo cuantitativa. La técnica de estudio fue la observación y los instrumentos utilizados fueron pH-metro, termómetro digital y ficha de registro. Para determinar la calidad del compost se utilizó la norma chilena 2880. Los resultados indican que el pH, la relación del C/N, nitrógeno y fósforo se encuentran dentro de los indicadores de la norma, no ocurriendo lo mismo con el parámetro de materia orgánica que se encuentra por debajo la norma. El pH se mantuvo en un rango de 5,0 a 7,5 durante todo el proceso y la humedad se mantuvo óptima entre 29% y 38%. Se concluye que la calidad del compost de los cuatro tipos en relación a la Norma Chilena 2880 cumplen con los parámetros de la clase A. En relación a las propiedades fisicoquímicas se determinó que, el compost C₂ obtenido de la asociación de los residuos orgánicos compuesto de 80 Kg de restos de frutas y 6 Kg de residuos de cosecha (hojas de maíz) del mercado mayorista de Chota, Cajamarca, presentaron los mayores valores de pH, M.O., P, K, C y N.

Palabras clave: compost, residuos orgánicos, materia orgánica.

ABSTRACT

The objective in this study was to perform the physicochemical characterization of the compost produced with organic waste from the Chota Wholesale Market, Cajamarca, Peru. The research was descriptive, using a quantitative research design. The study technique was observation and

the instruments used were pH-meter, digital thermometer and registration form. To determine the quality of the compost, the Chilean standard 2880 was used. The results indicate that the pH, the C/N ratio, nitrogen and phosphorus are within the indicators of the standard, but the same is not the case with the organic matter parameter. which is below the norm. The pH was maintained in a range of 5.0 to 7.5 throughout the process and the humidity was kept optimal between 29% and 38%. It is concluded that the quality of the compost of the four types in relation to the Chilean Standard 2880 comply with the parameters of class A. In relation to the physicochemical properties, it was determined that the compost C2 obtained from the association of organic waste composed of 80 Kg of fruit remains and 6 Kg of harvest residues (corn leaves) from the wholesale market of Chota, Cajamarca, presented the highest values of pH, MO, P, K, C and N.

Keywords: compost, organic waste, organic material.

INTRODUCCIÓN

Actualmente los residuos sólidos constituyen el mayor problema ambiental, económico y social, dado que son generados a diario en las actividades que el hombre realiza. La ONUDI (2007), define como residuo a "todo producto generado en actividades, que el hombre realiza de manera directa; o por actividades de otros organismos vivos; el residuo se caracteriza por ser una masa heterogénea que en muchos casos es difícil de reincorporar a los ciclos naturales".

En el mismo sentido, la Organización Panamericana de la Salud (2010), define a los residuos como: "sustancias, elementos u objetos que son eliminados", y cuando no son dispuestos adecuadamente generan efectos negativos en el ambiente.

La ONU (2012) afirma que América Latina y el Caribe, generan diariamente 436 000,0 toneladas de residuos sólidos urbanos (0,93 kilogramos per cápita), estas condiciones, generan fuertes impactos sobre la salud y el ambiente. Asimismo, el MINAM (2016) informa que, en el Perú: "en el 2014 se generaron 7,5 millones de

toneladas de residuos sólidos municipales, de los cuales menos del 50% fueron dispuestos adecuadamente en rellenos sanitarios". La mayoría de estos residuos fueron a parar en los botaderos o en las afueras de las ciudades ocasionando contaminación al ambiente, ríos y suelos.

El crecimiento poblacional en la región de Cajamarca trajo consigo mayor generación de residuos sólidos. En el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (2007) se ha establecido que de forma diaria se genera 113,5 t de residuos sólidos, de estos, 106 t son residuos municipales y 6,6 t son no municipales haciendo una generación per cápita de 0,51 kg/hab/día, y los residuos domésticos ascienden a 63,78 t diarias.

La ciudad de Chota no es ajena a este problema ambiental, sus residuos sólidos generados por su población son depositados en el botadero Municipal ubicado en la comunidad de Pingobamba. Sin embargo, este botadero está generando malos olores y afectando a los ecosistemas del entorno; esto ocurre

porque los residuos orgánicos no son tratados adecuadamente y/o utilizados en la elaboración de subproductos como compostaje. La importancia del reciclaje de la materia orgánica (MO), mediante el compostaje radica en la influencia benéfica del humus para mejorar la calidad del suelo y producción de los cultivos. La aplicación del compost al suelo aumenta la permeabilidad, la agregación de partículas, la concentración de macro y microelementos, corrige la acidez, incrementa la población de microorganismos y mejora la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Rodale, 1971).

En ese contexto, el objetivo de este trabajo fue determinar las características físicas y químicas del compost producido con residuos orgánicos colectados en el mercado mayorista de Chota, Cajamarca, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio

El estudio se desarrolló en el distrito de Chota que se encuentra ubicado en la región andina norte del Perú. Su capital se encuentra en la meseta de Acunta a 2 388 m.s.n.m. y a 150 Km al norte de Cajamarca y a 219 Km al este de Chiclayo, Lambayeque.

Por cuya plaza pasa el meridiano imaginario 78°39'29" de longitud occidental y la latitud por este lugar pasa el paralelo 6°33'48".

Las épocas de lluvias son de noviembre a abril, y su época de sequía es de mayo a octubre. La temperatura promedio es de 17,8°C (Munichota, s.f.).

Obtención de la materia prima

Los residuos de frutas y verduras se

colectaron del mercado central de Chota.

Las variables evaluadas en el compost fueron: temperatura, humedad, pH, MO, P, K, C y N.

Diseño experimental

La investigación fue descriptiva de tipo cuantitativa, porque tiene como finalidad clasificar y caracterizar los diferentes compost elaborados con residuos de frutas y verduras del mercado central de Chota.

Recolección de frutas y verduras

Los restos de frutas y verduras se colectaron del Mercado Central de la ciudad de Chota; 500 kg fueron obtenidos y almacenados durante una semana en el lugar de la compostera; los residuos colectados fueron de plátanos, manzanas, duraznos, papaya, berenjena, mango, uvas; restos de repollo, zanahorias, lechugas, pepinos, cáscaras de beterraga y arveja.

Picado y homogenización de los residuos sólidos

A fin de acelerar la descomposición del material, los residuos de frutas y verduras fueron picados en tamaños de 3 a 5 cm. Al respecto, Dalzell (1991) citado por Del Pozo (2008), refiere que el proceso de descomposición se encuentra relacionado al tamaño de partículas, en ese sentido, partículas entre 1 a 5 cm es ideal, dado que, existirá un mayor contacto con los microorganismos.

Formación de la pila de compostaje

Los residuos de frutas y verduras homogenizadas se depositaron en la compostera de 0,21 m³ de capacidad, se protegió con residuos de maíz para conservar la temperatura y evitar la evaporación del agua dentro de la pila; ésta fue instalada bajo techo a fin de evitar la

humedad y las fuertes lluvias.

Las pilas de los 4 tipos de compost estuvieron conformadas de la siguiente manera:

Compost tipo 1: Compost compuesto de 80 kg de residuos de verdura y 6 Kg de residuos de cosecha (hojas de maíz) y se colocó dos capas (asiento y revestimiento).

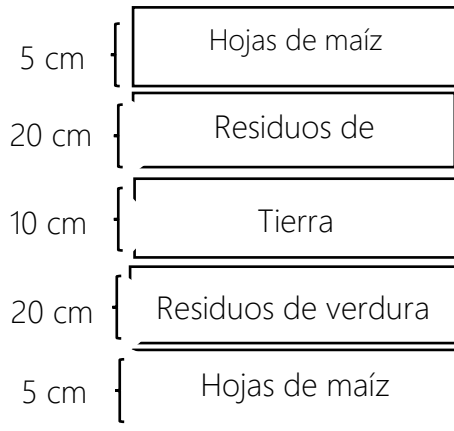


Figura 1. Conformación de la pila de compost

Compost tipo 2: En esta prueba para la desintegración de residuos orgánicos, se usó 80 kg de residuos de frutas y 6 Kg de residuos de cosecha (hojas de maíz) y se colocó dos capas (asiento y revestimiento).

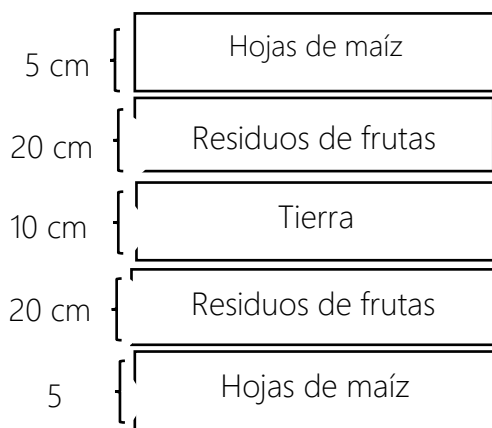


Figura 2. Conformación de la pila

de compost

Compost tipo 3: En esta prueba para la desintegración de residuos orgánicos, se usó 80 kg de residuos de frutas y verduras y 6 Kg de residuos de cosecha (hojas de maíz) y se colocó dos capas (asiento y revestimiento).

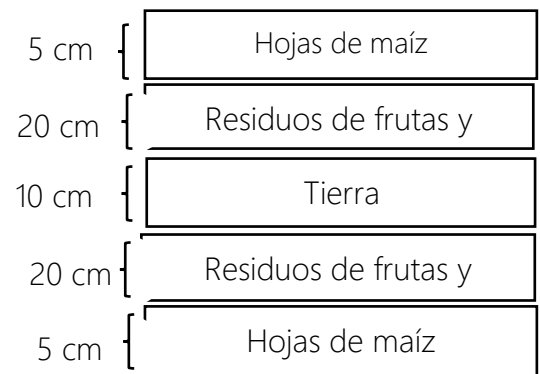


Figura 3. Conformación de la pila de compost

Compost tipo 4: En esta prueba solo se usó 15 kg de residuos de cosecha (hojas de maíz) y 60 Kg de tierra; además se colocó tres capas (asiento, medio y revestimiento).

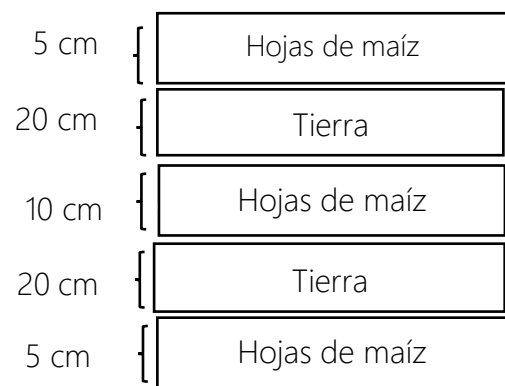


Figura 4. Conformación de la pila de compost.

Características del campo experimental

Forma del compost : rectangular
Altura del cúmulo : 60 cm
Ancho del cúmulo : 50 cm
Largo del cúmulo : 70 cm
Volumen de material : 210000 cm³

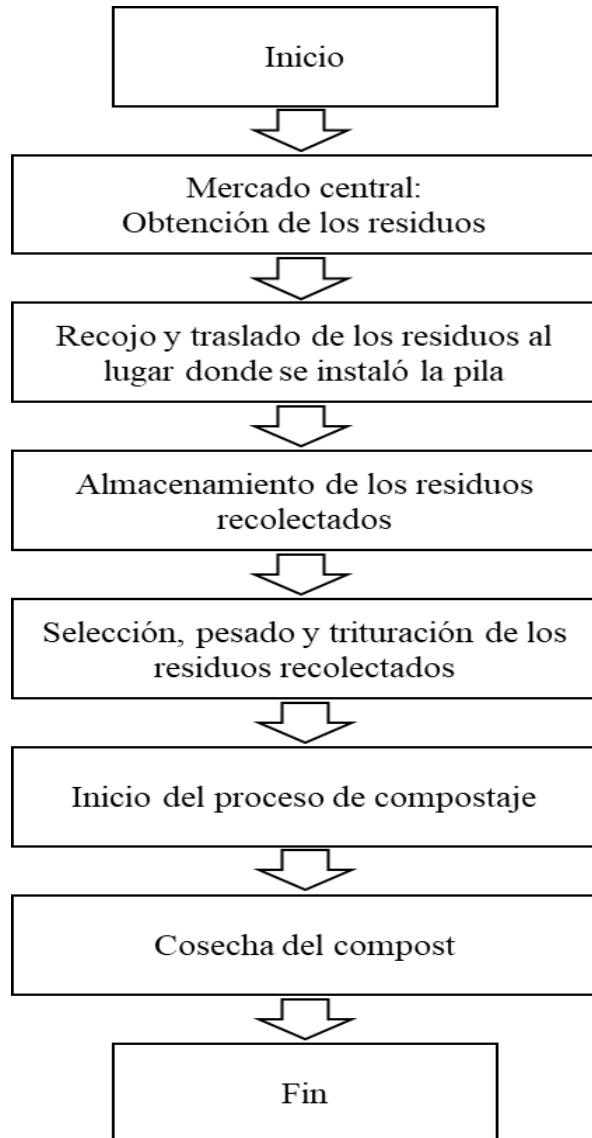


Figura 5. Flujograma del proceso de compostaje

Fase de gabinete

Análisis en laboratorio

Se colectaron 5 muestras de cada tipo de compost de 1 Kg extraído de la parte superior, media, inferior, extremos y centro de la pila, se codificó y fueron enviados al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cajamarca.

Evaluaciones durante el proceso de compostaje

Durante el desarrollo del compost se evaluaron los parámetros de temperatura (°C), pH y humedad (%).

Cosecha

La cosecha se realizó al finalizar los 90 días de evaluación, donde el compost presentó un color marrón.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Temperatura, pH y humedad relativa en función de los tipos de compost

a) Temperatura

La temperatura máxima (°C) en los cuatro tipos de compost al quinto día, fue de 34,2 °C (C₀), 33,1 °C (C₁), 35,2 °C (C₂) y 31,6 °C (C₃), denotándose que el compost C₂ alcanzó la máxima temperatura. En lo referente al descenso se evidenció que a partir del día 55 la temperatura descendió a 20 °C en el compost C₃; en el día 61 en 20,5 °C para el compost C₂ y para el compost C₀ y compost C₁ a partir del día 63 llegó a 18,3 °C y 18 °C, respectivamente. Resultados similares fueron reportados por Cajahuanca (2016) quien determinó que, las máximas temperaturas se registraron en compost C₁ en el día 32 con 27,8 °C, en el compost C₂ de 38,64 °C en el día 23, en el compost C₃ en el día 20 con 58,84 °C y en el compost

C₄ en el día 24 con 69,5 °C (Figura 6).

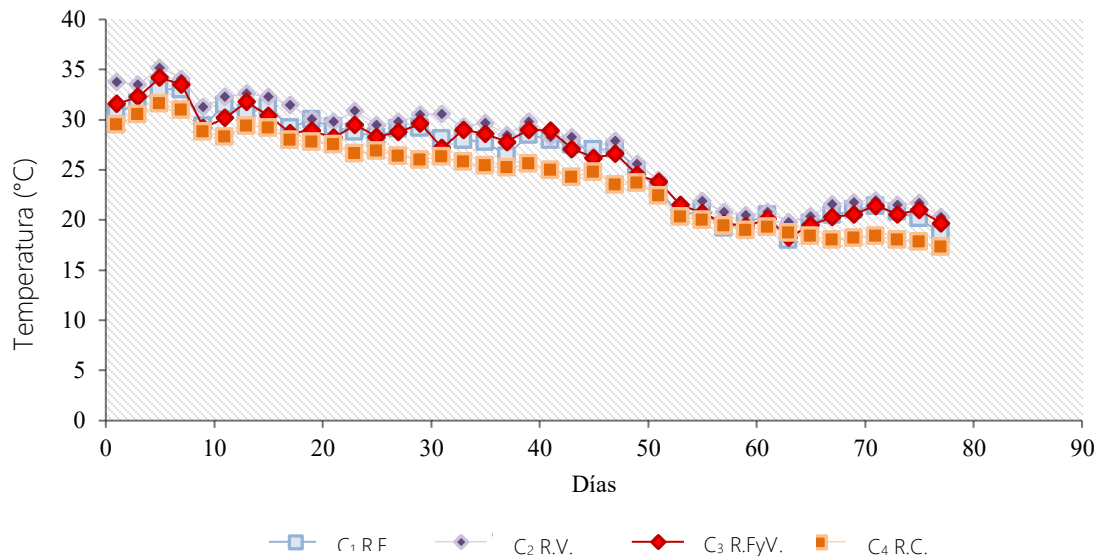


Figura 6. Comportamiento de la temperatura máxima en los cuatro tipos de compost.

De igual manera, Orden (2018) identificó que la temperatura alcanzó valores inferiores a los 30 °C a partir de los 90 días y luego se detectó estabilización de la temperatura, demostrando la maduración del compost. En ese sentido, el incremento de temperatura es generado por bacterias termófilas, especialmente actinomicetos, que producen una serie de antibióticos, que pueden utilizarse para acondicionar el nicho de hongos humidificadores resistentes a estos antibióticos (Rojas y Zeledón, 2007).

Restrepo y Rodríguez (2002) afirman que después de la pasteurización la temperatura comienza a bajar y los trituradores (insectos, crustáceos, lombrices) van a triturar los materiales orgánicos. Seguidamente, los hongos que están protegidos contra la rápida proliferación de las bacterias por los

antibióticos, se multiplican y fabrican el humus a partir de las celulosas y las ligninas).

El descenso de la temperatura en este estudio se refleja durante la última semana de evaluación donde el rango de temperatura se mantuvo entre 20,4 °C y 21,7 °C, con el descenso de la misma la actividad microbiana disminuye y el compost entra en un proceso de maduración. Cuando se produce un agotamiento de los nutrientes, comienza la disminución de la temperatura dentro de la pila hasta llegar a mantenerse cercano a temperatura ambiente, esto da a entender que el compost se encuentra en un proceso de maduración (Trivierge y Seito, 2005).

b) pH

Durante las dos primeras semanas el pH se mantuvo ácido siendo sus valores de 5,0;

5,3; 5,7 para los tipos de compost 1, 2 y 3, respectivamente, y en el compost tipo 3 el pH se mantuvo en un estado neutro (6,0 - 7,5). Finalmente, el pH del compostaje a partir de los 15 días hasta el final del proceso en todos los tipos de compost fue neutro (6,9 - 7,3). Resultados que guardan relación

con lo encontrado por Cabrera y Rossi (2016) quienes en su estudio sobre elaboración del compost a partir de residuos vegetales determinaron que el pH fue neutro (7,0 – 7,5) lo que favoreció la descomposición de la MO (Figura 7).

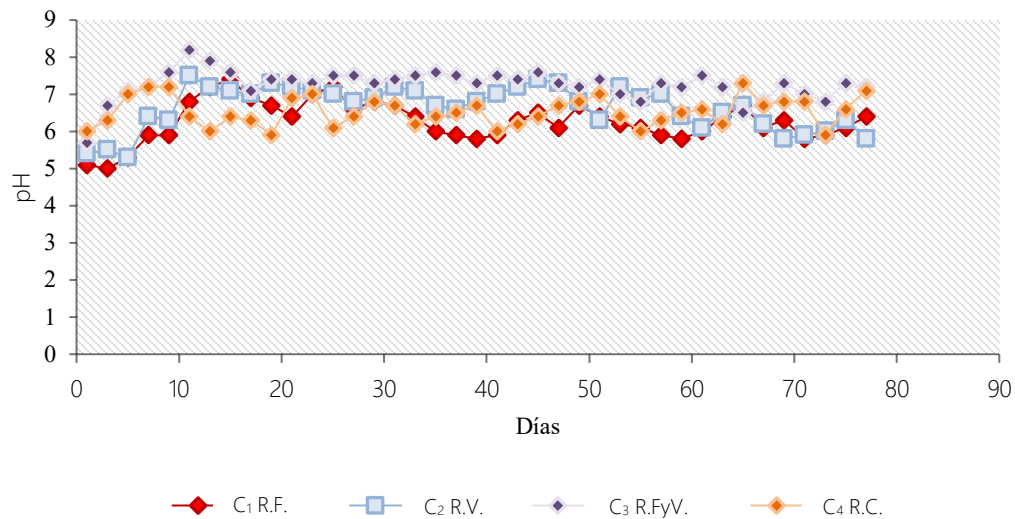


Figura 7. Comportamiento del parámetro de pH durante todo el proceso de compostaje.

En este estudio el pH se mantuvo en rangos óptimos (7,1 – 8,0) de acuerdo con el autor concluimos que ha existido una buena descomposición de la MO produciéndose una buena actividad de los microorganismos. Moreno y Morál (2008) citados por Campos, Brenes y Jiménez (2016) afirman que la evolución del pH en el compostaje se da en tres fases. En la primera se observa una disminución del pH, debido a la acción de los microorganismos en la MO lo cual produce una liberación de ácidos orgánicos. En la segunda se produce una alcalinización progresiva del medio, debido a la pérdida de ácidos orgánicos y a la liberación de amoníaco procedente de la descomposición de proteínas, y en la tercera fase el pH tiende a la neutralidad por la formación de

compuestos orgánicos del suelo. Si durante el proceso de compostaje el pH es bajo, se inhibe la degradación orgánica, pero si el pH se mantiene por encima de 7,5 o cercano a este valor, se puede decir que hay suficiente descomposición. De acuerdo a los autores citados, el pH se mantuvo en un rango neutro (7,1- 7,8) con lo cual se afirma que existió buena descomposición de la MO.

Yanasupo (2018) refiere que el valor óptimo del pH en el proceso de compostaje se encuentra entre 6,5 y 8,0; asimismo, cuando la descomposición del material es ineficiente el pH es de 4 a 5. Labrador (2001) anota que los hongos toleran un margen de pH ligeramente ácido (entre 5,0 – 8,0), debido a que los productos iniciales de la descomposición son ácidos orgánicos. Al

cabo de unos días, el pH se vuelve ligeramente alcalino debido a la liberación de aminoácido durante la transformación de las proteínas por parte de las bacterias, las cuales prefieren un medio neutro (pH= 6,0 - 7,5). Durante la primera semana de evaluación el pH inicial registró 5,7 el cual es favorable para el desarrollo de hongos, es un proceso donde la MO por actividad microbiana ingresa en un proceso de descomposición. El pH es un determinante importante que condiciona la actividad biológica encargada de la degradación de la MO, de esta actividad dependen las poblaciones microbianas, por lo general las bacterias se desarrollan en un pH cercano a la neutralidad y los hongos requieren un pH ácido de 6,0 a 7,5; los

valores óptimos de pH en un proceso de composta se consideran en un rango de 5,5 a 8,0 debido a que es donde se produce una buena actividad de los microorganismos (Labrador, 2001).

c) Humedad (%)

La humedad promedio empleando la técnica del puño cerrado, reportado por Sztern y Pravia (1999), se observa en la Tabla 1 que fue baja en 14% para el C₁ y C₂; 13% para el C₃ y de 16% para el C₄. En lo referente a la humedad óptima 35% fue para el C₁, 29% para C₂, 38% para el C₃ y 30% para el C₄; además existió un exceso de humedad de 15% en el tratamiento C₂ y C₄ (Tabla 1)

Tabla 1. Humedad (%) promedio empleando la técnica del puño cerrado

Compost	Baja	Óptima	Escasa
C ₁	14%	35%	
C ₂	14%	29%	15%
C ₃	13%	38%	
C ₄	16%	30%	15%

Enrique (2013) menciona que es importante que la humedad, alcance niveles óptimos del 40-60% ya que permite un mayor desarrollo de los mecanismos encargados de realizar la descomposición de los materiales orgánicos, sin embargo, si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, produciendo la putrefacción de la MO. Si la humedad es excesivamente baja, se

disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. Álvarez (2010) citado por Robles (2015) considera que la humedad es uno de los aspectos críticos para lograr la optimización del compostaje, en donde la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos que intervienen en el proceso.

Calidad del compost final

En la Tabla 2, al comparar el compost obtenido con la Norma Chilena se nota que los parámetros pH, relación del C/N, nitrógeno y fósforo, en los cuatro compost, muestran que se encuentran dentro de la clase a, y la MO no se encuentra dentro de los parámetros de la norma chilena. Los resultados identificados concuerdan con el estudio de Ludeña (2019) quien determina en sus cuatro tipos de compost que los

parámetros de pH, nitrógeno, relación C/N, MO y fósforo cumplen con los indicadores de la Norma Chilena. Además, durante el compostaje la MO tiende a descender debido a la mineralización y a la consiguiente pérdida de carbono en forma de anhídrido carbónico; esta pérdida puede llegar a representar el 20% de la masa compostada.

Tabla 2. Comparación del compost obtenido con la norma chilena 2880

Indicador	Estudio					
	clase a	clase b	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
pH	5,0-7,5	7,5-8,5	5,9	6,9	7,2	7,0
MO	> 45%	> 25%	11,08	12,83	13,25	10,03
Relación C/N	10- 25	10 - 40	19,45	19,53	18,47	23,26
Nitrógeno	>0,8%	>0,8%	0,94	1,002	1,064	0,81
Fósforo	<0,1%	< 0,1%	0,018	0,019	0,02	0,016

Por el contrario, Yanasupo (2018) determinó que los parámetros encontrados como pH se encuentran sobre el parámetro de la Norma Chilena, debido a que ésta se encuentra en un nivel de 8,9 – 9,14 estableciendo un compost inmaduro.

Soriano (2016) refiere por su parte, que el compost maduro presenta estabilización en las propiedades químicas como capacidad de intercambio catiónico, pH y MO, además tiene bajos contenidos de ácidos fúlvicos y la relación C/N es <20.

Consecuentemente en relación a la MO la Norma Chilena indica que el contenido de MO debe ser mayor al 20% porque los

microorganismos como hongos, bacterias bajo condiciones controladas pueden abastecer importantes cantidades de MO para mejorar la productividad del suelo (Núñez, 1992).

Propiedades físico – químicas del producto final

Se observa que el contenido de macroelementos del compost (Tabla 3) fue: pH neutro (5,9 -7,2) en los cuatro tipos de compost y el que presentó un mayor valor fue el tratamiento C₂ de residuos de frutas y verduras (7,2). En lo referente a la MO el porcentaje fluctuó entre 10% (C₄) y 13,25% (C₃); y el porcentaje de carbono fue de 18,84% - 19,65% correspondiendo el valor

más alto a la muestra de residuos de frutas y verduras. Respecto a los macroelementos, por kilogramo de compost, los valores encontrados oscilan entre 16,77 – 20,02 ppm de fósforo, 330-340 ppm de potasio y un porcentaje de 0,81% - 1,064% de nitrógeno.

Es importante que los nutrientes del compost estén disponibles para ser asimilados por las plantas, los cuales van a variar mucho, dependiendo de la materia prima utilizada y el grado de madurez del producto final (Meléndez y Soto, 2003) (Tabla 3).

Tabla 3 Contenido de macroelementos del compost

Tratamiento	pH	M.O.	P	K	C	N
		%	ppm	ppm	%	%
C ₁	5,9	11,08	18,04	332	18,28	0,94
C ₂	6,9	12,83	19,45	338	19,57	1,002
C ₃	7,2	13,25	20,02	340	19,65	1,064
C ₄	7,0	10,03	16,77	330	18,84	0,81

Fuente. Resultados del análisis de compost en el laboratorio de INIA Cajamarca (2020).

La MO es muy importante ya que proporciona ventajas físicas, químicas y biológicas al suelo por lo que el compost puede ser usado como abono orgánico. Ariza (2012), refiere que el fertilizante orgánico como el abono presenta

características adecuadas que pueden incidir en la fertilidad del suelo.

Los resultados obtenidos (Tabla 4) evidencian que los residuos de cosecha tienen mayor porcentaje de C/N (C₄) y en menor cantidad el de residuos de frutas y verduras (C₃).

Tabla 4. Relación carbono/nitrógeno

Compost (C)	C	N	C/N
	%	%	%
C ₁	18,28	0,94	19,45
C ₂	19,57	1,002	19,53
C ₃	19,65	1,064	18,47

C ₄	18,84	0,81	23,26
----------------	-------	------	-------

Fuente. Resultados del análisis de compost en el laboratorio de INIA Cajamarca (2020).

Los parámetros de Carbono y de Nitrógeno obtenidos en los cuatro tipos de compost se encuentran dentro del rango normal establecido por la OMS, la cual considera para Carbono de 8% a 50% y Nitrógeno de 0,4% a 3,5%.

CONCLUSIONES

Los parámetros pH, relación del C/N, Nitrógeno y Fósforo corresponden a la clase A, según la Norma Chilena 2880, excepto el parámetro MO que se encuentra por debajo del indicador de la norma.

La obtención de compost a partir de residuos orgánicos, ayuda a reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos y por ende disminuir la contaminación ambiental; logrando minimizar la cantidad de residuos de disposición final en botaderos o rellenos sanitarios.

El uso del compost elaborado a partir de residuos orgánicos representa una opción viable e importante dentro de la agricultura orgánica y el enfoque ASBIE (Agricultura Sostenible de Bajos Insumos Externos).

REFERENCIAS

- Ariza, J. (2012). Abonos orgánicos. Propiedades de los abonos orgánicos. *Slideshare*.
<https://es.slideshare.net/joseariza1001/abonos-organicos-13732297>
- Cajahuanca, S. (2016). Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes

(*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus sp.*, *Lactobacillus sp.*) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica Chaglla [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH.
http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/123456789/58/TESIS_SARA_CAJAHUANCA_FIGUEROA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cabrera, V., y Rossi M. (2016). Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria La Molina]. Repositorio UNAL.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2251/Q70-C32-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Campos, R., Brenes, L. y Jiménez, M. (2016). Evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables domiciliarios y su uso en huertas caseras. *Tecnología en Marcha*, 29(8), 25-32.
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2982?articlesBySameAuthorPage=3

Del Pozo, A. (2008). *Evaluación del proceso de compostaje de estiércol de vacuno empleando buenas prácticas de manejo* [Tesis de pregrado,

- Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional La Molina.
- Enrique, E. (2013). *Producción de compost a base de lechuguín (Eichorniacassipes) utilizado en tratamiento de aguas residuales en Lafarge cementos S.A. y su efecto en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UNT. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2677/1/03%20AGP%20161%20TESIS.pdf>
- Labrador, J. (2001). *La MO en los agro sistemas* (2° ed.). Hojas Divulgadoras. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_03.pdf
- Ludeña, M. (2019). *Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito de José Gálvez* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2784>
- Meléndez, G y Soto, G. (2003). Taller de abonos orgánicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]. <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>.
- Ministerio del Ambiente [MINAM] (2016). Resolución Ministerial Nro. 191-2016-MINAM. Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos. MINAM. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/RM-N%C2%B0-191-2016-MINAM.pdf>
- Municipalidad Provincial de Chota [Munichota] (s.f.). Ubicación geográfica. <https://www.munichota.gob.pe/ubicacion-geografica>
- Norma chilena 2880 (NCh2880). (2005). Compost - Clasificación y requisitos. Decreto exento N° 89. 2005. Servicio Agrícola Ganadero (SAG). Ministerio de Agricultura. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=235720>
- Núñez, A. (1992). Fertilización química y orgánica en dos especies en condiciones de invernadero [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional.
- Orden, L. (2018), *Evaluación del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos. Respuesta agronómica de su utilización en un cultivo de cebolla (Allium cepa L.)* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Institucional INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/5127>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [ONUDI] (2007). *Guía para la Gestión Integral de los Desechos Sólidos Urbanos*. http://193.138.105.50/filestorage/download/?file_id=72852, 2008.
- Organización Panamericana de Salud [OPS] (2010). *Manejo de residuos de establecimientos de salud* (2° ed.). Ministerio de Salud. <https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents->

- files/3517/Manual%20REAS%20Chile%202010.pdf
- Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2012). Estado de las ciudades de América Latina y El Caribe. Rumbo a una nueva transición urbana. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, ONUHábitat. https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/newsletter12/887_spa.pdf
- Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de Cajamarca [PIGARS] (2007). PIGARS Cajamarca Actualizado. <http://sial.municaj.gob.pe/documentos/plan-integral-gestion-ambiental-residuos-solidos>
- Restrepo, J y Rodríguez, J. (2002). El suelo, la vida y los abonos orgánicos (1° ed.). <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANL.51303>.
- Robles, M. (2015). *Evaluación de Parámetros de temperatura, pH y Humedad para el proceso de compostaje en la planta de tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional UNAS. https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas
- Rodale, J.L. (1971). The complete book of composting. De agricultura, Washington EEUU. 1007
- Rojas F. y Zeledón E. (2007). *Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características físicas, químicas y biológicas del compost. Hacienda las Mercedes, Managua. 2005* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2036/>
- Soriano, J.A. (2016). Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de Microorganismos eficaces – Concepción, Huancayo. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3487/Soriano%20Vilcahuman.pdf?sequence=1>
- Sztern, D. y Pravia, M. (1999). Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos, en línea. Organización Panamericana de la Salud [OPS]. <http://ops-uruguay.bvsalud.org/pdf/compost.pdf>
- Trivierge, C y Seito, M. (2005). Nuevas tecnologías de vivero en Nicaragua, bandejas y sustratos mejorados-compost (1° ed.). La Prensa. <https://www.yumpu.com/es/document/read/40090919/nuevas-tecnologias-deviveros-magfor>
- Yanasupo, K. (2018). *Compostaje de proporciones de residuos de cosecha de maíz y estiércol de vacuno, con y sin microorganismos eficientes* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3100/TEsis%20AG1229_Yan.pdf?sequence=1

Caruajulca, Sánchez, Muñoz, Chávez, Vega y Sánchez (2022). Caracterización física química...

&isAllowed=.

Recibido: 07-09-2022 Aceptado: 05-12-2021 Publicado: 23-12-2022