

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Producción de Composta a Partir de Residuos Agropecuarios
(Tomate, Cebolla y Estiércol).**

POR:

FRANCISCO DE JESUS LASTRA PONCE.

TESIS:

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER ÉL TITULO
DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

AGOSTO DE 2005.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE COMPOSTA A PARTIR DE RESIDUOS
AGROPECUARIOS (TOMATE, CEBOLLA Y ESTIÉRCOL).

TESIS DEL C. FRANCISCO DE JESÚS LASTRA PONCE QUE SE SOMETE A
LA CONSIDERACIÓN DE LOS ASESORES COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL


M.C. CARLOS EFREN RAMIREZ CONTRERAS

ASESOR


ING. MOISÉS GARCÍA REYES

ASESOR


M.C. JOSÉ GUADALUPE GONZÁLEZ QUIRINO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.


M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



TORREÓN COAHUILA MÉXICO

Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
AGOSTO DE 2005

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE COMPOSTA A PARTIR DE RESIDUOS
AGROPECUARIOS (TOMATE, CEBOLLA Y ESTIÉRCOL).

TESIS DEL C. FRANCISCO DE JESUS LASTRA PONCE QUE SE SOMETE A
LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:


PRESIDENTE.


M.C. CARLOS EFREN RAMÍREZ CONTRERAS

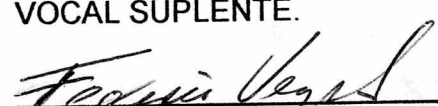
VOCAL.


ING.. MOISÉS GARCÍA REYES

VOCAL.


M.C. JOSÉ GUADALUPE GONZÁLEZ QUIRINO

VOCAL SUPLENTE.


ING. FEDERICO VEGA SOTELO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.


M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN COAHUILA MÉXICO

AGOSTO DE 2005

DEDICATORIA

A mi Dios:

Por darme las fuerzas necesarias para poder lograr una meta más en mi vida, por la vida misma que el medio que es tan maravillosa y además gracias por tantas cosas lindas que me han pasado durante este proceso.

Así mismo te pido padre celestial las suficientes fuerzas para seguir superándome, salud, y prestar ayuda a mis semejantes especialmente dar amor. Gracias Dios.

A mis Padres:

A mis padres les dedico este trabajo, por la confianza que me depositaron durante este largo camino, por el gran apoyo incondicional moral y económico, por todo los consejos que al paso de la vida me ha dado. Gracias a ellos supere la meta que yo mismo me forje, con muchísimo cariño y que dios me los bendiga. Gracias PAPÁ Y MAMÁ.

A mis Hermanos y Primos:

Consuelo Soledad, Arturo, Vidal

Gracias por su apoyo incondicional logre aquello que un fue un sueño.

A mis Tíos

Con todo respeto y amor a todos ellos que de una u otra forma estuvieron apoyándome moralmente durante este difícil camino, en el que ahora me encuentro y me siento orgulloso.

A todos mis compañeros:

De la XXXIII generación de Ingenieros agrónomos especialistas en irrigación, por darme el apoyo necesario para culminar mis estudios

AGRADECIMIENTO

A dios por darme la vida, por enseñarme el camino correcto para ser un hombre de bien.

A mi "ALMA MATER" por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales, por formar parte de la lista de un *Buitre* más.

Al M.C.. Carlos Efrén Ramírez Contreras por su dedicación en la colaboración, asesoramiento y revisión de este trabajo.

Al Ing. Manuel Antonio Escobar Ávila por su gran ayuda en la revisión de este trabajo.

Al M.C. José Guadalupe González Quirino por su gran ayuda y revisión de este trabajo y por su sugerencia para la terminación del mismo.

A la empresa HORLAG por brindarme el apoyo y la oportunidad de realizar este trabajo dentro de la misma.

Al Ing. Moisés García Reyes, Ing. Gerardo Delgado Ramírez por colaborar en la recolección de datos.

A todos los ingenieros de la CAGT por la participación en este trabajo.

A todos mis maestro del departamento de riego que contribuyeron en toda mi carrera.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron para que yo lograra uno de mis grandes sueños.

RESUMEN

La producción de composta es un abono orgánico que aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo. Además contribuye favorablemente a mejorar la estabilidad estructural de los agregados del suelo agrícola lo cual repercute en un ahorro en la adquisición de fertilizantes en un 20%.

El experimento se llevó a cabo en el predio la Victoria de la empresa *Horlag*, que se encuentra ubicada en el municipio de San Pedro Coahuila, en el Ejido Victoria. Carretera Rosita – Finisterre Km. 9, con la siguiente ubicación geográfica: 103° 07' 84" de longitud, 25° 52' 14" de latitud y 1108 msnm de altitud.

El aprovechar los residuos agropecuarios (tomate, cebolla y estiércol.) en la producción de composta es una ventaja muy grande debido a la cantidad de nutrientes de los residuos. Además de eliminar los problemas que se generan tales como: Fuentes de contaminación y ausencia de confort.

Se realizó una composta por medio de estiércol y residuos de tomate y cebolla. También se aplicó humedad al estiércol por medio de residuos de tomate al incorporar 1,300 toneladas y 300 toneladas de cebolla. El contenido de potasio de la composta fue muy alto debido a que el fruto del tomate contiene cantidades elevadas de potasio que ayuda a aumentar la fertilidad de la composta. Al hacer uso de esta composta fue posible tener un ahorro en la adquisición de fertilizantes de un 15 por ciento, además de una reducción del peso de la composta del 20 por ciento.

INDICE

	Pagina
Dedicatorias.....	i
Agradecimientos	ii
Índice de figuras	iii
Índice de cuadros	iii
Resumen	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. METAS.....	3
V. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
5.1. El compostaje.....	4
5.2. Composta y suelo.....	4
5.2.1. Acondicionamiento del suelo.....	4
5.2.2. Actividad biológica del suelo.....	5
5.3. Las materias primas del composta.....	5
Restos de cosechas.....	5
Las ramas de poda de los frutales.....	6
Hojas.....	6
Restos urbanos.....	6
Estiércol animal.....	6
Complementos minerales.....	6
Plantas marinas.....	6
Algas.....	6
5.4. Factores que condicionan el proceso de compostaje.....	7
5.4.1. Proceso de Compostaje.....	7
5.4.2. Temperatura.....	7
5.4.3. Humedad.....	7
5.4.4. pH.....	8
5.4.5. Oxígeno.....	8

5.4.6. Relación C/N equilibrada.....	8
5.4.7. Población microbiana.....	9
5.5. Fermentación del estiércol.....	9
5.6. Mecanismo de la fermentación Aerobia.....	10
5.6.2. Fase mesófila.....	10
5.6.3. Fase termófila.....	12
5.6.4. Maduración.....	12
5.7. Disponibilidad de nutrientes.....	14
5.7.1. El humus.....	14
5.7.2. materia orgánica.....	14
5.8. Demanda de potasio en el tomate.....	15
5.9. Método de California modificado por Escobar (1994).....	16
VI. MATERIALES Y METODOS.....	18
6.1. Localización.....	18
6.2. Área experimental.....	18
6.3. Clima.....	19
6.3.1. Temperatura.....	19
6.3.2. Precipitación.....	19
6.4. Infraestructura y superficie.....	19
6.5. Parámetros de la composta.....	20
6.5.1. Volumen de estiércol a tratar.....	20
6.5.2. Volumen de residuos hortícolas aplicados.....	21
6.5.3. Aplicación de la composta.....	22
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
VIII. CONCLUSIÓN.....	30
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	31

INDICE DE FIGURAS

	<i>Página</i>
Figura 1. Curva de temperatura de la fermentación aeróbica.....	11
Figura 2. Absorción de nutrientes por el tomate	15
Figura 3. Zona de fermentación	20
Figura 4. Humedecimiento del estiércol	21
Figura 5. Utilización de camiones.....	22

INDICE DE CUADRO

	<i>Página</i>
Cuadro 1. Concentración de nutrientes en la composta elaborada con estiércol, tomate y cebolla (2004 a 2005).....	25
Cuadro 2. Comparación nutritiva de las compostas.....	26
Cuadro 3. Comparación nutritiva de estiércol y composta en 5293 ton.	27
Cuadro 4. Reducción de masa de la composta elaborada en HORLAG.....	27
Cuadro 5. Porcentaje de humedad por día al aplicar residuos hortícolas.....	28
Cuadro 6. Valor de compostas con referencia a costos de Fertilizantes.....	29

I.- INTRODUCCIÓN

Existen diversas mezclas de componentes para formar una composta. Sin embargo, las cantidades de cada componente para el caso específico de aprovechamiento para el cultivo de tomate no están bien definidas.

La composta es un abono orgánico que aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo. La composta se puede realizar bajo un proceso biológico aeróbico, que bajo condiciones de aireación, humedad, temperaturas controladas y bajo la acción de bacterias fases mesófilas y termófilas transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como sustrato (Composta), este producto se puede derivar de la gran mayoría de residuos orgánicos ricos en carbono, ricos en nitrógeno como pueden ser: Estiércol, pastos, hojas de árboles, troncos y ramas, papel, cartón, desperdicios de comida, aserrín, etc.

La composta que se produce será a partir de residuos agropecuarios y hortícolas. La empresa **HORLAG** en sus actividades normales genera en promedio 10 ton/día de tomate residual, y en la comarca lagunera se producen 1,643.83 ton /día de estiércol y una producción total de 600,000.00 ton/ año de estiércol seco. La combinación de ambos permitirán a la empresa, utilizar sus residuos que una vez composteados genera un material que contenga cantidades sustanciales de nutrimentos, lo cual repercutirá en un ahorro en la adquisición de fertilizantes de un 20 por ciento.

Aplicar fertilizantes al suelo es una alternativa, pero a través del tiempo resulta perjudicial. Aprovechar los residuos agropecuarios al máximo para poder mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo, mejorar la actividad biológica. De esa manera se puede alcanzar un buen crecimiento y desarrollo de las plantas para tener excelentes rendimientos en los cultivo.

La alternativa elegida es aprovechar los residuos agropecuarios mediante la fermentación aeróbica. Esta técnica es un proceso que ocurre en la naturaleza, y requiere una cantidad considerable de tiempo menor: Otorgándole a los microorganismos las condiciones apropiadas para realizar su labor. A esta tecnología se le conoce con el nombre de fermentación aeróbica del estiércol.

II.- OBJETIVOS

1.- Aprovechar los residuos agropecuarios (tomate, cebolla y estiércol.) en la producción de composta de alta calidad.

III.- HIPÓTESIS

La mezcla de residuos agropecuarios permite producir composta de alta calidad nutricional.

IV.- METAS

Producir 5,000.00 toneladas de composta en cuatro meses

V.- REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. El compostaje

El compostaje es un proceso biológico aerobio, que bajo condiciones de aireación, humedad, temperaturas controladas, combinando bacterias mesófilas (temperatura y humedad medias) y termófilas (temperatura superior a 45%), transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como sustrato (Composta).

El compostaje es una técnica de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables. El calor generado durante el proceso destruye las bacterias patógenas, huevos de parásitos y muchas semillas de malas hierbas que pueden encontrarse en el material.

El compostaje es una técnica biológica de reciclaje de materia orgánica que al final de su transformación se genera humus, que es una sustancia de estabilidad y fertilidad del suelo. El compostaje es la suma de una serie de procesos metabólicos complejos procedentes de la actividad integrada de un conjunto de microorganismos. Los cambios químicos y especies involucradas en el mismo varían de acuerdo a la composición del material que se quiere compostar.

5.2. Composta y Suelo

5.2.1. Acondicionamiento del suelo:

La presencia de materia orgánica en el suelo en proporciones adecuadas es fundamental para asegurar la fertilidad y evitar la degradación. Además, cabe comentar que la materia orgánica en el suelo produce una serie de efectos de

Ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación a la composta, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición aumenta.

Hojas. Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.

Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de rastros, etc.

Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejilla o sirle, estiércol de caballo, de oveja y los purines.

Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas, magnésicas, fosfatos naturales, rocas ricas en potasio, oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.

Plantas marinas. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como Posidonia oceánica, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de composta ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.

Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos, antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de composta.

5.4. Factores que Condicionan el Proceso de Compostaje

5.4.1. Proceso de Compostaje

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad degradadora se necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

5.4.2. Temperatura.

Se consideran óptimas temperaturas de 35 a 55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren.

5.4.3. Humedad.

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 por ciento. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 por ciento mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60 por ciento.

5.4.4. pH.

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

5.4.5. Oxígeno.

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

5.4.6. Relación C/N equilibrada.

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener una composta de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que se transformaron en composta. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje. Porque pierde el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener una composta equilibrada. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son paja, heno seco, hojas, ramas, turba y aserrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de rastros.

5.4.7. Población microbiana.

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad degradadora se necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

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 actinomicetes (www.infoagro.com).

5.5. Fermentación del Estiércol.

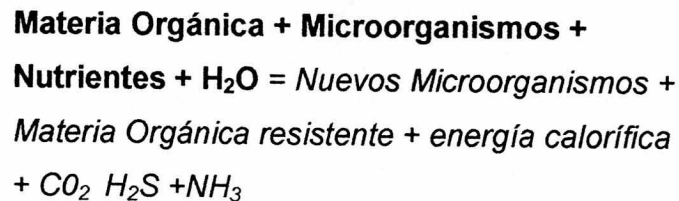
Se consideran estiércoles animales a las deyecciones líquidas y/o sólidas mezcladas con la cama de ganado y residuos de alimento. Una vaca de 500 kg excreta por día en promedio 31.2 kg con un 85 por ciento de humedad significan 4.0 kg en peso seco. La cantidad y calidad de las excretas varía de acuerdo a la especie, tamaño, edad, alimentación y factores ambientales que rodean a los animales; los componentes básicos que contiene el estiércol seco para la fertilización de suelo son: nitrógeno (1.34%), fósforo (0.4%), potasio (1.7 %).

Al estiércol cuando no se le proporciona un manejo adecuado se convierte en un foco de contaminación, que causa enfermedades malos olores y estrés. Si el estiércol es nada más retirado o almacenado el problema de contaminación sigue existiendo por el alto contenido de microorganismos patógenos.

5.6. Mecanismos de la Fermentación Aerobia

5.6.1. Fermentación Aerobia

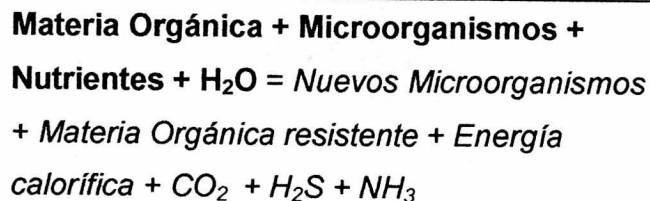
La fermentación aerobia consiste en la asimilación de la materia orgánica por parte de microorganismos en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo a la siguiente reacción;



Este proceso de fermentación aerobia de la materia orgánica se produce en tres fases secuenciales desde las primeras descomposiciones microbianas de la materia orgánica hasta la estabilización del producto con la producción de H₂O y CO₂. Estas fases son mesófila, termófila y maduración.

5.6.2. Fase mesófila.

Esta Fase se caracteriza por una reacción de síntesis o de asimilación, consistente en la asimilación de la materia orgánica por parte de microorganismos en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo a la siguiente reacción;



Nueva masa de microorganismos. Las reacciones globales corresponden a:

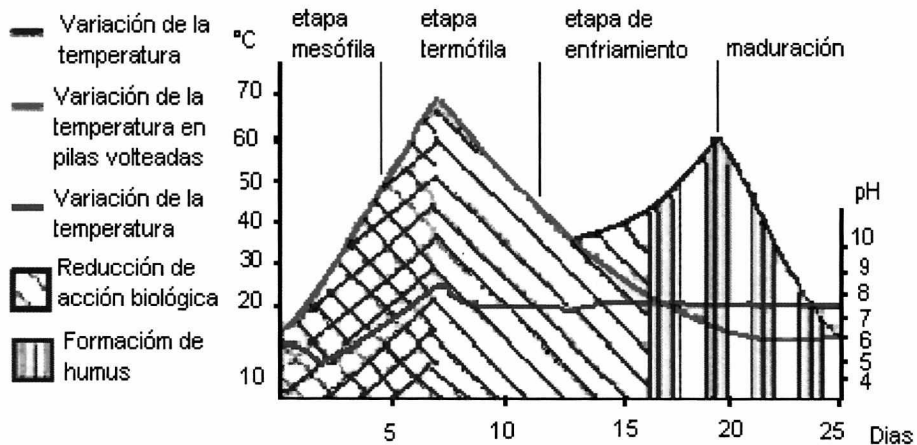
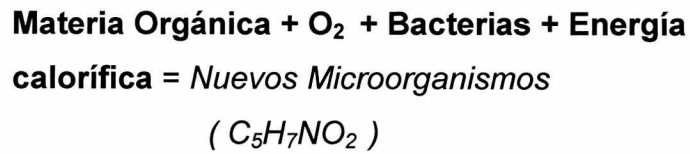


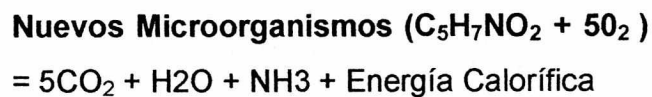
Figura 1. Curva de la temperatura de la fermentación aerobia

En la etapa termófila se produce un rápido aumento de la temperatura que puede llegar a alcanzar un pico alrededor de 65°C (Fig. 1). El aumento de temperatura representa la retención de calor producido por la explosión del crecimiento microbiano que degrada los sustratos simples contenidos en la materia orgánica, estimulando el crecimiento de la microflora mesófila.

5.6.3. Fase termófila.

En esta segunda fase se producen reacciones de autooxidación de los microorganismos cuando comienza a faltar la materia orgánica usada como alimento en la fase mesófila, en su desarrollo se liberan los nutrientes usados previamente en la síntesis de nuevas células.

En el curso de las fases sucesivas de asimilación, una fracción de los microorganismos es transformada en H_2O y CO_2 , de tal forma que la masa orgánica disminuye y tiende a cero. La reacción global es:



La fase termófila comienza por encima de $40^\circ C$, provocando una disminución del crecimiento de la microflora mesófila. Estas temperaturas inician con una actividad por parte de microorganismos termófilos contenidos en la materia orgánica.

5.6.4. Maduración

El estiércol pueda ser reciclado vía su reincorporación al suelo como fertilizante, abono orgánico, texturizado, para lo cual hay que madurarlo, descomponerlo, fermentarlo, por procesos que ocurren en la naturaleza, y que toman mucho tiempo. Sin embargo, cuando se les otorga a los microorganismos condiciones favorables realizan su labor en menos tiempo. Cuando el estiércol es atacado por microorganismos que se encuentran en el mismo o en el medio ambiente, en presencia de oxígeno es rápida la degradación y es convertido en un producto estable rico en sustancias húmicas, libre de patógenos, reducido de masa, aumentado en volumen, rico en microorganismos y bajo en sales minerales.

En la descomposición del estiércol la materia orgánica es utilizada por bacterias hongos y actinomicetos, como fuente de energía y nutrientes. Parte del carbón es depositado en las células de los microorganismos y una pérdida considerable ocurre como CO_2 . Cuando existe el oxígeno disponible, el amoníaco es oxidado a NO_3 . Un incremento en la temperatura ocurre conforme la materia orgánica va siendo degradada. Después de 40°C y hasta 60°C ocurre una sucesión de microorganismos mesofílicos por termofílicos, después de 60°C las bacterias mesofílicas se inactivan y muchas de ellas mueren, después de 70°C las bacterias termofílicas se inactivan y la temperatura empieza a descender por debajo de los 40°C en donde las bacterias y hongos mesofílicos se activan y vuelven a actuar sobre la materia orgánica, con presencia de protozoarios, nematodos e insectos. El ciclo se vuelve a repetir mediante el suministro de agua y aire.

Cuando la materia vegetal es mezclada con desechos animales, se tienen los componentes de la fermentación del estiércol; energía, carbohidratos o carbono, y crecimiento microbiano, proteína o nitrógeno. La mejor mezcla para todo propósito práctico son tres partes (volumen) de residuos vegetales y una parte de estiércol. En esta mezcla la relación carbono / nitrógeno no debe exceder un valor de 30/1. Cuando las fuentes de carbono no están disponibles y existe un superabasto de material nitrogenado, como el estiércol, la fermentación se balancea pronto durante el proceso. Mientras que las condiciones ideales para la maduración son una parte de estiércol, una parte de aire y una parte de agua.

5.7. Disponibilidad de Nutrientes

5.7.1. El Humus

La fertilidad natural de los suelos depende, no sólo de sus minerales, sino también del Humus. El humus, tiene la alta capacidad de almacenar nutrientes (CIC) de forma disponible para la planta. Los ácidos húmicos disminuyen la tensión superficial del agua del suelo, facilitando los mecanismos de absorción por las raíces. Finalmente el humus mantiene procesos dinámicos responsables por la producción de hormonas vegetales y otras sustancias estimulantes del desarrollo y de la resistencia de las plantas. El humus es la vida del suelo y debe estar presente en él de uno a dos por ciento para ser fértil. La mayoría de los nutrientes de los minerales del suelo permanecerán no asimilables por las plantas en los suelos pobres o carentes de humus (www.geocities.com).

5.7.2. Materia Orgánica

Como materia orgánica se entienden por una parte como los estiércoles y residuos vegetales más o menos fermentados que se incorporan al suelo, y por otra los humus, que es el resultado de la fermentación completa de los anteriores. Las propiedades físico-químicas de ambas partes, y su actuación sobre las propiedades agronómicas del suelo, pueden ser diferentes. Los materiales en descomposición, con una fuerte actividad microbiana, intervienen activamente en los ciclos de los nutrientes, ya sea absorbiéndolos para su metabolismo, o liberándolos posteriormente, a menudo en una forma más estable y asimilable para la planta. El humus por el contrario tienen una baja actividad bioquímica, pero colabora decisivamente en el CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico), capacidad de retención de algunos nutrientes del suelo, evitando que los lixivie el agua de riego, o precipiten en sales insolubles (www.ediho.es).

5.8. Demanda de Potasio en el Tomate

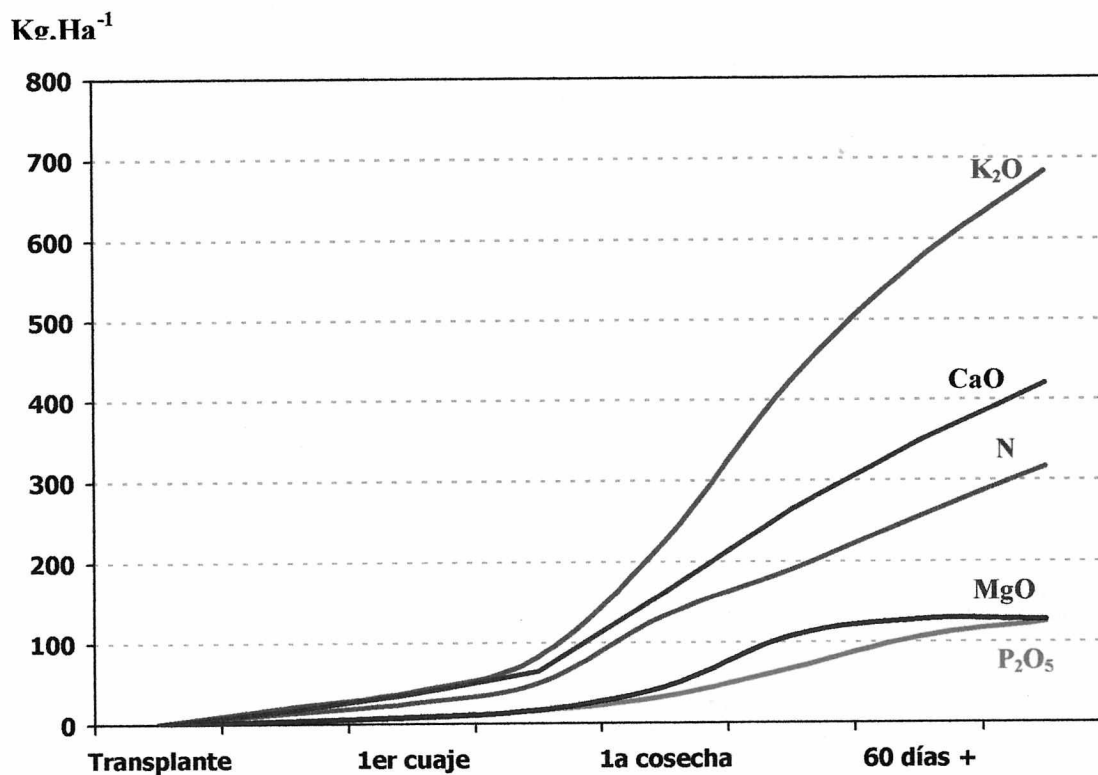


Figura 2. Ritmo de absorción acumulada de nutrientes por el tomate (Kg/ha)

De acuerdo con la **Figura 2**, el comportamiento del ritmo de absorción de nutrientes del tomate. Cada nutriente es demandado con respecto a las etapas fenológicas del cultivo (Tapia y Mollinedo, 2003).

5.9. Método de California Modificado por Escobar (1994).

Escobar en 1994 modificó el método California con el uso de maquinaria agrícola disponible en el predio tal como: arado, rotavator, rastra, (para su molienda, oxigenación y homogenización). Para su distribución e incorporación al suelo se utilizó la escrepa y rastra; de acuerdo al siguiente cronograma se presentan las actividades por días descritas en este método.

- Día 1.- establecer la cantidad de estiércol a fermentar en una superficie que se encuentre al intemperie, inmediatamente después de establecido se procede a humedecer al menos un 50 por ciento y no excederse del 70 por ciento, una vez humedecido el estiércol se procede a dar de dos a tres pasos de arado. Para homogenizar el picado del estiércol se utilizan de dos a tres pasadas de rotavator.
- Día 2.- revisar la temperatura la cual debe estar aproximadamente a 110° F.
- Día 4 reponer la humedad si es necesario hasta un 50 por ciento, una vez humedecido el estiércol se procede a dar de dos a tres pasos de arado. Para homogenizar el picado del estiércol se utilizan de dos a tres pasadas de rotavator, para checar la temperatura se debe de tomar cuando se este arando el estiércol, la cual debe de ser mayor que 130° F.
- Día 7.- reponer la humedad si es necesario, dar de dos a tres pasos de arado, para homogenizar el picado del estiércol se utilizan de dos a tres pasadas de rotavator, para checar la temperatura se debe tomar cuando se este arando el estiércol, la cual debe ser mayor o igual 130° F.

- Día 10.- reponer la humedad si es necesario, dar de dos a tres pasos de arado. Para homogenizar el picado del estiércol se utilizan de dos a tres pasadas de rotavator, para checar la temperatura se debe de tomar cuando se este arando el estiércol, la cual debe de estar por debajo de 110° F.
- Día 14 la temperatura de la composta estará a temperatura ambiente, lo cual es indicio de que la fermentación esta terminada para su aplicación al suelo.

VI.- MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización

El municipio de San Pedro se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas $102^{\circ} 58' 58''$ longitud oeste y $25^{\circ} 45' 32''$ latitud norte, a una altura de 1,090 metros sobre el nivel del mar. Se divide en 293 localidades.

Limita al norte con el Municipio de Cuatro Ciénegas; al noroeste con el de Sierra Mojada; al sur con los de Viesca, Parras y Matamoros, al este con los de Parras y Cuatro Ciénegas y al oeste con los de Francisco I. Madero y Matamoros. Se localiza a una distancia aproximada de 230 Km. de la capital del Estado. Cuenta con una superficie de 9,942.4 kilómetros cuadrados, que representan un 6.56 por ciento del total de la superficie del Estado.

6.2. Área Experimental

El experimento se llevó a cabo en el predio la Victoria de la empresa *Horlag*, que se encuentra ubicada en el municipio de San Pedro Coahuila, en el Ejido Victoria. Carretera Rosita – Finisterre Km. 9, con la siguiente ubicación geográfica: $103^{\circ} 07' 84''$ de longitud, $25^{\circ} 52' 14''$ de latitud y 1108 msnm de altitud.

6.3. Clima

6.3.1. Temperatura

El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 16 a 18°C; en la parte norte-centro; en la parte sur-sureste de 20° a 22°. La frecuencia de heladas es de 0 a 21 días y granizadas de cero a un día.

6.3.2. Precipitación

La precipitación media anual se encuentra en el rango de los 200 a 300 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre; los vientos predominantes soplan en dirección sur a velocidades de 20 a 27 Km/h.

6.4. Infraestructura y Superficie

El predio victoria cuenta con una superficie de 21.2402 hectáreas, la cual es usada para la producción de tomate (*Lycopersicon Esculetum Mill*) bajo condiciones de riego, fertirriego con cintilla y acolchado plástico, para cubrir los riegos cuenta con un estanque revestido con geomembrana con capacidad de 15,554 m³ el cual es abastecido por cuatro bombas con un gasto total de 110 lps, y por derechos de agua del modulo de riego. El estanque descarga a una fosa de rebombeo que tiene una capacidad de 180 m³, la cual se conecta al sistema de fertirriego.

6.5. Parámetros de la Composta

6.5.1. Volumen de Estiércol a Tratar

Se trataron 5,000 toneladas de estiércol para el proceso de fermentación, el cual se obtuvo como resultado una composta lista para incorporarla al suelo. Se aplicó por válvulas y la superficie a tratar fue de 22 hectáreas que corresponde al predio victoria.



Figura 3. Zona de Fermentación

6.5.2. Volumen de Residuos Hortícolas Aplicados

Debido a que se pretende aplicar humedad al estiércol por medio de residuos de tomate, se incorporaron 1,300 toneladas de tomate y 300 toneladas de cebolla. La literatura reporta que el contenido de humedad del estiércol para la fermentación debe ser entre el 30 y 70 por ciento.



Figura 4. Humedecimiento del Estiércol con Residuo de Tomate y Cebolla.

6.5.3. Aplicación de la Composta

La composta fue aplicada de manera arbitraria en 45 hectáreas, misma que se encuentre seccionada por válvulas (Valv. 1 a la 29). Se pesó la composta antes de aplicar al suelo.



Figura 5. Utilización de Camiones para Transportar la Composta.

VII.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el cuadro 1 los macro nutrientes N, P, K se presentaron de la siguiente manera: El potasio (K) en esta composta se registro muy alto.

El Fósforo disponible se registró con 2,100 ppm, y es aceptable para aplicar al suelo.

El Nitrógeno Amoniacal se comportó con 600 partes ppm y si sumamos los Nitratos, obtenemos en la suma 800 parte ppm. Esto indica que son buenos para el suelo.

La siguiente observación fue que los micro nutrientes están muy altos con respecto a los rangos óptimos del suelo presentado en el cuadro 1.

La aplicación de composta provoco aportaciones de nutrientes al suelo, un rendimiento favorable del cultivo, el cual se cuantificó en la tesis de licenciatura "Rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon Esculetum Mill*) bajo diferentes dosis de composta" del autor: Luís Alfredo García Velásquez.

Se presento un ahorro en el costo de la adquisición de fertilizantes de un 15 por ciento aplicando composta y además hubo una reducción de masa en la composta elaborada de 6,893.42 toneladas a 5,293.42 toneladas con una diferencia de 1,600 toneladas que representa el 20 por ciento de pérdida. Es debido a la desintegración de materia orgánica cuando ocurre el proceso de la actividad microbiana.

Al utilizar residuos de cosechas en la composta elaborada en la empresa Horlag se presentaron cantidades elevadas de micro nutrientes generadas por los creadores de tomate y cebolla. El contenido de potasio de la composta fue muy alto debido a que el fruto del tomate contiene cantidades elevadas de potasio que nos ayuda a enriquecer la composta.

Sin embargo, el verdadero poder es aplicar microorganismo a la composta para tratarla y tener un control en ella. Los microorganismos ayudan a fijar el nitrógeno y solubilizar el fósforo.

Cuadro1. Concentración de nutrientes en la composta elaborada con estiércol, tomate y cebolla (2004 a 2005).

Parámetros	Concentración		Rango optimo para suelos (ppm)
	%	(ppm)	
NITRATOS (N – NO ₃)	0.02	200	
NITRATOS (NO ₃)	0.11	1,100	
P- FOSFATO (P- PO ₄)	0.21	2,100	<30 >50
FOSFATO (P ₂ O ₅)	0.49	4,900	
AZUFRE (S-SO ₄)	0.46	4,600	7.00 – 12.00
SULFATO (SO ₄)	1.38	13,800	
NITROGENO (N-NH ₄)	0.06	600	
AMONIO (NH ₄)	0.07	700	
SODIO (Na)	0.36	3,600	>170.0
POTASIO (K)	2.50	25,000	151 - 200
OXIDO DE POTASIO (K ₂ O)	3.01	30,100	
CALCIO (Ca)	2.72	27,200	1800 - 3599
OXIDO DE CALCIO (CaO)	3.81	38,100	
MAGNESIO (Mg)	0.50	5,000	18.01 - 24.00
OXIDO DE MAGNESIO (MgO)	0.83	8,300	
FIERRO (Fe)	1.20	1,200	24.10 - 36.00
ZINC (Zn)	-----	90	4.01 - 6.00
COBRE (Cu)	-----	136	1.80 - 2.40
MANGANESO (Mn)	-----	640	
BORO (B)	-----	350	2.10 - 2.26

Cuadro 2. Comparación nutritiva de las compostas.

Parámetros	Tipos de compostas	
	E	E TC
Nitratos (N – NO ₃) (ppm)	20.40	200
Fósforo Total (ppm)	18.40	2,100
Potasio (ppm)	814.2	25,000
Sulfato (SO ₄) (ppm)	1,061.8	13,800
Calcio (ppm)	549.2	27,200
Fierro (Fe) (ppm)	2.6	12,000
Cobre (Cu) (ppm)	0.96	136
Zinc (Zn) (ppm)	0.53	90
Manganeso (Mn) (ppm)	3.47	640

E= Composta de Estiércol, ETC= Composta de estiércol, tomate y cebolla.

Cuadro 3. Comparación nutritiva de estiércol y composta en 5293 ton.

Parámetros	Tipos de compostas	
	E	E TC
Nitratos (N – NO ₃) (kg)	107.97	1,058.6
Fósforo Total (kg)	97.39	11,115.3
Potasio (kg)	4,309.56	132,325
Sulfato (SO ₄) (kg)	5,620.10	73,043
Calcio (Kg)	2,906.91	143,969.6
Fierro (Fe) (kg)	13.76	63,516
Cobre (Cu) (kg)	5.08	719.84
Zinc (Zn) (kg)	2.80	476.37
Manganeso (Mn) (kg)	18.36	3,387.52

E= Composta de Estiércol, ETC= Composta de estiércol, tomate y cebolla.

Cuadro 4. Reducción de masa de la composta elaborada en HORLAG.

Total de composta aplicada	5,293.42 Ton
Total de composta preparada	6,893.42 Ton
Reducción de masa	1,600 Ton

Cuadro 5. Porcentaje de humedad por día al aplicar residuos hortícolas.

Día	Aplicación de Residuos de Tomate y Cebolla en (Kg)	Humedad Diaria (%)
1	250	4.6
2	400	6.6
3	550	9.4
4	780	13.16
5	1180	20.9
6	1750	31
7	2370	42.12
8	1990	35.4
9	2800	50
10	2670	47.52
11	3300	58.8
12	2300	40
13	2780	49.5
14	1600	28.2
15	1860	32.96
16	2250	40
17	1990	35.24
18	1740	30.8
19	2100	37.4
20	1590	28.2

Cuadro 6. Valor de compostas con referencia a costos de fertilizantes.

	Valor (\$/Ton)	
	Tipos de compostas	
Contenido	E	ETC
N	\$5	\$276.21
P	\$2	\$186.06
K	\$17,403	\$5,345
S	\$2,743.72	\$416.30
Ca	\$14.94	\$1,536.80
Mg	\$15.42	\$1,591
<i>Valor total</i>	\$8,623.88	\$9,351.37

E= Composta de Estiércol, ETC= Composta de estiércol, tomate y cebolla.

En el cuadro 6 se observa que una tonelada de composta (ETC) posee un costo comercial en base a fertilizante de \$9351.37 y un costo de elaboración de \$380.00, esto indica que el hacer composta (ETC) se obtiene una rentabilidad de \$8,971.37 por toneladas mientras que para la composta (E) se tiene una rentabilidad de \$8,623.8 por tonelada

IX.- CONCLUSION

La calidad nutricional de la composta elaborada con estiércol, tomate y cebolla (ETC) superó a la composta elaborada sólo con estiércol.

Con la elaboración de composta fue posible reducir los costos de adquisición de fertilizantes.

La elaboración de composta con residuos agropecuarios tales como estiércol, tomate y cebolla fue más rentable que la composta elaborada sólo con estiércol.

BIBLIOGRAFÍA

Escobar A., 1994, Fermentación de Estiércol con el Método de la Universidad de California Modificado por Escobar (1994).

http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.66.26.11_1r.html

http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/sustr/mat_org.html

<http://www.geocities.com/RainForest/Vines/6274/plagas.htm>

http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica05.asp

<http://personal3.iddeo.es/plantas/compostaje.htm>

Huerta S. 2002, Utilización de estiércol fermentado para incrementar la productividad de un sistema agropecuario, tesis de licenciatura, UAAAN, Unidad Laguna.

Monroy H., Viniegra G. 1981, Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos, ed. Agt editora, s.a., México D.F.

Tapia y Mollinedo 2003, Planificación del riego y fertirriego, México.

Yuste P., 1998, Biblioteca de la agricultura, 2ª edición, ed. Idea Books., Madrid España.