



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

AGO 2013

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA QUÍMICA



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

"USO DEL COMPOST PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LOS SUELOS DE CULTIVO EN JICAMARCA-SJL"

AUTOR: ING. CARMEN GILDA AVELINO CARHUARICRA

PERÍODO DE EJECUCIÓN: 24 MESES

DEL 01 DE SETIEMBRE DEL 2011 AL 31 DE AGOSTO DEL 2013

RESOLUCIÓN RECTORAL N° 917-2011-R DEL 14-09-2011

CALLAO, AGOSTO 2013

Man.
111Q
26-07-13
16:00h

ÍNDICE /

Pág.

RESUMEN /	7
ABSTRACT /	8
I. INTRODUCCIÓN /	9
1.1 Presentación del Problema de Investigación	10
1.2 Enunciado del Problema de Investigación	11
1.3 Objetivos de la Investigación	11
1.4 Importancia y Justificación de la Investigación	12
1.5 Enunciado de la Hipótesis	13
II. MARCO TEÓRICO /	14
2.1 Compostaje	14
2.2 Propiedades del compost	14
2.3 Las materias primas del compost	17
2.4 Factores que condicionan el proceso de compostaje	19
2.5 El proceso de compostaje	22
2.5.1 División del proceso compostaje- temperatura	23
2.6 Técnicas de compostaje	26
2.7 La compostora	31
2.7.1 Pre acondicionamiento	31
2.7.2 Requisitos de los sitios	34
2.8 Proceso biológico del compostaje	36
2.9 Tipos de compost	38

2.10	Aplicación del compost	39
2.11	Caracterización del compost	40
2.12	Marco normativo del compost	42
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1	Materiales	43
3.2	Equipos	44
3.3	Métodos	45
3.3.1	Obtención de muestras de suelos	45
3.3.2	Estaciones de muestreo	46
3.3.3	Técnicas utilizadas para la recopilación de datos	46
3.3.4	Técnica utilizada en el desarrollo experimental	48
3.3.4.1	Caracterización del suelo	49
3.3.4.2	Caracterización del compost	50
3.3.4.3	Caracterización del suelo más compost	51
3.3.5	Método estadístico para el tratamiento de datos	52
IV.	RESULTADOS	45
4.1	Características de los suelos	53
4.2	Características de los suelos con compost	54
4.3	Resultados de los parámetros químicos y biológicos	61
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
5.1	Conclusiones	81
5.2	Recomendaciones	83



VI.	REFERENCIALES	84
VII.	APÉNDICE	87
	ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Materiales y recipientes para muestras	47
Tabla 2	Frecuencia de monitoreo	48
Tabla 3	Tratamiento de muestras de suelos	49
Tabla 4	Parámetros para caracterización el compost y el suelo	50
Tabla 5	Parámetros a determinar en el compost	50
Tabla 6	Métodos para determinar los parámetros en el compost	51
Tabla 7	Parámetros de calidad en el suelo con compost	52
Tabla 8	Parámetros de suelos en las 24 estaciones	53
Tabla 9	Monitoreo 1: 30/11/12- zona alta	54
Tabla 10	Monitoreo 1: 30/11/12- zona media	54
Tabla 11	Monitoreo 1: 30/11/12- zona baja	55
Tabla 12	Monitoreo 2: 28/12/12- zona alta	55
Tabla 13	Monitoreo 2: 28/12/12- zona media	56
Tabla 14	Monitoreo 2: 28/12/12- zona baja	56
Tabla 15	Monitoreo 3: 30/01/13- zona alta	56
Tabla 16	Monitoreo 3: 30/01/13- zona media	57
Tabla 17	Monitoreo 3: 30/01/13- zona baja	57
Tabla 18	Monitoreo 4: 26/02/13- zona alta	57
Tabla 19	Monitoreo 4: 26/02/13- zona media	57
Tabla 20	Monitoreo 4: 26/02/13- zona baja	58
Tabla 21	Monitoreo 5: 30/03/13- zona alta	58
Tabla 22	Monitoreo 5: 30/03/13- zona media	58

Tabla 23	Monitoreo 5: 30/03/13- zona baja	59
Tabla 24	Monitoreo 6: 30/04/13- zona alta	59
Tabla 25	Monitoreo 6: 30/04/13- zona media	59
Tabla 26	Monitoreo 6: 30/04/13- zona baja	60
Tabla 27	Parámetros a determinar en suelo con compost en E1-E8-M1	61
Tabla 28	Parámetros a determinar en suelo con compost en E9-E16	62
Tabla 29	Parámetros a determinar en suelo con compost en E17-E24	63
Tabla 30	Parámetros a determinar en suelo con compost en E1-E8-M2	64
Tabla 31	Parámetros a determinar en suelo con compost en E9-E16	65
Tabla 32	Parámetros a determinar en suelo con compost en E17-E24	66
Tabla 33	Parámetros a determinar en suelo con compost en E1-E8-M3	67
Tabla 34	Parámetros a determinar en suelo con compost en E9-E16	68
Tabla 35	Parámetros a determinar en suelo con compost en E17-E24	69
Tabla 36	Parámetros a determinar en suelo con compost en E1-E8-M4	70
Tabla 37	Parámetros a determinar en suelo con compost en E9-E16	71
Tabla 38	Parámetros a determinar en suelo con compost en E17-E24	72
Tabla 39	Parámetros a determinar en suelo con compost en E1-E8-M5	73
Tabla 40	Parámetros a determinar en suelo con compost en E9-E16	74
Tabla 41	Parámetros a determinar en suelo con compost en E17-E24	75
Tabla 42	Parámetros a determinar en suelo con compost en E1-E8-M6	76
Tabla 43	Parámetros a determinar en suelo con compost en E9-E16	77
Tabla 44	Parámetros a determinar en suelo con compost en E17-E24	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Compost	17
Figura 2	Factores en el proceso de compostaje	21
Figura 3	Compostaje doméstico	23
Figura 4	Manual de compostaje. Roben Eva	25
Figura 5	Técnicas de compostaje	30
Figura 6	Sistema de compostaje	35
Figura 7	Proceso de biodegradación	37
Figura 8	Tipos de compostaje	39
Figura 9	El compost su caracterización	41



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha realizado con el propósito de mejorar las propiedades fisicoquímicas de los suelos de cultivo de la comunidad de Jicamarca con el uso del compost.

Se procedió a tomar muestras en 24 estaciones, primero de los suelos, luego suelo con compost. Se aplicaron los métodos descritos en el Test Methods for Examination of Composting and Compost, las normas mexicanas, NMX-AA-16-1984,094-1985, descritas en la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de la Guía Metodológica para suelos.

Se midió in situ pH, la humedad, tamaño de partículas. Para la caracterización del compost, se tomó como referencia los valores estándares de calidad para los compost, del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo, de la Universidad de Coruña. España, 2004.

De los resultados se concluye que el compost obtenido cumple con los valores estándares de calidad de un compost o abono orgánico natural en sus propiedades físicas, fisicoquímicas y biológicas que puede ser utilizado para el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas de los suelos de cultivo en Jicamarca.



ABSTRACT

The present research work has been conducted with the aim of improving the physicochemical properties of agricultural soils Jicamarca community with the use of compost.

He proceeded to take samples in 24 seasons, first of soils, soil with compost then. We applied the methods described in Test Methods for Examination of Composting and Compost, Mexican standards, NMX-AA-16-1984 ,094-1985, described in the Directorate General of Standards of the Ministry of Trade and Industry and the Methodological Guide for soils.

pH was measured in situ, moisture, particle size. For the characterization of compost, reference values quality standards for compost, Agricultural Research Centre of Mabegondo, University of Coruña. Spain, 2004.

From the results it is concluded that the compost obtained meets the standards of quality values of a compost or compost naturally in their physical, physicochemical and biological properties that can be used for improving the physicochemical properties of agricultural soils in Jicamarca.

I. INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los recursos más valiosos para garantizar la seguridad alimentaria y para la generación de ingresos sostenidos para el país. Además de su importancia socioeconómica, es el recurso con mayores problemas de degradación física, química y biológica, en muchas ocasiones, las actividades antrópicas lo degradan con facilidad y rapidez, exigiendo casi siempre una recuperación posterior difícil, lenta y cara. Los suelos de la comunidad de Jicamarca, están formados por un mosaico heterogéneo constituido por cinco series de suelos, los cuales se encuentran entre grandes franjas de laja, piedras sueltas y maleza, lo que ocasiona que el conjunto suelo-rocas-maleza tengan características pobres para los cultivos, perdiendo grandes extensiones de terreno para desarrollar la actividad agrícola permanente en la zona, pero con la aplicación del compost que es un producto rico en compuestos húmicos y que sirve como abono orgánico debido a su alto contenido en materia orgánica que activa los procesos bioquímicos del suelo, se lograría mejorar las propiedades fisicoquímicas de los suelos.



1.1 Presentación del problema de investigación

La comunidad de Jicamarca se encuentra ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho del departamento de Lima. Las características de sus suelos están constituidos por el conjunto suelo-rocas-maleza hacen que sean pobres para los cultivos, además están sujetos a la erosión y de pérdida de fertilidad como resultado de la actividad humana.

En el distrito de San Juan de Lurigancho diariamente se genera 1450 T de R.S.U. (Webb, 2010), de los cuales 60% es de materia orgánica, según estudio realizado sobre el manejo de residuos en el distrito; la materia orgánica provienen de las actividades de consumo y gestión de actividades domésticas y servicios.

Frente a esta situación se plantea la necesidad de realizar el compostaje que es una técnica de estabilización y de tratamiento aerobio de los residuos orgánicos biodegradables, como una gestión correcta de los residuos orgánicos en instalaciones adecuadas para su valorización, asegurando de no causar impactos negativos en el lugar de deposición, el compost resultante del proceso será utilizado para mejorar las propiedades físicoquímicas de los suelos de cultivo de la comunidad de Jicamarca.

1.2 Enunciado del Problema

¿Cómo mejoraría las propiedades fisicoquímicas de los suelos de cultivo en Jicamarca con el uso del compost?

1.3 Objetivos de la Investigación

A.- OBJETIVO GENERAL

Utilizar el compost para mejorar las propiedades fisicoquímicas de los suelos de cultivo en Jicamarca.

B.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Seleccionar los residuos sólidos urbanos (RSU) de acuerdo al origen del residuo.
- b. Establecer las condiciones del proceso de compostaje
- c. Realizar el proceso del compostaje
- d. Obtener el compost y caracterizarlo
- e. Caracterizar el suelo inicialmente y caracterizar el suelo con el compost.

B.- ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se encuentra ubicado: en el área de medio ambiente.



Es una investigación básica, cuantitativa y experimental porque propone utilizar el compost obtenido a partir de tratamiento de desechos orgánicos para el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas de los suelos de cultivo de la comunidad de Jicamarca, haciendo uso de los laboratorios de fisicoquímica e instrumentación de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Callao.

El sector que se verá beneficiado con esta investigación serán los habitantes de la comunidad de Jicamarca del distrito San Juan de Lurigancho.

1.4 Importancia y Justificación de la Investigación

El presente trabajo de investigación tiene como aporte científico el de dar a conocer como el compost un producto higienizado y estabilizado, rico en compuestos húmicos que se obtiene mediante la transformación biológica controlada de materia orgánica contribuye al mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas de los suelos, como la retención y absorción del agua, intercambio de nutrientes, estructura y la porosidad del suelo, para lograr la capacidad de crecimiento de las plantas y además, reducir los niveles de utilización de fertilizantes químicos nocivos.

También, radica la importancia del proyecto en utilizar de una manera ambientalmente segura los residuos orgánicos, aumentar las posibilidades de producción de viveros y jardines en zonas urbanas o poblaciones en proceso

de crecimiento que no cuentan con terrenos fértiles para ello y aumentar el nivel de la oferta de abonos orgánicos para poblaciones rurales.

1.5 ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS

El uso del compost mejora las propiedades fisicoquímicas de los suelos de cultivo en Jicamarca.

Variables:

Variable independiente = uso del compost

Variable dependiente = propiedades fisicoquímicas de los suelos.



II. MARCO TEORICO

2.1 El Compostaje

El compostaje es un proceso de transformación de la materia orgánica para obtener compost, un abono natural. Es la descomposición aeróbica de la materia orgánica biodegradable, la descomposición se realiza por bacterias aerobias, levaduras y hongos. Esta transformación se lleva a cabo en un compostador, sin ningún tipo de mecanismo, ningún motor ni ningún gasto de mantenimiento.

La basura diaria que se genera en los hogares contiene un 40% de materia orgánica, que puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus para las plantas y cultivos. De cada 100kg de basura orgánica se obtienen 30 kg de compost.

De esta manera se contribuye a la reducción de las basuras que se llevan a los vertederos o a las plantas de valorización. Al mismo tiempo se consigue reducir el consumo de abonos químicos. (Dalzell, H.W. y et al. 1991).

2.2 Propiedades del compost

Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.



Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos (Tchobanoglous et al, 1994).

Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.

La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo porque:

- Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
- Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos.
- Mejora la porosidad, y por consiguiente la permeabilidad y ventilación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.
- El compost es una fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

Estos valores son típicos, y pueden variar mucho en función del material empleado para hacer el compost.

- Materia orgánica 65 - 70 %
- Humedad 40 - 45 %
- Nitrógeno 1.5 - 2 %
- Fósforo 2 - 2.5 %
- Potasio 1 - 1.5 %
- Relación C/N 10 - 11
- Ácidos húmicos 2.5 - 3 %
- pH 6.8 - 7.2
- Carbono orgánico 14 - 30 %
- Calcio 2 - 8 %
- Magnesio 1 - 2.5 %
- Sodio 0.02 %
- Cobre 0.05 %
- Hierro 0.02 %
- Manganeso 0.06 %



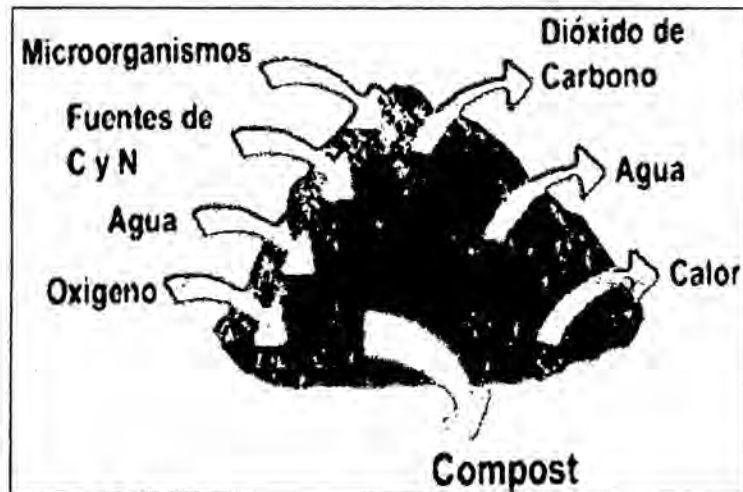


Figura 1: Compost
Fuente: Web: www.compost

2.3 Las materias primas del compost

A continuación se plantea una lista de las relaciones de diferentes restos orgánicos y vegetales.

a) Niveles altos de Nitrógeno

- Orines
- Estiércol de aves y deyecciones frescas de animales
- Purín de ortigas y ortigas frescas
- Césped recién cortado
- Plantas leguminosas recién cortadas
- Restos vegetales frescos
- Residuos de café
- Restos de cocina

[Firma manuscrita]

b) Equilibrados en C y N

- Estiércol de oveja o caballo con cama de paja
- Hierbas al final del ciclo vegetativo
- Hojas de árboles frutales y arbustos
- Estiércol de caballo con cama de paja
- Ramas de poda primaveral, trituradas finas o medianas
- Residuos de cultivo de champiñón

c) Niveles altos de Carbono

- Serrín
- Papel y cartón
- Cañas de maíz secas
- Paja de trigo
- Sarmientos
- Turbas
- Paja de avena, cebada
- Hojas de haya, roble y frondosas

Es importante que el compost contenga una considerable cantidad de materiales con alto contenido en celulosa y lignina (paja, ramas, hojas...), pues aunque su descomposición es más lenta también son mejores precursores del humus.

(Mora Delgado 2006)



2.4 Factores que condicionan el proceso de compostaje

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan condiciones óptimas, como temperatura, humedad, oxigenación, pH, relación carbono/ nitrógeno. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

- **Temperatura**

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

- **Humedad**

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el



proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%.

- **pH**

Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5)

- **Oxígeno**

El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

- **Relación C/N equilibrada**

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no



afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoniaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el serrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de mataderos. (Mora Delgado 2006)

FACTORES EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE

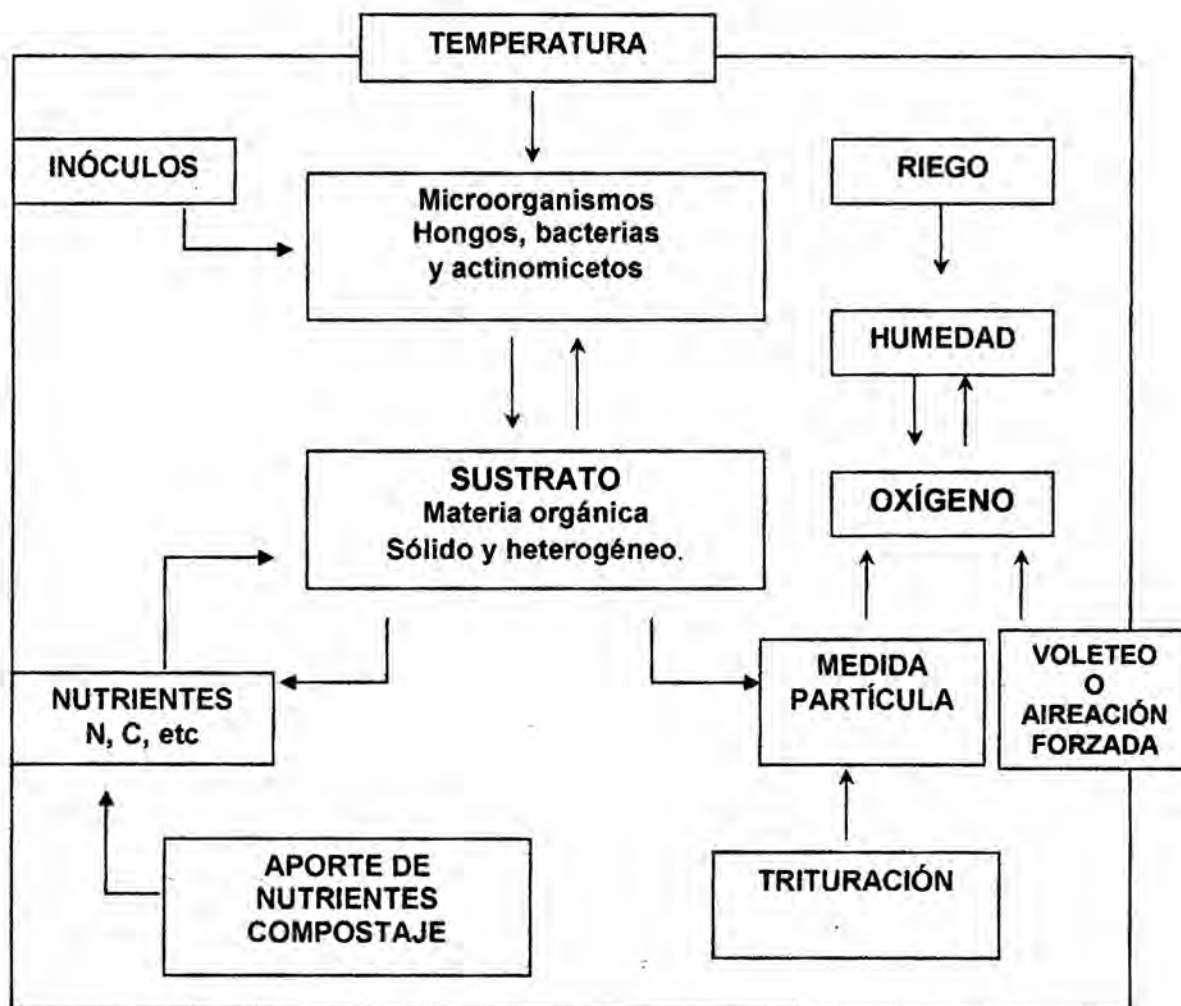


Figura 2: Factores en el proceso de compostaje

[Handwritten signature]

2.5 El proceso de compostaje

El proceso por el cual se elabora composta se ha denominado "compostaje". Las tecnologías para el compostaje son variadas y los productos finales también varían en su composición, color, textura, etc., según los residuos y el proceso que les dio origen.

Durante el último siglo se han realizado diversos experimentos que han permitido conocer en gran medida los fundamentos científicos relacionados con el compostaje (Cuadros García, S. 1995).

Este proceso requiere de oxígeno (aeróbico) y agua en cantidad suficiente; genera cierta cantidad de calor (proceso exotérmico), bióxido de carbono (CO₂) y vapor de agua. Los organismos implicados en el proceso son un conjunto de bacterias, hongos y micro fauna. Las cadenas alimenticias son complejas y dinámicas, y la edad del proceso influye en su composición.

El compostaje se asemeja a una sucesión ecológica, en donde primero hay ciertos organismos que son paulatinamente remplazados por otros y éstos, a su vez, sucesivamente por otros hasta el agotamiento de todos los nutrientes básicos. Al finalizar el proceso, la composta es estable, esto es, no se descompone, no crecen en ella animales, hongos o bacterias y puede almacenarse largo tiempo sin perder sus propiedades.





Figura 3: Compostaje Domestico
 Fuente: <http://www.google.com/compostajedomestico>

2.5.1 División del proceso de compostaje según la temperatura

- **Mesolítico**

La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente. Como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

- **Termofilico**

Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

- **De enfriamiento**

Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

- **De maduración**

Es un periodo que requiere meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.



COMPOSTAJE: EVOLUCIÓN DE TEMPERATURA

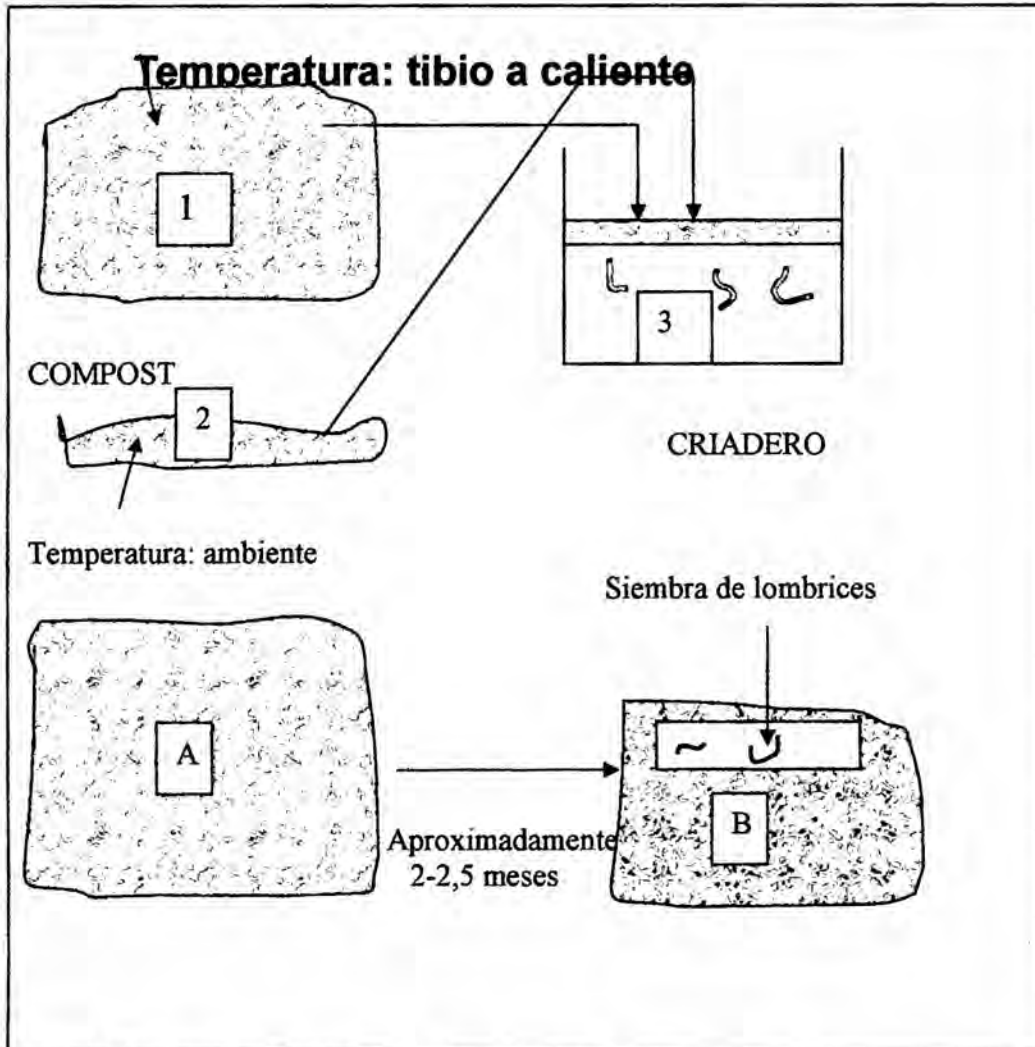


Figura 4: Evolución de temperatura - Compostaje.

Fuente: Manual de Compostaje para municipios Rubén Eva. Loja, Ecuador 2002.

2.6 Técnicas de compostaje

a) Compost en superficie

Consiste en esparcir sobre el terreno (nunca enterrar, ni envolver), una delgada capa de material orgánico (de menos de 10 cm.), dejándolo descomponerse y penetrar poco a poco en el suelo. Según se va dando el proceso natural de incorporación al suelo se esparcen nuevos restos en un proceso continuo. Cuanto más desmenuzado esté más rápida será la absorción pero también más rápidamente se perderán algunos nutrientes.

En zonas como las nuestra y en épocas no muy calurosas se puede depositar sin ningún tipo de protección. En situaciones de menor humedad ambiental y precipitaciones o altas temperaturas es mejor cubrirlos con una delgada capa de paja picada, hierba, coníferas, etc.

Los organismos vivos del suelo son los que irán dando buena cuenta de los restos esparcidos y se encargarán de incorporarlos en los diferentes niveles del suelo.

El compostaje en superficie tiene sus limitaciones de uso en huertos, pues algunos cultivos como las zanahorias no admiten bien este tipo de fermentación. Aún así esta dificultad se puede superar con una adecuada distribución de las plantas y de este tipo de compostaje en el huerto.



b) Compost en montón

Cuando hay una cantidad abundante y variada de residuos vegetales y orgánicos (sobre 1m³ o superiores), se puede llevar a cabo este tipo de compostaje que a su vez tiene una gran cantidad de variantes como:

i) Compostaje de podas vegetales

Después de acumular restos vegetales de todo tipo, se trituran estos y se mantienen sumergidos en agua en alguna alberca o bidón, durante 24 o 48 horas – según grosor - Después se agrupan en montón de 2x2x1,5 m. y se mantiene durante 21 días. Posteriormente se deshace este montón y se vuelve a rehacer en forma piramidal de 2,2m de base por 1,6m de altura y la longitud que nos imponga la cantidad de residuos, y se cubre con 2 ó 3 cm. de tierra o arena y a su vez protegido por ramas o pinocha, durante al menos 90 días.

ii) Compostaje residuos vegetales y estiércol

Se trituran los residuos y se remojan durante 3 días. Se recolectan hierbas aromáticas en toda la variedad posible y se remojan a su vez durante 24 horas. Después se hace un montón de capas alternas de 15 cm. de residuos vegetales, otra de estiércol de oveja o caballo y una tercera de las hierbas aromáticas. Se suceden esta serie de capas hasta alcanzar una altura de unos dos metros y se deja durante 21 días. Después se deshace y se vuelve a rehacer en forma piramidal de 2,2 m de base por 1,6 m de altura y se deja 90 días.



iii) Compostaje de coníferas

Se trituran las ramas y junto a las hojas se ponen a remojo durante siete días. Se sacan y se amontonan durante 21 días. Se deshace el montón y se vuelve a rehacer con forma trapezoidal de 2,2 m de base por 1,6 m de alto y 1,1 m de anchura menor, se cubre con una capa fina de tierra y otra superior de ramas y se mantiene durante 90 días. Resulta muy aconsejable regar periódicamente con purín de ortigas para activar la lenta descomposición.

iv) Compostaje de hojas

Se hace un montón con series de capas que comienzan con de 25 cm. de hojas, otra de dos dedos de ramas trituradas, se le monta otra de residuos de cocina o cortes de césped y después otra de hojas. Siempre la última capa será de hojas. Se cubre el montón con tierra para evitar que se vuelen las hojas y al cabo de un mes lo mezclaremos y airearemos.

v) Compost en cajoneras o silos

Muy indicado para cantidades domésticas de residuos orgánicos de alimentos, jardín y pequeños huertos. Se pueden emplear compostadores comercializados de todos los tamaños y materiales o construirlos respetando unas sencillas indicaciones. Hay una variante de este compostaje (lombricultura o vermicompostaje), que se desarrolla con la ayuda de una especie de lombriz



denominada roja de California (*Eisenia foetida*), que es muy voraz, pero que no vamos a tratar en este manual.

La cajonera o silo es muy sencilla de preparar. Un cajón hecho de cualquier tipo de material con un volumen suficiente como para contener todos los residuos orgánicos que vayamos produciendo durante al menos cuatro meses. No tiene fondo ya que es fundamental el contacto directo entre la tierra y los restos; deberá tener orificios de ventilación por todos sus caras. La parte superior la cubriremos para controlar mejor la humedad aunque también conviene que tenga pequeños orificios de ventilación y entrada de algo de humedad ambiental; Por esta parte se verterán los residuos.

Una de sus caras laterales estará preparada para abrirse y poder acceder mejor al montón. En la parte inferior de este lateral incorporaremos una pequeña trampilla por donde poder sacar el compost ya preparado.

El compostaje en estas cajoneras o silos puede funcionar de forma continua respetando las condiciones de humedad y aireación que indicábamos más arriba.

El funcionamiento es muy simple. El olor desagradable (no confundirlo con el olor habitual de cada tipo de los restos orgánicos), nos indicará compactación, exceso o falta de humedad y falta de aireación que se resolverá volteando los residuos. Si observamos que comienzan a aparecer una coloración excesivamente blanquecina (presencia de gran cantidad de hongos filamentosos), estaremos ante un defecto de humedad que se resolverá remojando los residuos. Si tenemos cuidado de ir mezclando los residuos más

acuosos con los menos acuosos y los más nitrogenados con los menos, nunca nos dará problemas.

Es conveniente que antes de asentar el compostador descastemos la vegetación de la base que vaya a ocupar. También al inicio de la actividad es conveniente que pongamos sobre el suelo que previamente hemos desnudado de vegetación, unas ramas de arbustos delgadas para facilitar la aireación inicial y algo de compost maduro para acelerar la activación de la descomposición.

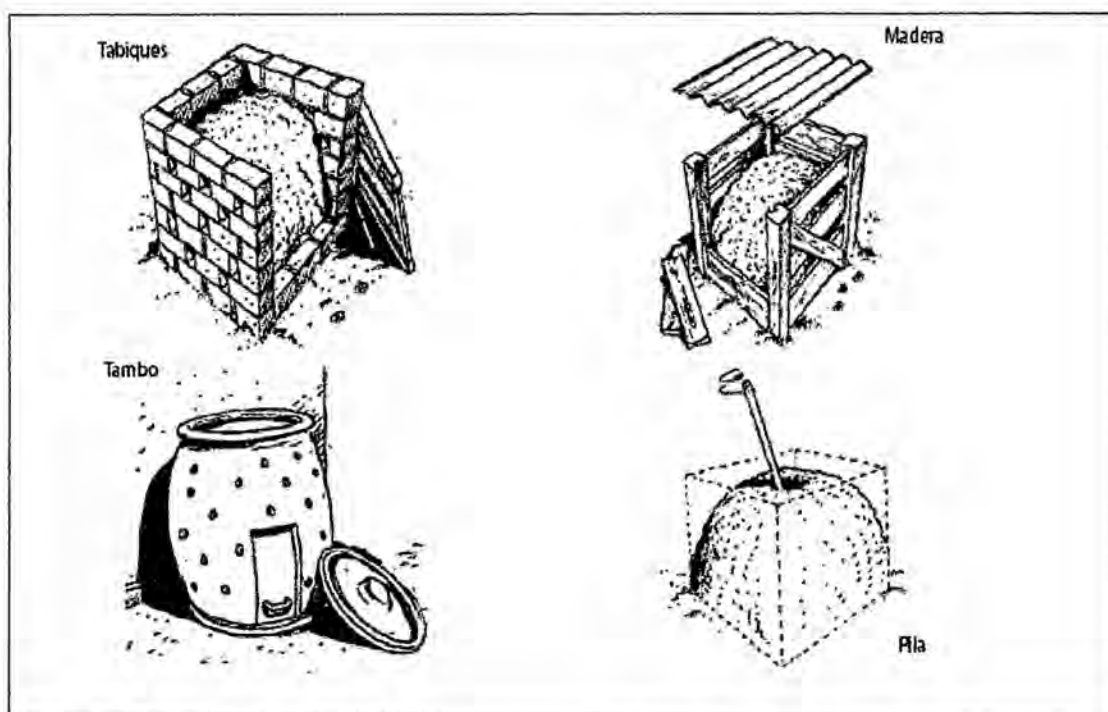


Figura 5: Técnicas de compostaje

Fuente: Manual de Compostaje para municipios, Rubén Eva. Loja, Ecuador 2002.

Rubén Eva

2.7 La compostora

Una compostadora es un recipiente específicamente diseñado para elaborar composta, dentro del cual se ponen los residuos orgánicos. La compostadora permite elaborar composta en cantidades moderadas dentro del hogar. El proceso en pilas es más recomendable para áreas rurales y para producir mayores cantidades. La elección del sistema de compostaje depende de la disponibilidad de recursos para elaborar la composta, la estética del proceso, el volumen a compostar, así como del tiempo disponible para su elaboración y el compostaje en sí mismo. La mejor compostadora es aquella que resuelve las necesidades de quien elabora la composta doméstica y le ayuda a disminuir la carga de trabajo asociada a este proceso.

2.7.1 Pre-Condicionamiento

a) Clasificación Manual

En la tolva o el área de descarga se puede realizar una clasificación preliminar, donde se recogen materias gruesas no biodegradables (recipientes de plástico o metal, botellas etc.). Para plantas de compostaje completamente manuales, se recomienda que se recojan todos los materiales no biodegradables antes de que se desmenucen los desechos.

También se necesita abrir fundas de plástico y sacar materiales metálicos. Se puede utilizar un imán manual junto a un palo para ese trabajo.



Se necesita separar de la fracción a compostar toda clase de desechos peligrosos (los más comunes a dentro de los desechos domiciliarios: Pilas, residuos de medicamentos, pinturas, solventes).

Desmenuzar los desechos

Para el compostaje de desechos domésticos, hay que desmenuzar los trozos más grandes que podrían detener el proceso de biodegradación. La trituración de trozos grandes es especialmente importante para desechos groseros de huertos o parques.

La meta de trozar los desechos es de aumentar la superficie específica. La capacidad de retener aire y agua para facilitar el proceso de biodegradación realizado por los microorganismos. Además, es importante que materiales foráneos no sean trozados juntos con los desechos compostables para evitar una concentración alta de contaminantes en el compost.

Las herramientas y el equipo para trozar deben resistirse a piedras, madera dura y materiales agresivos. Para bajar los costos y facilitar la operación, el sistema de trituración tiene que ser lo más sencillo posible y consumir un mínimo de energía.

Para plantas de compostaje mecanizadas, el equipo estándar consiste en:

- Molinos trozadores (molinos con tornillo sin fin, molinos de cuchillo)
- Cribas tambores
- Cribas troceadores
- Troceadores cilíndricos



Como el material es húmedo y blando, hay que utilizar troceadores de baja velocidad (< 400 rotaciones/min).

En plantas operadas completamente a mano, se pueden desmenuzar los trozos grandes con machetas o martillos.

b) Clasificación Mecanizada

La separación de la fracción compostable de los desechos puede hacerse con un separador magnético en combinación con una criba tambor o manualmente. Si es económicamente posible, es preferible utilizar un pre-separación mecanizada.

En plantas de compostaje operadas completamente a mano, la clasificación tiene que realizarse enteramente antes de la trituración.

La criba tambor clasifica los desechos mientras los desmenuza. La clasificación es especialmente importante en lugares donde no hay clasificación domiciliaria. La criba tambor es un equipo muy estándar en las plantas de compostaje. Consiste en un tambor bastante grande, construido en general de hierro galvanizado o de acero inoxidable con aperturas para cribar. Vigas o dientes integrados en la pared interior ayudan a trozar los desechos.

Los desechos se cargan en la parte arriba de la criba, que en general es un poco inclinada. Para plantas de compostaje donde se procesan desechos mezclados con ceniza, se necesita una doble criba tambor que separa la fracción fina (las cenizas) de la fracción compostable. Esta criba puede consistir de una pared exterior con huecos finos y una pared interior con huecos grandes. Es



importante también tomar en consideración si hay clasificación domiciliaria o no, lo que cambia fundamentalmente la composición de los desechos que ingresan. Además de la clasificación en fracciones, se deben separar los siguientes materiales de la fracción compostable:

- Ceniza (la ceniza aumenta la tasa C/N, impide al proceso de compostaje y perjudica a la calidad del producto)
- Plásticos (no son compostables y disminuyen la calidad del abono)
- Vidrio (por la misma razón de los plásticos)
- Metales (razón similar que los plásticos)
- Materiales voluminosos (en general, estos materiales forman la fracción reciclable) .

Los metales se pueden separar con ayuda de un electroimán. El principio de la función del electroimán. Los plásticos y vidrios gruesos generalmente se separan con la fracción reciclable; los finos se pueden separar mecánicamente o manualmente del producto listo después del proceso terminado.

2.7.2 Requisitos de los sitios

- Contar con caminos transitables todo el año
- Tener espacio suficientemente amplio para todas las operaciones
- Garantizar la salud y la protección al ambiente
- No instalar en terrenos inundables



- Cumplir con la normatividad en materia de desarrollo urbano, impacto ambiental y áreas naturales protegidas, así como con los ordenamientos aplicables.

Infraestructura

- Contar con cerca en su totalidad
- Evitar el ingreso de aguas pluviales
- Contar con instalaciones sanitarias
- Contar con sistema de captación de lixiviados y caseta de vigilancia

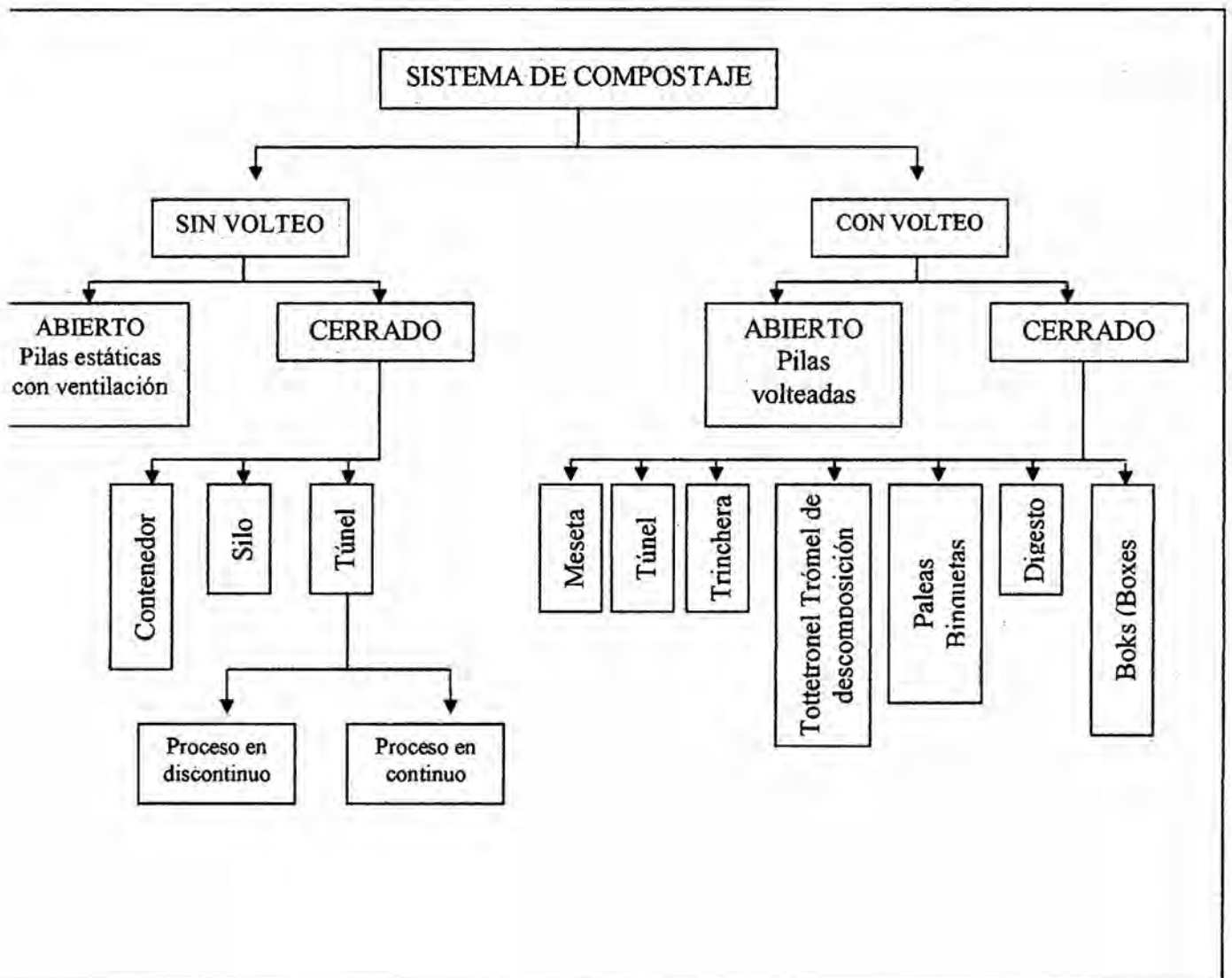


Figura 6: Sistema de compostaje

Handwritten signature

2.8 Proceso Biológico del Compostaje

La pre-fermentación es la primera fase del proceso de compostaje, que comienza bajo el impacto de bacterias mesófilas. En esta fase, la temperatura del material aumenta rápidamente y el proceso de biodegradación empieza.

La temperatura puede subir hasta 75°. Esto es equivalente al grado 1 de madurez.

La pre fermentación se realiza durante los primeros días del compostaje. Durante la segunda fase, la fermentación principal, la temperatura sigue manteniéndose en un nivel relativamente alto por causa del calor producido por la actividad microbiológica. En esta fase, la biodegradación se realiza por bacterias termófilas (grado 2 - 3 de madurez). La fase principal del compostaje puede durar entre 2 a 4 semanas en plantas mecanizadas, el doble, en plantas manuales.

La velocidad del proceso de compostaje alcanza a su nivel más alto durante las dos primeras fases. Paralelamente, las emisiones y la necesidad de aireación y humedecimiento también se encuentran sobre su nivel más alto. Por esta causa, el control del proceso es especialmente importante durante este tiempo. Para grandes plantas mecanizadas muy cercanas a habitaciones, se recomienda un edificio cerrado con buena depuración del aire contaminado. En pequeñas plantas y plantas medianas no mecanizadas, un sistema de succión del aire sería ventajoso si es económicamente factible. Una alternativa muy



económica y bastante eficiente es de cubrir el material con pasto o material similar para impedir emisiones.

La última fase del proceso de compostaje es la maduración e higienización.

El proceso de biodegradación se desarrolla más despacio y las emisiones también se disminuyen. En general, no hay necesidad de aireación o humedecimiento durante esta fase. El movimiento del material para obtener un producto homogéneo e higiénico. Al fin de la última fase, el compost tiene el grado 4 o 5 de madurez.

Un porcentaje de aproximadamente 50 % del material original se pierde durante la fermentación por causa de la evaporización y digestión microbiológica.

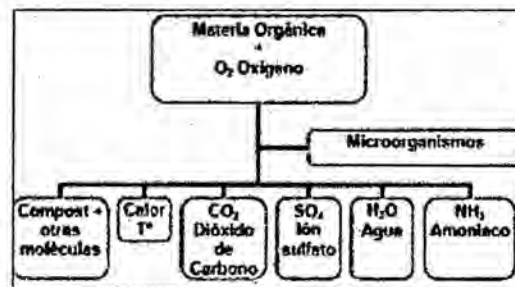


Figura 7: Procesos de biodegradación
Fuente: Web. proceso de biodegradación

Selección de los residuos para el compostaje

El compostaje requiere de cuatro elementos básicos: residuos "verdes" (con alto contenido de nitrógeno), residuos "café" (con alto contenido de carbono), agua y aire (oxígeno). En la casa, los residuos verdes provienen principalmente de la cocina (residuos de alimentos) y los residuos café son básicamente plantas secas (puede incluirse papel cortado en tiras delgadas). Aubert, C. 1998.

Handwritten signature

2.9 Tipos de compost

El compost se clasifica atendiendo al origen de sus materias primas, así se distinguen los siguientes tipos (Cerisola, C.I. 1989).

- **De maleza.** El material empleado es vegetación de sotobosque, arbustos, etc., excepto coníferas, zarzas, cardos y ortigas. El material obtenido se utiliza generalmente como cobertura sobre la superficie del suelo (acolchado o "mulching").
- **De maleza y broza.** Similar al anterior, pero al que se le añade broza (restos de vegetación muertos, evitando restos de especies resinosas). Es un compost de cobertura.
- **De material vegetal con estiércol.** Procede de restos de vegetales, malezas, plantas aromáticas y estiércol de équidos o de pequeños rumiantes. Este tipo de compost se incorpora al suelo en barbecho, dejándolo madurar sobre el suelo durante varios días antes de incorporarlo mediante una labor.
- **Compost tipo Quick-Return.** Está compuesto por restos vegetales, a los que se les ha añadido rocas en polvo, cuernos en polvo, algas calcáreas, activador Quick Return, paja y tierra.
- **Compost activado con levadura de cerveza.** Es una mezcla de restos vegetales, levadura fresca de cerveza, tierra, agua tibia y azúcar.



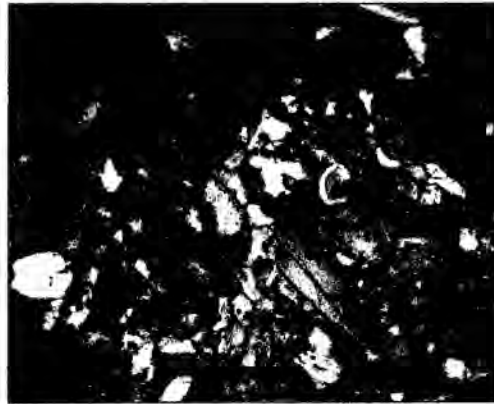


Figura 8: Tipos de compostaje

2.10 Aplicaciones del compost.

Según la época en la que se aporta a la tierra y el cultivo, pueden encontrarse dos tipos de compost:

- **Compost maduro.** Es aquel que está muy descompuesto y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero para cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que el compost joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.
- **Compost joven.** Está poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de compost (patata, maíz, tomate, pepino o calabaza).

La elaboración de mantillo o compost está indicada en los casos en que la transformación de restos de cosechas en el mismo lugar es complicada, debido a que:

- Existe una cantidad muy elevada de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente.

Bautista

- Se trata muchas veces de residuos muy celulósicos, con una relación C/N alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo.
- Se trata de suelos con escasa actividad biológica y en los que el proceso de humificación va a resultar lento.

2.11 Caracterización del compost

En la planta de Jicamarca los RSU se procesan sin recogida selectiva en origen, aunque pequeños porcentajes de vidrio y papel son recogidos en contenedores específicos. Una vez en la planta, se separan los elementos voluminosos, y el material resultante se pasa por un tromel de 6 cm de diámetro de malla, que separa los residuos en dos fracciones. La de mayor tamaño pasa a un área de selección y recuperación donde, mediante un electroimán y selección manual, se separan los elementos reciclables (chatarra, plásticos, cartón), destinándose el resto a vertedero. La fracción de menor tamaño, más rica en materia orgánica, pasa al parque de fermentación después de ser sometida a una separación magnética.

El compostaje se lleva a cabo por el proceso de pilas volteadas. Estas pilas, que están al aire libre, tienen 3 m de altura, 3-4 m de ancho y 30 m de largo. Las pilas son volteadas semanalmente durante siete semanas. Tras un período conveniente de secado, que puede realizarse al aire libre o en naves con aireación forzada, el material es tamizado por un tamiz de 10 mm (muestras C10) o 25 mm (muestras C25), destinándose los rechazos a vertedero. En el



caso del compost menor de 10 mm, éste además es sometido a un proceso de deschinado, que separa elementos densos, como vidrio y piedras, en una mesa densitométrica. Los composts preparados se dejan madurar en pilas de 5-6 metros de altura, al aire libre hasta el momento de su venta, este tiempo puede variar entre 2 y 5 meses.



Figura 9: El compost su caracterización
Fuente: www.compost.rsu

Sanjiv

2.12 Marco normativo del compost

Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos establece una clasificación de los residuos en residuos peligrosos (RP), residuos de manejo especial (RME) y residuos sólidos urbanos (RSU). Tiene por objeto “regular la prevención de la generación, el aprovechamiento del valor y la gestión integral de los residuos, prevenir la contaminación de suelos con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Establece nuevos lineamientos y mecanismos mediante los cuales tres niveles de gobierno tienen facultades conjuntas para llegar a la gestión integral de los residuos sólidos.

Esta ley establece el “principio de valorización de los residuos”. Este principio se refiere a efectuar las acciones necesarias para brindar un valor a los residuos y permitir que éstos reingresen a las cadenas productivas, disminuyendo así la cantidad de residuos que se disponen en el medio ambiente natural y, a su vez, los impactos derivados de esta disposición final.

Otro aspecto sobresaliente de la ley es que incluye la separación como una actividad necesaria dentro del manejo integral y la definición de los programas a nivel nacional, estatal y municipal para la prevención y gestión integral de los residuos. Sin embargo, esta ley no aborda el compostaje ni otros aspectos específicos de los RSU, ya que se centra principalmente en los RP. (Gotass,H.B.1987).



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

- vasos de precipitado de 100ml, 250 ml, 1000ml
- matraz aforado de 250ml, 500ml.
- fioles de 1L.
- buretas de 50ml
- lunas de reloj. de 12, 8, 6, 4, 2 cm de diámetro
- pinzas para tubos
- gradillas para tubos de ensayo
- baguetas
- piscetas
- papel de tornasol
- agitadores magnéticos
- embudo buchner
- papel de filtro

Bun J. J.

- termómetros
- probetas de 50ml, 100ml, 1000ml
- placas petrix
- papel filtro de poro fino
- espátulas de diferente tamaño
- frascos de vidrio con tapa hermética de 250ml
- frascos de polietileno con tapa hermética de 250ml
- pipetas de 5, 10, 20, 50 ml.
- desecador de muestras
- maceteros de 1kg, 2kg.
- regadera de 1L, 2L.

3.2 EQUIPOS

- balanza analítica al 0,1mg
- equipo portátil Combibox, marca WTM-Modelo CB570
(Temperatura, pH, Conductividad Específica)
- estufa



- bomba de vacío
- baños maría con agitador
- centrifugas
- campana extractor
- Digestor Kjeldahl

3.3 MÉTODOS

Para el desarrollo de la parte experimental se ha tomado como base los métodos descritos en Test Methods for Examination of Composting and Compost, las normas mexicanas NMX-AA-16-1984,094-1985, descritas en la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial de México y la Guía Metodológica para suelos.

3.3.1 Obtención de muestras

La unidad de análisis del presente trabajo de investigación son las muestras de suelos, suelos con compost tomadas en distintos zonas de Jicamarca.

Se tomaron 12 muestras de suelos y 12 muestras de suelos con compost; distribuidos en 12 estaciones; cada muestra de 2,0 kg.



Para la obtención del compost utilizada para este trabajo se tomó como producto del compostaje por volteo a cielo abierto con material proveniente de la recolecta de residuos sólidos urbanos domésticos procedente de recogida selectiva del distrito de San Juan de Lurigancho.

El proceso de compostaje se monitoreó midiendo temperatura, pH, humedad, sólidos volátiles, patógenos, nitrógeno y carbono.

El proceso completo tomó aproximadamente 8 meses.

(www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp,2004)

3.3.2 Estaciones de muestreo

Se instalaron 12 estaciones de muestreo para la caracterización del suelo con compost.

3.3.3 Técnicas utilizadas para la recopilación de datos

La técnica utilizada para la recopilación de datos se trabajó en referencia a los métodos descritos en Test Methods for Examination of Composting and Compost, las normas mexicanas, NMX-AA-16-1984,094-1985, descritas en la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial y de la Guía Metodológica para suelos.



Tabla 1: Materiales y recipientes para muestras

Material de envasado	Muestras para la determinación		
	Metales	Compuestos orgánicos	Otros compuestos
Bolsa o frasco de plástico	+	-	+
Frasco de cristal con tapón de PTFE u otro material polimérico	+	+	+
Recipiente metálica con tapa de plástico	-	+	+
Recipiente metálica con recubrimiento interior de plástico	+	-	+
Recipiente de plástico	+	-	+

+ = adecuado - = inadecuado
Fuente: Pollution Engineering 2005,32.

Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo fueron establecidas hasta 6 fechas, como se muestra en la siguiente tabla

Tabla 2: Frecuencia de monitoreo

Monitoreo	Fecha	E S T A C I O N E S					
		E1-E4	E5-E8	E9-E12	E13-E16	E17-E20	E21-E24
1	30/11/12	X	X	X	X	X	X
2	28/12/12	X	X	X	X	X	X
3	30/01/13	X	X	X	X	X	X
4	26/02/13	X	X	X	X	X	X
5	30/03/13	X	X	X	X	X	X
6	30/04/13	X	X	X	X	X	X

Fuente : autoria propia,CGAC.

3.3.4 Técnica utilizada en el desarrollo experimental

La técnica utilizada es: Sistema abierto en Pilas con volteo.

Es uno de los sistemas más sencillos y más económicos. Se caracteriza por el hecho de que la pila se remueve periódicamente para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor, controlar la humedad.

Normalmente se realizan controles automáticos de temperatura, humedad para determinar el momento óptimo para efectuar el volteo.

Preparación del compost

- Picar y mezclar todos los residuos vegetales para facilitar su descomposición
- Formar doble capa, la primera con residuos vegetales y la segunda con guano luego formar una tercera capa con ceniza y luego otra capa de tierra.
- Seguir formando capas nuevamente empezando con la primera hasta la cuarta capa, y así sucesivamente cinco veces.
- Mezcla de los insumos Agregar agua para humedecer la poza. Colocar un tubo en la parte central de la poza, para expulsar los gases que se originan.
- Preparar el compost producto de la descomposición; agregando agua para humedecer la poza.
- Cubrir la composteras con paja o ichu para conservar la humedad y no se evapore muy rápido.
- Monitorear semanalmente la temperatura. Si está caliente se procederá a humedecer para facilitar la descomposición. La humedad será adecuada cuando al tomar un puñado de compost, el agua no chorrea entre los dedos.



- Voltear el compost con una pala para dar aireación y facilitar una descomposición uniforme, aproximadamente cada quince días. Repetir esta labor hasta percibir un cambio en el olor de la mezcla.
- Tamizar el compost, si es necesario, para separar los tallos duros que no se han descompuesto, los cuales se pueden utilizar en una próxima preparación.
- El compost estará listo para su uso cuando presenta un color marrón oscuro, sin olores fuertes y no se observen residuos vegetales.
- Esto va depender principalmente de la temperatura y la humedad durante el periodo de elaboración.
- El compost se aplica a la chacra antes de la siembra

3.3.4.1 Caracterización del suelo

Tabla 3: Tratamiento de muestras de suelos

ISO 11465	
Muestra de análisis	Muestra seca al aire
Pretratamiento	Eliminar materiales > 2mm
Tamaño de la muestra	2000g
Temperatura de secado	105 °C
Tiempo de secado	Hasta peso constante

Fuente: Guía Metodológica de análisis químico de suelos

3.3.4.2 Caracterización del compost

Tabla 4: Parámetros para caracterizar el compost y el suelo

ANÁLISIS	MÉTODO UTILIZADO
Humedad	NMX-AA-16
Carbono total	Método de Bidlingmaier (1994)
Nitrógeno total	NMX-AA-25
Fósforo total	NMX-AA-24
pH	NMX-AA-94
Carbono/nitrógeno	TMECC-05.02-6
Carbono / fósforo	TMECC-05.02-7

Fuente: Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México. 1984.

Tabla 5: Parámetros a determinar en el compost

PARÁMETROS	
Físicos	Humedad, tamaño de partículas, material inerte
Químicos	Carbono orgánico, Nitrógeno total, pH, metales
Orgánicos y biológicos	Materia orgánica, nitrógeno -amonio
Patógenos	Coliformes fecales, salmonella

Fuente: Test Methods for the Examination of Composting and Compost, 2001.

Tabla 6: Métodos para determinar los parámetros en el compost

PARÁMETROS	MÉTODO UTILIZADO
Tamaño de partículas	Tamizado
Material inerte	Separación manual
Carbono orgánico	Combustión con detección de CO ₂
Nitrógeno total	Kjeldahl
pH	NMX-AA-94
Metales	EEA-ICP
Materia orgánica	Calcinación a 550°C
Índice de madurez	Solvita
N-amonio	Colorimetría
N-nitrato	Cromatografía iónica
Coliformes fecales	Incubación
Salmonella	Observación de bandas

Fuente: Test Methods for the Examination of Composting and Compost, 2001

3.3.4.3 Caracterización del suelo más compost

Los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo con compost se presentan en la siguiente tabla.



Tabla 7: Parámetros de calidad en suelo con compost

Propiedades físicas	Suelo con Compost de calidad
Tamaño de partícula	90 % partículas pasarán por malla de 25 mm
material inertes.	<10 mm
Componentes inorgánicos	<3%
Humedad	<40%
Propiedades químicas	Suelo con Compost de calidad
pH	Neutro o ligeramente alcalino
Materia orgánica total	>35 %
Nitrógeno total	> 1%
Relación C/N	<18
Fósforo total	>0,43%
Calcio	>1,40%
Magnesio	>0,20%
Sodio	Baja salinidad
Potasio	>0,41%
Propiedades biológicas	Suelo con Compost de calidad
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia

Fuente: A.I. ROCA et al; Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. Universidad de Coruña. España, 2004.

3.3.5 Método estadístico aplicado para el tratamiento de datos

En el presente trabajo de investigación se aplicó como técnica estadística los modelos de regresión para determinar las características físicas químicas de los suelos y suelos con compost., haciendo uso del paquete estadístico SPSS 20.

IV. RESULTADOS

4.1 Características de los suelos

Tabla 8: Parámetros de suelos en las 24 estaciones
(valores promedios)

PARAMETRO	SUELO
pH	6,87
Nitrógeno total	0,42%
Fosforo total	0,05%
Materia orgánica total	31,5%
C/N	36
Humedad	72,4%
Potasio	0,23%
Calcio	1,02%
Magnesio	0,05%



4.2 Características de suelos con compost

A continuación se presentan los parámetros determinados en suelos con compost, en las 24 estaciones de muestreo

Tabla 9: Monitoreo 1: 30/11/12 - zona alta

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E1	7,45	60	87%
E2	7,43	67	85%
E3	7,44	68	82%
E4	7,42	64	84%
E5	7,43	66	83%
E6	7,45	67	88%
E7	7,45	69	86%
E8	7,40	61	83%

Temperatura promedio: 26°C

Tabla 10: Monitoreo 1: 30/11/12 - zona media

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E09	7,42	60	89%
E10	7,45	59	90%
E11	7,40	57	89%
E12	7,43	65	90%
E13	7,41	62	89%
E14	7,44	64	89%
E15	7,41	63	88%
E16	7,42	61	87%

Temperatura promedio: 27°C

Tabla 11: Monitoreo 1: 30/11/12 - zona baja

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E17	7,40	65	85%
E18	7,41	63	84%
E19	7,42	64	86%
E20	7,40	63	87%
E21	7,41	61	88%
E22	7,42	60	85%
E23	7,41	61	85%
E24	7,42	63	86%

Temperatura promedio: 27°C

Tabla 12: Monitoreo 2: 28/12/12 - zona alta

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E1	7,15	54	87%
E2	7,09	56	85%
E3	7,12	57	82%
E4	7,07	56	84%
E5	7,09	57	83%
E6	7,05	56	88%
E7	7,12	58	86%
E8	7,06	57	83%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 13: Monitoreo 2: 28/12/12 - zona media

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E09	7,17	54	89%
E10	7,18	53	87%
E11	7,14	52	86%
E12	7,12	53	88%
E13	7,13	54	88%
E14	7,15	52	86%
E15	7,12	51	85%
E16	7,16	53	86%

Temperatura promedio: 26°C

Tabla 14: Monitoreo 2: 28/12/12 - zona baja

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E17	7,04	52	89%
E18	7,08	51	87%
E19	7,03	53	87%
E20	7,02	52	89%
E21	7,09	51	87%
E22	7,02	52	89%
E23	7,05	51	89%
E24	7,07	52	87%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 15: Monitoreo 3: 30/01/13 - zona alta

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E1	7,09	49	89%
E2	7,12	48	87%
E3	7,15	49	88%
E4	7,12	47	88%
E5	7,11	48	86%
E6	7,12	49	87%
E7	7,13	47	89%
E8	7,14	48	88%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 16: Monitoreo 3: 30/01/13 - zona media

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E09	7,35	46	88%
E10	7,38	47	87%
E11	7,36	49	86%
E12	7,37	48	87%
E13	7,42	47	85%
E14	7,40	46	86%
E15	7,39	47	87%
E16	7,37	38	88%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 17: Monitoreo 3: 30/01/13 - zona baja

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E17	7,16	38	89%
E18	7,18	39	87%
E19	7,14	36	88%
E20	7,12	37	89%
E21	7,19	39	87%
E22	7,15	38	87%
E23	7,14	39	88%
E24	7,18	38	88%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 18: Monitoreo 4: 26/02/13 - zona alta

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E1	7,43	39	85%
E2	7,36	38	86%
E3	7,35	39	87%
E4	7,34	37	88%
E5	7,30	38	87%
E6	7,41	38	89%
E7	7,35	39	88%
E8	7,39	40	89%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 19: Monitoreo 4: 26/02/13 - zona media

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E09	7,25	40	87%
E10	7,28	37	85%
E11	7,34	38	82%
E12	7,32	34	84%
E13	7,39	36	83%
E14	7,45	37	88%
E15	7,15	39	86%
E16	7,20	41	83%

Temperatura promedio: 26°C

Tabla 20: Monitoreo 4: 26/02/13 - zona baja

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E17	7,32	39	88%
E18	7,33	38	88%
E19	7,37	37	87%
E20	7,32	38	86%
E21	7,37	37	87%
E22	7,35	39	89%
E23	7,38	38	89%
E24	7,36	39	88%

Temperatura promedio: 26°C

Tabla 21: Monitoreo 5: 30/03/13 - zona alta

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E1	7,30	39	86%
E2	7,28	38	86%
E3	7,37	37	87%
E4	7,28	37	88%
E5	7,26	38	89%
E6	7,27	36	87%
E7	7,31	39	88%
E8	7,29	37	89%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 22: Monitoreo 5: 30/03/13 - zona media

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E09	7,28	39	88%
E10	7,26	37	86%
E11	7,27	38	89%
E12	7,27	37	88%
E13	7,29	38	87%
E14	7,25	39	86%
E15	7,29	38	88%
E16	7,30	39	87%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 23: Monitoreo 5: 30/03/13 - zona baja

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E17	7,19	39	89%
E18	7,15	38	88%
E19	7,14	36	87%
E20	7,22	37	89%
E21	7,19	38	88%
E22	7,17	39	87%
E23	7,18	38	88%
E24	7,21	39	89%

Temperatura promedio: 26°C

Tabla 24: Monitoreo 6: 30/04/13 - zona alta

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E1	7,03	29	87%
E2	7,06	27	85%
E3	7,11	28	82%
E4	7,15	27	84%
E5	7,10	28	83%
E6	7,05	29	88%
E7	7,07	27	86%
E8	7,06	28	83%

Temperatura promedio: 25°C

Tabla 25: Monitoreo 6: 30/04/13 - zona media

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E09	7,25	27	90%
E10	7,28	27	90%
E11	7,34	28	89%
E12	7,32	28	89%
E13	7,39	29	89%
E14	7,45	28	87%
E15	7,15	29	89%
E16	7,20	28	88%

Temperatura promedio: 24°C

Tabla 26: Monitoreo 6: 30/04/13 - zona alta

ESTACIONES	pH	Humedad %	Tamaño de partícula pasan por malla de 25 mm
E17	7,32	28	89%
E18	7,33	29	89%
E19	7,30	30	88%
E20	7,28	29	88%
E21	7,29	29	87%
E22	7,25	30	89%
E23	7,31	30	87%
E24	7,32	28	89%

Temperatura promedio: 23°C

Handwritten signature

4.3 Resultados de los parámetros químicos y biológicos

A continuación se presentan los parámetros determinados en las 24 estaciones de muestreo (valores promedios).

Tabla 27: Parámetros determinados en suelo con compost en las E1-E8 del monitoreo 1

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	6 mm
Componentes inorgánicos	3%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	50,10 %
Nitrógeno total	3,12%
Relación C/N	14
Fósforo total	0,85%
Calcio	1,85%
Magnesio	2,05%
Sodio	0,76
Potasio	1,10%
N-nitrato	1,32%
N-amonio	1,22%
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 28: Parámetros determinados en suelo con compost en las E9-E16 del monitoreo 1

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	6 mm
Componentes inorgánicos	3,02%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	52,3 %
Nitrógeno total	3,10%
Relación C/N	13
Fósforo total	0,92%
Calcio	2,02%
Magnesio	0,83%
Sodio	0,52
Potasio	0,8%
N-nitrato	1,25%
N-amonio	1,12%
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 29: Parámetros determinados en suelo con compost en las E17-E24 del monitoreo 1

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	7 mm
Componentes inorgánicos	2,98%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	50.3 %
Nitrógeno total	3,14
Relación C/N	15
Fósforo total	0,78%
Calcio	2,35%
Magnesio	1,68%
Sodio	0,84%
Potasio	1,09%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 30: Parámetros determinados en suelo con compost en las E1-E8 del monitoreo 2

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	8 mm
Componentes inorgánicos	2,2%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	38,10 %
Nitrógeno total	3,1
Relación C/N	13
Fósforo total	1,12%
Calcio	2,02%
Magnesio	0,83%
Sodio	0,52%
Potasio	0,8%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 31: Parámetros determinados en suelo con compost en las E9-E16 del monitoreo 2

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	8 mm
Componentes inorgánicos	2,4%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	39,45 %
Nitrógeno total	3%
Relación C/N	12
Fósforo total	1,14%
Calcio	2,04%
Magnesio	0,87%
Sodio	0,54%
Potasio	0,82%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 32: Parámetros determinados en suelo con compost en las E17-E24 del monitoreo 2

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	8 mm
Componentes inorgánicos	2%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	36,75 %
Nitrógeno total	3,2%
Relación C/N	14
Fósforo total	1,1%
Calcio	2,00%
Magnesio	0,85%
Sodio	0,50
Potasio	0,78%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 33: Parámetros determinados en suelo con compost en las E1-E8 del monitoreo 3

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte	7 mm
Componentes inorgánicos	2,15%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	40,25 %
Nitrógeno total	3,1%
Relación C/N	16
Fósforo total	1,4%
Calcio	2,35%
Magnesio	1,02%
Sodio	0,34%
Potasio	0,90%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 34: Parámetros determinados en suelo con compost en las E9-E16 del monitoreo 3

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	8 mm
Componentes inorgánicos	2,3%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	40,2 %
Nitrógeno total	3,0%
Relación C/N	15
Fósforo total	1,5%
Calcio	2,20%
Magnesio	1,04%
Sodio	0,33
Potasio	0,95%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 35: Parámetros determinados en suelo con compost en las E17-E24 del monitoreo 3

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	6 mm
Componentes inorgánicos	2,00%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	40,3 %
Nitrógeno total	3,2%
Relación C/N	17
Fósforo total	1,3%
Calcio	2,50%
Magnesio	1,0%
Sodio	0,35
Potasio	0,85%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Handwritten signature

Tabla 36: Parámetros determinados en suelo con compost en las E1-E8 del monitoreo 4

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	8 mm
Componentes inorgánicos	2,2%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	42,10 %
Nitrógeno total	3,4%
Relación C/N	12
Fósforo total	1,12%
Calcio	2,02%
Magnesio	0,83%
Sodio	0,37%
Potasio	1,05%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 37: Parámetros determinados en suelo con compost en las E9-E16 del monitoreo 4

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	7 mm
Componentes inorgánicos	2,0%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	41,1 %
Nitrógeno total	3,2%
Relación C/N	13
Fósforo total	1,14%
Calcio	2,0%
Magnesio	0,86%
Sodio	0,40
Potasio	1,1%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 38: Parámetros determinados en suelo con compost en las E17-E24 del monitoreo 4

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	9 mm
Componentes inorgánicos	2,4%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	43,1 %
Nitrógeno total	3,8%
Relación C/N	11
Fósforo total	1,10%
Calcio	2,04%
Magnesio	0,80%
Sodio	0,34%
Potasio	1,0%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 39: Parámetros determinados en suelo con compost en las E1-E8 del monitoreo 5

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	5 mm
Componentes inorgánicos	1,02%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	40,75 %
Nitrógeno total	3,6%
Relación C/N	15
Fósforo total	1,68%
Calcio	2,45%
Magnesio	1,23%
Sodio	0,24%
Potasio	0,90%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 40: Parámetros determinados en suelo con compost en las E9-E16 del monitoreo 5

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	6 mm
Componentes inorgánicos	1,0%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	40,30 %
Nitrógeno total	3,4%
Relación C/N	13
Fósforo total	1,70%
Calcio	2,30%
Magnesio	1,20%
Sodio	0,20%
Potasio	0,82%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 41: Parámetros determinados en suelo con compost en las E17-E24 del monitoreo 5

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	4 mm
Componentes inorgánicos	1.4%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	41,2 %
Nitrógeno total	3,8
Relación C/N	17
Fósforo total	1,66%
Calcio	2,60%
Magnesio	1,26%
Sodio	0,28%
Potasio	0,98%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Bam...

Tabla 42: Parámetros determinados en suelo con compost en las E1-E8 del monitoreo 6

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	4 mm
Componentes inorgánicos	0,98%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	41,25 %
Nitrógeno total	3,5
Relación C/N	16
Fósforo total	1,72%
Calcio	2,32%
Magnesio	1,25%
Sodio	0,22%
Potasio	0,95%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 43: Parámetros determinados en suelo con compost en las E9-E16 del monitoreo 6

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	5 mm
Componentes inorgánicos	0,92%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	40,05 %
Nitrógeno total	3,3%
Relación C/N	15
Fósforo total	1,63%
Calcio	2,45%
Magnesio	1,30%
Sodio	0,26%
Potasio	1,0%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Tabla 44: Parámetros determinados en suelo con compost en las E17-E24 del monitoreo 6

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	3 mm
Componentes inorgánicos	1,06%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	42,45 %
Nitrógeno total	3,7%
Relación C/N	17
Fósforo total	1,83%
Calcio	2,19%
Magnesio	1,20%
Sodio	0,18%
Potasio	0,90%
N-nitrato	Nd
N-amonio	Nd
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC.

Handwritten signature

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1) Los porcentajes de humedad disminuyeron en un 12%. Este comportamiento estuvo acompañado de una generación de lixiviado.

2) El pH del suelo con compost tuvo una variación de un potencial neutro de 7 a 7,45 y los registros de temperatura indicaron valores de 21-28 °C. Los valores de pH, así como los valores de temperatura proporcionaron las condiciones adecuadas para el desarrollo de microorganismos.

Asimismo, la disminución del peso de los residuos está relacionada con la pérdida de humedad y la transformación de la materia por parte de microorganismos.

La carga contaminante del lixiviado generado por los residuos se encuentra por debajo de los límites permisibles para descargas líquidas.

3) Los valores de carbono / nitrógeno varían entre 12 a 16 que son valores que están dentro del rango óptimo, lo que demuestra que el nitrógeno se encuentra disponible por las plantas.

4) En cuanto a la materia orgánica los valores fueron disminuyendo ya que la degradación de la materia pasaba a incorporarse al ciclo de nutrientes de la tierra o las plantas, va sirviendo como acolchado de la tierra o del propio compost maduro, y con el tiempo y la actividad de los microorganismos se va



incorporando al proceso de humidificación, para tener mayor presencia de nutrientes.

5) En cuanto al compost fresco se puede tener algunas semanas o varios meses pero en él se puede apreciar la actividad de macroorganismos como lombrices y otras especies. También se pueden reconocer aún algunos restos porque sólo están parcialmente descompuestos.

Este compost joven no desprende malos olores. Puede ser parcialmente aprovechado por las raíces de las plantas. Debe ser utilizado exclusivamente en superficie, tiene un valor fertilizante elevado y favorece a los microorganismos del suelo.

6) En el compost maduro se puede tener varios meses a un par de años. Apenas se aprecia la presencia de lombrices y los restos orgánicos ya no son reconocibles porque están perfectamente descompuestos. Tiene una estructura homogénea, un olor agradable y un color prácticamente negro. Se puede utilizar en cualquier tipo de planta sin riesgo a producir inhibiciones u otro tipo de efectos negativos en su crecimiento. Su poder fertilizante es inferior con respecto a un compost joven puesto que muchos de sus elementos han desaparecido en el proceso de descomposición. Su uso es muy adecuado en tierras arcillosas y puede emplearse en cobertura o ligeramente mezclado con las capas más superficiales de la tierra.



5.1 CONCLUSIONES

1. De los resultados se concluye que el compost obtenido cumple con los valores estándares de calidad de un compost o abono orgánico natural en sus propiedades físicas, fisicoquímicas y biológicas que puede ser utilizado para el mejoramiento de las propiedades fisicoquímicas de los suelos de cultivo en Jicamarca.
2. El compost obtenido cumple como abono orgánico tiene varias ventajas técnicas y ambientales que la posicionan como una alternativa interesante de manejo de residuos sólidos orgánicos.
3. Los beneficios más importantes identificados en la evaluación del compost permite obtener un producto estable en un tiempo considerablemente menor, tiene la ventaja adicional de reducir la generación de lixiviado al presentar condiciones que favorecen la evaporación.
4. El abono orgánico obtenido en la prueba piloto es de calidad suficiente según los parámetros de calidad comunes sugeridos por organismos internacionales. El análisis de estos parámetros indicó que es un material apto para la comercialización
5. Los agricultores de la comunidad de Jicamarca han reducido el empleo de fertilizantes químicos, complementando o sustituyéndolo con el compost.



6. El compost es beneficioso porque el cultivo asimila con mayor rapidez los nutrientes y, además se utilizan los residuos de sus cultivos y crianzas.
7. Los beneficios del uso de compost en su aplicación al suelo son múltiples en los aspectos físico, químico y microbiológico. Este uso adecuado del compost, contribuye a formar y estabilizar el suelo, aumentar su capacidad para retener agua y para intercambiar cationes, mejorando su manejabilidad porosos a los suelos compactos.



5.2 RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda que cuando se utiliza tierra en la preparación del compost, no agregar en exceso porque evita la aireación y desintegración de residuos, igualmente evitar el exceso de agua. En lo posible, preparar el compost en cantidades suficientes para sustituir la mayor cantidad de fertilizantes químicos.
- b) Los restos de podas de arbustos y ramas conviene triturarlos en trozos lo más pequeños posibles. La razón es acelerar su descomposición. Aunque no los troceemos también se descompondrán pero más lentamente y además puede ser que entre ellos se creen huecos demasiado grandes donde se produzca una excesiva aireación y paralización de la actividad de los microorganismos por falta de humedad.
- c) Se puede incorporar otros activadores como compost maduro, un manojo de ortigas o en purín, o simplemente orines, son efectivos y no crean ningún problema higiénico ni sanitario.
- d) Para manejar más cómodamente los residuos es aconsejable tener en la cocina un pequeño recipiente con tapa donde los vamos guardando y cuando llenamos el recipiente lo vaciamos en el compostador o en el montón de compostaje.



VI. REFERENCIALES

1. AUBERT, C. El huerto biológico. Ed. Integral Barcelona. 252 pp.1998
2. BIDLINGMAIER, "The Practical Handbook of Compost Engineering".1ª Edición, Lewis Publisher .USA. 1994
3. CANOVAS, A. Tratado de Agricultura Ecológica. Ed. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería. Almería. 190 pp.1993
4. CANTANHEDE A.; MONGE G.; WHARWOOD, G. Proyecto de investigación en compostificación de Residuos de Mercados. CEPIS. Lima. En <http://www.cepis.org>. (Verificado en 22/08/06).1993
5. CERISOLA, C.I. Lecciones de Agricultura Biológica. Ed. Mundial-Prensa. Madrid.1989
6. CONAMA. Proyecto de norma en consulta publicas - Ncp880.c2003. Chile. En <http://www.conama.org>. 2003
7. CUADROS GARCÍA, S. Tratamiento de los residuos sólidos urbanos por procesos de fermentación aerobia y anaerobia. CIEMAT. Madrid. 1995.
8. DALZELL, H.; BIDDLESTONE, A.; GRAY, K.; THURAIRAJAM, K. Manejo del suelo; producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales. FAO. Roma.1991
9. GARCÍA, A. Diez temas sobre agricultura biológica.1987
10. GÓMEZ-SOBRINO E, CORREA-GUIMARAES A, HERNÁNDEZ "Biodegradación de asfaltenos del Prestige mediante la aplicación de las



técnicas de compostaje-vermi compostaje", Residuos, Jul-Agos, XVI , pp 56-63.2006

11. GOTASS, H.B. Composting - Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Wastes. World Health Organisation Monograph Series nº 31.1987
12. GRAY, K.R. ET AL. Review of composting II. The practical process. Biochemistry 6 (October) ; 22-28.1971
13. GUIBERTEAU, A.; LABRADOR, J. Técnicas de cultivo en Agricultura Ecológica. Hoja Divulgadora Num. 8/91 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 44 pp.1991
14. HAUG, R.T. "The Practical Handbook of Compost Engineering". 1a. Edición. Lewis Publishers. USA. 1993.
15. MONROY O. Y VINIEGRA G. "Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos". México. 1990.
16. MORA DELGADO JAIRO RICARDO, "Contribuciones del compost al mejoramiento de la fertilidad del suelo". Universidad de Costa Rica. 2006
17. OFICINA PANAMERICANA DE SALUD. Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales-Informe analítico de Perú/Evaluación..2003.
18. PORTA, J; LÓPEZ-ACEVEDO, M; ROQUERO, C. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 807 pp.1994
19. RODRÍGUEZ SALINAS MARCOS Y CÓRDOVA VÁZQUEZ ANA. Manual de Compostaje municipal - Tratamiento de residuos sólidos urbanos, México, 2006.
20. RUBEN EVA, Manual de Compostaje para municipios, Municipalidad de Loja, Ecuador 2002.

21. TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Mc Graw Hill/Interamericana de España. S.A. España. 1994.
22. WIDMAN AGUAYO, F. Et al., "El uso de composta provenientes de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares". Universidad Autónoma de Yucatán México. 2005

Páginas web:

1. <http://www.compost>
2. <http://www.el> compostaje y sus beneficios
3. <http://www.google.compostajedomestico>
4. web.proceso de biodegradación
5. www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp, 2004

Handwritten signature

VII. APENDICE

I.- Programa de NLOGIT (parámetros suelos con compost)

Resultados obtenidos mediante corridas (NLOGIT)

MONITOREO: 30/11/12 ZONA ALTA

DSTAT; Rhs=X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8

Descriptive Statistics

All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum

All observations in current sample				
X1	7.4500	60.00	87.000	
X2	7.4300	67.00	85.000	
X3	7.4400	68.00	82.000	
X4	7.4200	64.00	84.000	
X5	7.4300	66.00	83.000	
X6	7.4500	67.00	88.000	
X7	7.4500	69.00	86.000	
X8	7.4000	61.00	83.000	

MONITOREO: 30/11/12 ZONA MEDIA

DSTAT; Rhs=X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8

Descriptive Statistics

All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum

All observations in current sample				
X1	7.4200	60.00	89.000	
X2	7.4500	59.00	90.000	
X3	7.4000	57.00	89.000	
X4	7.4300	65.00	90.000	
X5	7.4100	62.00	89.000	
X6	7.4400	64.00	89.000	
X7	7.4100	63.00	88.000	
X8	7.4200	61.00	87.000	

MONITOREO: 30/11/12 ZONA BAJA

DSTAT; Rhs=X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8

Descriptive Statistics

All results based on nonmissing observations.

Variable	Mean	Std.Dev.	Minimum	Maximum

All observations in current sample				
X1	7.4500	65.00	87.000	
X2	7.4300	63.00	85.000	
X3	7.4400	68.00	82.000	
X4	7.4200	64.00	84.000	
X5	7.4300	66.00	83.000	
X6	7.4500	67.00	88.000	
X7	7.4500	69.00	86.000	
X8	7.4000	61.00	83.000	

Tabla 2: Frecuencia de monitoreo

Monitoreo	Fecha	E S T A C I O N E S					
		E1-E4	E5-E8	E9-E12	E13-E16	E17-E20	E21-E24
1	30/11/12	X	X	X	X	X	X
2	28/12/12	X	X	X	X	X	X
3	30/01/13	X	X	X	X	X	X
4	26/02/13	X	X	X	X	X	X
5	30/03/13	X	X	X	X	X	X
6	30/04/13	X	X	X	X	X	X

Fuente: autoria propia,CGAC.

Tabla 27: Parámetros determinados en suelo con compost en las E1-E8 del monitoreo 1

Propiedades físicas	Suelo con Compost
Material inerte.	6 mm
Componentes inorgánicos	3%
Propiedades químicas	
Materia orgánica total	50,10 %
Nitrógeno total	3,12%
Relación C/N	14
Fósforo total	0,85%
Calcio	1,85%
Magnesio	2,05%
Sodio	0,76
Potasio	1,10%
N-nitrato	1,32%
N-amonio	1,22%
Propiedades biológicas	
Patógenos	Ausencia
Compuestos fitotóxicos	Ausencia
Salmonella	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

Fuente: Autoría propia, CGAC

ANEXOS

Metal	Obtenido en compost (ppm)		Límites Máximos Permitidos (ppm)			
	EEUU	España	Hortalizas	Ornamentales	Encomiendas	EEUU
Zn	503	95.9-179	100	1500	1100	2800
Cu	154	37.2-98.5	100	500	450	1500
Cr	34.8	5.02-11.2	150	200	400	1200
Pb	215	6.18-9.1	600	100	300	300
Ni	24.8	3.6-6.45	50	100	120	420
Co	-	1.29-2.07	50	50	-	-
Cd	2.9	0.11-0.25	5	5	10	39

Fuente: Epstein et al .USComposting Council, 1997.

Tabla 3: Tratamiento de muestras de suelos

ISO 11465	
Muestra de análisis	Muestra seca al aire
Pretratamiento	Eliminar materiales > 2mm
Tamaño de la muestra	2000g
Temperatura de secado	105 °C
Tiempo de secado	Hasta peso constante

Fuente: Guía Metodológica de análisis químico de suelos

Tabla 4: Parámetros para caracterizar el compost y el suelo

ANÁLISIS	MÉTODO UTILIZADO
Humedad	NMX-AA-16
Carbono total	Método de Bidlingmaier (1994)
Nitrógeno total	NMX-AA-25
Fósforo total	NMX-AA-24
pH	NMX-AA-94
Carbono/nitrógeno	TMECC-05.02-6
Carbono / fósforo	TMECC-05.02-7

Fuente: Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México. 1984.

Tabla 5: Parámetros a determinar en el compost

PARÁMETROS	
Físicos	Humedad, tamaño de partículas, material inerte
Químicos	Carbono orgánico, Nitrógeno total, pH, metales
Orgánicos y biológicos	Materia orgánica, nitrógeno -amonio
Patógenos	Coliformes fecales, salmonella

Fuente: Test Methods for the Examination of Composting and Compost, 2001.

Tabla 6: Métodos para determinar los parámetros en el compost

PARÁMETROS	MÉTODO UTILIZADO
Tamaño de partículas	Tamizado
Material inerte	Separación manual
Carbono orgánico	Combustión con detección de CO ₂
Nitrógeno total	Kjeldahl
pH	NMX-AA-94
Metales	EEA-ICP
Materia orgánica	Calcinación a 550°C
Índice de madurez	Solvita
N-amonio	Colorimetría
N-nitrato	Cromatografía iónica
Coliformes fecales	Incubación
Salmonella	Observación de bandas

Fuente: Test Methods for the Examination of Composting and Compost, 2001



Carroll