

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



La Composta, su Elaboración y Beneficio

**Por:**

Arturo Hernández Hernández

**MONOGRAFIA**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México  
Septiembre del 2003**

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

|   |     |
|---|-----|
| ÍNDICE DE CUADROS .....                   | v   |
| ÍNDICE DE GRÁFICAS .....                  | vi  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                   | vii |
| <br>                                      |     |
| INTRODUCCIÓN .....                        | 1   |
| Antecedentes .....                        | 4   |
| Objetivo .....                            | 5   |
| <br>                                      |     |
| REVISIÓN DE LITERATURA .....              | 6   |
| 2.1 Agricultura orgánica .....            | 6   |
| Situación mundial .....                   | 8   |
| Situación nacional .....                  | 10  |
| 2.2 Historia de la composta .....         | 13  |
| 2.3 Uso del término .....                 | 13  |
| 2.4 Inicio de su aprovechamiento .....    | 14  |
| 2.5 La composta .....                     | 14  |
| 2.6 Proceso de composteo .....            | 15  |
| 2.7 Tipos de descomposición .....         | 16  |
| Anaeróbica .....                          | 16  |
| Aeróbica .....                            | 17  |
| 2.8 Fases del proceso de compostaje ..... | 17  |
| Mesofílico .....                          | 17  |
| Termofílico .....                         | 17  |

|   |    |
|---|----|
| De enfriamiento .....                                     | 18 |
| De maduración .....                                       | 18 |
| 2.9 Microorganismos en el proceso de compostaje .....     | 18 |
| 2.10 Factores condicionantes del compostaje .....         | 24 |
| Volumen .....   | 24 |
| Grado de trituración .....                                | 24 |
| PH .....  | 24 |
| Relación Carbono / nitrógeno .....                        | 25 |
| Oxígeno .....   | 26 |
| Temperatura .....   | 26 |
| Humedad .....   | 28 |
| Población microbiana .....                                | 29 |
| Frecuencia de volteo .....                                | 29 |
| 2.11 Elaboración de la composta .....                     | 31 |
| 2.12 Tipos de composteros .....                           | 35 |
| 2.13 Los abonos orgánicos y la fertilidad del suelo ..... | 48 |
| 2.14 Contenido de nutrientes de las compostas .....       | 48 |
| 2.15 Funciones de la composta en el suelo .....           | 53 |
| 2.16 Trabajos de investigación que se han hecho .....     | 55 |

|   |    |
|---|----|
| 2.17 Empresas productoras de composta en México ..... | 59 |
| 2.18 usos de la composta .....                        | 60 |
| Beneficios de la composta .....                       | 61 |
| CONCLUSIÓN .....                                      | 63 |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....                          | 64 |

## ÍNDICE DE CUADROS.

|   |    |
|---|----|
| Cuadro 1 Superficie destinada a la agricultura orgánica en el mundo ..... | 9  |
| Cuadro 2. Contenido de nutrientes de la composta .....                    | 49 |
| Cuadro 3. Contenido nutrimental de una composta.....                      | 50 |
| Cuadro 4. . Dosis de composta .....                                       | 51 |
| Cuadro 5. Valores promedios del análisis químico de las compostas .....   | 52 |
| Cuadro 6 Efecto de las aplicaciones de composta .....                     | 62 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica 1 Superficie de cultivos orgánicos por estado.....11

Gráfica 2. Productos cultivados en tierra orgánicas.....12

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1. Bacteria .....   | 20  |
| Figura 2. Hongo .....  | 21  |
| Figura 3. Actinomiceto .....                                       | 22  |
| Figura 4. Protozoos .....  | 22  |
| Figura 5. Macroorganismos fermentadores .....                      | 23  |
| Figura 6. Consumidores secundarios .....                           | 23  |
| Figura 7. Relación entre temperatura y pH .....                    | 28  |
| Figura 8. Frecuencia de volteo en una composta .....               | 31  |
| Figura 9. Cajón de madera .....                                    | 37  |
| Figura 10. Compostero de bloque de obra .....                      | 38  |
| Figura 11. Compostero combinado de madera y malla de alambre ..... | 39  |
| Figura 12. cajón de dos o tres unidades .....                      | 39  |
| Figura 13. Compostero de malla alámbrica .....                     | 40. |
| Figura 14. compostero de Bidón .....                               | 41  |

## **INTRODUCCIÓN.**

La composta representa una fuente importante de nutrientes para la planta, es un aporte de materia orgánica que devuelve al suelo lo que la planta exige durante su desarrollo. Cuando esta parte orgánica del suelo no existe o es deteriorada, los suelos pierden su capacidad productiva y finalmente terminan por convertirse en suelos infértiles.

En los últimos años el vínculo entre la agricultura y ambiente cobra una importancia creciente. Este se origina de entender que la agricultura finalmente es una actividad que aunque es realizada por el hombre, se comporta como un ecosistema en donde todas las actividades que involucran su manejo repercuten en el medio natural.

Con la demanda en la producción de alimentos, aumentan las áreas desmontadas y la cantidad de agroquímicos empleados para su producción. El efecto del mal manejo de estas dos actividades se traduce en daños al ambiente, incluso en la producción de alimentos contaminados que representan un riesgo para la salud de los consumidores.

En respuesta a los efectos dañinos mencionados, surgen alternativas que buscan dar solución de manera integral y prevenir daños posteriores. Entre las más importantes se encuentra la utilización de insumos naturales de origen vegetal o animal con diferentes propiedades y características, con la aportación de elementos minerales para la nutrición del cultivo, de materia orgánica y recuperación de la fertilidad; las propiedades insecticidas, entre otras.

El uso de composta como abono orgánico, permite el aprovechamiento de residuos orgánicos de casi cualquier origen, ya sean urbanos, rurales o industriales que representan a nivel mundial, uno de los problemas más grandes del qué hacer con la basura. La composta es el producto final de los procesos bioquímicos que sufre la basura orgánica para descomponerse y finalmente reincorporarse como tierra al ciclo natural que sigue toda materia con éste origen, por lo que es poco probable que represente un daño al ambiente.

[www.cibnor.mx/difusion/gaceta/articulos/composta.html#principio](http://www.cibnor.mx/difusion/gaceta/articulos/composta.html#principio)

Los actuales sistemas de producción agraria se han caracterizado por una intensificación en el uso de los abonos químicos, de la maquinaria pesada y los fitosanitarios. Todo ello ha ido uniendo a prácticas culturales poco adecuadas (quema de rastrojos, laboreos profundos, etc.), que provocan la eliminación de la materia orgánica y la progresiva destrucción de los suelos. Esta circunstancia conduce a la mineralización y a la pérdida de su carácter fértil, provocando la disminución de la capacidad productiva y el aumento de la erosión.

[www.uco.es/~es1bevej/artjb98c.htm](http://www.uco.es/~es1bevej/artjb98c.htm)

Los residuos de origen domiciliario representan cerca de la mitad de las emisiones de residuos sólidos urbanos de grandes ciudades y más dos tercios de las emisiones de ciudades medianas y menores; gran parte de los problemas ambientales y sanitarios asociados al manejo de residuos sólidos urbanos tienen como origen a este tipo de residuos. El manejo de los residuos que realizan los municipios es contaminante para el medio ambiente y peligroso para la salud de la población. Además desde un punto de vista energético, este manejo es ineficiente.

Una buena implementación de plantas de compostaje podría dar solución a los problemas que existen hoy con los vertederos, ya que reduciría de manera importante el volumen de residuos depositados en los vertederos.

<http://cipres.cec.uchile.cl/~cwehrhah/conclusiones.htm>

Uno de los problemas ambientales más importantes es la generación de residuos sólidos, mejor conocido como "basura". Se generan aproximadamente 700 gr/día por habitante, de los cuales el 50% aproximadamente son residuos orgánicos (restos de frutas y verduras, cascarones de huevo, hojas de árbol, hierba, estiércol, etc.).

Actualmente se presenta en el mundo una tendencia a la producción y consumo de productos alimenticios obtenido de manera limpia, la producción orgánica de productos alimenticios es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores los primeros se ven beneficiados porque en sus tierras se reduce considerablemente la contaminación del suelo, del agua y del aire, lo que alarga considerablemente la vida económica de la misma y la rentabilidad de la propiedad. Los consumidores se ven beneficiados en el sentido de que tienen la seguridad de que van a consumir un producto 100% natural, libre de químicos, saludables y de alto valor nutritivo.

La fabricación de composta a partir de la basura de las ciudades sé esta popularizando como una forma de reducir la contaminación y generar un producto de utilización agrícola. Su composición es de alrededor de 1.3 % de N, 1.2% de  $P_2 O_5$  Y 0.8% de  $K_2 O$ . Su uso no se ha popularizado en el medio campesino de México, principalmente porque los gastos de transporte la hace menos competitivas con el estiércol, sin embargo, si se partiera del principio de que se trata de un desecho urbano que el habitante de la ciudad debe pagar por deshacerse de el, podría en forma subsidiada aplicarse a los terrenos agrícolas

circundantes a la ciudades elevando su fertilidad. (Oscar Monroy H. Gustavo Viniegra G. 1990).

## **ANTECEDENTES**

El compostaje es una técnica utilizada desde siempre por los agricultores. Consistía en el amontonamiento de los estiércoles, los restos de cosecha y los residuos domésticos, para su posterior descomposición y transformación en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono.

En los años 30 se llevaron a cabo estudios y experiencias que consistían en mantener mezclas de todo tipo de residuos orgánicos durante períodos de 3-6 meses, en pilas de 1,5 m de altura y volteándolos dos veces. Desde entonces se han hecho muchas pruebas con diferentes residuos, formas, medidas y maneras de aireamiento, incluso mecanización del proceso. Todo ello permite que hoy en día el compostaje de los residuos orgánicos se adapte a toda clase de situaciones rurales, urbanas o industriales.

El proceso de compostaje es una descomposición aeróbica de residuos orgánicos, en condiciones controladas, en el que se consigue un producto más o menos estable y aplicable al suelo como un abono.

Los procesos internos del compostaje y la calidad del producto final están influenciados por la proporción de los diferentes componentes de la mezcla, tales como los restos de materias vegetales, el estiércol, la paja, la tierra, etc. El troceado de las partículas sólidas, las dimensiones y las formas del montón, su contenido en humedad, determinan el nivel de aireación del compost, el proceso de fermentación y el grado de temperatura al que llega.

[www.airelibrelapalma.org/EL%20COMPOSTAJE%20DE%20RESIDUOS.doc](http://www.airelibrelapalma.org/EL%20COMPOSTAJE%20DE%20RESIDUOS.doc)

**OBJETIVO:**

Elaborar una monografía que recopile información sobre la composta, su elaboración y sus beneficios.

## **REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1 Agricultura orgánica.**

La agricultura orgánica nace en la Gran Bretaña después de la segunda guerra mundial, teniendo como base la protección del suelo, la fertilización orgánica y la conservación de la diversidad. Todo esto con la finalidad de aumentar la calidad y la productividad, además de preservar el ecosistema.

La agricultura orgánica comparte mucho con la agricultura tradicional pues no contamina y además conserva la cultura y garantiza una vida digna. Este tipo de agricultura también ofrece mucha potencialidad para la comercialización.

La agricultura es un proceso natural que depende de un ecosistema en el que un conjunto de factores influyen para determinar el resultado de una siembra. Ese conjunto de factores –la interacción de poblaciones, los flujos de energía, los ciclos de nutrientes y del agua, la sucesión ecológica, entre otros– son procesos interdependientes; no podemos afectar una variable sin modificar todo el conjunto.

[www.union.org.mx/guia/actividadesyagravios/agriculturaorganica.htm](http://www.union.org.mx/guia/actividadesyagravios/agriculturaorganica.htm)

La agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Hace hincapié en la utilización de prácticas de gestión, con preferencia a la utilización de insumos no agrícolas. Esto se consigue aplicando, siempre que es posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización

de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema.

[www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/esp/revista/9901sp3.htm](http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/esp/revista/9901sp3.htm)

La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico. En el intento de describir más claramente el sistema orgánico se usan también términos como "biológico" y "ecológico". Los requisitos para los alimentos producidos orgánicamente difieren de los relativos a otros productos agrícolas en el hecho de que los procedimientos de producción son parte intrínseca de la identificación y etiquetado de tales productos, así como de las declaraciones de propiedades atribuidas a los mismos.

[www.fao.org/organicag/frame1-s.htm](http://www.fao.org/organicag/frame1-s.htm)

La agricultura orgánica se define como un sistema de producción que utiliza insumos naturales y prácticas especiales: aplicación de compostas y de abonos verdes, control biológico, asociación y rotación de cultivos, uso de repelentes y fungicidas a partir de plantas y minerales, entre otras. A cambio, prohíbe el uso de pesticidas y fertilizantes de síntesis química. Esta forma de producción incluye el mejoramiento de los recursos naturales y de las condiciones de vida de quienes llevan a cabo estas prácticas. Esto se explica en mayor medida a los altos precios a los que se ofrecen estos productos en el mercado (en algunos casos, el valor de estos precios es superior entre un 20 y 30% en el mercado en comparación a los alimentos cultivados convencionalmente), aunque también los demandantes de estos productos exigen una garantía de que los métodos empleados para el cultivo de estos productos sean plenamente certificados.

Los materiales orgánicos son aquellos que provienen de los residuos vegetales y animales. Los restos vegetales se derivan tanto de los cultivos como de las plantas naturales y de los llamados abonos verdes. Los restos animales provienen de los animales muertos, tanto de la fauna en general, como de la fauna edáfica; de las deyecciones y abonos orgánicos como el estiércol, el guano, harinas de sangre, etc. (Rodríguez, 1982).

### **Situación mundial.**

De acuerdo a información emitida por una agencia Alemana dedicada a la investigación de la agricultura orgánica a principios del año 2001, se cultiva bajo esta técnica alrededor de 15.8 millones de hectáreas en el mundo; de las cuales, Australia aporta prácticamente el 50% del total, con una superficie de 7.6 millones de hectáreas. Le sigue en orden de importancia Argentina, con un área de aproximadamente 3 millones de hectáreas, y en lejanos tercer y cuarto lugares Italia y los Estados Unidos de América, con 985,687 y 900,000 hectáreas, respectivamente. (Cuadro 1).

| país            | Hectáreas orgánicas |
|-----------------|---------------------|
| Australia       | 7,654, 924          |
| Argentina       | 3,000, 000          |
| Italia          | 958, 687            |
| E. U. A.        | 900, 000            |
| Alemania        | 452, 279            |
| Reino unido     | 380, 000            |
| España          | 352, 164            |
| Francia         | 316, 000            |
| Austria         | 287, 900            |
| Canadá          | 188, 195            |
| Suecia          | 174, 000            |
| Finlandia       | 147, 423            |
| Dinamarca       | 146, 685            |
| Rep. Checa      | 110, 756            |
| México          | 102, 802            |
| Brasil          | 100, 000            |
| Resto del mundo | 544, 509            |
| Total           | 15, 816, 324        |

**Cuadro 1 Superficie destinada a la agricultura orgánica en el mundo.**

En lo que respecta a regiones (sin contar Australia) el continente Americano registra la mayor superficie destinada a los cultivos orgánicos, con un total de 4.3 millones de hectáreas (3.2 millones de Has. en la zona sur del continente y 1.1 millones en Norteamérica); le sigue en orden de importancia el continente europeo, con un total de 3.7 millones de Has.; mientras que en Asia y en África es muy marginal la producción de este tipo de bienes, destinándose

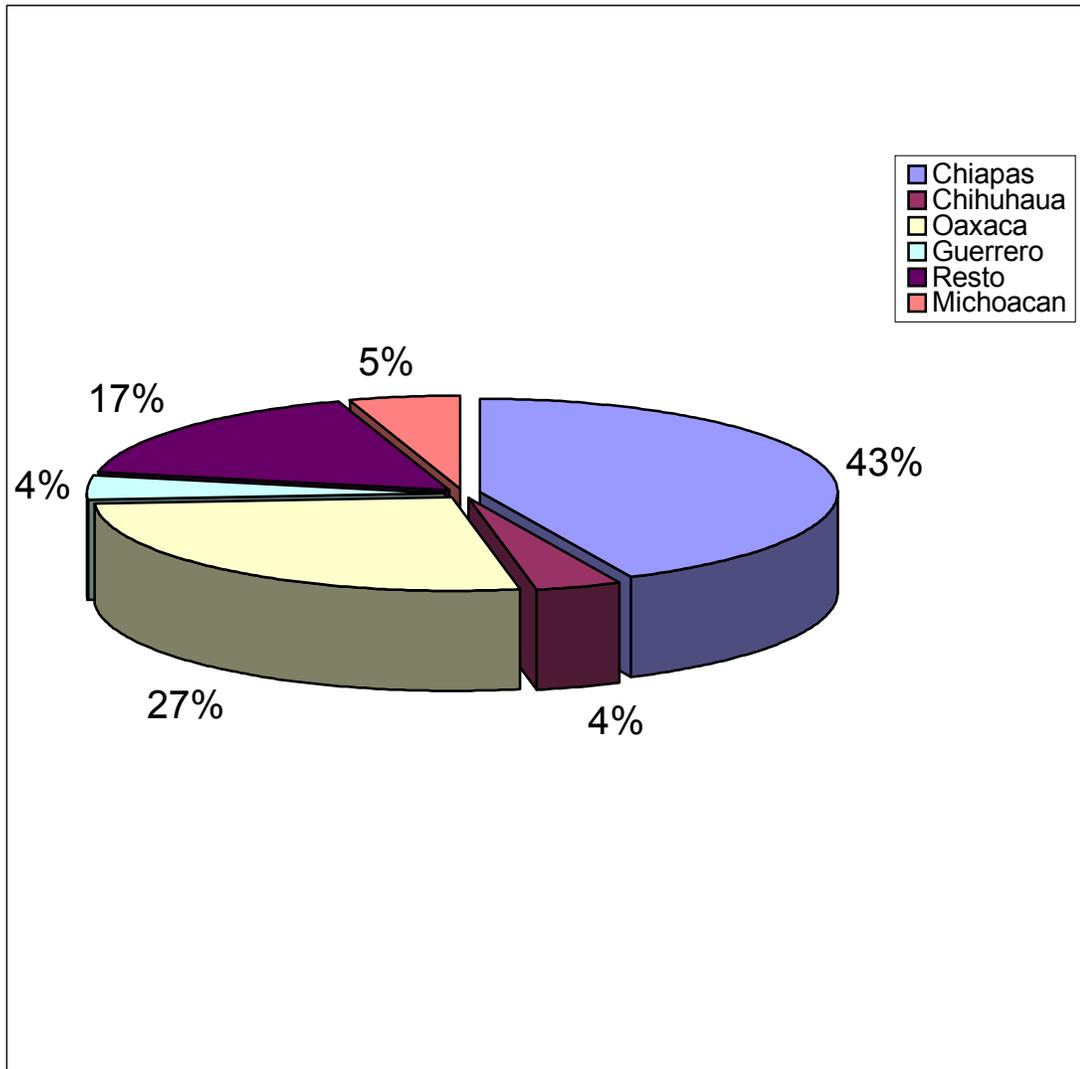
en el primer continente tan sólo 50 mil hectáreas aproximadamente, y en el segundo 20 mil has.

A pesar del crecimiento importante que se ha dado en la producción orgánica de alimentos, el porcentaje de tierras cultivadas para estos productos aún representa niveles muy inferiores respecto al total de tierra destinada a la agricultura de cada país. Según información emitida por la FAO, la superficie destinada a los cultivos orgánicos en nuestro país representa tan sólo 0.08% del total de la tierra cultivable en nuestro país.

### **Situación nacional.**

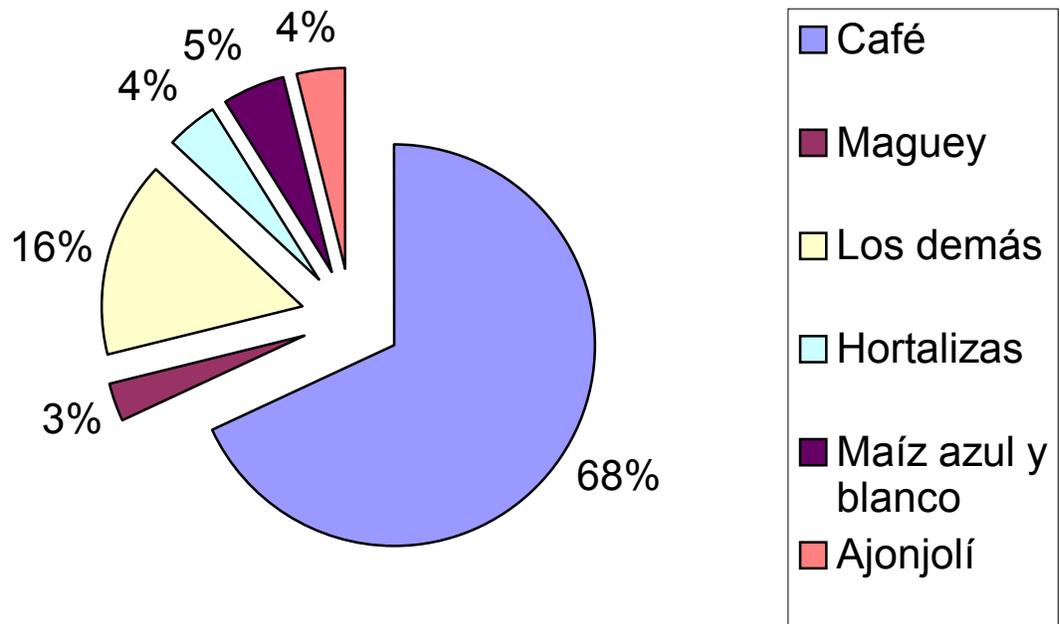
Para el caso de México, en el año 2000 se registró un total de 102,802 hectáreas de cultivos dedicados a la producción orgánica. Los estados de Chiapas y Oaxaca son por mucho los estados que cuentan con la mayor superficie de este cultivo, aportando el 43% y 27%, respectivamente (70% del total nacional en conjunto). Asimismo, ambos estados aportaron la mayor parte del crecimiento observado en el área de cultivo de orgánicos de los últimos años. Le siguen en orden de importancia Michoacán, Chihuahua y Guerrero. (Gráfica 1) Se estima que para el año 2000 habían un total de 47,987 productores dedicados a la producción orgánica en México, la gran mayoría (casi el 60%) se dedican al cultivo del café. (Gráfica 2).

[www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/organico.html](http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/organico.html)



**Gráfica 1 Superficie de cultivos orgánicos por estado.**

## productos cultivados en tierras orgánicas



Gráfica 2. Productos cultivados en tierra orgánicas.

## **2.2 HISTORIA DE LA COMPOSTA.**

De acuerdo con la historiografía, los materiales orgánicos fueron los primeros productos que se utilizaron en la fertilización de los cultivos. Aquí en México la importancia de estos materiales fue conocida por las culturas prehispánicas, ya que en el valle de México los Aztecas formaban las chinampas con suelos orgánicos o cieno rico en materia orgánica, porque así obtenían mejores cosechas. (CNIA y SARH, 1982).

Saldivar (1998), dice que las investigaciones sobre materia orgánica iniciaron en el siglo XVIII, con la aparición del Primer Manual de Química Agronómica escrita por Walerius en 1761, donde se habla de la formación de humus y su capacidad para absorber el agua, y consecuentemente sustancias nutritivas.

La preparación y uso de la composta, es tan antiguo como la misma agricultura, sin embargo, fue hasta el año de 1948 cuando Howard en la India preparó un compost cuya metodología llamó Proceso Indore, y consistió en colocar estratos de estiércol y basura en forma continua en Zanjas, fosas o simplemente formando pilas, removiéndolas continuamente cada tres meses para conservar la humedad necesaria para su fermentación.

## **2.3 USO DEL TÉRMINO.**

La palabra composta proviene del latín componere, que significa "juntar". Una composta es la aglomeración de restos de materia orgánica que se descomponen de manera natural por la actividad de los microorganismos. En un ambiente adecuado, estos microorganismos convertirán los desperdicios en un material de color marrón oscuro, con olor a humus.

[www.universidaddelhogar.com/articulo.php?id\\_articulo=16](http://www.universidaddelhogar.com/articulo.php?id_articulo=16)

## **2.4 INICIO DE SU APROVECHAMIENTO.**

El compostaje de los materiales orgánicos ha sido practicado durante cientos de años por agricultores en diversas partes del mundo. Probablemente el ejemplo mas significativo es el de los Chinos en los deltas de los ríos, ya que mediante la integración al suelo de los residuos de cosecha, basuras y barro aluviales transportados por ríos y canales, han sido capaces de mantener alta densidad de población, sin que la fertilidad y estructura se hayan deteriorado. Hutchinson y Richard (1986) (citado por coronel, 1996).

## **2.5 LA COMPOSTA.**

La composta es la descomposición y estabilización de sustratos orgánicos bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termofílicas que son la resultante de los procesos biológicos mismos, que concluyen, con un producto final suficientemente estable para ser almacenado y aplicado al suelo sin efectos adversos al medio ambiente, es una forma de estabilizar los residuos, pero requiere condiciones especiales de humedad y aireación para generar temperaturas termofílicas. (Haug, 1980).

Deffis (1991), define a la composta como un producto negro, homogéneo y por regla general, de forma granulada, sin restos gruesos. Al mismo tiempo, es un producto húmico y cálcico; es un fertilizante químico por su aportación de microelementos al suelo, y su valor es muy apreciado.

Treviño (1887), menciona que se denomina composta al producto obtenido de la degradación aeróbica y termofílica de los materiales putrescibles de la basura por la acción de los microorganismos, compuesto hecho en su

mayor parte por productos originados del suelo, y que al humificarse mediante un proceso acelerado de descomposición bacteriana, dan como resultado un mejorador orgánico de suelos cuyo valor energético y nutritivo es superior en general a cualquier tipo de estiércol. Su contenido de nutrimentos suele fluctuar ampliamente.

En la naturaleza se producen anualmente cantidades enormes de materia orgánica como resultado del proceso de la fotosíntesis, materia orgánica que acabará en el suelo en forma de humus, proceso de humificación lento; sin embargo, este puede ser acelerado, amontonando la materia orgánica, y promovido en ella el proceso denominado composting, y que consiste en la humificación artificial y acelerada de materia orgánica por una población microbiana en condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. (Canovas et al, 1993).

Como composta se entiende, el material que se obtiene producto de la acción microbiana controlada, teniendo como materia prima desechos orgánicos. La composta es materia orgánica de diversas fuentes, mineralizada por microorganismos que pueden ser inoculados. (Noriega, Altamirano y Cruz, 2002).

## **2.6 PROCESO DE COMPOSTEO.**

El proceso de composteo empieza con una colección heterogénea de material orgánico, que contiene una población grande de hongos y bacterias.

Estos microorganismos se desarrollan y comienzan el proceso de descomposición en el momento en que se presentan condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación. Esta actividad microbiana producirá un aumento de temperatura a consecuencia de las oxidaciones biológicas exotérmicas y dado que la materia orgánica posee muy mala conductividad térmica esta actúa como aislante térmico, causando que la mayor parte del calor producido permanezca dentro de la pila de material orgánico. La pila se enfriará posteriormente al disminuir la descomposición. (Oscar Monroy H. Gustavo Viniegra G. 1990).

El compostaje era un proceso lento y no siempre se conservaban al máximo los nutrientes vegetales contenidos en los residuos y casi nunca se aseguraba una higiene de la mezcla.

El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aeróbico que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la transformación de un residuo orgánico en un producto estable, aplicable al suelo como abono.

[www.innova.es/lifeverd/proceso\\_cont2.htm](http://www.innova.es/lifeverd/proceso_cont2.htm)

## **2.7 TIPOS DE DESCOMPOSICIÓN**

La descomposición de la materia orgánica puede producirse en presencia de oxígeno (aeróbica) o en su ausencia (anaerobia).

**Descomposición aeróbica.** Este es el proceso que se lleva a cabo comúnmente en una composta, pues la acción de los microorganismos depende de la presencia de oxígeno y de otras condiciones tales como temperatura, humedad, pH, tipo de materia orgánica y concentración de

nutrientes disponibles. Todos estos factores ocurren de manera simultánea y la eficiencia de la elaboración de la composta se basa en el manejo adecuado de estos.

**Descomposición anaerobia.** En este tipo de descomposición los microorganismos utilizan para la respiración o fermentación otros elementos que no son oxígeno y va acompañada de olores desagradables por la formación de gases, que pueden ser utilizados como combustibles.

[www.arpet.org/archivos/boletines/25\\_99.htm](http://www.arpet.org/archivos/boletines/25_99.htm)

## **2.8 FASES DEL PROCESO DE COMPOSTAJE.**

Según Canovas *et al* (1993), el proceso de composting o compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura:

**Mesofílico.** En la primera etapa del compostaje aparecen las bacterias y hongos mesófilos, con predominio de las primeras. 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.

**Termofílico.** En esta fase se presenta una descomposición más rápida de la materia orgánica. Alcanza ya la temperatura de 40° C, continúan los organismos termofílicos con la labor. Si existe nitrógeno en exceso este se libera, en forma de amoníaco y el pH se hace alcalino. A 60° C, los hongos termofílicos mueren y la reacción es continuada por bacterias esporígenas y actinomicetos. A temperaturas por encima de los 66° C, las fracciones de celulosa y lignina casi no se modifican, pero si son atacadas las ceras, proteínas y hemicelulosas. Conforme el material fácilmente degradable va

siendo utilizado, la velocidad de reacción disminuye, y eventualmente la velocidad de generación de calor es menor que la velocidad de pérdida, a partir de la superficie del montón la masa empieza a enfriarse.

**De enfriamiento.** Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasan el centro y atacan la celulosa. Al bajar de 40 °C los organismos 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.

## **2.9 MICROORGANISMOS EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE.**

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, esos seres microscópicos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que puedan vivir y desarrollar la actividad de descomposición, necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. (<http://www.eula.cl/compostaje3.htm>)

El compostaje es un proceso dinámico debido a las actividades combinadas de una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos, ligados a una sucesión de ambientes. Y por eso, una población comienza a aparecer mientras otros están en su máximo o ya están desapareciendo, complementándose las actividades de los diferentes grupos.

En la primera etapa del compostaje aparecen las bacterias y hongos mesófilos, con predominio de los primeros. Cuando la temperatura llega alrededor de los 40 °C aparecen las bacterias y los hongos termófilos, además de los primeros actinomicetos. Por arriba de los 70 °C cesa la actividad microbiana. A lo largo del proceso van apareciendo formas resistentes de los microorganismos cuando las condiciones de temperatura hacen inviable su actividad.

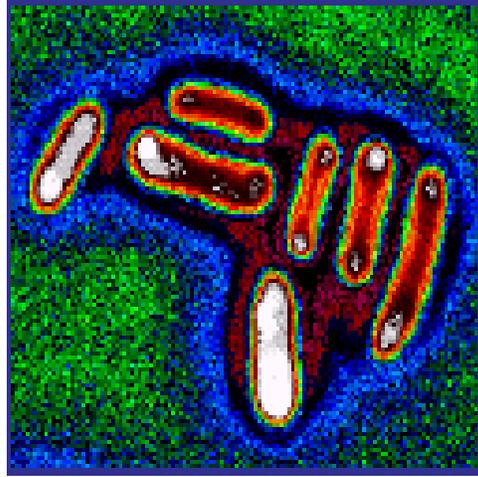
Cuando la temperatura vuelve a bajar, reaparecen las formas activas, presentando entonces mucha actividad los protozoos, nemátodos, miriápodos, etc.

[www.innova.es/lifeverd/proceso\\_cont2.htm](http://www.innova.es/lifeverd/proceso_cont2.htm)

En la pila de residuos a compostar, va a formar un microhábitat con características muy diferentes del entorno, lo que propicia la aparición de organismos especialmente adaptados a esas condiciones, que se clasifican según el nivel en el que se encuentren de la red trófica:

**1. Consumidores Primarios:** son aquellos que consumen directamente materia orgánica muerta, tales como:

**Bacterias:** son los organismos más pequeños, numerosos y los primeros en comenzar el trabajo, desempeñan el papel más destacado en la descomposición de la materia ya que poseen una amplia gama de enzimas capaces de romper químicamente una gran variedad de compuestos orgánicos. Son organismos unicelulares con formas variadas, los cocos poseen forma de esfera, los bacilos de bastón (figura 1) y las espirillas y espiroquetas forma espiral.



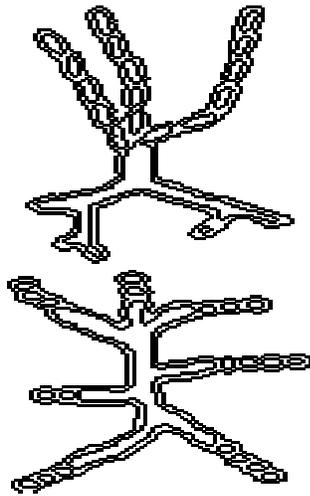
**Figura 1. Bacteria.**

**Hongos:** menores en número que las bacterias o actinomicetos pero con mayor masa. Son responsables de descomponer polímeros vegetales complejos, demasiado secos, ácidos o pobres en nitrógeno para ser descompuestos por bacterias, permitiendo a estas continuar el proceso de descomposición una vez que la mayor parte de dichos polímeros han sido degradados. La mayoría viven en las capas externas del compost cuando la temperatura es alta, creciendo en forma de filamentos, formando colonias blancas o grises de textura aterciopelada en la superficie de la pila. (Figura 2).



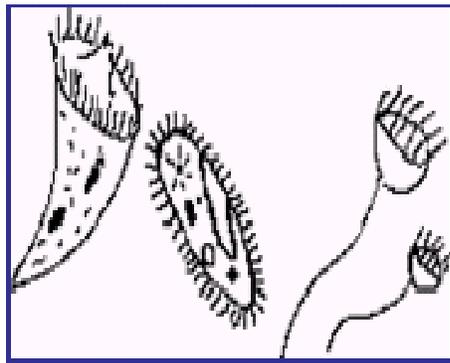
**Figura 2. Hongo.**

**Actinomycetos:** van a dar el olor característico a tierra ya que son especialmente importantes en la formación del humus, son bacterias filamentosas, carecen de núcleo como las bacterias pero poseen filamentos multicelulares como los hongos lo que los hace muy similares. Sus enzimas les permiten romper químicamente residuos ricos en celulosa, lignina, quitina y proteínas. Con frecuencia producen antibióticos que inhiben el crecimiento bacteriano. Poseen forma alargada con filamentos que se extienden como telas de araña grises, suelen aparecer al final del proceso de descomposición en los primeros 10-15 centímetros de la superficie de la pila. (Figura 3).



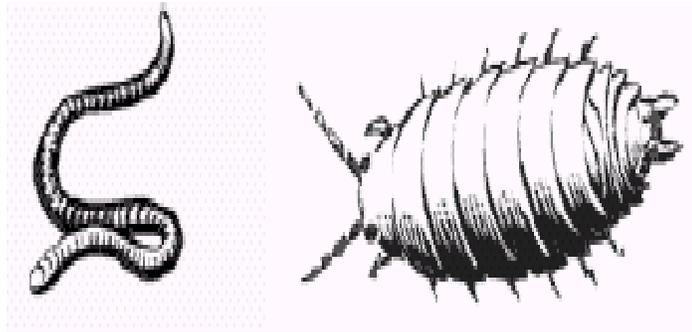
**Figura 3. Actinomiceto.**

**Protozoos:** son organismos unicelulares que se encuentran en las gotas de agua presentes en el residuo a compostar, su importancia en la descomposición es muy escasa, obtienen su alimento de la materia orgánica de la misma manera que las bacterias aunque pueden actuar también como consumidores secundarios ingiriendo hongos y bacterias. (Figura 4)



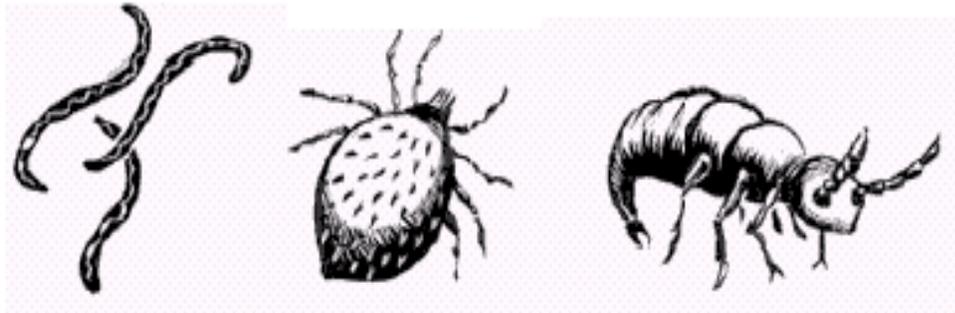
**Figura 4. Protozoos.**

**Macroorganismos fermentadores:** organismos visibles que consumen la materia orgánica directamente, tales como lombrices, moscas, ácaros de fermentación, cochinillas, caracoles, (Figura 5 ) etc. Son más activos en las etapas finales del compostaje.



**Figura 5. Macroorganismos fermentadores.**

**2. Consumidores secundarios:** macroorganismos que se alimentan de los anteriormente citados consumidores primarios. Dentro de este grupo podemos citar tijeretas, ácaros de molde, rotíferos, protozoos, escarabajos, nematodos y gusanos planos de tierra. (Figura 6).



**Figura 6. Consumidores secundarios.**

**3. Consumidores terciarios:** van a alimentarse de materia orgánica viva, tanto de consumidores primarios como secundarios. En este grupo encontramos arañas, pseudo escorpiones, ácaros predadores, ciempiés, hormigas y escarabajos.

[www.compostadores.com/v2/imgarticulos/Compost\\_domestico\\_M\\_Rey.pdf](http://www.compostadores.com/v2/imgarticulos/Compost_domestico_M_Rey.pdf)

## **2.10 FACTORES CONDICIONANTES DEL COMPOSTAJE.**

**Volumen.** Una pila grande de compost retiene el calor de su actividad microbiológica. Su centro será más cálido que sus bordes. Con menos de 50 cm habrá problemas para mantener el calor, mientras que más de 100 cm no permiten el paso de aire suficiente al centro para la vida de los microbios.

**Grado de trituración.** La descomposición de la materia orgánica por los microorganismos tiene lugar, preferentemente, en la superficie en contacto con el aire. Cuanto mayor sea la superficie de los residuos en que deban trabajar los microorganismos, más rápidamente se descomponen los materiales.

**pH.** Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH = 6 –7.5).

El pH varía a lo largo del proceso. En la primera fase, fase mesófila, puede bajar por la formación de ácidos, para volver a aumentar posteriormente. Aumentos fuertes de pH pueden facilitar la pérdida de nitrógeno en forma amoniacal.

Si se produce acidificación, se corrige con la adición de cal apagada, y, si por el contrario, se alcaliniza la masa, se añaden sales ácidas o azufre en polvo para la corrección. Es difícil manipular el pH del residuo a no ser que se incorpore algún residuo de pH complementario.

**Relación Carbono/Nitrógeno.** 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 a uno es la adecuada, si bien no todos los residuos tienen un mismo tipo de materia orgánica con la misma biodegradabilidad. Si la relación C:N es muy elevada, disminuye la actividad biológica; sin embargo, si la materia orgánica a compostar es poco biodegradable, la lentitud del proceso tendrá esta causa, y no la falta de nitrógeno. Una relación C:N muy baja no afecta al proceso de compostaje, pero se pierde el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Dado que uno de los objetivos del compostaje es la conservación de nutrientes, no podemos permitir esta pérdida. La mezcla de distintos residuos con diferentes relaciones C:N puede solucionar el problema.

[www.obras.unam.mx/composta/composta.html](http://www.obras.unam.mx/composta/composta.html)

Cuando hay una relación C/N mayor a 33 en los residuos vegetales el proceso de descomposición es más prolongado. Cuando la relación C/N está entre 17 y 23 a uno hay un equilibrio adecuado en la producción de humus, cuando hay una relación menor a 17 hay una descomposición muy rápida y contiene suficiente nitrógeno para las plantas (Noriega,, Cruz, Altamirano, 2002).

**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. Debe ser suficiente para mantener la actividad microbiana sin que en ningún momento aparezcan condiciones anaerobias, que, además de entorpecer el proceso, dan lugar a la aparición de olores y a un producto de inferior calidad. Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad adecuada en la masa.

Para conseguir un buen y rápido compostaje es necesario un buen aporte de oxígeno. La base principal del proceso de fabricación del compost es una buena aireación de la masa. La demanda de aire está calculada en torno a 15-20 m<sup>3</sup>/Tm/día, y depende de muchos factores, como el material, la textura, la humedad, o la manera y frecuencia de voltear la pila.

[www.obras.unam.mx/composta/composta.html](http://www.obras.unam.mx/composta/composta.html)

El consumo de oxígeno es directamente proporcional a la actividad microbiana, por eso existe una relación directamente proporcional entre el oxígeno consumido y la temperatura. La mayor cantidad de oxígeno se requiere durante la fase inicial de la descomposición, debido al crecimiento de la población microbiana y la gran actividad bioquímica, durante la fase de estabilización, la demanda crece. (Noriega,, Cruz, Altamirano, 2002).

**Temperatura.** Factor que es muy importante cuidar, pues de él depende tanto la velocidad de proceso así como la presencia o ausencia de los microorganismos biodegradadores, como bacterias y hongos, los cuales por virtud de este factor son clasificados en: mesófilos, que son aquellos que se desarrollan de manera óptima a temperaturas entre los 25 °C y los 45 °C

presentándose en las etapas iniciales y finales del proceso; termófilos, son aquellos que prefieren temperaturas entre los 45 y los 70 °C

[www.obras.unam.mx/composta/composta.html](http://www.obras.unam.mx/composta/composta.html)

Al comienzo de la oxidación, actúan ciertas bacterias y hongos que necesitan oxígeno y que toleran temperaturas moderadas (mesófilos). Al poco tiempo el montón de composta comienza a calentarse hasta unos 70° C y la flora bacteriana mesófila desaparece; tomando su lugar un grupo de organismos también aeróbicos que resistirán a esas temperaturas (termófilos). (Schnitman y Pipo, 1992).

Según Haug (1997), la temperatura máxima que se puede alcanzar biológicamente en un sistema de composteo oscila entre los 75 y 80° C, ocasionalmente se observaran reportes de temperaturas mas altas, pero no rebasaran los 90°.

En el proceso de degradación de los materiales orgánicos es fundamental la observación durante el tiempo de cómo se va dando el comportamiento de los microorganismos, la temperatura y el pH, de esta manera observamos (figura 7), que cuando la temperatura de la composta está alrededor de los 15 ° C (fase mesofílica) el pH tiene un punto de partida de 6.5, al incrementar la temperatura el pH tiende a acidificarse, sin embargo, cuando alcanza los 38 ° C dentro de la misma fase, el pH se incrementa gradualmente. Cuando la temperatura alcanza los 68 °C, en su fase termofílica se incremento el pH a 8.2, posteriormente tiende a disminuir el pH cuando se presenta la fase de enfriamiento, hasta alcanzar un pH de 7.5 manteniéndose en este rango en la segunda mitad de la fase de enfriamiento y de maduración; cuando la temperatura empieza a descender se inicia la fase de enfriamiento y esta

termina a los 18 °C, en este momento entra la fase de maduración hasta que la temperatura se mantiene constante en los 13 °C por un periodo de 60 a 90 días.

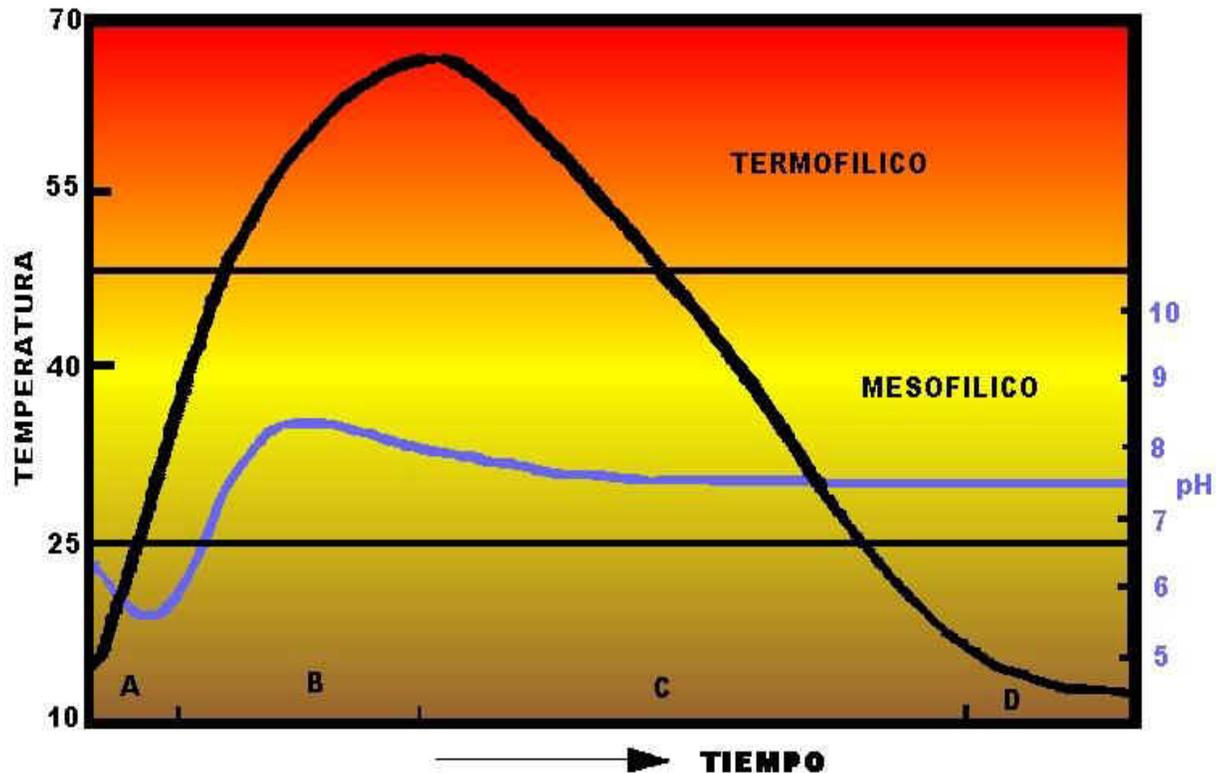


Figura 7. Relación entre temperatura y pH con respecto al tiempo de composteo. Las letras A, B, C, y D indican las fases de actividad microbiana: A es la fase mesófila, B corresponde a la fase termófila, C es la fase de enfriamiento y D es la fase de maduración.

**Humedad.** Los microorganismos necesitan agua. En teoría, los valores de humedad para que pueda darse una fermentación aeróbica están entre el 30 y el 70%, siempre que se asegure una buena aireación. Se deben evitar valores altos, pues se desplazaría el aire de los espacios entre partículas del residuo, y

el proceso pasaría a anaerobio. Si, al contrario, la humedad es demasiado baja, bajará la actividad de los microorganismos. <http://www.emison.com/5144.htm>

González et al (1985), dice que la humedad de la composta debe ser de aproximadamente un 70% en verano y un 55% en invierno, de manera que nunca llegue a la saturación, pues el proceso se detiene y aparecen solamente bacterias anaerobias, que hacen mas lenta la descomposición (fermentación) de los materiales.

Noriega, Cruz, Altamirano, (2002), mencionan que la actividad biológica disminuye cuando el contenido de humedad es menor de 12%; si existe un exceso de humedad hay descenso en la temperatura y olor desagradable del material. La actividad microbial disminuye cuando el nivel de humedad es cercano a 60% ya que la circulación de oxígeno es limitada.

**Población microbiana.** El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomycetos.

[www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp](http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp)

**Frecuencia de volteo.** El volteo del material a mano, o con una máquina, permite que el aire penetre. La agitación también ayuda a romper los pedazos más grandes del material. (Dalzell H. W., y Bridgestone A. J., 1991)

El volteo, además, sirve para homogeneizar la mezcla y su temperatura. Después de cada volteo, la temperatura disminuye de 5 a 10°C, subiendo de nuevo si el proceso no ha acabado.

Noriega, Cruz, Altamirano (2002), dicen que los volteos periódicos de las pilas se realizan con el propósito de suministrar oxígeno y extraer el calor producido dentro de la misma. Además mencionan que para determinar algunos intervalos óptimos en días para realizar los volteos se consideran factores como la temperatura y humedad

El comportamiento de la temperatura respecto a la frecuencia de aireación se observa (figura 8. Frecuencia de volteo) que cuando los movimientos se realizan cada tres días, la temperatura alcanza los 54 °C manteniéndose por un periodo de tres días aproximadamente; después de este periodo esta se incrementa hasta los 60 °C; por un periodo de 20 días, luego esta desciende a una temperatura de 55 °C. Cuando los movimientos se llevan a cabo cada 10 días, la temperatura se incrementa a los 50 °C, manteniéndose hasta por un período de 45 días acelerando así el proceso de descomposición, y por último, cuando los movimientos se realizan cada 30 días, es notorio que la temperatura se incrementa hasta alcanzar los 68 °C en un tiempo de 10 días, pero no se mantiene por mucho tiempo y ésta a descender gradualmente hasta alcanzar la temperatura ambiente que oscila entre los 25 y 30 °C.

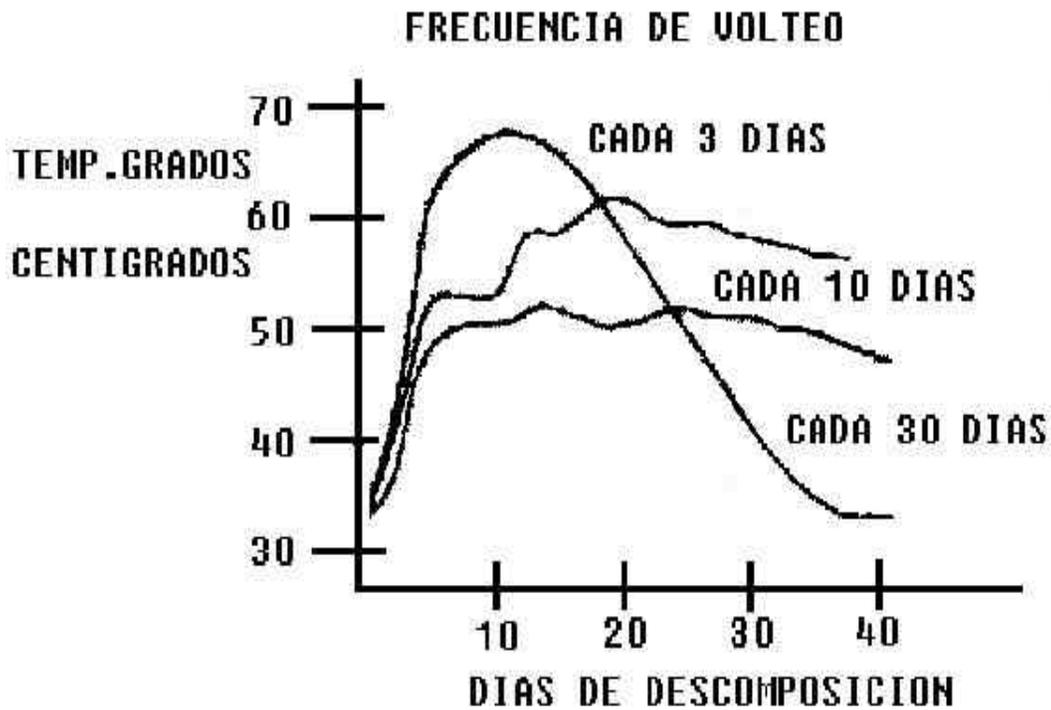


Figura 8. Frecuencia de volteo en una composta y el comportamiento de su Temperatura.

### 2.11 ELABORACIÓN DE LA COMPOSTA.

El método más común para producir compostas consiste en la acumulación de basuras, residuos vegetales, estiércol, hojarasca y residuos industriales de origen orgánico en forma separada o bien mezclados, formando pilas o montones en lugares dedicados para este propósito. Este montón puede hacerse directamente sobre el suelo o en plataformas especialmente diseñadas para este propósito. (Noriega, Cruz, Altamirano 2002).

Para iniciar una composta, las hojas y la basura del jardín se acumulan y se dejan descomponer, de preferencia en un depósito de 1.2 X 2.4 m., con lados inclinados para proporcionar buena aireación. Durante la estación seca se debe de añadir agua de tiempo en tiempo. La descomposición se acelera si al agregar material nuevo se esparce un poco de fertilizante nitrogenado entre cada lote. Para asegurar que se efectúe una descomposición uniforme, el material debe revolverse una vez por semana. Varios depósitos son preferibles a uno solo: uno para el material recién iniciado, otro para el material en descomposición y uno mas para la composta totalmente descompuesta lista para usarse. Para la completa descomposición en humus puede necesitarse de 12 a 24 meses, debido a que la composta puede contener semillas de malezas y nematodos, así como insectos y organismos patógenos dañinos, de preferencia debe pasteurizarse. (Hartmann y Kester, 1987).

Jeavons (1991), menciona los siguientes pasos para elaboración de un montón de composta:

- 1.- se afloja el suelo donde será construido el montón hasta una profundidad de 30 cm.
- 2.- Se coloca una capa de 8 cm de ramazón para facilitar la ventilación del montón.
- 3.- Se forma encima una capa de 10 cm de vegetación seca.
- 4.- Se pone después una capa de 5 cm de vegetación fresca y desperdicios de cocina.
- 5.- Se cubre el montón con una capa de tierra.
- 6.-Se añaden nuevas capas de vegetación seca, vegetación fresca con desperdicios de cocina y tierra, cuando se disponga de estos materiales
- 7.- Se deja la composta fermentándose de 3 a seis meses.

8.- Se riega el montón periódicamente hasta que este listo para usarse.

Los desechos orgánicos de origen vegetal, animal, contienen frecuentemente algunos patógenos, mediante la exposición de este material a temperaturas de 55 a 60° C alcanzadas normalmente dentro de una pila de composta, se produce una muerte efectiva de la mayor parte de los patógenos, malas hierbas y semilla de manera que los problemas no se trasladan a cultivos sucesivos.

Al final de la etapa de descomposición, el producto que queda en la pila de composta consiste en; 1) las partes mas resistentes de los desechos originales, particularmente la lignina o materiales leñosos; 2) productos intermedios formados durante el proceso; 3) los cuerpos de microorganismos muertos; 4) humus , el material complejo y estable formado por interacciones químicas complicadas entre los materiales 1, 2, 3; microorganismos vivos y pequeños animales del suelo; 6) material mineral (cenizas) traída con los desechos orgánicos originales en forma de suelo sobre las raíces de las plantas; 7) agua todavía presente, principalmente absorbida por la materia orgánica.

El composting razonable maduro, es un material migajoso marrón-negro. Al menos el 80% pasa a través de una malla con orificios de 5 mm de diámetro cuando se elabora a partir de residuos agrícolas. Se pueden reconocer algunos restos de aspecto pajizo o de tallos, por lo demás no puede ser distinguido el carácter de los restos originales. Tiene un color a tierra.

Si al composting se le deja solo por si mismo en la pila, los microorganismos continuaran el proceso de humificación hasta que se alcance la madurez completa, en cuyo momento la relación C/N en la composta será próxima a 10:1. Después los microorganismos continúan alimentándose del humus, emitiendo dióxido de carbono y desechos a la atmósfera, liberando los nutrientes y otros minerales contenidos en el humus. Este proceso es denominado mineralización, ocurre muy lentamente en climas templados pero mucho mas rápidamente a temperaturas tropicales y especialmente cuando esta expuesto a la luz solar intensa. Toda la materia orgánica desaparece eventualmente, quedando solo la materia mineral contenida en los desechos originales. Sin embargo, parte del nitrógeno se perderá. Los mismos procesos ocurren cuando el composting se mezcla con el suelo. El composting proporciona no solo alimentos para sus microorganismos, si no también para aquellos del suelo con el cual se mezcla.

En zonas muy industrializadas, en la que los residuos urbanos utilizados en la producción de composta pueden contener concentración significativa de metales pesados tóxicos, es necesario prevenir la acumulación de dichos metales en el suelo. De los metales que pueden estar presentes, los que con mayor probabilidad pueden ser tóxicos para las plantas son; el Cobre, Níquel, Zinc y posiblemente el Boro. Otros metales como el Cadmio, Plomo o Mercurio pueden estar también presentes, pero su concentración no es en general lo suficiente mente alto para tener un efecto adverso sobre el crecimiento de las plantas. El problema es, no obstante, que pueden acumularse en el tejido vegetales para dar concentraciones que podrían ser perjudiciales para la salud de los hombres y de los animales que consuman los cultivos. Existe una preocupación particular para el caso de cadmio, dado que se mueve con relativa facilidad desde las raíces hacia la parte aérea de la planta. (Dalzell et al, 1991).

## **2.12 TIPOS DE COMPOSTEROS.**

El compostaje casero permite transformar los residuos orgánicos sólidos (restos de jardín y de cocina) en abono orgánico. Utilizando como recipientes composteros de muy diversas formas y tamaños que permiten adaptarse a las condiciones de cada hogar.

Esta transformación se puede llevar a cabo en cualquier casa, sin ningún tipo de motor y sin gastos de mantenimiento. La basura que se genera de materia orgánica puede ser reciclada y retornada a la tierra en forma de humus para nuestras plantas y cosechas, por cada 100 Kg. de restos orgánicos se puede obtener 30 Kg. de abono. De esta manera contribuiremos a la reducción del peso y volumen de las basuras que se llevan a los vertederos e incineradoras con la consecuente mejora ambiental.

[www.arbolesornamentales.com/compostaje.htm](http://www.arbolesornamentales.com/compostaje.htm)

Existe una amplia gama de diseños, equipos y adaptaciones que son fácilmente aplicables en el medio urbano, en las casas, jardines, mientras que existen otros que resultan más apropiados para utilizarse en condiciones de campo, en ranchos, granjas, o en terrenos rústicos. (Capistrán, Aranda y Romero, 2001).

### **Sistema de pilas**

El compostaje en pilas es el sistema más sencillo. Lo construimos directamente sobre el suelo, donde se van depositando, por capas, los diferentes tipos de residuos formando una pila. Hay que tener en cuenta que la pila no es una estructura estable, por lo que el material tiende a esparcirse, sobre todo si llueve y la pila no esta cubierta. Las dimensiones mínimas que debe mantener la pila, son de 1 m de ancho por 1 m de alto. La longitud mínima

también es de 1 m, pero esta va incrementando según vamos generando residuos. Así a lo largo de la pila tendremos zonas de materiales con diferente grado de descomposición.

El otro sistema de compostaje, se basa en recoger el montón de residuos dentro de un recipiente que llamamos compostador. Hay compostadores de muchos tipos y formas, pero la función de todos ellos, es mantener el material ordenado, minimizar el espacio y tratar de mejorar la estética. Cuando nos inclinamos por la utilización de un compostador, éste podemos adquirirlo en establecimientos especializados, donde los encontramos de varios tipos. También podemos construirlo nosotros mismos, aprovechando materiales como pales, mallas metálicas, ladrillos, vigas, etc.

## **Cajones**

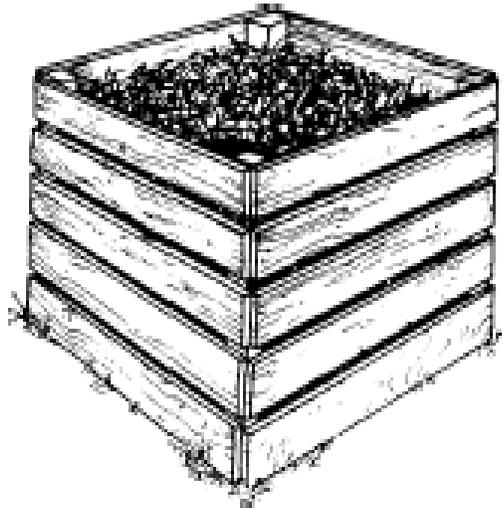
El equipo consiste en la construcción de un cajón donde depositamos los residuos.

Dentro de este sistema encontramos múltiples variaciones de distinta sofisticación. De los modelos más sencillos en los que utilizamos palés de madera a otros más complejos como construcciones de ladrillo, pasando por construcciones en madera o combinaciones de madera y malla metálica. Criterios estéticos, económicos y de durabilidad nos ayudan a escoger la mejor opción.

### **Cajón de madera.**

Construimos el cajón reutilizando palés o láminas de madera, formando un cubo de 1 x 1 x 1 m (figura 9). Podemos colocar un palé como base, para facilitar la circulación de aire por el material y otro en la parte superior para

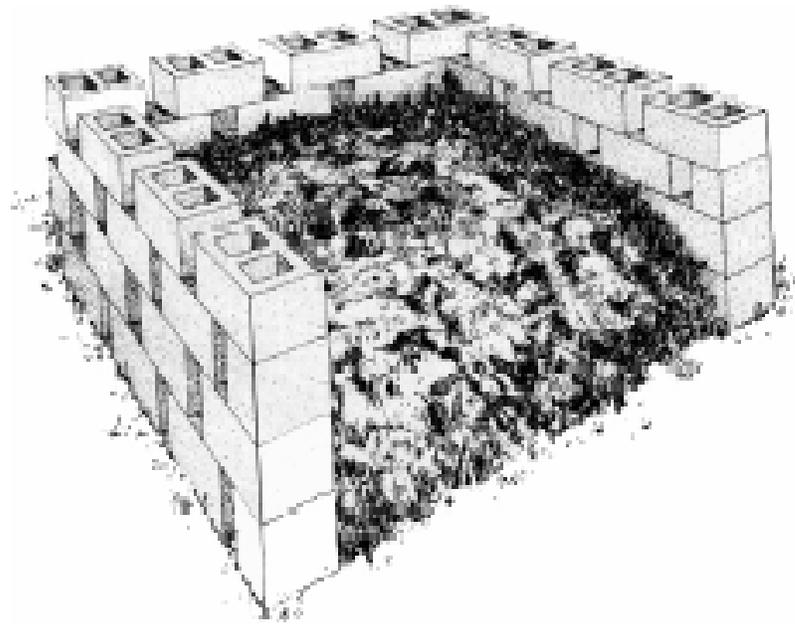
dificultar el acceso de animales. El coste puede variar en función de los materiales usados.



**Figura 9 Cajón de madera.**

### **Bloque de obra.**

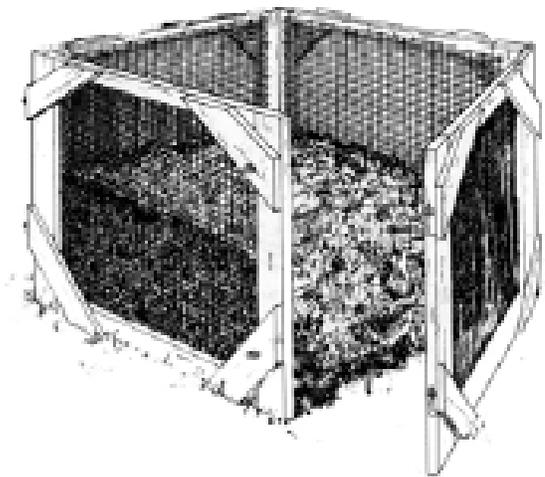
Es la unidad mas robusta y duradera, a la vez que la más cara. La construimos con 3 paredes de 1 x 1 m de obra vista (figura 10) o bloques de hormigón, formando una U. Si dejamos un espacio de 1 cm entre bloques, facilitamos la circulación de aire por el material.



**Figura 10. Compostero de bloque de obra.**

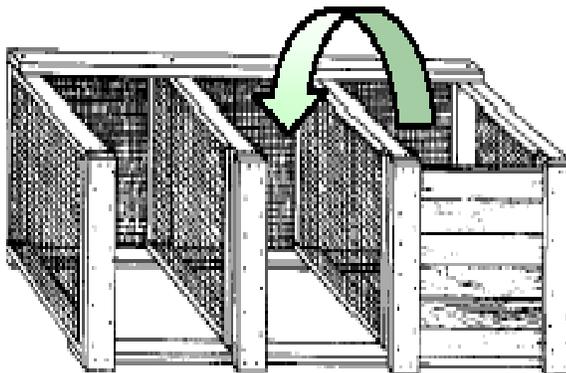
### **Combinado de madera y malla de alambre.**

Resulta relativamente caro de construir, pero es robusto y duradero. Montamos la estructura de un cubo con láminas de madera, esta se hace de soporte para las mallas alámbricas que forman las paredes (figura 11). La construcción requiere de herramientas de carpintería.



**Figura 11. Compostero combinado de madera y malla de alambre.**

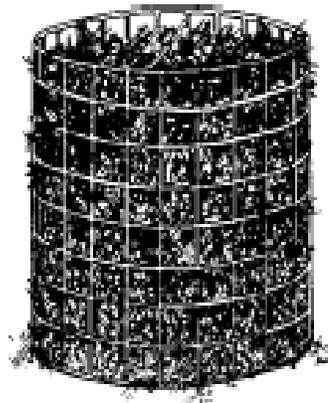
Cuando el volumen de residuos que producimos es elevado, podemos ampliar el cajón a dos o tres unidades, de esta forma trabajaremos en continuo, iniciando un nuevo proceso cuando en otra unidad todavía se está trabajando en una fase intermedia del compostaje (figura 12).



**Figura 12. Cajón de dos o tres unidades.**

## **MALLA ALÁMBRICA.**

Delimitar el área que ocupará nuestro montón de residuos con una malla alámbrica (figura 13) es una opción barata y de fácil construcción. Podemos fabricarlo con forma redonda o cuadrada, según dispongamos los postes que anclaran la unidad. Si construimos el contenedor sin postes o sin fijarlos en el suelo, podremos levantarlo y esto nos facilitará disponer del compost acabado que tenemos en la parte inferior, mientras que el material de la parte superior está todavía descomponiéndose. Necesitamos una malla galvanizada o metálica de unos 3 m de longitud y 1 m de anchura, alambres de sujeción y 3 o 4 postes de madera o metal. Unimos la malla de alambre a los postes con clavos o trozos de alambre, formando un cilindro o un cubo.



**Figura 13. Compostero de malla alámbrica.**

## Bidón

Debemos acondicionar el bidón para facilitar la circulación de aire en el interior. Lo hacemos abriendo tres filas de orificios de 3 cm de diámetro, cada 10-15 cm alrededor del contorno, y unos cuantos más en la base del bidón (figura 14). En la parte inferior, ponemos una capa de 5-10 cm de aserrín, paja o poda para que absorba el exceso de humedad y permita el drenaje del compost.



**Figura 14. Compostero de Bidón.**

[http://mie.esab.upc.es/ms/Cs\\_TrrPae\\_Cd\\_Manual\\_Compostaje.pdf](http://mie.esab.upc.es/ms/Cs_TrrPae_Cd_Manual_Compostaje.pdf)

**Las plantas de compostaje industrial** desarrollan una labor muy importante en las grandes áreas urbanas donde resulta más difícil compostar en casa debido a la falta de espacio y tierra.

Es necesario un tratamiento a gran escala para gestionar adecuadamente el volumen de restos orgánicos que se generan.

El nivel de impurezas del compost es del orden del 4% en una planta de compostaje, y el que se hace en casa, es exactamente lo que se deposita en el recipiente compostero.

[www.arbolesornamentales.com/compostaje.htm](http://www.arbolesornamentales.com/compostaje.htm)

Cuando se requiere trabajar con volúmenes mayores, es justificable la utilización de equipo motorizado, como camiones de volteo, tractores con pala frontal, remolques, trascabos o incluso maquinaria diseñada para este fin.

El manejo y operación de una planta de compostaje en escala industrial, debe realizarse con diseños apropiados que consideren desde su ubicación y abastecimiento, así como poder alojar las distintas áreas involucradas como son el acceso, maniobra, descarga, almacenamiento procesamiento, maduración, secado, tamizado, ensacado, bodegas, áreas de control y laboratorio entre otras.

Existen diferentes diseños de maquinas especializadas para cada uno de los pasos y etapas involucradas, desde su colecta y transporte inicial, hasta la aplicación de los productos en el campo mismo.(Capistrán, Aranda y Romero, 2001).

Si varios tipos de residuos van a ser compostados juntos, deben primero mezclarse completamente. Se necesita la mezcla para equilibrar la relación de nitrógeno y carbón, distribuir homogéneamente la humedad a lo largo de la pila y también asegurar una distribución pareja del oxígeno y esponjar el conjunto. Si están siendo compostados materiales con contenidos altos en nitrógeno, el mezclado es particularmente crítico. La mezcla se realiza con máquinas adecuadas.

Los distintos sistemas de compostaje intentan optimizar cada uno de los factores que intervienen en el compostaje, mediante diversos medios técnicos. En principio, ningún sistema es objetivamente el mejor, y las condiciones particulares de cada instalación deben evaluarse para desarrollar un programa exitoso de compostaje.

### **Pilas estáticas**

La tecnología para el compostaje en pilas es relativamente simple, y es el sistema más económico y el más utilizado. Los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila.

Las medidas óptimas oscilan entre 1.2 a 2 metros de altura, por 2 - 4 metros de anchura, siendo la longitud variable. La sección tiende a ser trapezoidal, aunque en zonas muy lluviosas es semicircular para favorecer el drenaje del agua.

Las pilas son ventiladas por convección natural. El aire caliente que sube desde el centro de la pila crea un vacío parcial que aspira el aire de los lados. La forma y tamaño óptimo de la pila depende del tamaño de partícula, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición, todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila.

El tamaño y la forma de las pilas se diseña para permitir la circulación del aire a lo largo de la pila manteniendo las temperaturas en la gama apropiada. Si las pilas son demasiado grandes, el oxígeno no puede penetrar en el centro, mientras que si son demasiado pequeñas no calentarán adecuadamente. El tamaño óptimo varía con el tipo de material y la temperatura ambiente.

Una vez constituida la pila, la única gestión necesaria es el volteo o mezclado con una máquina adecuada. Su frecuencia depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días.

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

Debe hacerse evitando que las máquinas volteadoras pasen por encima de la pila y la compacten. Los lados de las pilas pueden ser tan verticales como lo permita el material acumulado, que normalmente conduce a pilas sobre dos veces más anchas que altas.

Actualmente se tiende a realizarlo en naves cubiertas, sin paredes, para reutilizar el agua de los lixiviados y de lluvia para controlar la humedad de la pila. La duración del proceso es de unos dos o tres meses, más el periodo de maduración.

### **Pilas estáticas ventiladas**

El siguiente nivel de sofisticación del compostaje es la pila estática ventilada, en la cual se colocan los materiales sobre un conjunto de tubos perforados o una solera porosa, conectados a un sistema que aspira o insufla aire a través de la pila. Una vez que se constituye la pila, no se toca, en general, hasta que la etapa activa de compostaje sea completa.

Cuando la temperatura en el material excede el óptimo, unos sensores que controlan el ventilador lo activan para que inyecte el aire necesario para enfriar la pila abasteciéndola de oxígeno.

Debido a que no hay mecanismos para mezclar el material durante el proceso de compostaje, las pilas estáticas ventiladas se suelen usar para materiales homogéneos como los fangos, que mezclados con un substrato seco

y poroso como astillas de madera o serrín, forman una película líquida delgada en la que tiene lugar la descomposición.

Este sistema permite la rápida transformación de residuos orgánicos en fertilizantes. La ventilación controlada impulsa la actividad de los microorganismos artífices del proceso de compostaje. El sistema es también más económico por la poca intervención mecánica que se requiere. La capacidad del compostaje varía según el número de unidades de soplador y su tipo de modelo, así como también la naturaleza de los residuos orgánicos a tratar.

El proceso suele durar unas 4 - 8 semanas, y luego se apila el producto durante 1 - 2 meses para que acabe de madurar. Puede usarse en combinación con otras tecnologías de compostaje. Con un adecuado pre-tratamiento de los residuos orgánicos, el exceso de humedad y las condiciones anaerobias de fermentación pueden reducirse.

### **Sistemas cerrados**

Los procesos en túneles, contenedores o en tambor son procesos modulares que permiten ampliar la capacidad de tratamiento, añadiendo las unidades de tratamiento necesarias. El recipiente puede ser cualquier cosa, desde un silo a un foso de hormigón. Como se trata de sistemas cerrados, es posible tratar los olores producidos por una eventual descomposición anaerobia.

Comúnmente se hace uso de la ventilación forzada, similar en la operación a una pila estática ventilada. Los sistemas de silos confían en la gravedad para mover el material a través del mismo, y la carencia interna de mezcla tiende a limitar los silos a materiales homogéneos. Otros sistemas de compostaje en contenedores pueden incluir sistemas de mezcla interna que

físicamente mueve los materiales a través del contenedor, combinando las ventajas de los sistemas de pilas volteadas y pilas estáticas ventiladas.

Asimismo, se incorpora un sistema de ventilación para el aporte de oxígeno necesario a los microorganismos. De este concepto cabe resaltar el bajo consumo energético, sobre todo en el caso de procesos por cargas, y el poco personal necesario para la operación.

Las variables de proceso, tales como contenido de humedad, composición de nutrientes, temperatura, pH, cantidad de gas, tiempo de retención, etc., pueden ser controladas, dirigidas y optimizadas. Esto conlleva una degradación más rápida y completa con una mínima contaminación de los alrededores.

### **Compostaje en tambor**

El proceso de compostaje tiene lugar en un tambor de rotación lenta. Estos tambores pueden trabajar en continuo o por cargas y son de diferentes tamaños y formas. Están contruidos en acero y la mayoría de ellos incorporan aislamiento térmico, principalmente en países centroeuropeos y nórdicos.

El residuo orgánico, una vez pesado y registrado, es descargado en la zona de recepción. Desde aquí se deposita mediante pala cargadora, sin más preparación, directamente al alimentador de los tambores de compostaje. La alimentación del residuo y su distribución dentro del tambor se realiza de forma totalmente automática.

El proceso de descomposición tiene lugar dentro del tambor de compostaje. Gracias a la rotación intermitente de la unidad de compostaje, el material es desembrollado, homogeneizado y desfibrilado de forma selectiva con un resultado óptimo.

Las emisiones de olor, las cuales alcanzan máximos al principio de la descomposición, son extraídas por el sistema de ventilación del tambor y dirigidas a un bio-filtro para su eliminación. El líquido de los residuos, liberado durante la transformación de las sustancias orgánicas, es re-alimentado al residuo orgánico por la rotación intermitente del sistema, manteniéndose dentro del mismo.

Al final del ciclo, el material dispone de un óptimo grado de homogeneización, está desembrollado, no tiene ningún olor desagradable, es inocuo en lo que se refiere a la higiene humana, y tiene un contenido óptimo de humedad para la eliminación de contaminantes y para el compostaje secundario.

### **Compostaje en nave**

El proceso de compostaje tiene lugar en una nave cerrada. La ventilación se realiza mediante una placa en la base y/o con ayuda de diferentes tipos de unidades rotativas (volteadoras). Las plantas modernas están totalmente automatizadas y equipadas con volteadoras, las cuales se mueven por medio de grúas elevadoras y pueden alcanzar el compostaje total del área de la nave. Los procesos descritos pueden definirse en estáticos o dinámicos; en los primeros el residuo es ventilado sin rotación (compostaje en túnel o en contenedor), mientras que, en los segundos, el residuo es ventilado y volteado como sucede en los otros dos.

### **Tratamiento del olor**

El control de olores es uno de los intereses primarios en las grandes instalaciones de compostaje, especialmente si se ubican cerca de áreas residenciales. La buena gestión del proceso y el quehacer cuidadoso puede reducir los olores, pero en muchos casos todavía se requerirá algún método del

tratamiento del olor. Hay varias opciones para el tratamiento del olor, incluyendo el químico, la destrucción térmica y la bio filtración. En muchos casos, la bio filtración es la opción más económica y la más efectiva, y que, hoy en día, es de uso generalizado en la industria de compostaje.

<http://cipres.cec.uchile.cl/~cwehrhah/industrial.htm>

### **2.13 LOS ABONOS ORGÁNICOS Y LA FERTILIDAD DEL SUELO.**

Tal como ocurre con el Nitrógeno, el aprovechamiento del Fósforo y del Azufre contenidos en los abonos orgánicos se halla de cierta forma regulada por la relación de concentraciones de carbono y de aquellos elementos en el material orgánico. Si la relación C/P es igual o menor de 200, ocurre una mineralización del Fósforo orgánico durante la descomposición de la materia orgánica. Si por el contrario, dicha relación es igual o mayor de 300, ocurrirá una inmovilización del Fósforo aprovechable durante el mismo proceso.

Además de la aportación directa de nutrimentos vegetales de la materia orgánica al suelo, ésta forma complejos con los nutrientes presentes en el suelo o adicionados como fertilizantes manteniéndolos en forma aprovechable. Los efectos benéficos generales de la adición de abonos orgánicos al suelo se traducen en aumento de los rendimientos que muchas veces no se logra con los fertilizantes químicos.(Núñez, 1990).

### **2.14 CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LAS COMPOSTAS.**

Es indudable que la aplicación adecuada de abonos orgánicos a los suelos aporta mayores beneficios que los fertilizantes químicos, ya que además

de proporcionar elementos mayores, reintegran los elementos menores que de él son extraídos por las plantas y mejora otras características del suelo.

La empresa Delta produce un fertilizante orgánico que lo llama “OrganoDel”, este fertilizante orgánico es elaborado con estiércol de aves, bovinos y residuos vegetales, este producto tiene un contenido de nutrientes (cuadro 2) de:

|  |        |
|--|--------|
| Materia orgánica                         | 85%    |
| Humus                                    | 60%    |
| Ácidos húmicos                           | 10.1%  |
| Elementos Nutritivos                     | Kg/Ton |
| Nitrógeno                                | 39     |
| Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) | 23     |
| Potasio K <sub>2</sub> O                 | 34     |
| Calcio (Ca)                              | 64     |
| Magnesio (Mg)                            | 8.1    |
| Azufre (S)                               | 3.2    |
| Cobre (Cu)                               | 0.05   |
| Zinc (Zn)                                | 0.3    |
| Manganeso (Mn)                           | 0.3    |
| Fierro (Fe)                              | 2.2    |

**Cuadro 2. Contenido de nutrientes de la composta. Agroformuladora Delta.**

Una de las cualidades de la composta es el de tener un lento y sostenido flujo de sustancias nutritivas, que al ser aplicadas hace a las plantas fuertes y tolerantes al ataque de las plagas. En el cuadro 3 se describe el contenido nutrimental de una composta.

| Elemento             | Contenido Nutrimental (%) |
|----------------------|---------------------------|
| Nitrógeno            | 0.5                       |
| Fósforo              | 0.5                       |
| Potasio              | 0.5                       |
| Magnesio             | 0.3                       |
| Calcio               | 2.3                       |
| Sustancias orgánicas | 10-20                     |
| Microelementos       | Rico                      |

**Cuadro 3, Contenido nutrimental de una composta.**

Noriega, Altamirano y Cruz. 2002.

La misma empresa Delta recomienda aplicar las siguientes dosis (Cuadro 4) (modo de empleo) de este producto:

| Cultivo                                     | Dosis                                     | Aplicación   |
|---|---|--|
| Papas y tomates.                            | 600 a 1000 kg/ha                          | Al surco, a la siembra.  |
| Hortalizas.                                 | 800 1500 kg/ha                            | Al surco, a la siembra.  |
| Para rehabilitar suelos agrícolas agotados. | 3000 a 5000 kg/ha                         | Al voleo incorporado con rastra.                               |
| Árboles frutales                            | 5 kg al transplante, 25 kg en producción. | Distribuir e incorporar en el área de sombra.                  |
| Árboles ornamentales                        | 5 kg                                      | Distribuir e incorporar en el área de sombra.                  |
| Pastos y jardines                           | 5 kg/m <sup>2</sup> al establecimiento.   | Al voleo, incorporando y regando abundantemente.               |
|   | 3 kg/m <sup>2</sup> para mantenimiento    | Al voleo y regar   |
|   | 8 kg/m <sup>2</sup> para arroje           | Al voleo dejando 1.5 cm de las puntas de las hojas sin cubrir. |
| Campos de golf                              | 3000 a 5000 kg/ha                         | Al voleo y regar   |

#### **Cuadro 4. Dosis de composta. Agroformuladora Delta.**

En el C.B.T.a. No. 83, ubicado en Loma Alta, Mpio. de Gómez Farías, Tamp. Se estableció un experimento para determinar la composición química de compostas elaboradas con cachaza-estiércol. Se evaluaron tres tratamientos

que se generaron a partir de la mezcla de estiércol de bovino y cachaza de caña de azúcar. El tratamiento 1 correspondió a 2 ton de estiércol y 10 ton de cachaza; el tratamiento 2 lo conformaron 4 ton de estiércol y 7.5 ton de cachaza y el tratamiento 3 consistió en 6 ton de estiércol y 5 ton de cachaza.

En el cuadro 5 se presentan los valores promedios del análisis químico practicado a las compostas en su fase terminal. Se observa que el tratamiento 1 presenta los rasgos más altos de las determinaciones analíticas, el pH tiende a la alcalinidad en comparación con los otros dos valores obtenidos en los tratamientos evaluados, esto debido al efecto residual de la cachaza. El contenido nutrimental de esta composta registra valores medios para su disponibilidad. La relación C/N obtenida permitirá liberación moderada de Nitrógeno para los cultivos. Los tratamientos 2 y 3 se comportaron de manera similar debido a que en ambos casos se incrementa la dosis de estiércol y se disminuye la cantidad de cachaza.

| <b>DETERMINACIÓN</b> | <b>T-1</b> | <b>T-2</b> | <b>T-3</b> |
|----------------------|------------|------------|------------|
| Ph                   | 8.13       | 7.02       | 6.70       |
| N %                  | 2.35       | 2.06       | 1.97       |
| P %                  | 2.2.4      | 1.90       | 1.97       |
| K %                  | 0.64       | 0.45       | 0.40       |
| Ca %                 | 4.14       | 5.15       | 5.20       |
| Mg %                 | 1.44       | 1.10       | 0.80       |
| Mo %                 | 45.87      | 50.10      | 48.25      |
| C/N                  | 10.80      | 14.40      | 12.20      |

**Cuadro 5. Valores promedios del análisis químico practicado a las compostas. Sáens, G. A.**

[www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/4441/cbta/prospect/estratdes.html#composta](http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/4441/cbta/prospect/estratdes.html#composta)

## 2.15 FUNCIONES DE LA COMPOSTA EN EL SUELO.

- 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 de macronutrientes N, P, K y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C. I. C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- 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.

[www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp](http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp)

Por otra parte Jeavons (1991), menciona que las funciones de la composta en el suelo son:

**Mejora la estructura del suelo**, lo que significa que va a poder trabajarse mas fácil y tendrá una mejor aireación, una adecuada retención del agua. Además la composta, provee de nutrientes a las plantas y sus ácidos orgánicos hacen a los nutrientes del suelo mas disponibles para las plantas.

**Retención de humedad**, un suelo con un buen contenido de materia orgánica absorbe el agua de lluvia como un esponja y la pone a disposición de las plantas a medida que va necesiéndola.

**Aireación**, una tierra sana y suelta ayuda a que el aire se difunda en el suelo, además de contribuir al intercambio de nutrientes y de humedad.

**Almacenamiento de nitrógeno.** El montón de composta es un almacén de nitrógeno. Durante el periodo que dura el proceso de descomposición de la composta ese nutriente soluble en agua permanece retenido, y así se evita su lixiviación o su oxidación en el aire.

**Nivelador de pH ( efecto buffer).** En un suelo con contenido adecuado de composta ayuda a que las plantas resistan mejor el cambio de pH.

**Neutralizador de las toxinas del suelo.** Las plantas cultivadas en suelos con composta orgánica asimilan cantidades inferiores de pb, metales pesados y otros contaminantes urbanos.

**Alimento para la vida microbiana.** Una buena composta crea condiciones favorables para los organismos que viven en el suelo.

**Reciclamiento.** La tierra nos da alimento, vestido, alojamiento y nosotros cerramos el círculo ofreciendo fertilidad, salud y vida mediante la devolución de los materiales al lugar de donde provinieron.

Bertsh (1995), dice que uno de los efectos que tiene la materia orgánica sobre el suelo es sin duda el mejoramiento de la estructura, y por ende, de la disminución de la densidad aparente que puede ocasionar a un suelo ante el uso abundante y continuo de abonos orgánicos.

Los efectos nutricionales de estas condiciones se ven reflejados en la mayor penetración radical y el mejor movimiento del aire, agua y nutrimentos.

El contenido de materia orgánica de un suelo es determinante en las necesidades de nutrimentos; por influir en la capacidad de intercambio catiónico y en la capacidad del suelo para retener el agua. Los suelos que contienen una importante cantidad de materia orgánica (del 2.5 al 10 por ciento) estarán

sometidos a un menor grado de lavado y retendrán en forma disponible mayor cantidad de nutrimentos que los suelos con bajo contenido de materia orgánica, circunstancias que determinarán que disminuyan las necesidades de nutrimentos (Simpson, 1991).

## **2.16 TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN QUE SE HAN HECHO.**

En el campo agrícola experimental de la UAAAN, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, se realizó un trabajo de investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la composta en comparación de los fertilizantes inorgánicos sobre rendimiento en Triticale, concluyendo que la aplicación de la composta no surtió efectos significativos en la producción del cultivo. (Rojas, 1990).

Se estableció un experimento para determinar el efecto de la composta de basuras urbanas sobre la germinación de maíz, trigo, triticale, cebada, sorgo y frijol, así como también evaluar su efecto sobre la concentración foliar de nutrientes en plantas de maíz.

Las dosis para la determinación del efecto de composta sobre la germinación fueron: 0, 10, 15, 20, 25, 50, y 75 ton/ha, además de un tratamiento con composta es estado puro y un testigo absoluto que fue agua destilada. Los resultados obtenidos muestran que la composta afectó negativamente la germinación de sorgo, trigo y cebada. El frijol y maíz presentaron la mejor respuesta a germinación y vigor al comparar todas las especies.

Los niveles explorados de composta para la evaluación de concentración foliar de nutrimentos en maíz fueron 0, 5, 10, 15, 20 y 25 ton/ha, las cuales se adicionaron en dos fechas diferentes: la primera 15 días antes de la siembra y la segunda al momento de la siembra. Se encontró diferencia significativa entre

las dos fechas de aplicación estudiadas (cuadro 6), observándose que la mayor concentración de elementos mayores se encontró en plantas donde la aplicación de composta se realizó 15 días antes de la siembra. La concentración de micronutrientes fue mayor en aquellas plantas donde se aplicó la composta en el momento de la siembra.

Cuadro 6 Efecto de las aplicaciones de composta sobre las concentraciones foliares promedio de nutrimentos en plantas de Maíz. UAAAN 1991.

| Nutrimento | Dosis de compósta<br>ton/ha | aplicación       |                    |
|------------|-----------------------------|------------------|--------------------|
|            |                             | antes<br>Siembra | durante<br>siembra |
| N (%)      | 0                           | 2.7              | 2.25               |
|            | 5                           | 2.5              | 1.82               |
|            | 10                          | 2.7              | 1.62               |
|            | 15                          | 2.6              | 1.42               |
|            | 20                          | 2.5              | 1.23               |
|            | 25                          | 2.6              | 1.92               |
|            | P (%)                       | 0                | 0.21               |
| 5          |                             | 0.19             | 0.12               |
| 10         |                             | 0.23             | 0.14               |
| 15         |                             | 0.17             | 0.08               |
| 20         |                             | 0.20             | 0.11               |
| 25         |                             | 0.20             | 0.14               |
| K (%)      |                             | 0                | 1.66               |
|            | 5                           | 1.80             | 1.67               |
|            | 10                          | 1.80             | 1.70               |
|            | 15                          | 1.79             | 1.65               |
|            | 20                          | 1.75             | 1.55               |
|            | 25                          | 1.87             | 1.61               |
|            | Ca (%)                      | 0                | 0.61               |
| 5          |                             | 0.53             | 0.41               |
| 10         |                             | 0.47             | 0.36               |
| 15         |                             | 0.51             | 0.36               |
| 20         |                             | 0.58             | 0.37               |
| 25         |                             | 0.53             | 0.43               |
| Mg (%)     |                             | 0                | 0.37               |
|            | 5                           | 0.37             | 0.30               |
|            | 10                          | 0.40             | 0.34               |
|            | 15                          | 0.43             | 0.32               |
|            | 20                          | 0.31             | 0.27               |
|            | 25                          | 0.40             | 0.37               |

---

Briz I. J. M (1991).

Se realizó un estudio en condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, para evaluar el efecto de dos abonos orgánicos y tres niveles de fertilización química en cultivo de tomate.

Los tratamientos evaluados fueron la combinación de suelo con deyecciones de lombriz de pulpa de café y composta de cáscara de cacao como abonos orgánicos. En cuanto a fertilizantes químicos, se evaluaron los niveles de 0, 200 y 400 kg/ha de nitrógeno utilizando como fuente la urea, siendo los niveles de fósforo: 0, 150 y 300 kg/ha, utilizando como fuente el superfosfato simple.

Los resultados mostraron que para la altura de planta se obtuvo respuesta positiva con la interacción abono orgánico con niveles de nitrógeno, suelo con 200 kg/ha de nitrógeno resultó con 83.08 cm de altura, y las deyecciones de lombriz de pulpa de café con cero de nitrógeno fue de 82.83 cm, y para el nivel de 400 kg/ha fue de 82.75 cm.

La composta de cáscara de cacao y el nivel de nitrógeno de 400 kg/ha presentó el mayor valor de respuesta en diámetro de tallo con 8.42 milímetros.

El uso de abonos orgánicos en la mayoría de los tratamientos ocasionó una disminución en el pH del suelo.

Los tratamientos con composta de cáscara de cacao resultaron con contenido de potasio asimilable en el suelo. (Orellana, 1997).

Se realizó un trabajo de investigación (evaluando calabacita y lechuga), con el objetivo de hacer una comparación de un huerto familiar biointensivo con el tradicional en surcos, concluyendo que, el método biointensivo produce más rendimiento de calabacita por unidad de superficie por planta, dando frutos más pesados con una mayor longitud y diámetro, produce más lechuga por unidad de superficie y con mayor peso por planta. El método biointensivo con la incorporación de composta se mejora la estructura del suelo, además de retener la humedad, limitar la erosión entre otros. Este método, con la siembra cercana permite un aprovechamiento intensivo del espacio, reduce la evaporación e inhibe la proliferación de insectos y malas hierbas. (Hernández, 1997).

Se estableció un trabajo de investigación bajo invernaderos, para evaluar el comportamiento de diferentes cantidades de composta, así como también para evaluar la aplicación de composta y fertilizante químico conjuntamente en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*), concluyendo que: solo el uso de la composta puede ser no suficiente para cumplir los requerimientos nutricionales del cultivo, ya que lo que se aplica no está totalmente mineralizado, sino solo una parte, por lo que la aplicación de composta tiene efecto acumulativo y su acción se observa aun en ciclos posteriores a su aporte. La composta además de aportar nutrientes, funciona como mejorador del suelo. (Pacas, 2002).

## **2.17 EMPRESAS PRODUCTORAS DE COMPOSTA EN MÉXICO**

Existe una empresa que produce composta comercial, y distribuida por la Sociedad de Responsabilidad Limitada Microindustrial denominada “Cardón Gigante”, en Cd. Insurgentes, Baja California Sur, México. Esta composta es vendida a los productores orgánicos de la región.

[www.interciencia.org/v27\\_08/nieto.pdf](http://www.interciencia.org/v27_08/nieto.pdf)

Los productores de composta a gran escala son muy pocos y batallan mucho tanto con el campesino que espera ver resultados "mágicos" como con los productores y vendedores de agroquímicos que miran con muy malos ojos a alguien que les puede quitar su mercado cautivo.

En el estado de Veracruz la central cañera Motzorongo produce composta y Vermicomposta de "cachaza" en cantidades enormes y sus principales compradores son cañeros orgánicos, en Mérida; el municipio produce composta a partir de sus residuos de poda, en Cancún; Fonatur opera una planta que compostea biosólidos y los aplica a lo largo de las carreteras, en Zapopan, Jalisco en un lugar denominado "Tala" también se produce y vende composta de cachaza, tequila cuervo; usa y hace su propia composta

En el D. F., en Ciudad Universitaria muy recientemente empezaron a producir composta, también en la delegación Magdalena Contreras, Atzacotalco, Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo han comenzado a producir composta. Javier Montoya (correo electrónico: javzz@yahoo.com).

## **2.18 USOS DE LA COMPOSTA.**

Través (1962), menciona que el uso de la basura fermentada es aconsejable para las plantaciones de árboles frutales y para los pastizales, particularmente las partes mas finas, es decir, mayor fermentadas para la horticultura y la floricultura.

Millar (1964), menciona que las aplicaciones abundantes de composta conducen a condiciones físicas deseables en la mayoría de los suelos, incluyendo la gran absorción de agua y capacidad de retención, y al suministro de grandes cantidades de nutrimentos para las plantas a lo largo de toda la temporada cuando las condiciones climáticas son favorables para la descomposición.

En un estudio llevado a cabo en el cultivo de Rye grass, al cual se le hizo una aplicación de composta de basuras urbanas en diferentes dosis bajo condiciones de invernadero; se encontró que cuando la composta se adicionó al suelo, en ningún momento tuvo un efecto depresivo sobre la cosecha. Comprobándose que este producto tiene considerable cantidad de macro y micronutrientes, así como un efecto residual, por lo que su incorporación al suelo contribuye a incrementar su fertilidad de sete (Gallardo – Lara et al, 1979).

### **Beneficios de la composta.**

Estos beneficios pueden ser de tres tipos: privados; obtenido por los agricultores por la aplicación de este abono a sus cultivos, ambientales; por la mejora que se produce sobre el suelo y resto de recursos naturales, y sociales; por la generación de empleo que provoca éste tipo de gestión.

[www.uco.es/~es1bevej/artjb98c.htm](http://www.uco.es/~es1bevej/artjb98c.htm)

Ignatieff (1969), indica que el principal beneficio que ofrecen los tipos de compostas, estriba quizás no solo en las posibilidades de mejorar las condiciones físicas del suelo, sino también en el enriquecimiento en elementos nutritivos, principalmente en microelementos.

La materia orgánica mejora la porosidad del suelo, el drenaje, la ventilación y la capacidad de mantener la humedad y además reduce la compactación. La materia orgánica puede retener hasta diez veces su peso en agua. Además, la materia orgánica ayuda a la tierra a combatir contra extremos desequilibrios químicos, libera nutrientes en una amplia ventana de tiempo, actúa como un pulidor contra la absorción de químicos y metales pesados,

promueve el desarrollo de zonas saludables de raíces, suprime enfermedades asociadas con ciertos hongos y ayuda a las plantas a tolerar condiciones de sequía.

[www.ecochem.com/organico/t\\_cbct.html](http://www.ecochem.com/organico/t_cbct.html)

Hoitiniki, citado por Noriega, y cruz (2003), menciona que las enmiendas orgánicas tienen el potencial de proveer control biológico consistente de muchas enfermedades. Tanto patógenos foliares, vasculares como radiculares pueden ser afectados por el compost. Muchos factores influyen en estos factores benéficos. Por ejemplo, la composición de la base alimenticia que se usa en la preparación de compost afecta el potencial de control biológico, así como la microflora activa en tal control.

La composta es un excelente mejorador de la estructura de suelos arcillosos y arenosos, permitiendo el mayor desarrollo de raíces y mejor aprovechamiento de la humedad. Al aportar materia orgánica estabiliza el pH y la temperatura del suelo, además de disminuir el problema de ensalitramiento provocado por el riego excesivo con agua de pozo y el uso indiscriminado de fertilizantes. Es un abono de bajo costo y permite utilizar los restos de cosecha para incorporarlos al suelo en vez de quemarlos. (CESAVEG).

## **Conclusiones.**

Dado los problemas de contaminación y escasez de espacio que trae consigo el depositar todos los residuos en un vertedero, el reciclaje y el compostaje pueden traer grandes avances . El hecho que aproximadamente la mitad de los desechos arrojados a los depósitos sanitarios esté compuesto de residuos orgánicos nos da una clara idea de los beneficios que puede traer el convertir todo esto en un valioso producto. El compostaje no solo permite la reducción de los residuos sino que les da una gran utilidad en la agricultura.

La producción y empleo de compost se presenta en la actualidad como interesante solución a problemas que hay en la ciudad y en el campo, a través de iniciativas como el compostaje, se puede ayudar a cerrar el ciclo de nutrientes, de modo que "la materia orgánica que dejó el campo para ir a la ciudad, vuelva a la tierra en forma de compost", idea que no deja de ser atractiva.

Sin embargo, queda mucho que hacer, no hay una investigación agraria seria sobre los usos del compost, no existe una norma de calidad sobre este producto, no hay análisis técnicos o económicos sobre su uso en la agricultura.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

Ballesteros S. V. 2000. Guía Técnica para la Elaboración de Compostas. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. CESAVEG.

Bertsh, F. 1995. La Fertilidad de los Suelos y su Manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, Costa Rica. P. 148.

Boletín informativo. AGROformuladora Delta S.A de S.V. Ave. Chapultepec No. 1218. Col. Buenos Aires. Monterrey, Nuevo León, México.

Briz, I. J. M. 1991. Evaluación del Efecto de la Composta de Basuras Urbanas Sobre Características Específicas de Suelo y Planta. Tesis de Maestría en Suelos. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Canovas, F. A. F. Hilgers, M., Jiménez, M. R. Mendizábal, V. M., Sánchez, G. F. 1993. Tratado de Agricultura Ecológica. Cuadernos monográficos. Departamento de Ecología y Medio Ambiente. Instituto de Estudios Almerienses de la Diputación de Almería. España.

Capistrán, F., E. Aranda, J.C. Romero. 2001. Manual de Reciclaje, Compostaje y Lombricompostaje. 151 pp. 1era. Reimp. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México.

CNIA y SARH. 1982. Agrotecnología Moderna. Boletín Informativo México. D. F. pp 112-125.

- Coronel. A. J. R. 1996. Elaboración de Compostas de Residuos Agrícolas y Evaluación de la Calidad de la Sobre el Rendimiento del Cultivo del Cilantro(*Coriandrum Sativum* L.) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura en Suelos. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Dalzell, H. W., Biddlestone, A. J., Gray, K. R., Thurairajan, K. 1991. Manejo del Suelo: Producción y Uso del Composte el Ambientes Tropicales y Subtropicales. Boletín 56 de Suelos de la FAO. Servicios de Recursos, Manejo y Conservación de Suelos Dirección de Fomento de Tierra y Aguas, FAO. Roma.
- Deffis, C. A. (1991). La Basura es la Solución. Edit. CONCEPTO. México, D. F. pp 277.
- Gallardo – Lara F., M. Azcon., M. Gómez y E. Esteban. 1979. Poder Fertilizante de un Compost de Basura Urbana. Anales de Edafología y Agrobiología. 9. Madrid, España.
- González, A; R .Sánchez y E. San Martín. 1985. Fundamentos en la Agronomía Mexicana ( La Agroecología como Alternativa para el Desarrollo Rural Sostenible). México.
- Hartmann, H. T y D. E. Kester. 1987. Propagación de Plantas, Principios y Práctica. Editorial C. E. C. S. A. México.
- Haug. R. T. 1997. Journal of Composting Recycling Biocycle. Feedstocks, Conditioning and Fire Prevention. U. S. A.

Haug, r. T. 1980. Compost Engineering. Principles and Practice. ANN ARBOR SCIENCE. Michigan. E. U. A.

Hernández, M. A. 1997. Comparación del Huerto Familiar Biointensivo con el Tradicional en Surcos. Tesis de Licenciatura en Horticultura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Howard. 1948. Mein Landwirtschaftliches Testament. Siebeneicher Verlag, Berlin.

Javier Montoya (correo electrónico: javzz@yahoo.com).

Jeavons, J. 1991. Cultivos Biointensivos de Alimentos. Mas Alimentos en Menos Espacio. Ecology Action of de Mid- Península Editor en Español. Impreso en U. S. A.

Millar, C. E. 1964. Fertilidad del Suelo: 1ra Edición. Editorial. Salvat, S.A. Barcelona, España.

Noriega, A. G. Cruz, H. S. Altamirano, P. A. 2002. Producción de Abonos Orgánicos y Lombricultura. Universidad Autónoma Chapingo. Fundación produce Chiapas. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Chiapas.

Noriega, A. Gerardo, Cruz, H. Sergio. 2003. Producción de Abonos Orgánicos y Lombricultura. Lecturas selectas. Universidad Autónoma Chapingo. México.

Núñez, E. R. 1990. Principios de Fertilidad Agrícola con Abonos Orgánicos. En Monroy H. O: y G. G. Viniegra. Biotecnología para el Aprovechamiento de los Desperdicios Organicos. Editorial AGT S.A. México. p. 56.

Orellana, B. F. E. 1997. Efecto de Dos Abonos Orgánicos y Tres Niveles de Fertilización Química en el Cultivo del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de Maestría en Suelos. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Oscar Monroy H. Gustavo Viniegra G 1990. Biotecnología para el Aprovechamiento de los Desperdicios Orgánicos. AGT. Editor, S.A. Progreso 202- planta alta. México 18 – D. F.

Pacas, H. C. R. 2002. Efecto de la Composta en el Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus*) en Invernadero. Tesis de Licenciatura en Producción. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Rodríguez, S. F. (1982). Fertilizantes, Nutrición Vegetal. Edit. AGT. México. D. F. pp 33-86.

Rojas, D. A. 1990. Efecto de Siete Factores de Producción Sobre el Rendimiento de Triticale en Buenavista, Coahuila. Tesis de Licenciatura en Suelos. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Sáens, G.A. [www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/4441/cbta/prospect/estratedes.html#composta](http://www.geocities.com/ResearchTriangle/Lab/4441/cbta/prospect/estratedes.html#composta)

Saldivar, A. J. 1998. Evaluación de Parámetros físicos, Químicos y Agronómicos de un Suelo Tratado con Tres Diferentes Clases de Materia

Orgánica, Procedentes de la Cascarilla de Dátil, Compost, y Estiércol. Tesis de Maestría de Ciencias en Suelos. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Schintman. G. y L. Pipo. 1992. Eco – Agro. Agricultura Orgánica. Editorial. Planeta. Argentina.

Simpson, K. 1991. Abonos y Estiércoles. Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza, España, pp. 91 a 93.

Traves, S. G. 1962. Vol. II. Enciclopedia Práctica del Agricultor. Ed. Sintés Barcelona. España.

Treviño, G. A. 1987. Planta Industrializadora de Desperdicios Sólidos y Urbanos de la Cd. de Monterrey, N. L. Compost. Boletín Informativo.

[www.airelibrelapalma.org/EL%20COMPOSTAJE%20DE%20RESIDUOS.doc](http://www.airelibrelapalma.org/EL%20COMPOSTAJE%20DE%20RESIDUOS.doc)

[www.arpet.org/archivos/boletines/25\\_99.htm](http://www.arpet.org/archivos/boletines/25_99.htm)

[www.cibnor.mx/difusion/gaceta/articulos/composta.html#principio](http://www.cibnor.mx/difusion/gaceta/articulos/composta.html#principio)

<http://cipres.cec.uchile.cl/~cwehrhah/conclusiones.htm>

[www.ecochem.com/organico/t\\_cbct.html](http://www.ecochem.com/organico/t_cbct.html)

[www.emison.com/5144.htm](http://www.emison.com/5144.htm)

[www.eula.cl/compostaje3.htm](http://www.eula.cl/compostaje3.htm)

[www.fao.org/organicag/frame1-s.htm](http://www.fao.org/organicag/frame1-s.htm)

[www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/esp/revista/9901sp3.htm](http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/esp/revista/9901sp3.htm)

[www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp](http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp)

[www.innova.es/lifeverd/proceso\\_cont2.htm](http://www.innova.es/lifeverd/proceso_cont2.htm)

[www.interciencia.org/v27\\_08/nieto.pdf](http://www.interciencia.org/v27_08/nieto.pdf)

[www.obras.unam.mx/composta/composta.html](http://www.obras.unam.mx/composta/composta.html)

<http://perso.wanadoo.es/guadalpalma/compost.htm>

[www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/organico.html](http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/organico.html)

[www.uco.es/~es1bevej/artjb98c.htm](http://www.uco.es/~es1bevej/artjb98c.htm)

[www.union.org.mx/guia/actividadesyagravios/agriculturaorganica.htm](http://www.union.org.mx/guia/actividadesyagravios/agriculturaorganica.htm)