

Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual

A comparative study for making compost through a handy technique

María Altamirano Flores¹, Carlos Cabrera Carranza²

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo principal comparar dos tipos de compost de elaboración manual en poza, uno con restos orgánicos y estiércol y el otro con rastrojo y estiércol. A partir de este experimento se darán los resultados comparativos, desde la elaboración del compost, las características físicas, químicas y finalmente, la calidad del compost en sus principales constituyentes.

La propuesta de gestión es poner en marcha un programa de recuperación que servirá para aprovechar uno de los recursos más valiosos y desaprovechados del municipio: los restos vegetales (rastros); el resultado sería realizar una planta de compostaje manual, sencilla para ser aprovechada por los Municipios.

Palabras clave: Compost por técnica manual, Gestión, Municipalidad.

ABSTRACT

The main purpose of this work is to compare two kinds of handy-technique compost within wells. One of the wells containing organic waste and dung, and the other, stubble and dung.

From this experiment, comparative yields will be given, starting from compost making, its physical and chemical features, and, finally, compost quality in each of its main compounds.

Our management proposal is to run a recovery program which will be useful to profit from one of the most valuable and misspent municipaluty resources: plant waste (stubble). The result could be a handy and simple compost factory to be used by municipalities.

Keywords: Handy-Technique Compost, Management, Municipality.

1 Egresada de la Diplomatura en Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible. UPG - FIGMMG, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
2 Profesor de la Unidad de Post Grado de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población ha sido acelerado en los últimos años, este crecimiento ha generado un aumento en la producción de residuos sólidos, registrándose un crecimiento exponencial de estos con respecto al de la población.

Casi todos los residuos orgánicos que tienen su origen en los seres vivos, tanto animales como vegetales, pueden ser transformados en compost. Se generan en la cocina de las casas como consecuencia de la elaboración de comidas: desechos como pieles de frutas o restos de verduras, despojos de animales, alimentos que se han echado a perder, restos de comida no consumida, etc. El jardín produce hojas secas, restos de poda, restos de plantas, etc.

Este uso de los residuos es muy beneficioso para el medio, ya que se trata de una transformación natural y que, además de dar un destino a los residuos, proporciona un abono.

El Compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, que tiene como meta transformar estos residuos en un producto útil, aplicable a la tierra como abono que fertiliza a las tierras de cultivo. Este producto recibe el nombre de compost. La enunciación técnica de compostaje es «la descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos en condiciones controladas».

Los cambios que se producen en los residuos hasta su transformación en compost son espectaculares. Al inicio se distinguen bien los colores entre los restos frescos, pero paulatinamente se vuelven de un color más oscuro. Los aromas de verdura y fruta cambian rápidamente, de acuerdo con la intensidad de la actividad biológica. Si falta aireación se desprende amoníaco. El olor a tierra de bosque nos indica el producto final.

EL PROBLEMA

Formulación del problema

La materia orgánica ocasiona serios problemas. Si es acumulada y almacenada inadecuadamente forma un hábitat de vectores transmisores de enfermedades, causando malos olores y contribuyendo con la contaminación; por tal razón es necesario poner en marcha una propuesta de gestión de estos residuos.

El presente trabajo de investigación trata sobre el compostaje, proceso por el cual los desechos sólidos (materia orgánica) con estiércol y cal son tratados y se descomponen dando como resultado un abono orgánico (compost), que permite mantener la fertilidad de las tierras de cultivo con excelentes resultados para utilizar en tierras agrícolas, bosques y jardines.

Planteamiento del problema

¿Cuál es el resultado de comparar dos muestras de compost de elaboración manual en poza, uno con restos orgánicos (estiércol de vaca) y el otro con rastrojo (estiércol de cuy)?

Tipo de investigación

Por su naturaleza la investigación tiene un carácter Descriptivo y Comparativo.

Es descriptivo porque describe y analiza sus distintas partes y cualidades de la investigación.

Es comparativo porque se compara dos muestras para descubrir relaciones o estimar sus diferencias o semejanzas.

Justificación del problema

El empleo creciente de fertilizantes químicos en los cultivos hace que se detenga la actividad microbiana, perjudicándose el nicho ecológico.

Los fertilizantes son utilizados, principalmente, para obtener mayores producciones y secundariamente para aumentar la calidad de cultivo. Este uso indiscriminado de estos fertilizantes sintéticos es factor principal de la contaminación del suelo, perjudicial para la microfauna existente en el suelo.

El compostaje es una forma de tratamiento para los residuos orgánicos, que tiene por finalidad convertir estos residuos en un producto beneficioso (compost) aplicable a la tierra como abono orgánico sólido en el contenido nutricional de la especie cultivada. Se utiliza frecuentemente como mejorador del suelo en la agricultura, jardinería, huerto y obra pública.

Al formarse el compost aeróbicamente no se forma metano con lo que contribuimos a evitar la formación de uno de los gases que contribuyen a aumentar la temperatura de la tierra por el efecto invernadero; también se contribuye a reciclar al suelo la energía del sol convertida en materia orgánica.

Al realizar este tratamiento de la materia orgánica (compostaje) se contribuye en la disminución de los desechos domiciliarios orgánicos, se reduce la contaminación y se fomenta la producción

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A lo largo de la historia, el hombre ha sido acompañado del problema de los residuos sólidos, para afrontarlo se recurre a la técnicas de minimización de residuos, las cuales constan de tres fases: prerrecolecta, recolecta y tratamiento. En cuanto a las técnicas que se utilizan tenemos: segregación en la fuente, reciclaje, incineración, compostaje y centros recolectores; todas estas son alternativas al relleno

sanitario; sin embargo, es necesario la aplicación de políticas e instrumentos económicos para el desarrollo sostenible. (Chung, 2003).

Sir Albert Howard, agrónomo inglés, quien estuvo en la India entre los años 1905 y 1934, practicó por primera vez el «método indore», desarrolló la técnica de compostar, para el mejoramiento de los terrenos de cultivos e incrementar la producción en la región; concluyó que los residuos animales y plantas sanas que caen en el suelo mejoran la fertilidad de éste debido al abundante humus. Aprendió de los agricultores chinos la importancia de usar todos los residuos orgánicos para fortalecer las tierras.

Gladis Monje Talavera (1994), en su tesis: *Evaluación de la contaminación ambiental para la disposición final de los residuos sólidos: el relleno sanitario y la producción de compost*, trata sobre los problemas de contaminación generados por un inadecuado manejo de los residuos sólidos y propone como alternativa el aprovechamiento de los mismos en la producción de compost, abono obtenido mediante la fermentación aerobia de la materia orgánica.

Según FAGRO (2000)¹, un abono orgánico o compost es el producto de la transformación de residuos orgánicos en humus por restos orgánicos (bacterias, hongos, protozoarios, lombrices, etc.), la presencia de humus en el suelo cumple las siguientes funciones: provee elementos nutritivos, mejora la estructura la porosidad y retención de agua y aire en el suelo y aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades.

Mariano Bueno (2004), en su libro *Cómo hacer un buen compost*, ha realizado una recopilación de los diferentes sistemas para elaborar el compost. Además, describe los sistemas sencillos para elaborar pequeñas huertas, llegando hasta los balcones y terrazas del entorno urbano.

OBJETIVO GENERAL

Establecer la comparación de dos muestras de compost de elaboración manual en poza uno con restos orgánicos (estiércol de vaca) y el otro con rastros (estiércol de cuy).

METODOLOGÍA

El estudio comparativo que se realiza es de dos tipos de materiales para producir el compost:

- El primero con materia orgánica (restos de cocina), estiércol de vaca, agua, cenizas.

- El segundo con rastros, estiércol de cuy, agua y cenizas.

Estas se prepararon en 2 pozas con las mismas dimensiones.

Ubicación de las pozas

Se encuentra ubicado al norte de la ciudad de Lima en el distrito de Puente Piedra a la altura del kilómetro 24 ½ de la Carretera Panamericana Norte en la Urbanización Shangrila.

Elaboración de compost en la poza 1

Materiales

Restos vegetales: materia orgánica (restos de cocina), rastros.

Excremento de animal: estiércol seco de vaca.

Minerales: agua, ceniza.

Herramientas

Para su excavación se utilizó: un pico, lampa recta, lampa cuchara.

Para el volteo se utilizó: lampa cuchara y trinche.

Para la cosecha se utilizó: lampas, tamiz y sacos de rafia.

Instalación de la poza 1

Se cavó la poza y sus dimensiones eran de 2,60 m de largo por 1,30 de ancho y 0,80 de profundidad y las herramientas que se utilizaron fueron un pico, lampa recta y lampa cuchara.

Llenado de la poza 1

La poza será llenada parcialmente:

Una primera capa en el fondo del hoyo materia orgánica, hasta una altura de 20 cm.

Se coloca una caña perforada que llegue hasta el fondo del hoyo.

Añadir agua en forma de lluvia. Si se añade demasiada agua se ahoga la vida microbiana; si se añade muy poca, el resultado es una reducción en la actividad biológica.

Agregar encima una capa de estiércol seco de vaca hasta 10 cm de altura; esta aplicación es muy importante porque estimula la vida microbiana.

1 www.fagro.edu.uy/huertas/docs/cartillacompost.pdf

Añadir agua en forma de lluvia.

Se espolvorea ceniza, cubriendo todo el estiércol para que la descomposición sea pareja y se controle el pH corrigiendo la acidez del medio.

Se agrega otra capa de materia orgánica hasta 20 cm de altura.

Añadir agua en forma de lluvia.

Se espolvorea cenizas, cubriendo todo el estiércol.

Se agrega otra capa de materia orgánica hasta 20 cm de altura.

Añadir agua en forma de lluvia.

Otra capa de estiércol seco de vaca de 10 cm de altura.

Añadir agua en forma de lluvia.

En la última capa se espolvorea cenizas.

Proceso

- Al cabo de 5 a 6 días va a tener una elevada temperatura llegando a tener hasta 67°C. Esto es lo suficientemente alto para destruir las semillas de malezas y microorganismos dañinos, pero perfecta para los microorganismos benéficos; por otro lado, acelera la descomposición de los restos vegetales y el estiércol.
- A las dos semanas se quita la caña perforada, luego de observarse la emanación de gases.

- Se deja así por 30 días. Al mes se procede el volteo, con la ayuda de una lampa y el trinche.
- Se destapa el hoyo y se saca con la lampa y el trinche la primera parte de 30 cm, a un costado del hoyo, y el resto de la parte del fondo se saca al otro lado, ya que al ser devuelto, primero se debe echar en el fondo del hoyo la primera capa de encima, y la capa del fondo debe quedar encima; mientras que van llenando las capas se debe ir agregando agua.
- Una vez terminada, se coloca la caña, que será retirada a la semana.
- Después de 30 días del primer volteo se realizará el segundo volteo con las mismas características del primer volteo, con la diferencia que en el segundo volteo ya no se coloca la caña.
- Luego de 30 días del segundo volteo, tendremos listo el compost.
- Se deja secar en el hoyo descubierto por una semana, luego será tamizado en una malla metálica y tendremos listos el compost para ser utilizado como abono para las plantas; si tenemos suficiente cantidad se puede guardar en sacos de rafia.
- El tiempo del proceso fue de tres meses y una semana.

Este proceso se puede observar en la figura 1.

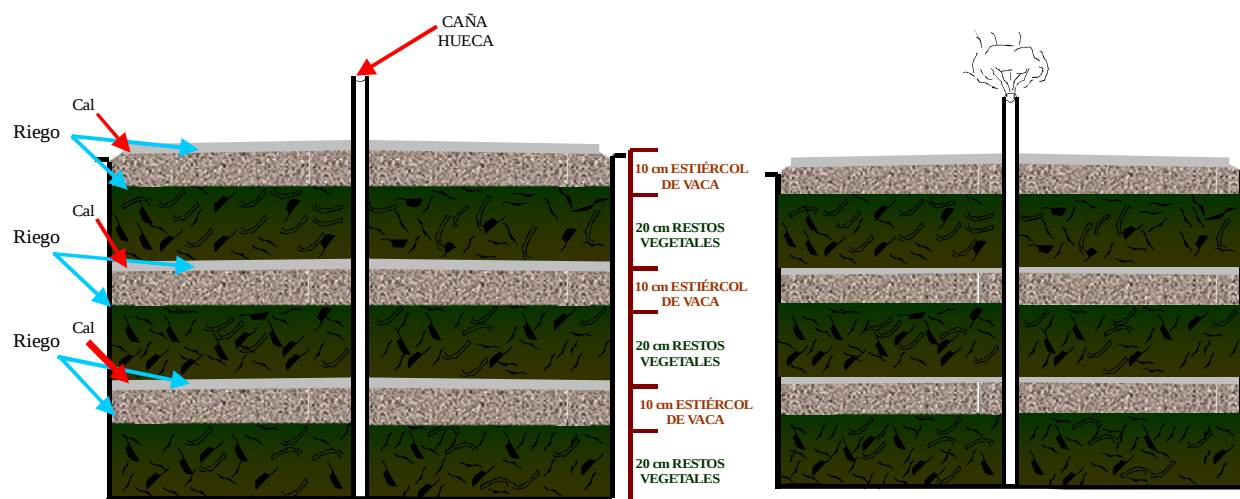


Figura 1. Proceso de la elaboración de compost en la poza 1.

Elaboración de compost en la poza 2

Materiales

Restos vegetales: rastrojos (gras, lantana, hierba luisa, cucarda). Aserrín.

Excremento de animal: estiércol seco de cuy.

Minerales: agua, ceniza.

Herramientas

Para su excavación se utilizó: un pico, lampa recta, lampa cuchara.

Para el volteo se utilizó: lampa cuchara y trinche.

Para la cosecha se utilizó: lampas, tamiz y sacos de rafia.

Instalación de la poza 2

Se cavó la poza y sus dimensiones fueron de 2,60 m de largo por 1,30 de ancho y 0,80 de profundidad y las herramientas que se utilizaron fueron un pico, lampa recta y lampa cuchara.

Llenado de la poza 2

La poza será llenada parcialmente:

Una primera capa en el fondo del hoyo de rastrojos (gras, cucarda, lantana, hierba luisa), aserrín hasta una altura de 20 cm.

Se coloca una caña perforada que llegue hasta el fondo del hoyo.

Añadir agua en forma de lluvia. Si se añade demasiada agua se ahoga la vida microbiana; si se añade muy poca, el resultado es una reducción en la actividad biológica.

Agregar encima una capa de estiércol seco de cuy hasta 10 cm de altura, esta aplicación es muy importante porque estimula la vida microbiana.

Añadir agua en forma de lluvia.

Se espolvorea ceniza, cubriendo todo el estiércol para que la descomposición sea pareja y se controle el pH, corrigiendo la acidez del medio.

Se agrega otra capa de rastrojos hasta 20 cm de altura.

Añadir agua en forma de lluvia.

Otra capa de estiércol seco de cuy hasta 10 cm de altura.

Añadir agua en forma de lluvia.

Se espolvorea cenizas, cubriendo todo el estiércol.

Se agrega otra capa de rastrojos hasta 20 cm de altura.

Añadir agua en forma de lluvia.

Otra capa de estiércol seco de cuy de 10 cm de altura.

Añadir agua en forma de lluvia.

En la última capa se espolvorea cenizas.

Proceso

- Al cabo de 5 a 6 días va a tener una elevada temperatura llegando a tener hasta 65. Esto es lo suficientemente alto para destruir las semillas de malezas y microorganismos dañinos, pero perfecta para los microorganismos benéficos; por otro lado, acelera la descomposición de los restos vegetales y el estiércol.
- A las dos semanas se quita la caña perforada, luego de observarse la emanación de gases.
- Se deja así por 30 días. Al mes se procede el volteo, con la ayuda de una lampa y el trinche.
- Se destapa el hoyo y se saca con la lampa y el trinche la primera parte de 30 cm, a un costado del hoyo, y el resto de la parte del fondo se saca al otro lado, ya que al ser devuelto, primero se debe echar en el fondo del hoyo la primera capa de encima, y la capa del fondo debe quedar encima; mientras que van llenando las capas se debe ir agregando agua.
- Una vez terminada, se coloca la caña que será retirada a la semana.
- Después de 30 días del primer volteo se realizará el segundo volteo con las mismas características del primer volteo, con la diferencia que en el segundo volteo ya no se coloca la caña.
- Luego de 30 días del segundo volteo, tendremos listo el compost.
- Se deja secar en el hoyo descubierto por una semana, luego será tamizado en una malla metálica y tendremos listos el compost para ser utilizado como abono para las plantas; si tenemos suficiente cantidad se puede guardar en sacos de rafia.
- El tiempo del proceso para la elaboración de compost fue de 4 meses y 2 semanas.

Este proceso se puede observar en la figura 2.

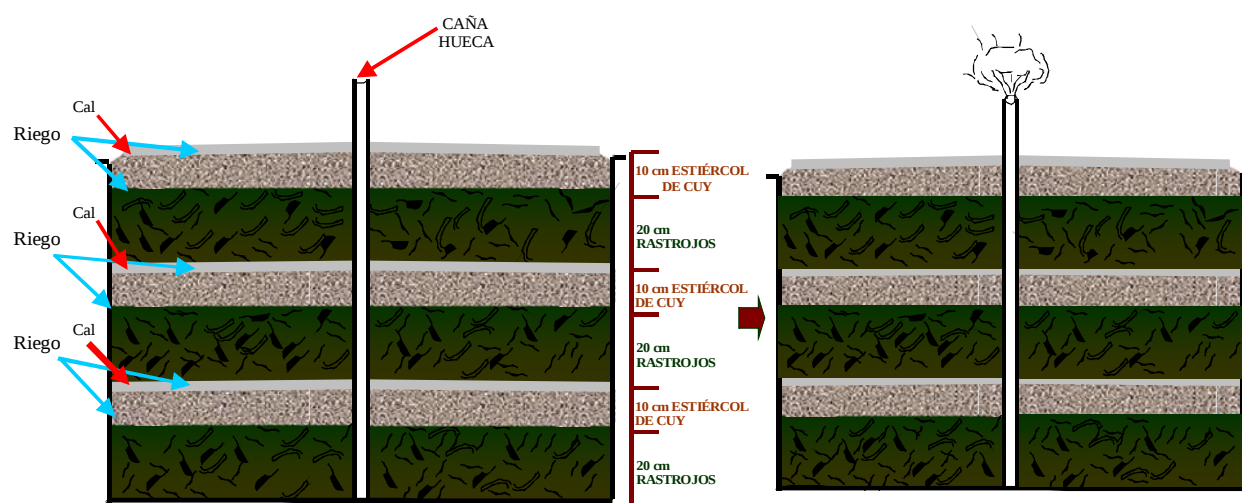


Figura 2. Proceso de la elaboración de compost en la poza 2.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Parámetros del compost obtenido

Los análisis de las muestras de compost se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la UNALM y dio como resultados:

Cuadro 1. Resultados de las muestras de compost de la poza 1 y poza 2.

	Poza 1 (P2)	Poza 2 (P3)
pH	7,10	6,90
C.E. dS/m	21,10	16,83
M.O. %	14,90	23,10
N %	0,64	1,09
P ₂ O ₅ %	0,57	0,98
K ₂ O %	1,80	1,57
CaO %	4,05	5,09
MgO %	1,56	1,69
Hd %	26,34	35,74
Na %	0,40	0,25

Fuente: Propia.

Comparación de los resultados de las muestras de compost obtenidos de cada poza

Como se puede apreciar en el Cuadro 2, la Organización Mundial de la Salud ha establecido rangos normales para compost comercial de sus componentes de humedad, materia orgánica, materia inerte, pH (acidez) y tamaño de las partículas.

Cuadro 2. Propiedades generales de un compost para ser comercializado.

Propiedades	Rango normal
Contenido de humedad (%)	30 - 50
Materia inerte (%)	30 - 70
Contenido orgánico (%)	10 - 30
PH	6 - 9
Tamaño máximo de las partículas (mm)	2 - 10

Fuente: OMS (1985).

En el Cuadro 3 se muestra el rango de valores para diferentes parámetros, en los cuales se encuentran las características químicas del compost terminado.

Estos rangos son bastante amplios debido a los diferentes materiales iniciales proporcionando características químicas variadas.

Parámetro	Porcentaje en Peso %
Materia orgánica	25 - 50
Carbono	8 - 50
Nitrógeno, como N _i	0,4 - 3,5
Fósforo como P ₂ O ₅	0,3 - 3,5
Potasio como K ₂ O	0,5 - 1, 8
Cenizas	20 - 65
Calcio	1,5 - 7,0

- **Tiempo:** El tiempo transcurrido hasta que el compost esté listo dependerá de la época del año (más rápido en verano que en invierno), de la consistencia de los restos vegetales (materiales más finos que han sido picados fermentan más rápido) y del sistema de preparación.

Los resultados fueron:

En la poza 1, el tiempo del proceso fue de 3 meses y una semana.

En la poza 2, el tiempo del proceso fue de 4 meses y 2 semanas.

- **Temperatura:** Las altas temperaturas alcanzadas durante el proceso de compostaje aerobio crean las condiciones necesarias para reducir las bacterias patógenas presentes en los residuos; con este método se espera eliminar cierto tipo de organismos patógenos. Los resultados fueron:

En la poza 1 va a tener una elevada temperatura llegando hasta 67°C en la fase termofílica.

En la poza 2 va a tener una elevada temperatura llegando hasta 65 en la fase termofílica.

- **Color:** El color de las muestras de compost fueron: el de la poza 1 que contiene materia orgánica es más oscura que el de la poza 2, que es de rastrojo.

- **pH:** Debe ser medido con pH-metro. El compost orgánico debe tener un pH mínimo de 6,0.

Los resultados obtenidos de pH en la poza 1 (7,10) y en la poza 2 (6,90) comparando con la fuente de la O.M.S de un compost para ser comercializado están dentro del rango normal (6-9). En conclusión el pH es neutro.

Comparando los resultados del compost de las dos pozas:

El pH en poza 1 es 7,10% y en poza 2 es 6,90% el porcentaje de diferencia es de: 0,2%.

La comparación del ph en estas muestras se pueden observar en la figura 3.

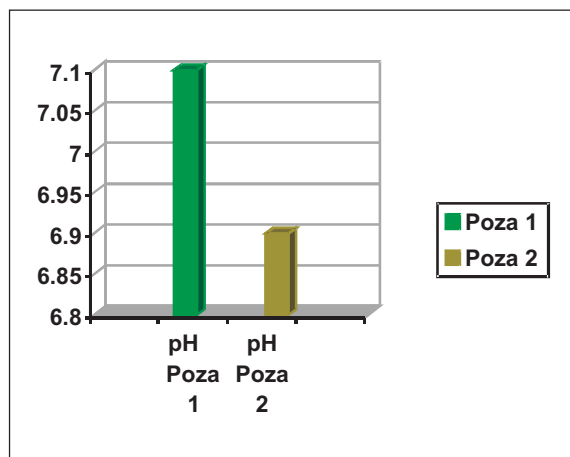


Figura 3. Comparación de PH.

- **Humedad (Hd):** Los resultados obtenidos de Hd en la poza 1 (26,34) y en la poza 2 (35,74) comparando con la fuente de la OMS de un compost para ser comercializado, el de la poza 1 no llega al rango de 30% con una diferencia de 3,66% y el de la poza 2 está dentro del rango normal (30-50).

El compost de la poza 1 tiene una humedad de 35,74%; como no pasa del 40%, entonces sirve para uso agrícola.

Comparando los resultados del compost de las dos pozas: la humedad en poza 1 es 26,34% y en poza 2 es 35,74% el porcentaje de diferencia es de: 9,4%.

La comparación de la humedad en estas muestras se pueden observar en la figura 4.

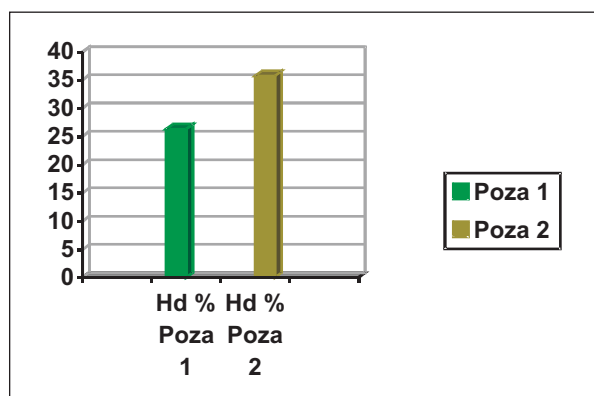


Figura 4. Comparación de humedad.

- **Salinidad (C.E.):** Comparando los resultados del compost de las dos pozas:
En la poza 1 es 21,10% y en la poza 2 es 16,83%, el porcentaje de diferencia es de: 4,27%.

La comparación de salinidad en estas muestras se pueden observar en la figura 5.

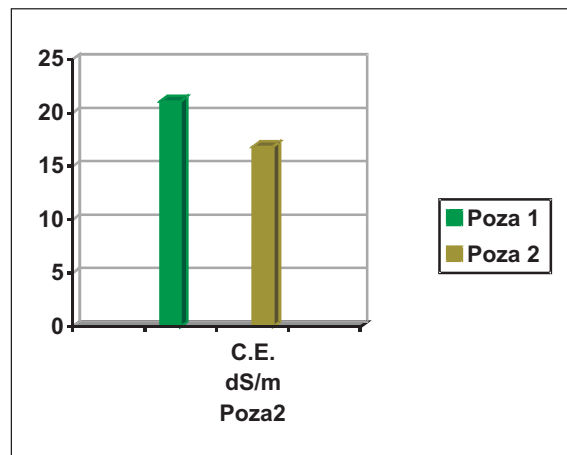


Figura 5. Comparación de sales.

- **Materia orgánica (M.O.):** Los resultados obtenidos de M.O. en la poza 1 (14,90) y en la poza 2 (23,10), comparando con la fuente de la OMS de un compost para ser comercializado, están dentro del rango normal.

Comparando los resultados del compost de las dos pozas.

En poza 1 es 14,90% y en poza 2 es 23,10% el porcentaje de diferencia es de: 8,20%.

La comparación de la materia orgánica en estas muestras se pueden observar en la figura 6.

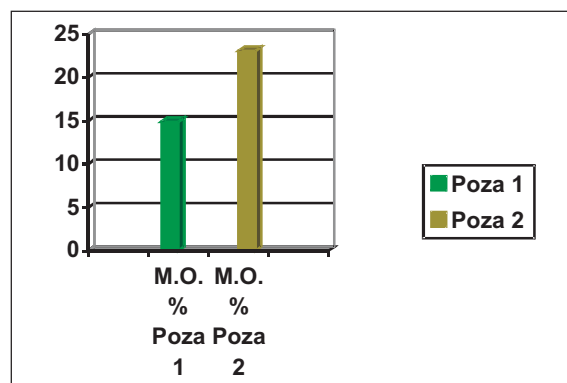


Figura 6. Comparación de M.O.

- **Nitrógeno (N):** Los resultados obtenidos de N en la poza 1 (0,64) y en la poza 2 (1,09) comparando con la fuente de Gotaas Harold de características químicas del compost están dentro del rango normal.

Comparando los resultados del compost de las dos pozas:

En la poza 1 es 0,64% y en la poza 2 es 1,09%, el porcentaje de diferencia es de: 0,45%.

El N es para que proporcione un color verde oscuro a las hojas y hace que crezca las ramas y hojas. La comparación de nitrógeno en estas muestras se pueden observar en la figura 7.

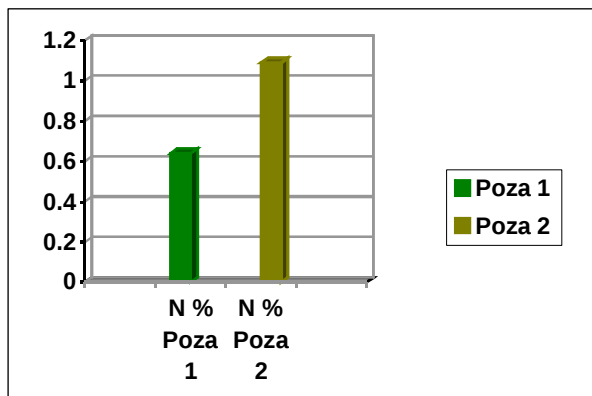


Figura 7. Comparación de nitrógeno.

- **Fósforo (P_2O_5):** Los resultados obtenidos de MO en la poza 1 (0.57) y en la poza 2 (0.98), comparando con la fuente de Gotaas Harold de características químicas del compost, están dentro del rango normal (Figura 8).

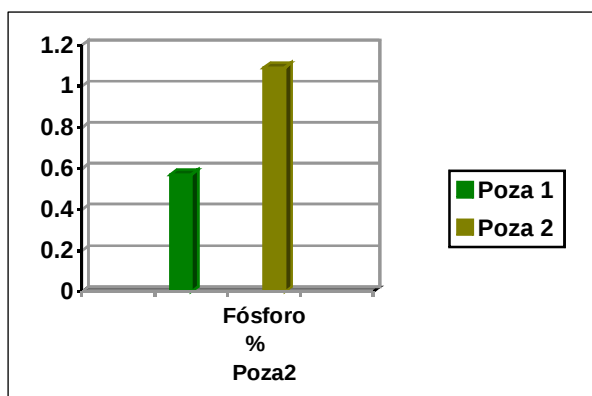


Figura 8. Comparación de fósforo.

- **Potasio (K_2O):** Los resultados obtenidos de MO en la poza 1 (1,80) y en la poza 2 (1,57) comparando con la fuente de Gotaas Harold de características químicas del compost, están dentro del rango normal.

Comparando los resultados del compost de las dos pozas:

En la poza 1 es 1,80% y en la poza 2 es 1,57%, el porcentaje de diferencia es de: 0,23%

La comparación de potasio en estas muestras se puede observar en la figura 9.

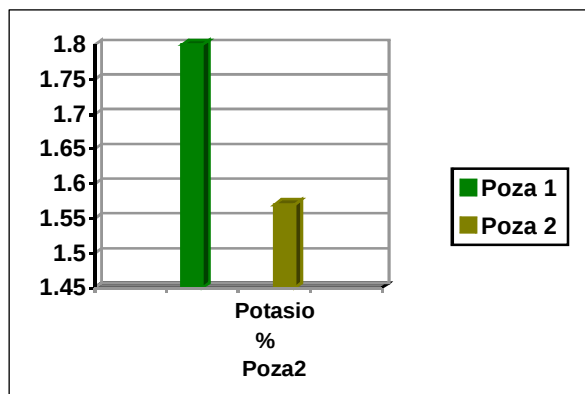


Figura 9. Comparación de potasio.

- **Calcio (CaO):** Los resultados obtenidos de M.O. en la poza 1 (4,05) y en la poza 2 (5,09), comparando con la fuente de Gotaas Harold de características químicas del compost, están dentro del rango normal.

Comparando los resultados del compost de las dos pozas:

En la poza 1 es 4,05% y en la poza 2 es 5,09%, el porcentaje de diferencia es de: 1,04%

La comparación de calcio en estas muestras se pueden observar en la figura 10.

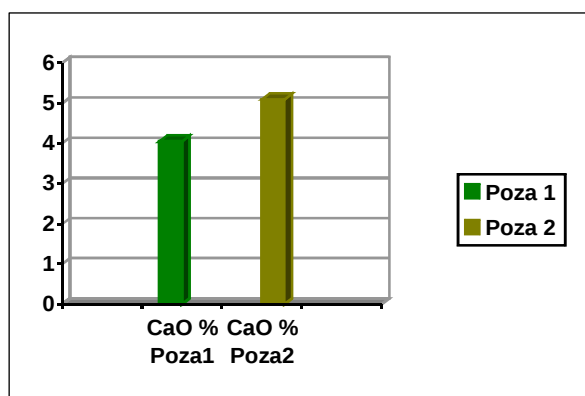


Figura 10. Comparación de calcio.

- **Magnesio (MgO):** Los resultados obtenidos de Magnesio en la poza 1 (1,56) y en la poza 2 (1,69), comparando con la fuente consultada (rango: 1-2,5%) de características químicas del compost están dentro del rango normal.

Comparando los resultados del compost de las dos pozas:

En la poza 1 es 1,56% y en la poza 2 es 1,69%, el porcentaje de diferencia es de: 0,13%.

La comparación de magnesio en estas muestras se puede observar en la figura 11.

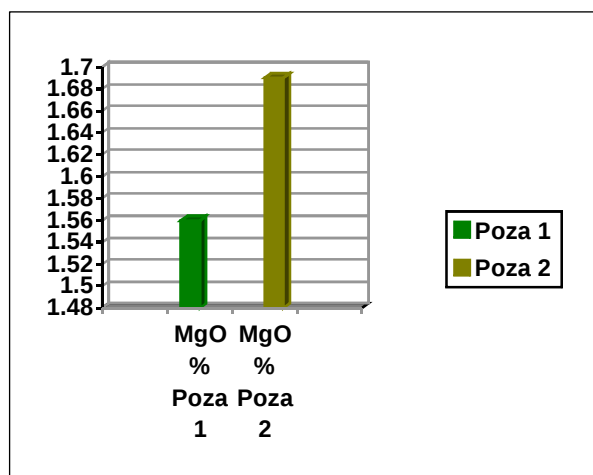


Figura 11. Comparación de magnesio.

- **Sodio (Na):** Comparando los resultados del compost de las dos pozas:

En la poza 1 es 0,40% y en la poza 2 es 0,25% el porcentaje de diferencia es de: 0,15%.

La comparación de sodio en estas muestras se pueden observar en la figura 12

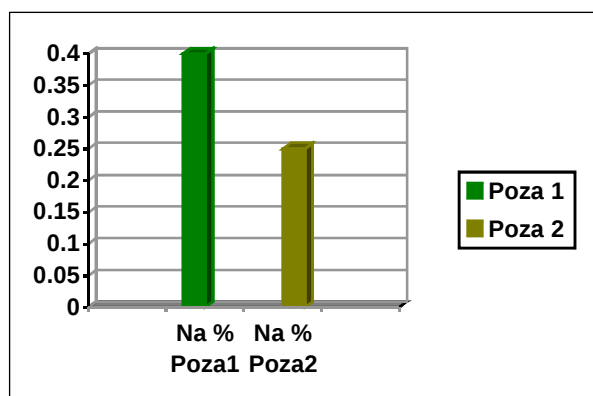


Figura 12. Comparación de sodio.

CONCLUSIONES

- El experimento hecho con materia orgánica (restos de comida), según la clasificación según su origen: la materia orgánica sería residuo domiciliario y según sus características, residuo orgánico.
- El experimento hecho con rastrojos, según la clasificación según su origen los rastrojos serían residuos municipales o residuos agropecuarios y según sus características, residuos orgánicos.
- En el estudio comparativo realizado se encontró.
En la poza 1, el tiempo del proceso fue de 3 meses y una semana
En la poza 2, el tiempo del proceso fue de 4 meses y 2 semanas.

- El color de las muestras de compost fue: el de la poza 1, que contiene materia orgánica, es más oscuro que de la poza 2, que contiene rastrojo.
- Comparando los resultados de los análisis obtenidos de cada poza con las propiedades generales de un compost para ser comercializado según la OMS los dos compost obtenidos cumplen con los rangos normales.

Propiedades	Rango normal	Poza 1	Poza 2
Contenido de humedad (%)	30 - 50	26,34	35,74
Contenido orgánico (%)	10 - 30	14,90	23,10
PH	6 - 9	7,10	6,90

- Comparando los resultados de los análisis obtenidos de cada poza con el rango de valores para diferentes parámetros, en los cuales se encuentran las características químicas del compost terminado de la fuente Gotaas Harold, los dos compost obtenidos cumplen con los rangos normales.

Parámetro	Porcentaje en peso %	Poza 1	Poza 2
Nitrógeno, como N _i	0,4 - 3,5	0,64	1,09
Fósforo como P ₂ O ₅	0,3 - 3,5	0,57	0,98
Potasio como K ₂ O	0,5 - 1, 8	1,80	1,57
Calcio	1,5 - 7,0	4,05	5,09

- La técnica manual de elaboración de compost presentada es una forma sencilla, sanitaria y barata de resolver el problema de las basuras orgánicas, y además se puede obtener un producto que pueda dar beneficio a los que necesitan un suelo sano y fértil.
- La elaboración manual de compost constituye una tecnología apropiada para países en vías de desarrollo, donde la mano de obra es relativamente barata y la tecnología sofisticada es costosa y, en muchos casos, difícil de manejar.
- El compostaje es un proceso aerobio, es decir, que ocurre en presencia de oxígeno, que se provee de diversas formas:
 - Por volteos de la pila, ya sea manual o mecánicamente.
 - Por una correcta construcción de la pila, que permita al aire difundirse hasta el centro.
 - Mediante un sistema que aspira o insufla aire a través de la pila.

Cuando una pila no tiene suficiente oxígeno, el proceso se transforma en anaerobio y se producen olores ofensivos. La muerte por asfixia de los microorganismos detiene el proceso e inicia la putrefacción de los residuos.

- La materia orgánica incrementa la capacidad de retención de la humedad del suelo.

RECOMENDACIONES

- Para que salga un buen compost se recomienda utilizar insumos diversificados, tanto de origen vegetal (restos de cocina, rastrojos), como animal (estiércol), porque los de origen vegetal tienen más carbono y el estiércol contiene más nitrógeno.
- Se debe de medir la humedad en el proceso de la elaboración del compost con un método muy simple, sin instrumentos. Se toma una pequeña cantidad del material en la mano y se aprieta el material. Si salen 2-5 gotas de agua, la humedad es buena; si sale menos agua, se necesita regar; si sale más, el riego debe ser interrumpido o, si es por causa de demasiada lluvia, se debe construir un techo para el montículo o el lecho de compostaje.
- El curado (compost maduro) puede también ser determinado en el campo mediante el «test de la mano», se frota un poco del compost entre las palmas de las manos: el compost de buena calidad debe desprenderse fácilmente.
- Es necesario hacer un buen estudio de factibilidad, a fin de evaluar si las condiciones para un proyecto de producción manual de compost son realmente óptimas y de bajo costo.
- Realizar una propuesta de gestión de los rastrojos en una municipalidad, poniendo en marcha un programa de recuperación de los residuos vegetales de un municipio. El resultado sería realizar una planta de compostaje sencilla y con pequeña capacidad, pero que servirá para aprovechar uno de los recursos más valiosos y desaprovechados del municipio: los restos vegetales.
- Realizar una propuesta de gestión y elaboración de compost en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con residuos de basura (restos orgá-

nicos) del comedor y con los rastrojos provenientes de los jardines de esta casa de estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bueno, Marino (2004). *Cómo hacer buen compost*.
2. Chung Pinzas, Alfonso Ramón. (2003). *Análisis económico de la ampliación de la cobertura de manejo de residuos sólidos por medio de segregación en la fuente en Lima Cercado*. Tesis para optar el grado de Magíster en Ingeniería Industrial. UNMSM, Lima, 2003.
3. Escalante Casatelo, Yeni Yovanina y Tupac Yupanqui Apaza, Miguel Ángel (1998). *Ordenamiento ambiental en el distrito de Independencia considerando el manejo de residuos sólidos domésticos*. En Tesis para optar el título de Ingeniería Geográfica, UNMSM, Lima.
4. Guerrero, Juan (1993). *Abonos orgánicos: Tecnología para el manejo ecológico de suelos*, Lima.
5. ISP. *Informe de trabajo de campo*. Holanda, Agosto; Bib. Cepis.
6. Juárez Badillo (1992). *Mecánica de suelos*. Tomo I, 3ª ed.
7. Kiehl, Ej. (1985). *Fertilizantes orgánicos*. Sao Paulo: Ed. Ceres.
8. Llanos Navarro, Gerardo; Aquino Portal, Rosa y Camacho Huapaya, Maria E. (1992). «Metodología del estudio de la producción, composición y calidad de los residuos sólidos». En: *Manual de tecnología apropiada para el manejo de residuos sólidos*. OACA - Oficina de Asesoría y Consultoría Ambiental. IDMA - Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente.
9. Macht, Axel y Alegre Chang, Marcos (1992). «Elaboración de compost». En *Manual de tecnología apropiada para el manejo de residuos sólidos*. OACA - Oficina de Asesoría y Consultoría Ambiental. IDMA - Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente.
10. Monje Talavera, Gladis (1994). *Evaluación de la contaminación ambiental para la disposición final de los residuos sólidos: El relleno sanitario y la producción de compost*. En Tesis para optar el título de Ingeniero Químico, UNMSM, Lima.