

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**TIEMPO DE MADURACIÓN, APORTE DE LOS NUTRIENTES Y EXTRACTOS
HÚMICOS DE COMPOST UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE ESTIÉRCOL**

POR:

RUBÉN AMILCAR ROMERO COREA

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

**TIEMPO DE MADURACIÓN, APOORTE DE LOS NUTRIENTES Y EXTRACTOS
HÚMICOS DE COMPOST UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE ESTIÉRCOL**

POR:

RUBÉN AMILCAR ROMERO COREA

ESMELYM OBED PADILLA M Sc.

Asesor principal

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 201

DEDICATORIA

A MI PADRE ROLANDO ROMERO DÍAZ (QDDG.)

A MI MADRE NELLY COREA GONZALES

A MI HERMANO SADY ROLANDO ROMERO COREA

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODO PODEROSO POR PERMITIRME CULMINAR MIS ESTUDIOS Y PODER HABER CUMPLIDO UN SUEÑO.

A TODOS MIS ABUELOS, TIOS Y PRIMOS POR ESTAR PRESENTES SIEMPRE EN TODO MOMENTO

AL SEÑOR MARCO TULIO CERRATO POR SU AYUDA INCONDICIONAL EN TODO ESTE TIEMPO.

A TODOS Y CADA UNO DE MIS COMPAÑEROS DE LA CLASE KAYROS POR SU APOYO EN ESTOS CUATRO AÑOS.

A WENDY LEONELA CASTELLANOS M Sc, ESMELYM OBED PADILLA M Sc, JOSE DAVID MATUTE M Sc. POR TODO EL ASESORAMIENTO Y APOYO BRINDADO.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE.....	iv
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	2
2.1 General.....	2
2.2 Específicos.....	2
III REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Antecedentes De La Agricultura Convencional	3
3.2 La materia orgánica en el suelo	4
3.3 Descomposición de la materia orgánica	5
3.4 Humus.....	6
3.5 Papel de la materia orgánica.....	7
3.6 Abonos Orgánicos	9
3.7 El Compost	10
3.8 Factores que influyen en el Compost	12
3.9 Uso del compost	15
IV. MATERIALES Y METODOLOGÍA	17
4.1 Ubicación del estudio	17
4.2 Metodología.....	17
4.3. Extracción de sustancias húmicas	19
4.4 Variables a evaluar	20

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5. 1. Medición de temperatura	21
5.2 Tiempo óptimo para la germinación.....	23
5.3 Cantidad de extractos húmicos	24
5.3.1 Ácidos húmicos	24
5.4 Determinación de pH.....	25
5.5 Comparación de macro y micro nutrientes.....	26
5.5.1 Cantidad de materia orgánica	26
5.5.2 Cantidad de Nitrógeno.....	27
5.5.3 Cantidad de Fosforo	27
5.5.4 Cantidad de Potasio	28
5.5.5 Cantidad de Calcio	29
5.5.6 Cantidad de Magnesio	30
5.5.7. Cantidad de Hierro.....	30
5.5.8. Cantidad de Cobre	31
5.5.9 Cantidad de Manganeso.....	32
5.5.10 Cantidad de Zinc.....	32
VI. CONCLUSIONES	34
VII RECOMENDACIONES.....	35
VIII BIBLIOGRAFÍAS.....	36

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Nutrientes en estiércol animal * Relación C:N.....	11
Cuadro 2. Materiales utilizados en cada compost.	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Temperatura del compost y degradación de elementos	13
Figura 2 Infograma del proceso de elaboración del compost del estudio.....	18
Figura 3 Comportamiento de la temperatura en las compostas.....	22
Figura 4 Porcentaje de germinación de pilas de compost.	23
Figura 5 Cantidad de ácido húmico en 6 tiempos de maduración.....	24
Figura 6 Cantidad de fracción fulvica en 6 tiempos de maduración.	25
Figura 7 Niveles de pH de las pilas de compost.....	25
Figura 8 Porcentaje de materia orgánica	26
Figura 9 Cantidad de nitrógeno	27
Figura 10 Cantidad de Fosforo	28
Figura 11 Cantidad de Potasio	29
Figura 12 Cantidad de Calcio	29
Figura 13 Cantidad de Magnesio	30
Figura 14 Cantidad de Hierro	31
Figura 15 Cantidad de cobre	31
Figura 16 Cantidad de Manganeseo	32
Figura 17 Cantidad de zinc	33

Romero Corea, RA. 2013. Tiempo de maduración, aporte de los nutrientes y extractos húmicos de compost utilizando diferentes tipos de estiércol. Catacamas, Olancho, Honduras; Tesis Ing. Agr. UNA. 48 p.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los aportes del compost a los sistemas de producción agrícola. Se realizó el presente estudio en la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. Donde se elaboraron tres pilas de compost con tres diferentes tipos de estiércol (Gallinaza, vacaza y cerdaza.) se tomaron muestras de abono en tres diferentes tiempos de maduración. Se evaluó el tiempo de descomposición, aporte nutricional, temperatura, materia orgánica y los ácidos húmicos. El compost de vacaza hace mejor aporte nutricional comparado con los otros dos compost de gallinaza y cerdaza. Los tres tipos de compost mostraron fitotoxicidad en las pruebas de germinación de semillas en las primeras semanas. A partir de los 50 días la toxicidad tiene una disminución principalmente el compost de vacaza. Para la variable de temperatura el compost de gallinaza logra la maduración en menor número de días comparado con los otros tipos de compost. Los tres tipos de compost mostraron aportes iguales de sustancias húmicas en los diferentes momentos que se tomaron las muestras.

Palabras claves: Compost, ácidos húmicos, fitotoxicidad.

I INTRODUCCIÓN

La agricultura convencional tiene su génesis en la revolución verde. A tenido un papel importante en el incremento de la productividad. Pero en cuanto a la contaminación ambiental, eliminando la vida del suelo y con ello la fertilidad. A nivel mundial el 24% de las tierras irrigadas ha desarrollado problemas de salinidad debido al uso excesivo de fertilizantes. Anualmente, se pierden 25.000 millones de toneladas de capa superficial de suelo. Por la agricultura convencional, por el uso de elevadas cantidades de fertilizantes y regadíos con aguas de sales (García y Dorronso 2012).

Por la problemática generada por la agricultura convencional, se propone alternativas, de producción de alimentos de acorde a la naturaleza, en estos sistemas de producción humanos se usan ser leguminosas, estiércoles fermentados, compostas, caldos orgánicos la diversidad de cultivos con el objetivo de encontrar una solución a los problemas actuales. La recuperación del suelo con abonos orgánicos solidos como el compost. El cual es producto de la descomposición de los materiales como ser estiércoles y residuos de cosechas, entre otros (Haug 1993).

El compost es una fuente natural y rica de nutrientes para la planta. Los micronutrientes en la composta se encuentran quelados y así se evita la lixiviación y la toxicidad de los mismos, el suelo, mejora la capacidad de intercambio catiónico, estructura, cohesión, mejora la retención del agua y oxigenación del suelo (Ortiz s.f.).

En el presente trabajo se realizó con objetivo de conocer el comportamiento de los estiércoles en cuanto al aporte de nutrientes y extractos húmicos en diferentes tiempos después de la maduración del compost y con ello determinar si es esta una opción para ser incorporado en los sistemas de producción sostenibles

II OBJETIVOS

2.1 General

Analizar el proceso de compostaje con los tipos de estiércol más utilizados en la elaboración de abonos orgánicos como ser el de cerdo, vaca y gallina.

2.2 Específicos

Conocer la curva de temperatura de fitotoxicidad de los tres compost a base de estiércol.

Evaluar la disponibilidad de nutrientes durante el tiempo de compostaje según el estiércol utilizado.

Conocer los aportes de ácidos húmicos, en compost en el tiempo según el material utilizado.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedentes de la agricultura convencional

La crisis de la agricultura convencional por, el uso excesivo de fertilizantes químicos es universal, afectando tanto a las economías desarrolladas como a aquellas del Tercer Mundo. Esta tiene dos dimensiones: una ecológica y una socioeconómica; ambas interrelacionadas y procedentes de los países más desarrollados. (Rosset 1997). Hay estudiosos que piensan que los rendimientos de cultivos se están nivelando debido a que se ha alcanzado un nivel muy cercano al máximo rendimiento potencial de las variedades actuales, por lo que es necesario recurrir a la ingeniería genética para rediseñar las especies cultivadas (Tribe 1994).

Según Rosset, *et al.* (1990), la nivelación en la producción se debe a una constante erosión de la base productiva de la agricultura a través de prácticas insustentables. Los mecanismos que explican este proceso incluyen la degradación de las tierras mediante la erosión del suelo, la compactación, la disminución de materia orgánica y la biodiversidad asociada a , la salinización, el agotamiento de las aguas del subsuelo, la deforestación y la desertificación; así como la aparición de plagas debido a la generalización del monocultivo, a la uniformidad genética, la eliminación de enemigos naturales y la resistencia a los plaguicidas desarrollada por insectos, hierbas y enfermedades de los cultivos.

Los costos de la tecnología agrícola moderna reducen las ganancias agrícolas, generando problemas económicos para el agricultor sobreproducción y la monopolización de la comercialización por los transnacionales, por manipulación los precios de alimentos,

mientras que los costos de los insumos manufacturados se han elevado considerablemente (Rosset 1997).

El mal manejo de los suelos y la siembra de monocultivo han generado impactos negativos como ser: la contaminación de las aguas cuando estos productos son arrastrados por la lluvia. En consecuencia la eutrofización de las aguas, muerte de peces. Los daños en los acuíferos de las zonas agrícolas son irreversibles y con niveles de nitrato peligrosos para la salud humana (Echarri 1998).

La exposición a plaguicidas puede ocasionar efectos en la salud humana, tanto crónicos como de intoxicación aguda. Los problemas crónicos incluyen cáncer, interferencia con el desarrollo del feto, disrupción del sistema reproductivo, endocrino, inmunológico y nervioso (efecto neurotóxico). (Pérez y Landeros, 2009). Debido al tipo de clima tropical de la región el suelo se vuelve un sistema frágil cuando es sometido a actividades agrícolas en especial cuando nos referimos a materia orgánica que tiende a reducirse con el uso agrícola. Es así que los abonos orgánicos toman gran importancia para mejorar los sistemas de producción (Cubero y Vieira s.f).

3.2 La materia orgánica en el suelo

La materia orgánica del suelo cumple varias funciones importantes en el suelo como la capacidad de intercambio de cationes y aniones del suelo. Determina la retención, liberación, disponibilidad de los nutrientes en las plantas, libera nitrógeno, fósforo, azufre inmovilizados durante la descomposición, almacena los nutrientes para las plantas, mejora la filtración de agua y su retención. Un alto contenido de materia orgánica, mejora la calidad del suelo cultivado. A su vez, absorbe la radiación solar, la cual influye en la temperatura del suelo (Coyne citado por Álvarez y Biancucci 2006).

La transformación de la materia orgánica, forma varios compuestos promotores del crecimiento, como vitaminas, aminoácidos, auxinas y giberlinas. Estas sustancias pueden estimular, el crecimiento, en las plantas como en los microorganismos. Es conocido que pequeñas cantidades de ácidos fúlvico y/o húmico en la solución del suelo pueden favorecer ciertos aspectos del crecimiento vegetal. Probablemente, componentes de estas sustancias húmicas actúan como reguladores de funciones específicas del crecimiento vegetal., tales como la elongación celular y la iniciación de raíces laterales. (Corbella y Fernández s.f).

La materia orgánica ha sido considerada como uno de los factores fundamentales de la fertilidad de los suelos. Es el reservorio de alrededor del 95% del nitrógeno edáfico influye favorablemente sobre las propiedades físicas del suelo. Es considerada como uno de los componentes principales de la sustentabilidad de los agroecosistemas (Alvares *et al* citado por Vargas 2010).

3.3 Descomposición de la materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica tiene lugar por distintas poblaciones de microorganismos, dando lugar a CO₂, agua, elementos minerales y unas sustancias complejas denominadas humus. Las sustancias húmicas son compuestos de elevado peso molecular, resistentes a la degradación que se forman por reacciones secundarias de síntesis y que son distintas de cualquier sustancia presente en los organismos vivos (Corbella y Fernández s.f)

La materia orgánica aporta energía para el crecimiento y carbono para la formación de un nuevo material celular, en particular para los organismos heterótrofos, esta al irse incorporando al suelo disminuye de manera inmediata la concentración de oxígeno, así como la liberación de productos reducidos. En relación con el CO₂ respirado y el carbono

asimilado, los hongos presentan mayor eficiencia que las bacterias. El CO₂ liberado varía en forma significativa, de acuerdo con el tipo de suelo y su composición, y la secuencia de degradación por parte de las bacterias y los hongos (Álvarez y Biancucci 2006).

3.4 Humus

El humus son restos vegetales y animales que se superponen al suelo mineral o se incorporan a él. La alteración de la materia orgánica consiste en una descomposición de las moléculas complejas en formas más simples y solubles. Parte de ellas se mineralizan (se transforma en inorgánica). Otra parte forma moléculas nuevas, más complejas cada vez, de color oscuro y coloidal, que es la humificación (Llorente 2002).

Los componentes predominantes del humus son los ácidos fúlvicos, son de peso molecular más bajo y de color más claro, solubles tanto en ácido como en álcali y más susceptibles al ataque microbiano. Los ácidos húmicos son de peso molecular y colores medianos, solubles en álcali pero insolubles en ácido y de resistencia intermedia a la degradación, con menor frecuencia las huminas tienen peso molecular más alto, de color más oscuro, insolubles tanto en ácido como en álcali y las más resistentes al ataque microbiano (Corbella y Fernández s.f)

Alrededor de 20 a 30% del humus de los suelos está formado por sustancias no-húmicas. Estas son menos complejas y menos resistentes al ataque microbiano que las de grupo del humus. A diferencia de las sustancias húmicas están constituidas de biomoléculas específicas con propiedades físicas y químicas definidas. Algunas de estas sustancias no-húmicas son compuestos de las plantas modificados microbiológicamente, mientras que otras son compuestos sintetizados por los microorganismos como subproductos de la descomposición (Corbella y Fernández s.f). Las sustancias húmicas actúan como reguladores de funciones específicas del crecimiento vegetal., tales como la elongación

celular y la iniciación de raíces laterales, pueden tener efecto directo de la absorción de los compuestos húmicos por la planta, que afectan a ciertas actividades enzimáticas, permeabilidad de la membrana, en forma indirecta provoca cambios en la estructura del suelo, aumento de la capacidad de intercambio catiónico, la estimulación de la actividad microbiológica, la capacidad de solubilizar ciertos iones complejos del suelo (Chen y Avid 1990).

3.5 Papel de la materia orgánica

En cuanto a las propiedades en la estructura física en el suelo, la materia orgánica forma un papel importante en la formación, control y mantenimiento de agregados del suelo; lo que ayudara en la formación del complejo órgano-mineral del suelo y así ayuda a mantener la reserva nutricional del suelo y a detener los procesos degradativos del suelo. Este mejoramiento se puede dar en suelos pesados o no pesados ya que ayuda a la porosidad y a la estabilidad de los poros capilares y no capilares, esto para que exista una buena retención de agua en suelos arenosos por ejemplo; por otra parte también ayuda a la aeración de suelos pesados (Salas 1981). Según Santos (2013) el abono ayuda a mejorar algunas como la porosidad, aireación del suelo.

La materia orgánica actúa en las propiedades químicas y fisicoquímicas en el suelo, el humus es uno de los principales factores que intervienen en la acción y regulación de los más importantes procesos químicos y fisicoquímicos del suelo. Desde un punto de vista agronómico, estos procesos adquieren una especial relevancia, ya que son los encargados de determinar la presencia y disponibilidad de los nutrientes esenciales para los vegetales.

Como en las propiedades físicas, no podemos aquí hablar de efectos aislados e independientes de la materia orgánica sobre cada una de las propiedades, sino que se trata de fenómenos y procesos interrelacionados: la modificación de un parámetro da lugar al cambio inmediato de otros (Canet s.f).

Con la aplicación de abono orgánico al suelo existe una modificación de la fauna microbiana, ya que la descomposición de proteínas, carbohidratos y ligninas estimulan la diversidad de funciones de los microorganismos (Christansen 2004).

Según Martínez *et al.* (2003) algunas propiedades biológicas de la materia orgánica se puede mencionar como un aportador para la vida de microorganismos ya que estimula el desarrollo y la actividad de los microorganismos del suelo ya que constituye su principal fuente de energía y nutrientes. Favorece la presencia de lombrices y otros organismos que contribuyen a mejorar la estructura del suelo y puede limitar el desarrollo de microorganismos patógenos, directamente un favorecimiento el desarrollo de antagonistas. Puede servir de soporte de diversos microorganismos de interés agrícola, como los fijadores simbióticos de nitrógeno, fosfobilizadores, hongos vesículos-arbusculares y agentes de control biológicos (Martínez *et al* 2003).

En un suelo donde se aplica abono orgánico los microorganismos como las bacterias entre otros se encuentran en mayor número (Christansen 2004).

Los abonos orgánicos son utilizados por las ventajas que presentan como la cantidad de micronutrientes, podemos mencionar que también reduce la lixiviación de estos ya que aumenta la capacidad de intercambio catiónico, todo esto sin mencionar que con los abonos orgánicos se realiza un proceso de reciclaje (Cubero y Vieira s.f.).

3.6 Abonos Orgánicos

Se considera un abono orgánico todo material de origen animal o vegetal que se utilice principalmente para mejorar las características del suelo, como fuente de vida y nutrientes al suelo (Soto y Meléndez 2004). En la agricultura se utilizan dos tipos de abonos orgánicos, líquidos y sólidos.

Los biofertilizantes, son abonos líquidos, preparados a base de estiércol de vaca fresco, disuelta en agua y enriquecida con leche, melaza y ceniza, mediante un proceso de fermentación muchas veces enriquecidos con harina de rocas molidas o algunas sales minerales; como son los sulfatos de magnesio, zinc, cobre (Restrepo 2007).

Existen caldos a base de cobre, para controlar algunas deficiencias de nutrientes, otros a base de azufre como el caldo sulfocalcio preparado con azufre y cal el caldo visosa, es una suspensión coloidal, compuesta de complejos minerales con cal hidratada (hidróxido de calcio); EM (microorganismos eficaces).

Entre los abonos orgánicos sólidos, los más esta compost, el bocashi y el lombricompost. Estos abonos orgánicos se obtienen con un proceso de semi-descomposición aeróbica de residuos orgánicos. Llevado a cabo por poblaciones de microorganismos, quimioorganotróficos, que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra (Restrepo 2007). También son comúnmente utilizados las aplicaciones de gallinaza y otros desechos vegetales frescos, como la pulpa del café (Soto y Meléndez 2004).

3.7 El Compost

Podemos definir el compost como un proceso mediante el cual diversos sustratos orgánicos se descomponen y se estabilizan debido a la acción de una población mixta de microorganismos, obteniéndose un producto final denominado compost, orgánicamente estable, libre de patógenos y semillas de malezas que puede ser aplicado de manera eficiente al suelo para mejorar sus propiedades (Haug 1993).

El compost, debido al humus y otras propiedades, es valioso para el suelo (Villagrana s.f.). La relación carbono: nitrógeno del compost permite un adecuado funcionamiento de los microorganismos. Según Alcolea y González (2000) una relación carbono/nitrógeno adecuada debe ser de 30/1, el exceso de carbono disminuye la actividad biológica prolongando el proceso de descomposición; y un alto nivel de nitrógeno produciría pérdidas de del mismo en forma de amoníaco. Una relación carbono/nitrógeno equilibrada asegura los nutrientes necesarios para las plantas.

En una pila de material en compostaje, se dan procesos de fermentación en determinadas etapas y bajo ciertas condiciones, aunque lo deseable es que prevalezcan los metabolismos respiratorios de tipo aerobio, tratando de minimizar los procesos fermentativos y las respiraciones anaerobias, ya que los productos finales de este tipo de metabolismo son de alta solubilidad de nutrientes y se pierden fácilmente (Sztern y Pravia 1999)

El compost es de fácil producción porque se puede utilizar materiales que son comunes dentro de una finca y que resultan baratos para el agricultor tales como:

1. El estiércol como la gallinaza es uno de los ingredientes que tiene mayor aporte de nitrógeno en los abonos orgánicos. Entre los nutrientes que aportan están: fósforo, potasio, magnesio, zinc, cobre y boro. Aunque esto dependerá del origen del material; agricultores

de Brasil y Centro América han demostrado que el mejor material viene de gallinas ponedoras en condiciones bajo techo y con un suelo cubierto, evitando el uso de gallinaza de pollos de engorda por su alto contenido de agua y antibióticos que podrían interferir en la fermentación (Restrepo *et al* 2000).

Estiércol	Humedad (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Relación C: N
Gallinaza	53.0	6.11	5.21	3.20	10:1 *
Vacaza	83.2	1.67	1.08	0.56	30:1 *
Cerdaza	80.0	3.73	4.52	2.89	16:1 *

Cuadro 1. Nutrientes en estiércol animal (Restrepo, 1998). * Relación C:N (Ortiz,s.f).

2. La melaza es una fuente de energía para que ocurra la fermentación entre los nutrientes que aporta está el calcio, zinc, potasio, fosfora, magnesio. La melaza favorece a la multiplicación de la actividad microbológica. (Restrepo 2007).

3. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc. son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. son menos ricos en nitrógeno. Las ramas es preciso triturarles antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga. También las hojas pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales. (Aubert *et at* s.f.).

4. La cascarilla de arroz; este ingrediente mejora las características físicas de la tierra y del abono en sí, facilitando la aireación, la absorción de humedad y la filtración de nutrientes. Beneficia el incremento de la actividad macro y microbológica de la tierra, estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas así como de su actividad simbiótica con la microbiología de la rizosfera (Restrepo 2007).

3.8 Factores que influyen en el Compost

Existen varios factores que influyen para que exista una adecuada descomposición de los materiales; factores como la temperatura, humedad, pH, tamaño de las partículas, aireación y la composición del material inicial.

La relación carbono – nitrógeno. Estos son dos elementos importantes en el proceso de compostaje ya que además de soportar el crecimiento microbiano son elementos básicos de la materia orgánica de la cual se realiza el compost (Agreda y Deza 2013.).

Cuando existe un alto porcentaje de carbono no existe una adecuada descomposición ya que esta será lenta o nula debido a que habrá una inmovilización de nitrógeno y una abundancia de elementos energéticos, si el abono es aplicado al suelo los microorganismos absorberán el nitrógeno del suelo y esto dañaría el cultivo. Una abundancia de nitrógeno se utilizara todo el carbono y el nitrógeno se perderá en amoníaco que se caracteriza por el olor. Una buena mezcla tendrá que tener una relación 30:1 para que al final de la maduración tenga una relación ideal de 10 – 12:1 (Muñoz *et al* 2004).

La humedad es un factor importante para la descomposición de la materia orgánica. Si el contenido de humedad es elevado el proceso se volvería anaerobio (falta de oxígeno) produciendo una putrefacción de la materia orgánica. Por el contrario si el contenido de humedad es bajo se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso de descomposición. Los niveles óptimos de humedad en el compost son de 40 y 60%. (Universidad de C.R. s.f.)

Las temperaturas óptimas del compost entre 40-70 °C. La primera fase de desintegración o mesófila (entre 2-3 semanas) que está a temperatura ambiente donde los microorganismos se multiplican con rapidez. En la segunda fase de conversión a humus o termófila (al menos 3 meses) la temperatura es de 40°C a 70 °C en adelante donde desaparecen los

patógenos entre otros como semillas de malezas, y la fase de maduración es donde hay una disminución de la temperatura (Silva *et al*).

Resultados obtenidos en un experimento realizado con composta de restos de cebolla indican la posibilidad de reciclar los residuos de cebolla cuando son utilizados en mezcla con materiales de baja relación C/N. La utilización de estiércol vacuno y alfalfa alcanzó los mejores valores de autocalentamiento y una mayor eficiencia de conversión de estos residuos en compost. El compost obtenido en las tres mezclas empleadas podría ser utilizado como enmienda orgánica en agricultura. (Martínez *et al* 2008)

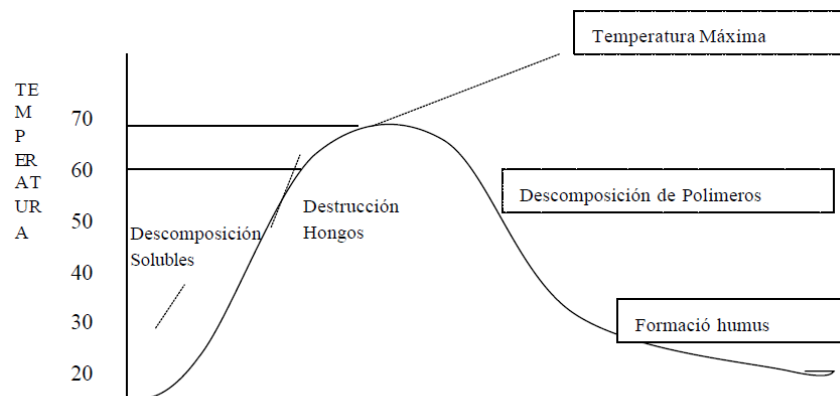


Figura 1 Temperatura del compost y degradación de elementos (Silva *et al* s.f.).

Resultados obtenidos en un experimento realizado con composta de restos de cebolla se encontró que se puede usar los restos de la cebolla cuando son utilizados en mezclas de materiales de baja relación C/N. En otro contexto se realizaron estudios de compost utilizando estiércol vacuno y alfalfa. Estos materiales alcanzaron los mejores valores de autocalentamiento y una mayor eficiencia de conversión de estos residuos en compost. El compost obtenido en las tres mezclas empleadas podría ser utilizado como enmienda orgánica en agricultura (Martínez. *et al* 2008).

La presencia de aire en los compost es necesaria para que exista una fermentación termófila, en condiciones aeróbicas para que exista una buena aireación es necesario que no exista compactación. Durante el composteo es necesario airear el material para extraer el calor producido y suministrar oxígeno molecular a los organismos; esto se logra volteando de 2 a 3 veces por semana el compost (Hernández 2009).

El pH, también llamado reacción del suelo, tiene enorme importancia en los suelos agrícolas y naturales. La mayor acidez o alcalinidad de éstos determinará las especies vegetales que pueden ser cultivadas, las cantidades y formas químicas en las que los nutrientes e incluso los posibles contaminantes se encontrarán presentes, y por tanto su estado de disponibilidad, la actividad de los distintos microbios tanto beneficiosos como nocivos, y toda una serie de factores relacionados (Canet *s.f*).

Normalmente en el proceso de compostaje se da una caída del pH en la fase inicial, debido a la liberación de ácidos orgánicos de la materia orgánica. Conforme el proceso de descomposición continua, estos ácidos orgánicos son descompuestos liberándose bases y altos contenidos de amoníaco que ayudan a elevar el pH (Meléndez y Soto 2003).

La fitotoxicidad, según Rojas y Zeledón (2007) la prueba de fitotoxicidad es una prueba utilizada para evaluar la estabilidad y madurez del abono fermentado. Puede evaluarse a través de la germinación de semilla, elongación de raíces o el crecimiento de plantas en compost solos o en mezclas con el suelo. La determinación del índice de germinación indica la presencia de sustancias fitotóxicas y se considera internacionalmente como uno de los ensayos para determinar la madurez de un compost.

3.9 Uso del compost

Cuando el compost es viejo o tiene mucho tiempo de haber sido elaborado los nutrientes, especialmente el nitrógeno, están fijados en la fracción húmica y los microorganismos del suelo tienen que transformarlos lentamente y durante un tiempo largo. Este compost es bueno para cultivos que tienen un tiempo de vegetación muy largo y para mejorar la estructura del suelo. Cuanto más viejo sea el compost más lenta es el proceso de transformación en el suelo. El tiempo que dure un compost desde su instalación hasta su madurez depende de la materia prima, el manejo de la composta y las condiciones climáticas puede variar entre tres meses a doce meses (Brechelt 2008).

Según Hernández (2009), el compost a base vacaza para ser aplicados a un cultivo de maíz, se obtuvo resultados favorables en cuanto a una mayor producción de biomasa para la elaboración de silos para la alimentación animal especialmente bovinos. También usando este compost hay una reducción de gastos por dejar de usar fertilizantes de origen sintético.

Según Brechelt (2008), la madurez y la forma de aplicación del compost son muy importantes al momento de utilizarlo. Los criterios de madurez son decisivos para juzgar si el compost está listo o no como ser el material final debe ser muy homogéneo. No debe notarse el material de origen que se utilizó al inicio de la preparación; el compost tiene un olor parecido a la tierra de los bosques esto es causado por los actinomicetes que también están en esta tierra; la temperatura en del compost a utilizar debe ser igual a la que está alrededor del montón, esto indicará que la transformación de los nutrientes causada por los microorganismos está concluida.

Cuando se utiliza el compost fresco, los microorganismos en el suelo transforman los nutrientes muy rápido y las raíces de las plantas pueden asimilarlas inmediatamente, pero el compost no es útil para mejorar la estructura del suelo. (Brechelt, 2008).

El compost no es un fertilizante propiamente dicho pero es un material comparable a un suelo de alta calidad debido a su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. La principal aplicación del compost se da como enmienda del suelo en la mejora de tierras pobres ya que aporta materia orgánica, retiene agua y libera gradualmente nutrientes, mejorando los cultivos (Silva *et al*, s.f.).

IV MATERIALES Y METODOLOGÍA

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la sección de Cultivos Industriales de la Universidad Nacional De Agricultura ubicada a seis kilómetros al sur-este de la ciudad de Catacamas, Olancho, a una altura de 350 msnm y 74% de humedad relativa. Presenta una precipitación de 1311 mm anuales y temperatura promedio anual de 25 ° C, se encuentra a 14°50´ Latitud Norte y 85°53´ Longitud Oeste.

4.2 Metodología

Se realizaron tres pilas de compost en forma de montón con un área de 1.50 metros de ancho por 1.50 de largo y una altura aproximada de 0.40 metros. Las cuales se realizaron con varios materiales de la zona que son de fácil acceso y que no representan un valor altamente económico para el agricultor. Las compost se realizaron los tres tipos de estiércol como ser vacaza, gallinaza y cerdaza, a estas se le agrego distintos materiales como en iguales proporciones como ser desechos de cosechas, tierra, melaza, ceniza, tierra, hojarasca microorganismos de montaña (MM), cascarilla de arroz y agua.

Nº de Pila	Material Principal	Materiales a Agregar
1	Gallinaza	Tierra, Melaza, hojarasca, paja, MM, cascarilla de arroz, agua, ceniza, tierra.
2	Vacaza	
3	Cerdaza	

Cuadro 2. Materiales utilizados en cada compost.



Se realiza la limpieza del lugar según el tamaño que se le dará a la pila; seguidamente se coloca una capa de tierra o ramas secas que sirven para la aireación.



Se coloca una capa de material vegetativo verde posteriormente triturado con un espesor de al menos unos 20 cm, después una capa de estiércol de 10 cm aprox. Y por último los microorganismos de montaña.



Se coloca una capa de material vegetal seco de unos 15 cm. y una capa de tierra de igual grosor, aquí se puede poner una capa de ceniza y melaza.



Se coloca otra capa de tierra y se riega para evitar la falta de humedad. A partir de aquí se pueden utilizar tutores o tubos que ayuden a la aireación y se repite el proceso hasta conseguir la altura deseada.



Figura 2. Infograma del proceso de elaboración del compost del estudio.

Los materiales de origen vegetal para el compost se trituro y quedo reducido a piezas de una tamaña aproximada de cinco centímetros. Para mejorar el proceso de descomposición sea rápida se colocó una primera capa de tierra, luego una capa de material vegetativo seco como ser las espigas de arroz secas ya trituradas. Seguido de una capa del estiércol específico para cada montón y una capa de material vegetativo verde y por ultimo una capa de tierra, por cada capa se debe agregar agua. Las tres pilas de compost se realizaron en un día en horas de la tarde; posteriormente se taparon con plástico hasta el día siguiente. Se montó un techo para cubrirla de la lluvia y de la radiación por lo cual no fue necesario seguirlas tapando únicamente en horas de la noche por la lluvia.

4.3. Extracción de sustancias húmicas

El análisis de ácidos húmicos y fúlvicos se realizó en el laboratorio de suelo de la UNA, se realizaron con intervalos de 15 días entre muestreos iniciando con el primer análisis al cumplir el primer mes de realizado el compost ya que es necesario que hubiera un descenso de la temperatura. Las muestras se secaron al aire durante 24 horas. Este es el tiempo mínimo que se debe airear una muestra (Pacheco 2006). Se utilizó la metodología propuesta por Torrente (1994) con modificaciones para la extracción de sustancia húmicas la cual se detalla a continuación:

Se toman al azar muestras representativas de compost se mezcla y retira las partes grandes de material pasa por un molino y se tamiza (2 mm).

Se pesan 20 gr de material (se trabaja a una relación de 1:10, una parte de material por 10 de agua). Se ponen en un recipiente y se le agrega 200 ml de agua destilada y 8 gr. de NaOH se deja en contacto durante 24 horas y se remueve ocasionalmente luego se pasa por papel filtro para terminar de limpiar las partículas.

Se agrega ácido sulfúrico hasta llevar la muestra a un pH entre 2- 1.5 (Lagos 2002). Los ácidos húmicos forman un gel y se precipitan y los fúlvicos quedan en suspensión. Después de separarlos se pasan por papel filtro quedando en este los ácidos húmicos y en el recipiente los ácidos fúlvicos.

4.4 Variables a evaluar

La temperatura se midió en el núcleo del montón y en los cuatro lados para hacer un promedio, esta se tomó tres veces por semana dos veces al día una a las 8:00 am y otra a las 4:00 pm. Esto se monitoreo hasta que se obtuvieron temperaturas estables y sin variaciones.

El aporte de micro y macronutrientes estos se determinaron mediante pruebas de laboratorio de muestras que fueron enviadas a los laboratorios de la EAP. La primera toma de muestra se hizo a los 60 días de realizado el compost, el segundo a los 80 días y el ultimo se realizara a los 100 días.

Para la fitotoxicidad se realizaron pruebas de germinación utilizando semillas de rábano por su rápida germinación para determinar a qué punto se comenzara el compost a tener una temperatura óptima para la germinación. Se tomaron muestras al azar de compost de cada montón, estas se colocaron en botes de plástico donde se ubicó cinco semillas, por cada prueba de germinación se realizaron dos repeticiones, luego se determinó el porcentaje de germinación de cada uno de los compost. La primera prueba se realizó a los 15 días de hecho el compost luego se realizaron con intervalos de siete días entre pruebas.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. 1. Medición de temperatura

Se encontró que el compost a base de gallinaza logro mayor temperatura provocando una reducción de los días de madurez del compost. El compost de gallinaza en las etapas iniciales logro un aumento de temperatura anormal, teniendo temperaturas de 60 °c. Este incremento lo obtuvo antes de entrar a la etapa termófila. Este proceso se debe a que la gallinaza aporta una gran cantidad de nitrógeno. Gradualmente el nitrógeno se pierde en su mayor parte en forma de amoniaco. El proceso de pérdida y aumento de temperatura se controló mezclando material seco que aportó carbono. Luego se realizaron volteos de la pila para que tuviera un descenso de la temperatura y disminuyera el olor fétido de la pila de compost de gallinaza.

La madurez del compost se alcanza cuando las temperaturas se estabilizan y se acercan a la temperatura ambiente lo que se logra en un período de 3 a 4 meses (Thivierge & Seito 2005).

La temperatura en la etapa termófila en la pila a base de gallinaza mostro temperaturas promedio 65 °c. Temperatura considera normal para la etapa termófila, en esta etapa es ideal para la eliminación de microorganismos patógenos y eliminación de la viabilidad de las semillas de malezas por las altas temperaturas (Ortiz s.f.).

La pila a base de estiércol de vaca mantuvo una temperatura constante con ciertos aumentos pero no considerados bruscos. No hubo ningún cambio drástico que afectara el desarrollo de las fases del compost. Se nota que la temperatura no alcanza valores muy alto

y esto se debe a que en el estiércol bovino existe una relación C:N ideal (Fig. 1), y esto hace que la temperatura se mantenga y no exista un aumento excesivo de esta debido a la alimentación que contiene alto grado de lignina. Al realizar el volteo en la tercera semana se muestra que la temperatura se mantuvo ya que al mezclar con materiales de baja relación de C:N pudo mantener un mejor autocalentamiento de la pila (Martínez *et al.* 2008).

Al realizar las mediciones de temperatura en la pila de compost a base de cerdaza se notó que no existía un aumento rápido de temperatura lo cual con el paso de las semanas hubo una disminución de la temperatura cuando comenzaba a entrar a la etapa termófila, esto debido al volteo que se realizó. La temperatura óptima se recuperó utilizando melaza ya que esta sirve de energía para los microorganismos, esto se realizó ya que el proceso se convierte en una ignición en el cual se empobrece en extremo la sustancia orgánica (Silva *et al.*).

La toma de temperatura se realizó para determinar varios factores que podían influir en la maduración del compost. Existe un aumento excesivo de temperatura en el compost este provoca un empobrecimiento de la materia orgánica (DALZELL *et al.* 1991).

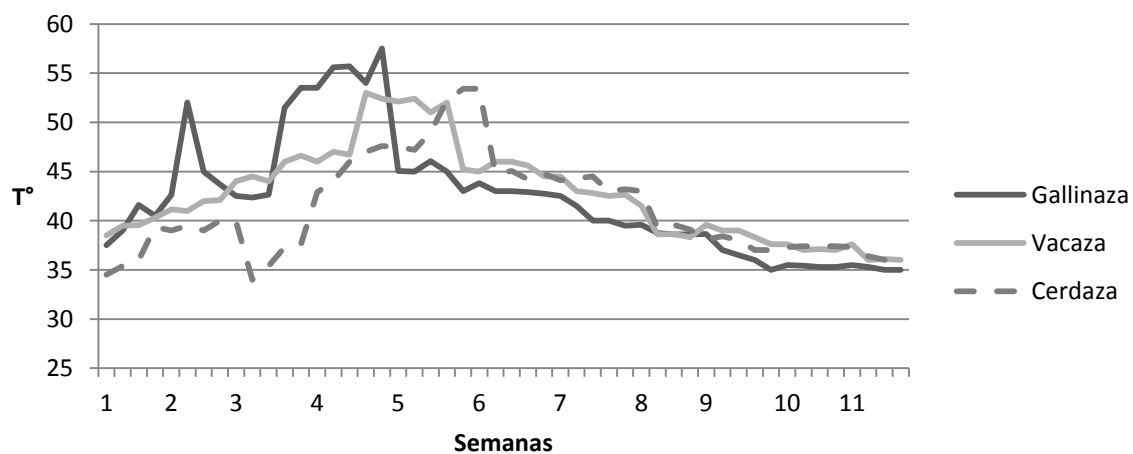


Figura 3. Comportamiento de la temperatura en las compostas.

5.2 Tiempo óptimo para la germinación

En las primeras cinco semanas solo existe la germinación del testigo en este caso es solamente tierra. Por las altas temperaturas del compost, la presencia de sustancias toxicas y altos niveles de metales pesados no se pueden reproducir las semillas (Thivierge y Seito 2005).

En las siguientes tres semanas se inicia la germinación de algunas semillas en la que se muestra que el compost a base de vacaza muestra un mayor porcentaje de germinación en este lapso de tiempo y el compost a base de gallinaza con el menor número de plantas germinadas. Las últimas tres semanas comienza la etapa de maduración del compost se muestra los mayores porcentajes de germinación debido a la estabilización de la temperatura y no hay presencia de sustancias toxicas (Thivierge y Seito 2005).

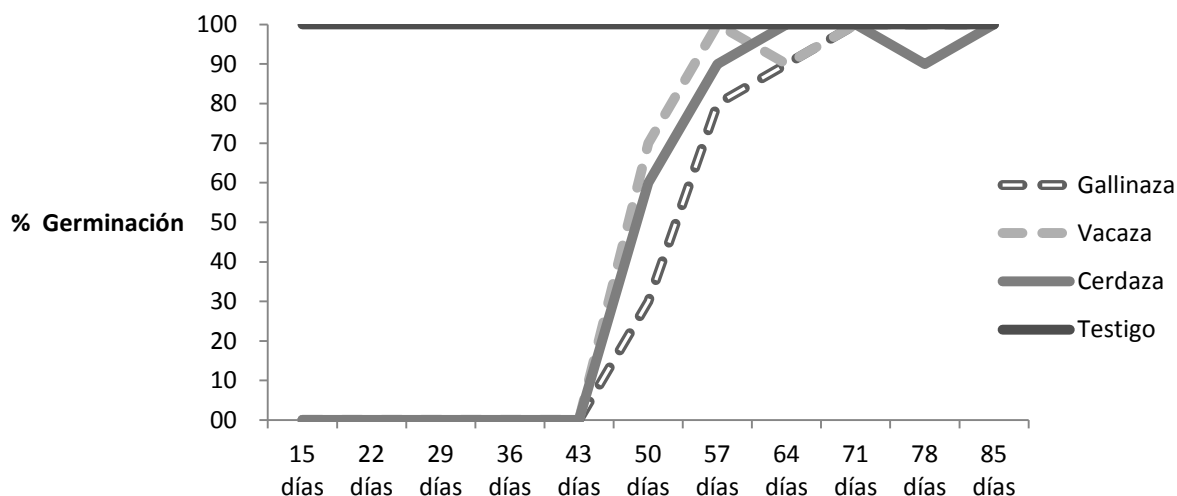


Figura 4 Porcentaje de germinación de pilas de compost.

5.3 Cantidad de extractos húmicos

5.3.1 Ácidos húmicos

Al realizar el análisis de las muestras de compost para obtener la cantidad de extractos húmicos y fúlvicos se muestra un incremento de las sustancias húmicas en cuanto corre el tiempo de maduración (Lagos 2002). En este caso existe una diferencia por parte del compost a base de gallinaza es el que muestra los valores más altos de sustancia húmicas.

Cabe mencionar que existió una disminución de los niveles de extractos húmicos a los 45 días debido a que pudo existir lixiviación por el exceso de lluvias al momento del muestreo. Las sustancias húmicas forman alrededor del 60 a 80% de la materia orgánica (Corbella y Fernandez s.f.).

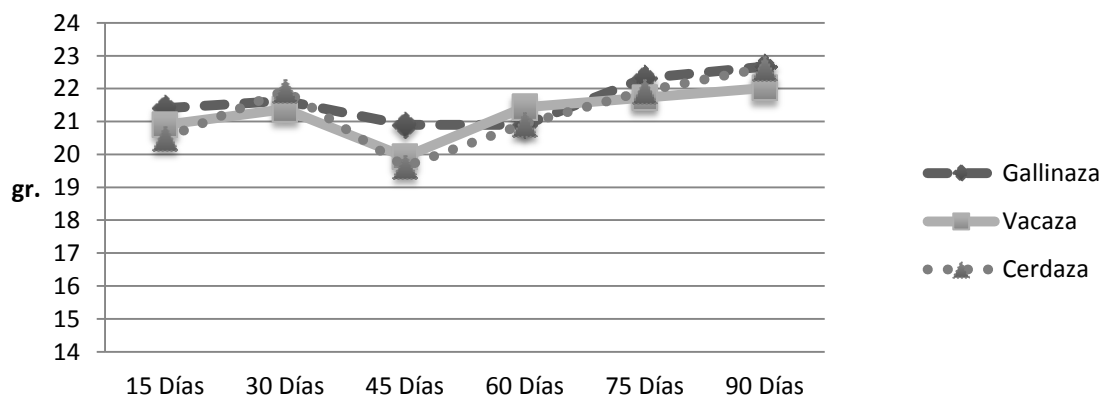


Figura 5. Cantidad de ácido húmico en seis tiempos de maduración.

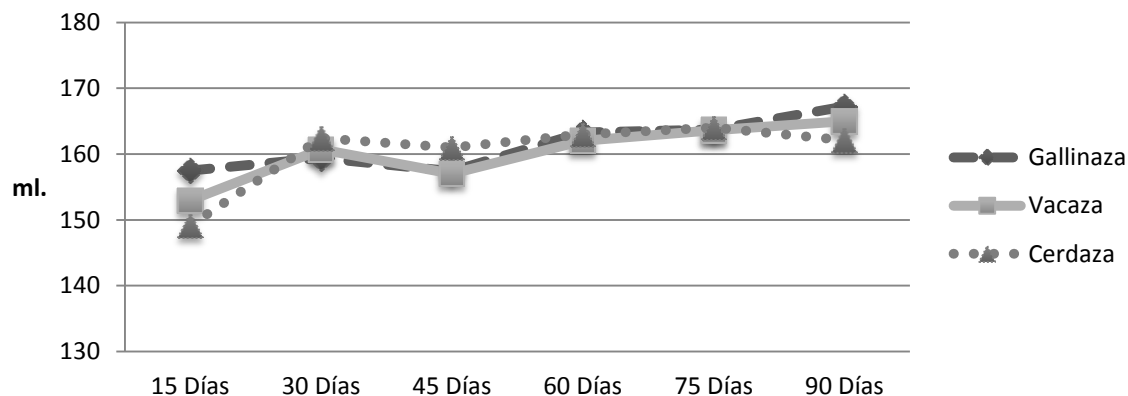


Figura 6. Cantidad de fracción fúlvica en 6 tiempos de maduración.

5.4 Determinación de pH

Según el análisis realizado en los dos primeros estados de maduración las pilas de compost muestran un pH neutro que se encuentra dentro de los rangos óptimos para el proceso normal de compostaje que es de 6-7.5, los valores extremos inhiben la actividad microbiana (Picado y Añasco). El compost a base de gallinaza tuvo un pequeño incremento en el último muestreo que pudo estabilizar con el tiempo.

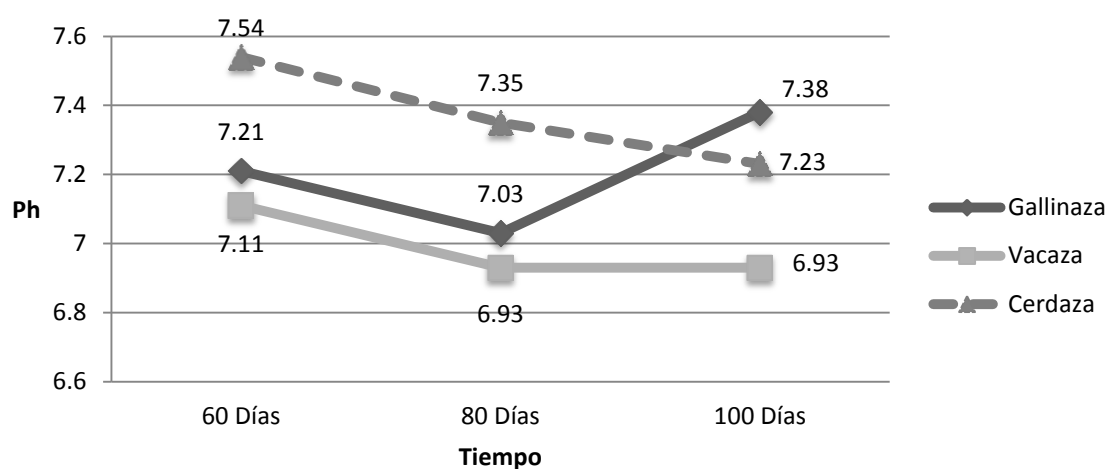


Figura 7. Niveles de pH de las pilas de compost.

5.5 Comparación de macro y micro nutrientes

5.5.1 Cantidad de materia orgánica

El análisis realizado en las pilas en el tiempo determinado demuestra un aumento significativo de la materia orgánica en el muestreo realizado en la pila de compost a base de gallinaza y cerdaza esto debido a que existió una descomposición de los materiales. Ambas pilas alcanzaron mayores incrementos de temperatura por su contenido de nitrógeno lo cual existió una descomposición más rápida de los elementos (Picado y Añasco 2005). En el tercer muestreo se muestra una mayor cantidad de materia orgánica por parte de la pila a base de vacaza y un descenso de las otras pilas. Según Soliva y López (sf) puede existir una disminución de la materia orgánica en compost de distintos orígenes.

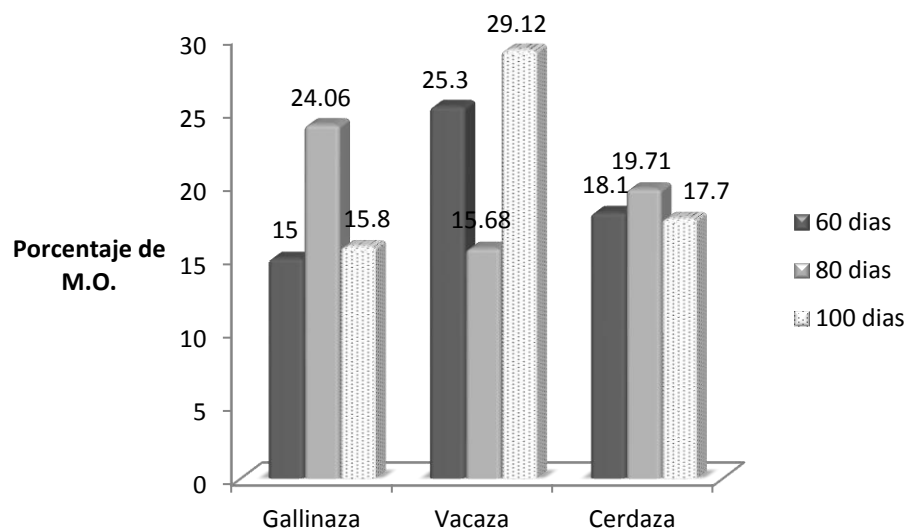


Figura 8. Materia orgánica (contenido total base seca.).

5.5.2 Cantidad de Nitrógeno

En el análisis realizado a las pilas de compost se observa una que existe una tendencia de decrecimiento en el segundo muestreo ya que el nitrógeno en el lapso de los muestreos del compostaje él tiene una perdida mayormente en forma de amonio por las altas temperaturas, ventilación e inclusive el pH (Tiquia 2000). En el tercer muestreo se mantiene la tendencia del elemento ya que no existen pérdidas significativas y solamente hay un pequeño crecimiento en el compost a base de vacaza.

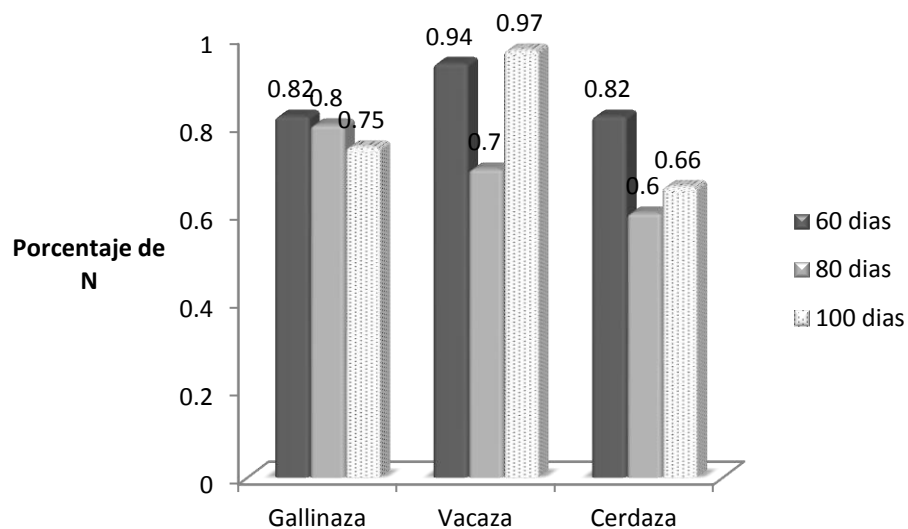


Figura 9. Cantidad de nitrógeno (contenido total base seca.)

5.5.3 Cantidad de Fosforo

El análisis realizado a las distintas pilas de compost muestran en el segundo muestreo una reducción de fosforo. Esto se debe a que hubo lixiviación de este elemento por lluvia. El contenido de fosforo no es regular y puede disminuir por varios factores como ser la lluvia pudo lixiviarlo rápidamente y esto es notable en el segundo muestreo ya que el porcentaje de humedad fue el mayor en los muestreos realizados.

Ya en el tercer muestreo se muestra una mayor cantidad más por parte de la pila de vacaza ya que el estiércol de vaca sólido es menos lixiviable (Perry 2009). La disponibilidad de fósforo soluble es determinada por la cantidad de materia orgánica y por la actividad de los microorganismos existentes en ella (Ramírez, 2003). Si la humedad es excesiva se volverá un proceso anaeróbico y esto provoca pudrición (Rubiano et al, s.f.).

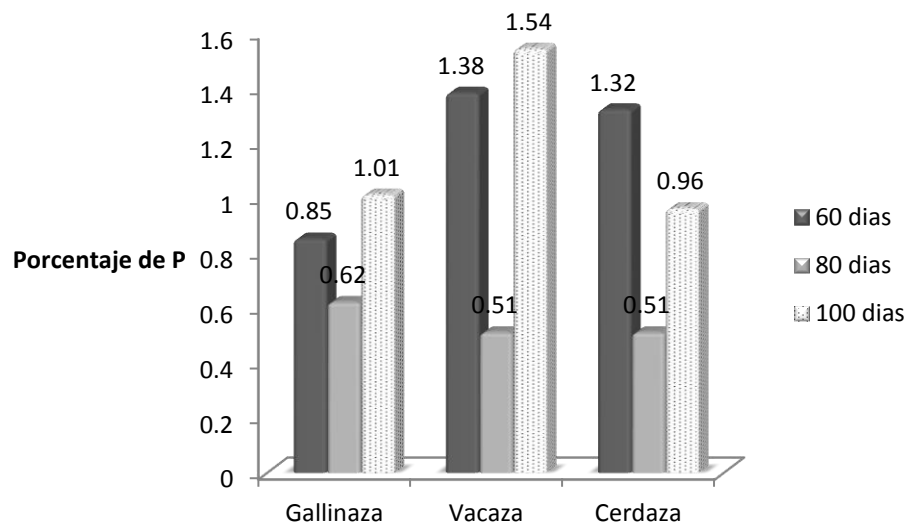


Figura 10. Cantidad de Fósforo (contenido total base seca.)

5.5.4 Cantidad de Potasio

El análisis realizado a las pilas de compost un aumento de potasio en las pilas de compost. Los cuales están en los rangos óptimos en el segundo y tercer muestreo los cuales mantienen una tendencia igual. Se muestra un valor más alto de la gallinaza esto se debe al aumento de pH la CIC se eleva y retiene mayormente los cationes de potasio (Castro 2008).

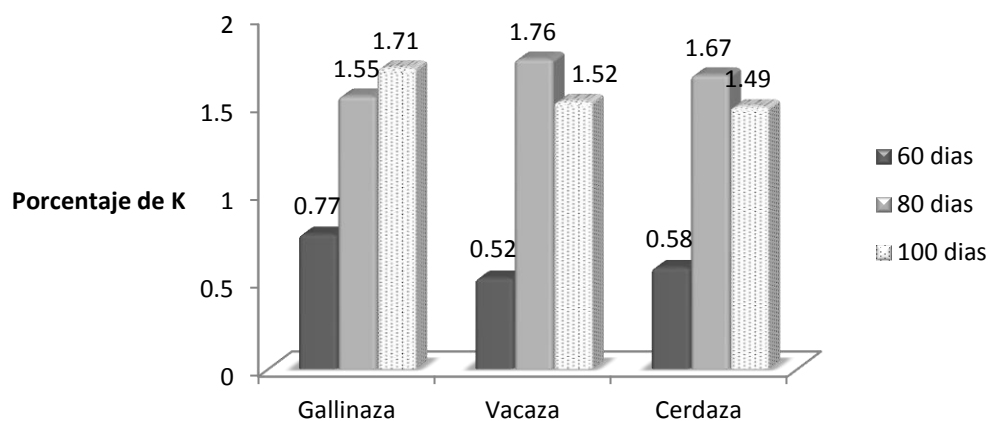


Figura 11. Cantidad de Potasio (contenido total base seca.)

5.5.5 Cantidad de Calcio

El análisis realizado muestra un aumento la cantidad de Calcio en las 3 pilas de compost. La ceniza al igual que la cal reaccionan regulando el pH y tardan cierto tiempo para que exista una disociación con el ion calcio a medida avanza el tiempo. (Lagos 2002).

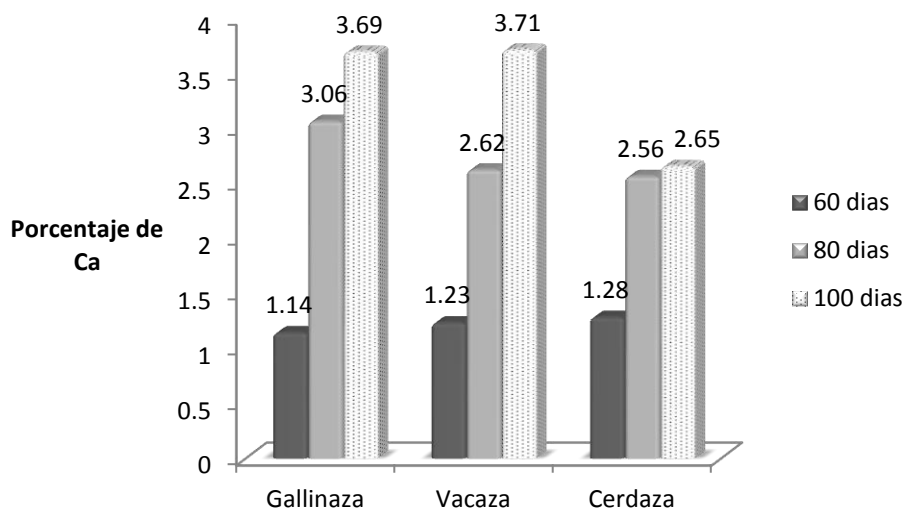


Figura 12. Cantidad de Calcio (contenido total base seca.)

5.5.6 Cantidad de Magnesio

Según las tomas de datos en los diferentes compost se muestra una tendencia normal sobre el comportamiento del magnesio que está dentro de los rangos óptimos del compost en fase de maduración. Se muestra un aumento de magnesio debido a la regulación del pH (Castro 2008).

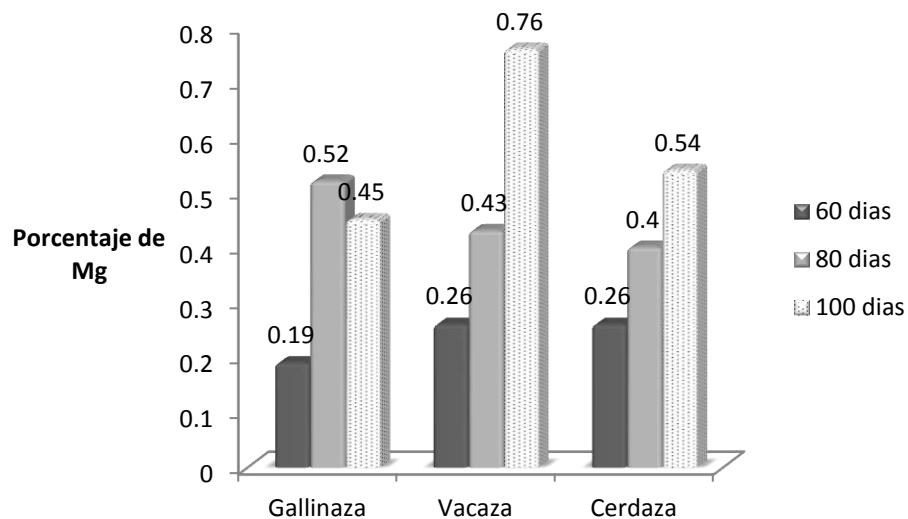


Figura 13. Cantidad de Magnesio (contenido total base seca.)

5.5.7. Cantidad de Hierro

El análisis realizado a los distintos muestra que existe una disminución de hierro según el tiempo transcurrido hasta el segundo muestreo. Según Lagos (2002) a medida incrementan las concentraciones de Magnesio y Calcio se reduce la concentración de hierro.

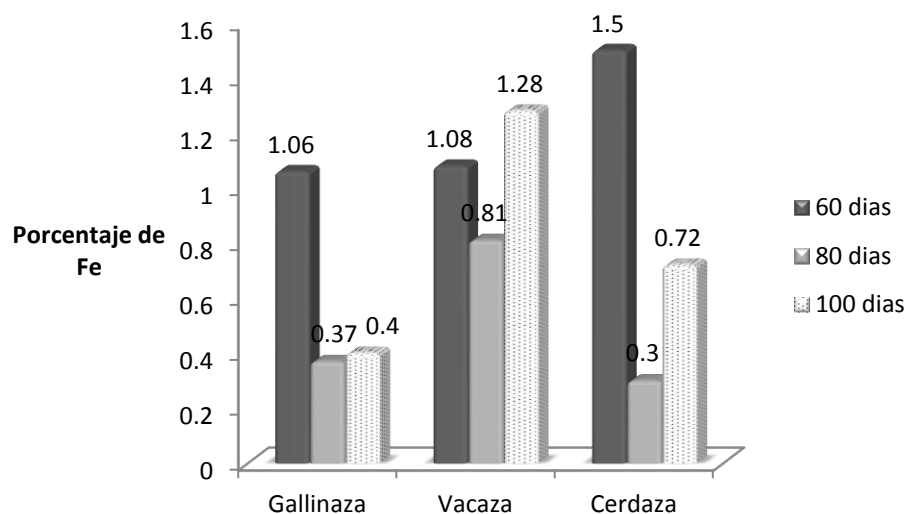


Figura 14. Cantidad de Hierro (contenido total base seca.).

5.5.8. Cantidad de Cobre

Según el análisis realizado se obtiene niveles que los niveles de cobre en las muestras van disminuyendo; con excepción del compost a base de gallinaza que tuvo un ligero incremento en el contenido de cobre. Según lagos (2002) con el tiempo la cantidad de cobre va incrementando.

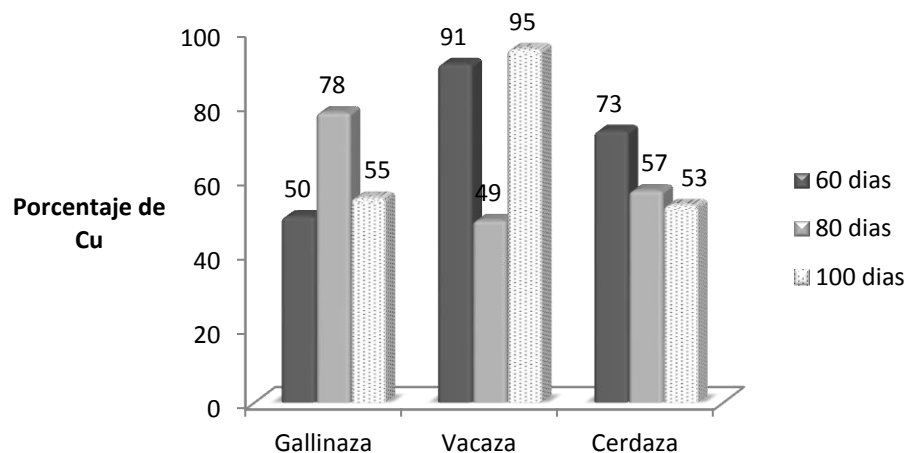


Figura 15. Cantidad de cobre (contenido total base seca.)

5.5.9 Cantidad de Manganeso

Según el análisis realizado a los diferentes compost muestra un contenido normal en los niveles de concentración de manganeso y mantuvieron una tendencia igual a lo largo del tiempo de maduración del compost.

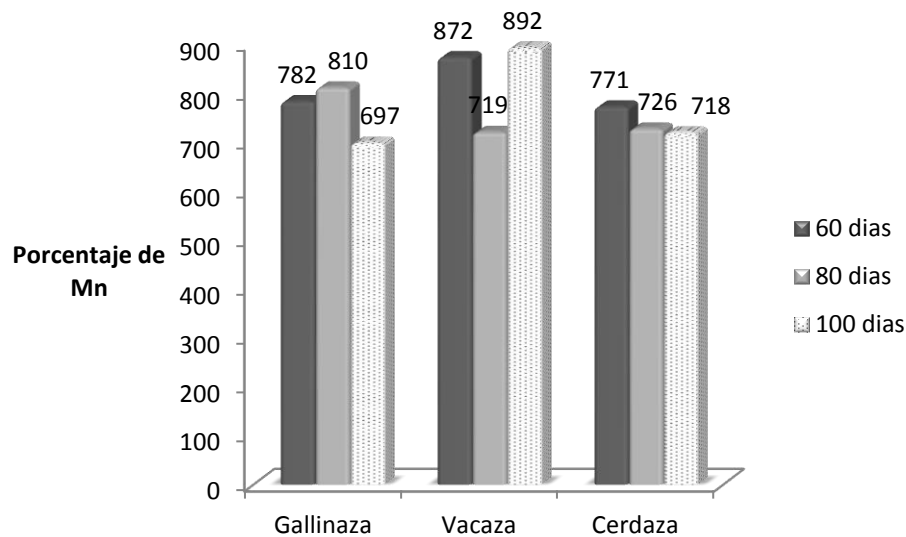


Figura 16. Cantidad de Manganeso (contenido total base seca.)

5.5.10 Cantidad de Zinc

Los análisis realizados a las pilas de compost mostraron una significativa disminución de los niveles de zinc en cada una de ellas, demostrando que en los tres muestreos se han mantenidos los niveles óptimos de zinc permitidos estos pueden ser contaminantes para las plantas.

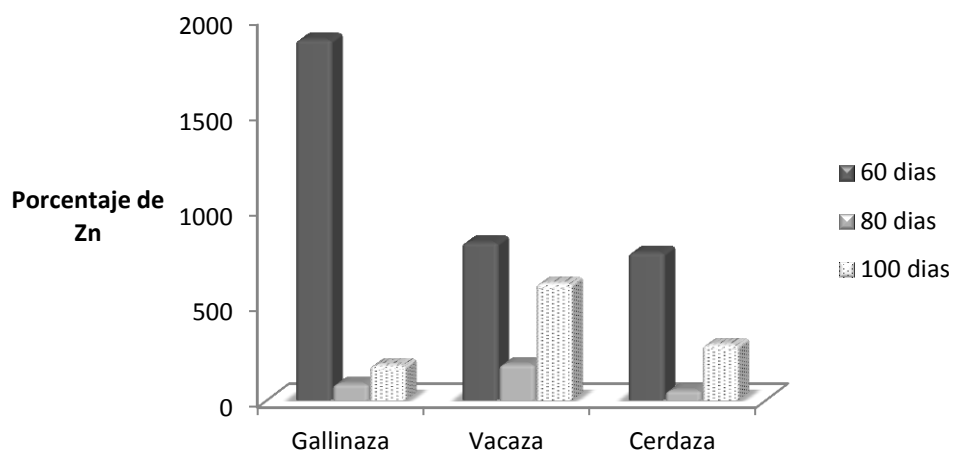


Figura 17. Cantidad de zinc (contenido total base seca.)

VI CONCLUSIONES

La pila de compost de gallinaza fue el primero que mostro picos de temperatura. En consecuencia se acorto el tiempo de maduración del compost.

La caracterización de la curva de temperatura para ser relacionada con la madurez de los compost mostro que la pila a base de gallinaza realizo las fases del compost en menor tiempo demostrando así que este alcanza más rápido su madurez.

El comportamiento de los compost a base de vacaza mostro el mejor aporte mineral de macro y micro nutrientes en cuanto al aporte de nutrientes no muestra una diferencia significativa en el compost a base de gallinaza y cerdaza, y el compost con mayor aporte de nutrientes es el compost a base de vacaza.

Los rendimientos obtenidos en la obtención de extractos húmicos no demostraron ninguna diferencia notable por parte de los tres tipos de compost.

La prueba de fitotoxicidad demostró que el compost a base de vacaza fue el primero en mostrar porcentajes de germinación más altos que los demás.

La disponibilidad de nutrientes y sustancias húmicas se verá afectada por factores ambientales y el manejo que se le dé al compost.

VII RECOMENDACIONES

Realizar una duplicación del trabajo con mayores tiempos de maduración para obtener datos más exactos.

Realizar estudios sobre el efecto de la relación carbono: nitrógeno (C/N) en los mismos tipos de compost.

Crear pruebas similares de compost bajo condiciones controladas para medir distintos el efecto de los distintos factores ambientales.

Hacer un estudio del aporte de nutrientes de los lixiviados que salen de pilas de compost.

VIII BIBLIOGRAFÍAS

Agreda, R, Deza M.J. Factores que afecta el proceso de compostaje. Consulta 10 de Abr. 2013.

Alcolea, M; Gonzales, C. 2000. Manual de compostaje doméstico. Barcelona, España. Pág.49.

Álvarez P; Biancucci M. 2006. Ciclo del carbono. Materia orgánica y humus. Lic. En saneamiento y protección ambiental. Universidad de Comahue.

Aubert C, Canovas, A. Cerisola, C.I. García, A. Guiberteau, a.; labrador, J. Porta, J; López-Acevedo, M; Roquero, C. Que es el compostaje.

Balota EL. Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible. Materia orgánica y actividad biológica.

Brechelt A, 2008. El compost como abono orgánico. Santo Domingo, República Dominicana.

Bures S. Descomposición de la materia orgánica. En línea. Consulta 29 Abr. 2013. Disponible en <http://infororganic.com/node/484>.

Campabadal C. Manejo de desechos porcinos (Parte I). Consulta 1 May 2013.

Canet, R.; Uso de materia orgánica en agricultura. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Pág. 8-9.

Castro, F. 2008. Caracterización físico-química de compost en dos tiempos del proceso de compostaje. Tesis. Universidad Nacional Experimental de Guayana.

Constituyentes del suelo. En línea. Consulta 2 de May. 2013. Disponible en <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema02/prop.htm>.

Corbella R; Fernández J. Materia orgánica del suelo. Catedra de edafología. Universidad Nacional de Tucumán.

Dalzell *et al.* 1991. Manejo del Suelo: producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales. Servicios de recursos, manejo y conservación de suelos. Dirección de fomento de Tierra y Aguas, FAO.

De las salas G. La materia orgánica del suelo. CATIE. pp 33.

Echarri Luis, 1998, Ciencias de la tierra y Medio ambiente. Ed. Teide.

García I. Dorronso. C. 2012. Contaminación del suelo. La salinidad del suelo. Departamento de Edafología y Química Agrícola. Universidad de Granada. España.

Gómez Perazzoli A, Agricultura Orgánica: Una alternativa posible. En línea. Consulta 2 May. 2013.

III Congreso Nacional de suelos.1999. Cubero D, Viera M. Conferencia abonos orgánicos y fertilizantes químicos. 7 pp.

La agricultura y su evolución a la agroecología. En línea. Consultado 20 de Jun. 2013. Disponible en www.obrapropia.com/viewinteriorobra.ashx?idObra

Lagos, ME. Evaluación del rendimiento de sustancia húmicas extraídas a partir de bocashi en diferentes estados de maduración. Catacamas, Olancho; Tesis Ing. Agr. ENA.

Llorente. M. 2002. Formaciones superficiales, Resumen del manual de edafología. Universidad de Salamanca. España. Pág. 10

López, L. 2006. Análisis y caracterización de ácidos fulvicos y su interacción con algunos metales pesados. Pachuca de Soto, Hidalgo. Tesis Lic. Química. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Manual básico para hacer compost. En línea Consulta 30 de Abr. 2013. Disponible en http://www.compostaenred.org/documentacion/Manuales/1Manual_Compostaje_SanSebastiandelosReyes.pdf.

Martínez F. Importancia de la materia orgánica. En línea. Consulta 5 de May. 2013. Disponible en http://www.ecured.cu/index.php/Materia_org%C3%A1nica.

Martínez R, Miglierina AM, Luna M, van Konijnenburg A, Pellejero G. 2008. Evaluación del compostaje de los residuos del procesamiento de la cebolla. Revista Pilquen. N° 9. pp 4.

Melendez; G.; Soto; G. 2003. Taller de abonos orgánicos. CATIE.

Muñoz, D. 2004. Consulta 12 de Abr. 2013. Diseño experimental para la variación de C/N al compostar residuos de galería con diferentes proporciones de inóculo. Popayan. Facultad de ciencia agropecuaria, Universidad de Cauca.

Naranjo S. E. Dullo, (Bioversity International), S. Thabet, M. Villarreal (FAO) y otros” Agricultura y Desarrollo sostenible. En línea. Consulta 2 May. 2013. Disponible en <http://crisisplanetaria.blogspot.com/2010/02/la-agricultura-moderna-confronta-una.html>

Ortiz; F; Manual de elaboración de composta. Bases para la elaboración de un plan de trabajo en un huerto orgánico.

Perry A. 2009. Diferencia en la lixiviación de fosforo del estiércol de vacas lecheras. USDA.

Pérez, A.; Landeros, C. 2009. Agricultura y deterioro ambiental. Ciencia y Cultura. Vol. 16. Pág.19.

Picado J., Añasco A., 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. CEDECO. San José, C.R. No 8. Pág. 12.

Programa de gestión ambiental integral. Compostaje. Universidad de Costa Rica. pp 8.

Propiedades de la materia orgánica. En línea. Disponible en <http://www.exactas.unlpam.edu.ar/academica/catedras/edafologia/practicos/mo-04.htm>

Restrepo J; Rodríguez M; Paninga G. Sánchez J. Abonos orgánicos fermentados experiencia de agricultores en C.A y Brasil. Consulta 30 de Abr. 2013.

Restrepo, J. 2007. Manual práctico El a, b, c de la agricultura orgánica y harina de rocas. Consulta 12 de Abr. 2013.

Rey MA. Organismos que intervienen en el compostaje. Valencia. España.

Rojas, F; Zeledon, E.; 2007. Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria Facultad De Agronomía.

Rosset, P.; 1997. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Agroecología y Desarrollo Revista de CLADES. Pág. 3-7.

Santos A. Abonos orgánicos. En línea. Consulta 30 de Abr. 2013. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>

Rubiano, Y; Pinilla, S; Rivera; V. Obtención de Compost a partir de Residuos Sólidos Orgánicos. Ingeniería Ambiental. UMB.

Silva J. Piedad López M., Pady Valencia A. Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del compostaje Escuela de Ingeniería de los Recursos naturales y del Ambiente (EIDENAR), Universidad del Valle-Facultad de Ingeniería. Cali Colombia.

Soliva, M., López, M. Calidad del compost: Influencia del tipo de materiales tratados y de las condiciones del proceso. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona. UPC.

Sztern D, Pravia M. 1999. Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos. 69 pp.

Tiquia, S., & Tam, N. (2000). Fate of nitrogen during composting of chicken litter Environmental Pollution.

Tortarolo M; Pereda M; Palma M, Arrigo N. Influencia de la inoculación de microorganismos sobre la temperatura en el proceso de compostaje. Facultad de agronomía. Buenos Aires, Arg. 2008.

Tortosa G. Extracción de material orgánica soluble de un compost de orujo de oliva en dos fases. Murcia, España. Tesis Licenciatura. Universidad de Murcia. Pág. 40.

Tribe, Derek, 1994. Feeding and greening the world: the role of international agricultural research. Wallingford, England: CAB International.

Usos del compost. Consulta 1 de Abr. 2013. Disponible en http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/usosdelcompost_web.pdf

Vargas JM. 2010. Efecto de abonos orgánicos en la producción de plantas de coliflor, brócoli y lechuga en invernadero bajo sistema orgánico. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho, Hond. Universidad Nacional de Agricultura.

Chen, Y; Avid, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In humic substances in soil and crop science. American society of agronomy and soil science. 3(23): 161-186 p.