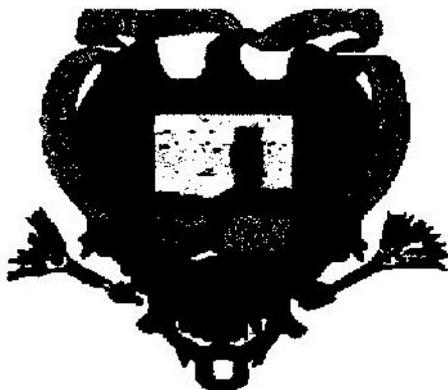


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)
BAJO DIFERENTES DOSIS DE COMPOSTA.**

POR

LUIS ALFREDO GARCÍA VELÁZQUEZ.

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

MAYO DE 2005.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)
BAJO DIFERENTES DOSIS DE COMPOSTA.**

TESIS DEL C. **LUIS ALFREDO GARCIA VELAZQUEZ** QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DE LOS ASESORES COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

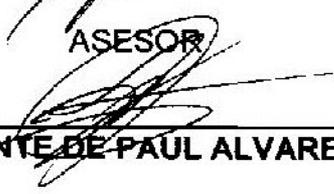
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

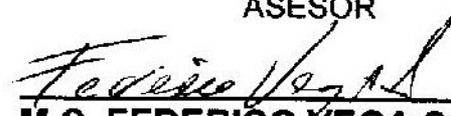
ASESOR PRINCIPAL


M.C. CARLOS ESPIN RAMIREZ CONTRERAS

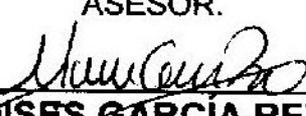
ASESOR


PhD VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

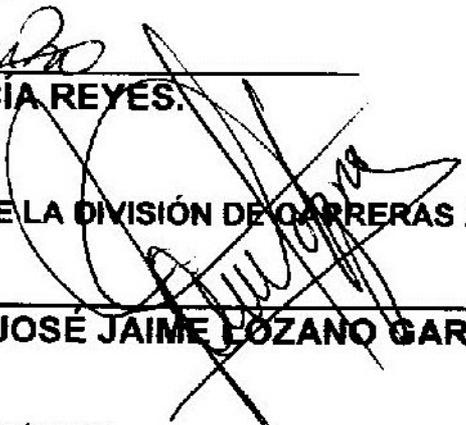
ASESOR


M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

ASESOR.


ING. MOÍSES GARCÍA REYES.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)
BAJO DIFERENTES DOSIS DE COMPOSTA.**

**TESIS DEL C. LUIS ALFREDO GARCÍA VELÁZQUEZ QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

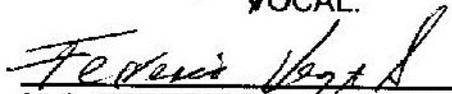
APROBADA POR:

PRESIDENTE.



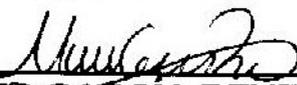
M.C. CARLOS EPREN RAMIREZ CONTRERAS

VOCAL.



M.C. FEDERICO VEGA SOTELO.

VOCAL.



ING. MOISES GARCÍA REYES.

VOCAL SUPLENTE.



PHD. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA

TORREÓN COAHUILA MÉXICO


Impreso en la División
de Carreras Agronómicas

MAYO DE 2005

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco al M.C. Carlos Efrén Ramírez Contreras por su valioso apoyo para la realización de este trabajo.

Agradezco a la empresa HORTALIZAS DE LA LAGUNA por haberme permitido realizar esta investigación en sus predios, y al Ing. Moisés García Reyes por las atenciones recibidas en las visitas realizadas a la empresa.

Agradezco a los ingenieros de la Cámara Agrícola y Ganadera de Torreón por su amistad y apoyo brindado en está investigación.

DEDICATORIAS.

Con mucho respeto:

A Dios por darme salud y una familia maravillosa que siempre me apoya y alienta a seguir superándome.

A mis padres María Félix Velázquez y Manuel García Rodríguez por todo el amor y apoyo que me dan incondicionalmente.

A mis hermanos Lucy y Manuel que siempre están conmigo cuando los necesito.

A mi sobrino Jaime Alfredo García Aguirre que acaba de cumplir 1 año de vida y que es una bendición que dios nos envió a la familia.

INDICE.

Pág.

INDICE DE CUADROS.....	III
RESUMEN.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
METAS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Tomate	4
Abonos orgánicos.....	5
Composición del estiércol.....	5
Beneficios de aplicar estiércol	6
Materia orgánica.....	7
Descomposición de la materia orgánica.....	9
Sistemas de compostaje.....	11
Sistema en camellones o parvas.....	11
Sistema en reactores.....	12
Biodegradación.....	13
Actividad microbiana	13
Microorganismos	14
Bacterias.....	14
Hongos.....	15
Humus	16

MATERIALES Y MÉTODOS 17

Localización Geográfica 17

Infraestructura y superficie 17

Equipo a utilizar 18

Producción de composta 18

Labores culturales 18

Transplante y variedad 19

Tratamientos 19

Riego 21

Cosecha 22

Rendimiento 22

Análisis estadístico 24

Discusión de resultados 26

Recomendaciones 26

Conclusiones 27

Bibliografía 28

INDICE DE CUADROS.

	Pág.
Cuadro1. Distribución de tratamientos y variedades en el predio Murguía ..	20
Cuadro 2. Distribución de tratamientos y variedades en el predio Victoria...	20
Cuadro 3. Laminas de riego y fecha de aplicación	21
Cuadro 4. Rendimiento en el predio Murguía	23
Cuadro 5. Rendimiento en el predio Victoria	24
Cuadro 6. Rendimientos de la variedad 1.....	25
Cuadro 7. Rendimientos de la variedad 2.....	25
Cuadro 8. Rendimientos de la variedad 3.....	26

RESUMEN.

Los terrenos cultivados pierden gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, razón por la cual deben restituirse permanentemente. Esto puede lograrse a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico incorporado al suelo. El uso de abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo. En la comarca lagunera se produce un millón de toneladas de estiércol al año (INIFAP, 2004), y la empresa Hortalizas de la Laguna llega a desechar hasta diez toneladas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) al día en el proceso de selección para la exportación. Debido a lo anterior, los objetivos de esta investigación fueron: 1) Aprovechar el tomate de desecho para producir composta, 2) Usar la composta como fuente de nutrientes en el cultivo de tomate.

El área de estudio se localiza en el municipio de San Pedro Coahuila, en la carretera La Rosita – Finisterre, aproximadamente a 6 Km. al noreste del ejido Nueva Rosita, a un costado del Ejido San Rafael de Arriba. Las pequeñas propiedades Victoria y Murguía se ubican geográficamente entre los 103° 07.845 de longitud W, 25° 52.149 de latitud N, con una altitud de 1108.55 msnm.

Se evaluaron dieciocho tratamientos de composta aplicados al azar, tres variedades de tomate del tipo saladete, (variedades 1, 2 y 3), se uso una superficie de 45.9253 has de cultivo bajo condiciones de fertirriego con

acolchado y cintilla. El análisis estadístico de los resultados se realizó a través de la comparación de medias independientes con un nivel de significancia del cinco por ciento.

Esta investigación permitió medir el impacto de la aplicación de composta en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), ya que según la literatura, los rendimientos del cultivo de tomate, bajo condiciones de acolchado y cintilla, tienen rendimientos promedio de 60 a 80 ton/ha. En este estudio se tuvo un incremento del 61% en el rendimiento promedio de la variedad 1 y un incremento del 51% y 86% en los rendimientos promedios de las variedades 2 y 3 respectivamente, en comparación al mayor rendimiento mencionado por la literatura.

INTRODUCCIÓN.

El grado de mecanización logrado en la agricultura y la modernización generalizada de las explotaciones ganaderas han provocado la desaparición de numerosas actividades que tradicionalmente se venían desarrollando en el campo, tales como: trabajo con animales, pastoreo, labores culturales, barbechos, explotaciones ganaderas complementarias, etc., a partir de las cuales se reincorporaban importantes cantidades de materia orgánica al suelo.

La utilización de nuevas técnicas, de semillas mejoradas y de fertilizantes químicos en la agricultura ha hecho posible la obtención de mejores rendimientos; sin embargo, este mejor rendimiento demanda mayor cantidad de nutrientes del suelo el cual sufre una considerable disminución en su contenido de materia orgánica o humus. La fermentación del estiércol es una alternativa que nos permite la obtención de un valioso producto.

De todos los fertilizantes el estiércol a pesar de su diferencia y contenido químico según procedencia y tratamiento, puede considerarse como uno de los fertilizantes más importantes para mantener la fertilidad de los suelos, y vital para los microorganismos que viven en él (Baudillo, 1993).

La Comarca Lagunera cuenta con una población de 440,000 cabezas de ganado bovino con una producción estimada de 1 millón de toneladas de estiércol al año (INIFAP, 2004).

La composta es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener de forma fácil, es un producto estable que proporciona nutrientes directamente asimilables para las plantas y actúa como mejorador de las condiciones del suelo, aportando humus y materia orgánica que será mineralizada. (/

Resulta del manejo de desechos sólidos orgánicos, los cuales sufren un proceso de bioxidación provocado por la acción de múltiples microorganismos (bacterias y hongos).

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es una de las hortalizas más importantes a nivel mundial y en México ocupa un primer lugar dentro de este grupo de cultivos en cuanto a producción y aportación al valor económico. En México, en los últimos años las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la superficie sembrada y en el aspecto social, debido a la gran demanda de mano de obra y capitalización de divisas en general (Valadez, 1996).

La empresa Hortalizas de la Laguna desecha hasta 10 ton. de tomate por día en el proceso de selección para exportación. La intención de este estudio es aprovechar el tomate de desecho y producir una composta de estiércol-tomate, que pueda servir como fuente de nutrientes en el predio.

OBJETIVOS.

Los objetivos específicos de la presente investigación fueron:

1. Aprovechar el tomate de desecho para la producción de composta.
2. Usar la composta como fuente de nutrientes en el cultivo de tomate

HIPÓTESIS.

La aplicación de diferentes dosis de composta al cultivo de tomate, no afectará los rendimientos.

METAS

- Al final del ciclo del cultivo de tomate, se conocerá el impacto de la utilización del estiércol fermentado sobre el rendimiento.
- Inducir a la empresa a la utilización de composta para aprovechar los residuos disponibles en el predio y en la región.

REVISIÓN DE LITERATURA.

Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

El jitomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. México es considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. La palabra tomate proviene de la voz náhuatl "tomatl".

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, pertenece a la familia Solanaceae, su nombre científico es *Lycopersicon esculentum* Mill. La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere a drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo – arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos arenados.

Tiene una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes), raíces adventicias, un tallo principal, hojas compuestas, flores perfectas, su fruto es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gr. Si se cultiva con abonado orgánico y acolchado plástico con cintilla, se pueden obtener rendimientos de 6 a 8 Kg./m².

Abonos orgánicos.

Son sustancias constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo para mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); composta preparada con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos. En general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de la raíz de la planta.

Composición del estiércol.

Es un abono compuesto de naturaleza organo - mineral, con bajo contenido en elementos minerales. Su contenido de nitrógeno se encuentra casi exclusivamente en forma orgánica y el fósforo y potasio al 50 por 100 en forma orgánica y mineral (Labrador, 1994), su composición varía entre límites muy amplios, dependiendo de la especie animal, naturaleza de la cama, alimentación recibida, elaboración y manejo del montón, etc. En término medio, un estiércol con un 20 - 25 % de materia seca contiene 4 kg.t^{-1} de nitrógeno, $2,5 \text{ kg.t}^{-1}$ de

anhídrido fosfórico y $5,5 \text{ kg.t}^{-1}$ de óxido de potasio. En lo que se refiere a otros elementos, contiene por tonelada métrica 0,5 kg. de azufre, 2 kg de magnesio, 5 kg de calcio, 30 - 50 g de manganeso, 4 g de boro y 2 g de cobre. El estiércol de caballo es más rico que el de oveja, cerdo y vaca. El de aves de corral o gallinaza es, con mucho, el más concentrado y rico en elementos nutritivos, principalmente nitrógeno y fósforo (Guiberteau, 1994).

El estiércol es rico en humus (materia orgánica en descomposición), y libera muchos nutrientes importantes en el suelo. No obstante, es deficiente en tres de ellos: nitrógeno, fósforo y potasio. Un fertilizante comercial contiene unas veinte veces más nitrógeno, fósforo y potasio que el estiércol pero ninguno aporta la cantidad de materia orgánica que el estiércol. Por ello, éste se utiliza a menudo junto con otros fertilizantes.

Coronado (1997), menciona que la composición de N, P, K del estiércol por tonelada comercial es de 16.7 Kg. de N, 10.8 Kg. de P_2O_5 , 5.6 Kg. de K_2O y 490.9 Kg. de Materia Orgánica. (Cifras basadas en análisis químicos).

Guerrero (1993), menciona que la composición química del estiércol es: 83.2 % de humedad, 1.67 % de N, 1.08 % de P, 0.56% de K. (Cifras basadas en análisis químicos).

Beneficios de aplicar estiércol.

El abonamiento consiste en aplicar sustancias orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuyen en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de nutrientes en el suelo. El uso de abonos

orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

La composición y contenido de nutrientes de los estiércoles varía según la especie de animal, tipo de manejo y estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo que el estiércol vacuno.

Materia Orgánica.

Como materia orgánica se entiende por una parte 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.

La materia orgánica es esencial para la fertilidad y buena producción agropecuaria. Los suelos sin materia orgánica son suelos pobres, de características físicas inadecuadas para el crecimiento de las plantas.

La incorporación de diversas fuentes de materia orgánica en el suelo, produce varios efectos favorables en las propiedades físicas, químicas y biológicas (Guerrero 1993, Miranda 1997), entre las cuales se puede mencionar:

1. Aportación de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas tales como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, cobre, hierro, magnesio, etc., durante el proceso de su transformación.
2. Activación biológica al suelo, al incorporar ácidos orgánicos y alcoholes, durante su descomposición que sirven de fuente de carbono a los microorganismos de vida libre y fijadores de nitrógeno, estos últimos producen sustancias de crecimiento, como triptofano y ácido-indol-acético.
3. Alimentación a microorganismos activos de la descomposición, que producen antibióticos que protegen las plantas de enfermedades, contribuyendo así a la sanidad vegetal.
4. Incorporación de sustancias intermediarias producidas en su descomposición que pueden ser absorbidas por las plantas, aumentando su crecimiento, pero cuando la materia orgánica es humificada trae más beneficios.
5. Incorporación de sustancias segregantes que favorecen la estructura del suelo, de esta manera se mejora el movimiento del agua y aire, disminuyendo la compactación, favoreciendo el desarrollo de raíces y labranza del suelo.
6. Aumenta el poder tampón, es decir la resistencia contra la modificación brusca del pH.
7. Proporciona sustancias como fenoles, que contribuyen a la respiración de la planta, a una mayor absorción de fósforo y también a la sanidad vegetal.

8. La materia orgánica incrementa la capacidad de retención de humedad en el suelo.
9. Aumenta la productividad de los cultivos si a los suelos pobres se les aplica materia orgánica.

Descomposición de la Materia Orgánica

La descomposición de materia orgánica tiene lugar por distintas poblaciones de microorganismos. Los compuestos de bajo peso molecular son descompuestos principalmente por levaduras saprofitas que son los colonizadores primarios. Los colonizadores secundarios utilizan materiales más complejos, como los polisacáridos. Los colonizadores terciarios metabolizan los polímeros más complejos, como la lignina. Los microorganismos del suelo incluyen bacterias, actinomicetes, hongos, algas, protozoos y virus. Si las condiciones ambientales son constantes, las poblaciones de microorganismos permanecen constantes.

La descomposición de materia orgánica da lugar a CO_2 , agua, elementos minerales y sustancias complejas denominadas humus, compuestos o sustancias húmicas. Las sustancias húmicas son compuestos de elevado peso molecular que se forman por reacciones secundarias de síntesis y son distintas de cualquier sustancia presente en los organismos vivos. Las sustancias húmicas son muy resistentes. Los componentes predominantes del humus son los ácidos fúlvicos, ácidos húmicos y huminas.

Los distintos materiales que se aplican al suelo y que dan lugar a la materia orgánica pueden tener composiciones muy distintas. La mineralización

y humificación se desarrollan de modo distinto según se trate de residuos de elevado contenido en almidón o celulosa u otras sustancias orgánicas solubles en agua, como ácidos orgánicos, azúcares, aminoácidos, etc. (fácilmente degradables) o de elevado contenido en lignina (difícilmente degradables).

Los procesos de humificación y mineralización dependen de múltiples factores, entre ellos del material orgánico original, de las condiciones red-ox del suelo (ligado a la textura y contenido de agua), del régimen térmico y de humedad, etc. La presencia de oxígeno actúa sobre el ciclo de la materia orgánica. Cuando existe oxígeno actúan los microorganismos aeróbicos, mientras que cuando falta oxígeno, actúan los microorganismos anaeróbicos facultativos u obligados. Los microorganismos necesitan un donante de electrones, que puede ser el oxígeno, los óxidos de nitrógeno, compuestos de manganeso o hierro o bien moléculas orgánicas, como el succínico, caso en el que se dan fermentaciones. La tasa de descomposición de la materia orgánica dependerá de la eficiencia de las bacterias y de la capacidad del suelo para proporcionar estos donantes de electrones.

Los microorganismos necesitan desarrollarse en un medio húmedo. Por lo tanto, la humificación y mineralización tendrán lugar esencialmente en presencia de agua. Si el suelo se halla muy seco, los procesos pueden pararse hasta que vuelva a humedecerse, por lo que los ciclos de humectación y desecación del suelo influyen sobre la evolución de la materia orgánica.

Las reacciones abióticas como las relacionadas con la actividad microbiana aumentan su tasa con la temperatura. A temperaturas muy bajas se

detienen los procesos de humificación y mineralización, aumentando a medida que aumentan las temperaturas.

La actividad de los microorganismos que descomponen la materia orgánica depende del pH del suelo. La actividad es mayor a pH ligeramente ácido o neutro.

Sistemas de Compostaje

Existen varios sistemas de compostaje, no obstante, el objetivo de todos es además de transformar los residuos en composta, conseguir las condiciones consideradas letales para patógenos, parásitos y elementos germinativos (semillas, esporas).

- **Sistema en Camellones o Parvas**

Parvas, camellones o pilas es la denominación que se le da a la masa de residuos en compostaje cuando la misma presenta una morfología y dimensiones determinadas. A los sistemas donde se procesa el material mediante la conformación de estas estructuras se le denomina *Sistema en Parvas o Camellones*.

De acuerdo al método de aireación utilizado, este sistema se subdivide además en: *Sistema en Parvas o Camellones Móviles*, cuando la aireación y homogenización se realiza por remoción y reconfiguración de las parvas y *Sistema de Camellones o Parvas Estáticas* cuando la aireación se realiza mediante instalaciones fijas, en las áreas o canchas de compostaje (métodos Beltsville y Rutgers), que permiten realizar una aireación forzada sin necesidad de movilizar las parvas.

- **Sistema en Reactores**

En este sistema los residuos orgánicos son procesados en instalaciones que pueden ser estáticas o dinámicas, que se conocen como *Reactores*. Básicamente los reactores, son estructuras por lo general metálicas: cilíndricas o rectangulares, donde se controlan determinados parámetros (humedad, aireación), procurando que los mismos permanezcan en forma relativamente constante. Los reactores móviles posibilitan la mezcla continua de desechos mediante dispositivos mecánicos, con lo que se logra un proceso homogéneo en toda la masa en compostaje.

Este tipo de sistema, permite acelerar la etapa inicial del proceso, denominada incorrectamente "fermentación". Finalizada esta etapa activa biológicamente, el material es retirado del reactor y acopiado para su "maduración". Los sistemas de compostaje en reactores son siempre sistemas industriales. Se aplican en situaciones donde diariamente se reciben volúmenes importantes de desechos, por lo cual es necesario disponer de superficies extensas. Por ejemplo las grandes plantas de triaje y selección de Residuos Sólidos Domiciliarios (R.S.U.), donde a partir de la fracción orgánica recuperada de este tipo de residuos se produce composta en forma industrial.

Los reactores en el proceso de composteo producen de 70 a 80% de gas metano que puede ser usado como fuente de energía (combustible).

Biodegradación

Es la descomposición de la materia orgánica, resultado de los procesos de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos, protozoos y otros organismos. En principio, todo compuesto sintetizado biológicamente puede ser descompuesto biológicamente. Sin embargo, muchos compuestos biológicos (lignina, celulosa, etc.) son difícilmente degradados por los microorganismos debido a sus características químicas. La biodegradación es un proceso natural, que permite la eliminación de compuestos nocivos impidiendo su concentración, además es indispensable para el reciclaje de los elementos en la biosfera, permitiendo la restitución de elementos esenciales en la formación y crecimiento de los organismos (carbohidratos, lípidos, proteínas). La descomposición puede llevarse a cabo en presencia de oxígeno (aeróbica) o en su ausencia (anaeróbica). La primera es más completa y libera energía, dióxido de carbono y agua, es la de mayor rendimiento energético. Los procesos anaeróbicos son oxidaciones incompletas y liberan menor energía.

Actividad microbiana

La materia orgánica, además del aire, agua y minerales, es uno de los componentes básicos del suelo. La Materia Orgánica sufre un proceso de bioxidación provocado por la acción de múltiples microorganismos como bacterias y hongos. Estos promueven la descomposición y recombinación de los compuestos orgánicos por un periodo de tiempo hasta que adquiere una

consistencia pastosa y húmica estable, la cual pueda ser almacenada y utilizada como fertilizante sin afectar el medio ambiente.

Microorganismos

La actividad microbiana, es esencial para la liberación de nutrientes de la materia orgánica al suelo, sin su efecto, los suelos quedarían estériles y la vida no sería posible (Biblioteca de la Agricultura, 1998).

La eficiencia con la que los microorganismos realizan las transformaciones químicas, se debe a su gran poder catalítico. Como consecuencia de su pequeño tamaño, bacterias y hongos presentan una relación superficie/volumen muy elevada en comparación con organismos superiores, lo que les permite un rápido intercambio de sustratos y productos de desechos con el medio.

Los microorganismos predominantes del suelo son las bacterias, hongos y actinomicetos. Las bacterias son microorganismos de vida libre más pequeños y numerosos del suelo (en cada gramo de suelo pueden hallarse varios millones). Los microorganismos son responsables directos de la descomposición de la materia orgánica fresca.

Bacterias

Las bacterias se dividen en aerobias y anaerobias, según su sistema de obtención de energía para sobrevivir. Existe un grupo de bacterias anaerobias facultativas, las cuales actúan aeróbicamente en presencia de oxígeno, y en ausencia de este, actúan anaeróbicamente. Otra clasificación de bacterias es

por su tipo de alimentación, en autótrofas y heterótrofas. Las bacterias heterótrofas obtienen energía de la oxidación de la materia orgánica y las autótrofas la obtienen oxidando algún material inorgánico no totalmente oxidado.

Las bacterias viven mejor en medios alcalinos, donde el calcio es abundante; por lo contrario, en medios ácidos las poblaciones bacterianas se reducen (Biblioteca de la Agricultura, 1998).

Hongos

Los hongos son organismos no fotosintéticos, existen formas microscópicas, macroscópicas, acuáticos y terrestres, sus formas vegetativas son inmóviles. Muchos viven exclusivamente sobre la materia orgánica en descomposición y son incapaces de infectar otros organismos vivos, estos se denominan saprobios obligados. Otros pueden vivir sobre la materia orgánica en descomposición o bien ser parásitos y se denominan parásitos o saprobios facultativos. Un tercer subgrupo sólo puede vivir a expensas de otro ser vivo, denominados parásitos obligados.

La mayoría de los hongos viven como saprofitos sobre la materia orgánica del suelo. Algunas especies sólo son capaces de utilizar materia orgánica simple y de fácil descomposición, mientras que otras atacan también a la celulosa. Entre los hongos existe un grupo importante que puede descomponer la lignina, lo que permite considerarlos como uno de los pocos descomponedores primarios del material vegetal fibroso y leñoso. Los hongos

están capacitados para tolerar condiciones de acidez y bajos niveles de calcio mejor que otros microorganismos (Biblioteca de la Agricultura, 1998).

Humus.

Es materia orgánica en descomposición que se encuentra en el suelo y procede de restos vegetales y animales muertos. El humus es una materia homogénea, amorfa, de color oscuro e inodora. Los productos finales de la descomposición del humus son sales minerales, dióxido de carbono y amoníaco.

Al descomponerse en humus, los residuos vegetales se convierten en formas estables que se almacenan en el suelo y pueden ser utilizados como alimento por las plantas. La cantidad de humus afecta también las propiedades físicas del suelo tan importantes como su estructura, color, textura y capacidad de retención de la humedad. El desarrollo ideal de los cultivos, por ejemplo, depende en gran medida del contenido de humus del suelo. En las zonas de cultivo, el humus se agota por la sucesión de cosechas, y el equilibrio orgánico se restaura añadiendo humus al suelo en forma de composta o estiércol.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Localización Geográfica

El área de estudio se localiza en el municipio de San Pedro Coahuila, en la carretera La Rosita – Finisterre, aproximadamente a 6 Km. al noreste del ejido Nueva Rosita, a un costado del Ejido San Rafael de Arriba. Las pequeñas propiedades Victoria y Murguía se ubican geográficamente entre los 103° 07.845 de longitud W, 25° 52.149 de latitud N, con una altitud de 1108.55 msnm.

Infraestructura y Superficie

El predio Murguía cuenta con una superficie de 24.6851 hectáreas y el predio Victoria con una de 21.2402 hectáreas para sumar una superficie total de 45.9253 hectáreas, las cuales son usadas para la producción de tomate (*Lycopersicon, esculentum* Mill) bajo condiciones de fertirriego con cintilla y acolchado plástico, para cubrir los riegos cuenta con un estanque revestido con geomembrana con capacidad de 15,554 metros cúbicos el cual es abastecido por cuatro bombas con un gasto total de 110 litros por segundo y por derechos de agua del modulo de riego (agua de la presa). El estanque descarga a una fosa de rebombeo que tiene una capacidad de 180 metros cúbicos, la cual se conecta al sistema de fertirriego.

Equipo a utilizar.

- 45.9253 hectáreas de cultivo.
- Composta.
- Dos camiones torton, para la transportación de la composta al campo.
- Tractores.
- Arado.
- Rastra.
- Escrepa.
- Bordeadora.
- Maquina encintadora y acolchadora.
- Cintilla.
- Acolchado.

Producción de composta.

En la elaboración de la composta, se utilizo el método California modificado. (Escobar 1994).

Labores culturales.

La preparación del terreno se hizo de la siguiente manera: primero se aplico la composta al terreno, después se distribuyo uniformemente con la escrepa, se realizo un barbecho a 30 cm. de profundidad para mezclar la composta con el suelo y propiciar buena penetración y circulación del aire y agua dentro del suelo , posteriormente se dieron dos paso de rastra para

desmenuzar los terrones y facilitar la nivelación del terreno la cual se hizo dejando pendiente cero, después se levantaron y despuntaron las camas.

La instalación de cintilla y acolchado se realizó de forma mecánica con la máquina encintadora y acolchadora.

Transplante y variedad

El transplante se inicio el día 30 de Abril de 2004 y se termino el día 8 de Mayo del mismo año, utilizando tres variedades de tomate tipo saladete, las cuales se manejaron como variedades 1, 2, y 3. El transplante se llevó a cabo aproximadamente a los 15 días de edad de la planta y se transplanto a 90 cm. de ancho y a 30 cm. entre plantas.

Tratamientos.

Los diferentes tratamientos de composta se aplicaron al azar y fueron manejados bajo las mismas condiciones de: riego, fertilización, manejo de cultivo, control de malezas, plagas, enfermedades y labores culturales, solo las variedades de tomate establecidas fueron diferentes.

El área de estudio se encuentra dividida en dos predios, el predio Murguía con una superficie de 24.6851 has y el predio Victoria con una superficie de 21.2402 has, los tratamientos de composta aplicados fueron 18 en total, la distribución de tratamientos y variedades en los predios, se pueden observar en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Distribución de tratamientos y variedades en el predio Murguía.

VÁLVULAS	SUP. (ha)	TRATAMIENTOS	COMPOSTA (ton./ha)	VARIEDAD
1	1.3231	T1	83.20	3
2	1.2414	T1	83.20	3
3	0.99	T1	83.20	1
4	0.7392	T1	83.20	1
5	1.4521	T2	85.51	3
6	1.458	T2	85.51	1
7	1.669	T2	85.51	1
8	1.155	T3	82.99	3
9	1.4677	T3	82.99	1
10	1.5804	T3	82.99	1
11	1.4677	T4	76.68	1
12	1.4346	T4	76.68	1
13	1.4677	T5	80.61	1
14	1.4346	T5	80.61	1
15	1.4677	T6	80.74	1
16	1.4346	T6	80.74	1
17	1.4677	T7	71.17	1
18	1.4346	T7	71.17	1
TOTAL	24.6851			

Cuadro 2. Distribución de tratamientos y variedades en el predio Victoria.

VÁLVULAS	SUP. (ha)	TRATAMIENTOS	COMPOSTA (ton./ha)	VARIEDAD
19	1.8111	T8	105.20	1
20	1.8954	T9	110.10	1
21	2.0049	T10	146.70	1
22	1.9602	T11	135.37	1
23	1.9602	T12	83.08	1
24	1.9128	T13	77.57	1
25	2.0003	T14	82.11	1
26	2.0162	T15	79.69	1
27	1.9076	T16	74.10	2
28	1.977	T17	304.37	2
29	1.7945	T18	351.74	2
TOTAL	21.2402			

Riego.

El inicio de los riegos fue el día 8 de Febrero del 2004 y concluyeron el día 8 de Noviembre del 2004, su aplicación fue de la siguiente manera:

Se aplicó un riego para evaluar el funcionamiento del sistema y detectar posibles fugas, otro riego se aplicó para humedecer y poder realizar el envarado y uno más para aplicar la fumigación previa al trasplante, el siguiente riego se realizó al momento del trasplante, en los subsecuentes riegos se inició la inyección de fertilizantes los cuales se realizaron en función de la etapa fenológica del cultivo. La programación de los riegos fue la misma que se aplicó al cultivo en el ciclo pasado. Estos riegos se pueden apreciar en el cuadro 3.

Cuadro3. Laminas de riego y fechas de aplicación en los predios Victoria y Murguía.

Mes	Número de días	Lamina (m ³ / ha)	Observaciones
Febrero	21	802.39	Riego de envarado y checado de fugas
Marzo	8	282.57	Riego de fumigación y checado de fugas
Abril	7	479.52	Riego para humedecer el terreno
Mayo	20	1195.27	Riego de trasplante y fertirriego
Junio	28	2408.74	Fertirriego
Julio	30	2432.17	Fertirriego
Agosto	31	2426.96	Fertirriego
Septiembre	28	1537.06	Fertirriego
Octubre	31	819.13	Fertirriego
Noviembre	8	74.34	Fertirriego

Cosecha

La cosecha se realizó 60 días después del trasplante, iniciando el día 29 de junio de 2004 y concluyendo el día 4 de Noviembre del mismo año, se tuvieron 104 días de cosecha en ese periodo, la cosecha fue realizada manualmente y la recolección se hizo en botes con capacidad de 12 kilogramos y depositados en cajas para posteriormente transportarlos en camiones torton al empaque.

Rendimiento.

En lo que se refiere a rendimientos obtenidos, estos fueron tomados de forma independiente de acuerdo a la variedad, número de válvula y predio. En los cuadros 4 y 5, se muestran los rendimientos obtenidos con la aplicación de composta, en los predios Murguía y Victoria.

Cuadro 4. Rendimiento en el predio Murguía.

VÁLVULAS	SUP. (ha)	COMPOSTA (ton./ha)	PRODUCCIÓN (ton)	RENDIMIENTO (ton. /ha)
1	1.3231	83.20	199.54	150.81
2	1.2414	83.20	183.32	147.67
3	0.99	83.20	137.71	139.10
4	0.7392	83.20	104.60	141.50
5	1.4521	85.51	218.47	150.45
6	1.458	85.51	204.51	140.27
7	1.669	85.51	240.15	143.89
8	1.155	82.99	170.10	147.27
9	1.4677	82.99	191.72	130.63
10	1.5804	82.99	208.71	132.06
11	1.4677	76.68	216.57	147.56
12	1.4346	76.68	203.94	142.16
13	1.4677	80.61	188.40	128.36
14	1.4346	80.61	196.61	137.05
15	1.4677	80.74	173.31	118.08
16	1.4346	80.74	166.21	115.86
17	1.4677	71.17	150.15	102.30
18	1.4346	71.17	147.97	103.14
TOTAL	24.6851		3,301.99	

VARIEDAD #1	
VARIEDAD #3	

Rendimiento promedio de la variedad 1 en el predio Murguía. = 130.14 ton / ha.

Rendimiento promedio de la variedad 3 en el predio Murguía. = 149.05 ton / ha.

Cuadro 5. Rendimiento en el predio Victoria.

VÁLVULAS	SUP. (ha)	COMPOSTA (ton./ha)	PRODUCCIÓN (ton)	RENDIMIENTO (ton. /ha)
19	1.8111	105.2	222.92	123.09
20	1.8954	110.1	233.3	123.09
21	2.0049	146.7	278.57	138.94
22	1.9602	135.37	272.36	138.95
23	1.9602	83.08	227.66	116.14
24	1.9128	77.57	224.86	117.56
25	2.0003	82.11	261.95	130.96
26	2.0162	79.69	270.86	134.34
27	1.9076	74.1	227.34	119.18
28	1.977	304.37	235.61	119.18
29	1.7945	351.74	222.95	124.24
TOTAL	21.2402		2,678.38	

VARIEDAD #1

VARIEDAD #2

Rendimiento promedio de la variedad 1 en el predio Victoria. = 127.88 ton / ha.

Rendimiento promedio de la variedad 2 en el predio Victoria. = 120.86 ton / ha.

Análisis estadístico.

En el análisis de los resultados de rendimiento, se utilizó la comparación de medias independientes a un nivel de significancia del cinco por ciento.

En los cuadros 6,7 y 8 se muestra la comparación de medias de las tres variedades.

Cuadro 6. Comparación de medias en el rendimiento de la variedad 1.

TRATAMIENTO	COMPOSTA (ton. /ha)	RENDIMIENTO (ton. /ha)
T1	83.20	139.10 b
T1	83.20	141.50 b
T2	85.51	140.27 b
T2	85.51	143.89 b
T3	82.99	130.63 a
T3	82.99	132.06 a
T4	76.68	147.56 b
T4	76.68	142.16 b
T5	80.61	128.36 a
T5	80.61	137.05 b
T6	80.74	118.08 b
T6	80.74	115.86 b
T7	71.17	102.30 b
T7	71.17	103.14 b
T8	105.2	123.09 b
T9	110.1	123.09 b
T10	146.7	138.94 b
T11	135.37	138.95 b
T12	83.08	116.14 b
T13	77.57	117.56 b
T14	82.11	130.96 a
T15	79.69	134.34 a

Cuadro 7. Comparación de medias en el rendimiento de la variedad 2.

TRATAMIENTO	COMPOSTA (ton./ha)	RENDIMIENTO (ton. /ha)
T16	74.1	119.18 a
T17	304.37	119.18 a
T18	351.74	124.24 a

Cuadro 8. Comparación de medias en el rendimiento de la variedad 3.

TRATAMIENTO	COMPOSTA (ton./ha)	RENDIMIENTO (ton. /ha)
T1	83.20	150.81 a
T1	83.20	147.67 a
T2	85.51	150.45 a
T3	82.99	147.27 a

a no existe diferencia estadística significativa en los rendimientos.

b si existe diferencia estadística significativa en los rendimientos.

Discusión de resultados.

En la comparación de medias independientes, del rendimiento de la variedad 1, analizando los dos predios, se encontró diferencia estadística significativa, el rendimiento menor fue de 102.09 ton/ha, mientras que el mayor fue de 147.56 ton/ha, el rendimiento promedio para la variedad 1 fue de 129.01 ton/ha.

En la comparación de medias independientes en el rendimiento de las variedades de tomate 2 y 3, no se detectó diferencia estadística significativa en ninguno de los rendimientos, los rendimientos promedio de las dos variedades son de 120.86 ton/ha y 149.05 ton/ha respectivamente.

Recomendaciones.

En base al análisis estadístico, para la variedad 1, se recomienda aplicar dosis de composta en un rango de 76.68 ton/ha a 85.51 ton/ha. Para la variedad 2, se recomienda aplicar la dosis de 74.1ton/ha y para la variedad 3, la dosis de 83.20 ton/ha.

Conclusiones.

Según la literatura, el rendimiento del cultivo de tomate, bajo condiciones de acolchado y cintilla, tiene rendimientos promedio de 60 a 80 ton/ha, con el trabajo realizado se obtuvo un incremento del 61% en rendimiento promedio de la variedad 1 y de 51% en rendimiento promedio de la variedad 2, en la variedad 3 se incremento el rendimiento promedio a un 86%, en comparación al mayor rendimiento mencionado por la literatura.

Bibliografía.

Abonos Orgánicos.

http://www.ambientum.com/eciclopedia/residuos/1.66.26.11_1r.html

Abonos Orgánicos.

<http://www.ciedperu.org/manuales/organico.htm>

ABONOS ORGANICOS.

<http://www.raaa.org/ao.html>

Bacterias.

<http://www.aguamarKet.com/diccionario/terminos.asp?ld=2834>

Baudillo, J. 1993. Árboles frutales, cultivo y explotación comercial. Octava Edición. Editorial AEDOS. Barcelona. Ed. mexicana. S.A. México- Barcelona.

Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Biblioteca de la Agricultura 1998. Suelos abonos y materia orgánica. 2ª Edición. IDEA BOOKS S.A. Barcelona España.

Biodegradación.

<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Biodegrada.htm>

Compostaje.

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

Compostaje.

<http://www.emision.com/5141.htm>

Coronado (1997), Guerrero (1993); ABONOS ORGÁNICOS EN USO.

http://www.proexant.org.ec/Abonos_Org%c3%A1nicos.html

Descomposición de la Materia Orgánica.

<http://www.inforganic.com/modules.php?name=News&file=article&sid=618>

El compost como fertilizante.

<http://www.persona13.iddeo.es/plantas/compostaje.htm>

El cultivo de Tomate.

<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm#1.%20ORIGEN>

<http://www.Vivitoria.fortunecity.com/operatic/88/articulos/art082.htm>

Escobar, A. 1994. Fermentación de Estiércol con el Método California modificado (Cámara Agrícola y Ganadera de Torreón A.C.).

Figueroa Viramontes Uriel, 2004, MANEJO DE ESTIÉRCOL BOVINO EN CULTIVOS FORRAJEROS. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. (INFORME 2004).

Labrador y Guiberteau, 1994; Fertilización Orgánica. Estiércoles.

http://www.infoagro.com/agricultura_ecologia/agricultura_ecologia05.asp

Materia Orgánica.

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

Microorganismos.

<http://www.inagrosa.es/prodaminorg.html>

Sistemas de compostaje.

<http://www.ops.org.uy/pdf/compost.pdf>

Tomate (*Lycopersicon esculentum*).

<http://www.infororganic.com/huerto/fichas/tomate.htm>.

Valadez, 1996. EI TOMATE: DESARROLLO FISIOLÓGICO Y PRODUCCIÓN.

<http://www.adh.org.mx/monografias/tomate.html>