

El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares.

F. Widman Aguayo¹, F.Herrera Rodríguez², D.D. Cabañas Vargas²

Recibido: 6 de julio de 2005 - Aceptado: 16 de diciembre de 2005

RESUMEN

Con el fin de evaluar el comportamiento de la composta generada de los residuos sólidos municipales (RSM) de la ciudad de Mérida como mejorador de suelos, se sembraron 30 macetas con semillas de frijol y 30 macetas con semillas de tomate. De las 30 macetas para cada cultivo, 10 fueron de suelo de la región, 10 se elaboraron con una mezcla suelo-composta y 10 con suelo de la región al que se le agregaron fertilizantes. El suelo y la composta fueron caracterizados antes de hacer las mezclas. Esto reportó mejores características para la composta. La germinación y evolución de las plantas se observaron durante 60 días. En ambos cultivos se evaluaron el tiempo de germinación y el porcentaje de germinación. Los resultados mostraron que las semillas sembradas en la mezcla de tierra-composta germinaron primero que las demás. Posteriormente se evaluó la evolución de las plantas de tomate durante los restantes 50 días, lo que reportó que las plantas sembradas en la mezcla suelo-composta tuvieron tallos más largos y mayor número de hojas. Se concluyó que la composta utilizada en este experimento sirvió como mejorador del suelo de la región reportando mejores resultados en la germinación y crecimiento de las plantas al ser comparadas con plantas que crecieron directamente en muestras de suelo y en muestras de suelo adicionado con fertilizantes.

PALABRAS CLAVE: mejorador de suelo, aplicación de composta, fertilizantes, frijol, tomate, composta de residuos sólidos municipales.

Compost from municipal solid waste as a soil improver for crop cultivation in Yucatan. Preliminary studies.

ABSTRACT

Mixtures of soil-compost, soil- fertilizer and soil alone were used to evaluate municipal solid waste compost as a soil improver. Beans and tomato seeds were sown at pots with different mixtures. Thirty pots were used for beans seeds and thirty for tomato seeds. For each crop 10 pots were filled with typical soil from the region (State of Yucatan), ten with a soil-compost mixture (50/50) and 10 with soil with fertilizers. Before the experiment started both, compost and soil, were characterized. Results showed that the soil-compost mixture has better characteristics than soil in terms of nutrients availability for plants. Germination and plant growth were monitored during 60 days. In both crops germination time and germination percentage were measure during the first 10 days. Results showed that seeds placed in soil-compost mixture germinated during the first 5 days and the rest of the seeds germinated after 7 days. Then plant growth was evaluated only for tomatoes during 50 days more. Results revealed that plants developed in soil-compost mixture had longer stalks and more quantity of leaves. It was concluded that compost works as a soil improver. Plant growth in soil-compost mixture had the best characteristics in terms of germination, stalk length and number of leaves.

KEYWORDS: soil improver, compost application, fertilization, beans, tomato, municipal solid waste compost.

¹ Estudiante de la carrera de I.Q.I. de FIQ. UADY

² Profesor- Investigador de la Facultad de Ingeniería Química de la UADY. Ave Juárez No. 421. Cd Industrial, Mérida, Yucatán, México

INTRODUCCIÓN

La cantidad de residuos sólidos generados en México ha sido estimada en 31 millones 489 mil toneladas al año, de las cuales 16 millones 500 mil toneladas están compuestas por residuos de comida, jardinería y materiales orgánicos similares que son fácilmente composteables (SEMARNAT, 2002). La misma fuente reporta que en Yucatán se generan anualmente 449 mil toneladas de residuos. Específicamente para la ciudad de Mérida, y de acuerdo a datos reportados por la Dirección de Servicios Públicos Municipales del Ayuntamiento de Mérida en 2004, se generan mensualmente 17,800 toneladas de RSM, de las cuales un 38.5% está formado por residuos de alimentos y un 20.5% por papel y cartón, por lo que una cantidad considerable podría someterse a un proceso de composteo. La disposición de este tipo de residuos en rellenos sanitarios o mediante la incineración puede crear problemas ambientales y supone un costo público importante (Álvarez, y col., 2001).

Por otro lado en Yucatán los suelos están formados por un mosaico heterogéneo que se constituye hasta por diez series de suelos (clasificación FAO-UNESCO) que son: litosoles, rendzinas, luvisoles líticos, rendzinas líticas, luvisoles, luvisol crómico, luvisol gléyco, vertisol pélico, vertisol gléyco, regosoles, los cuales generalmente se encuentran entre grandes franjas de laja, piedras sueltas y maleza (López, 1980), lo que ocasiona que el conjunto (suelo-rocas-maleza) tenga características relativamente pobres para los cultivos, además de estar sujetos a procesos de erosión y de pérdida de fertilidad como resultado de la actividad humana. Por lo que la aplicación de un producto benéfico para el suelo, proveniente de residuos orgánicos puede ser una solución útil y ecológica a dos problemas: el mejoramiento del suelo y la disposición final de residuos (Burgos y col., 2001).

El composteo es la descomposición y estabilización biológica de la materia orgánica bajo condiciones aerobias controladas, que da como resultado un producto final (composta) que es estable, libre de patógenos y elementos fitotóxicos para las plantas y que puede ser aplicado benéficamente al suelo (Haug, 1993). Además, es un proceso que puede desarrollarse con baja tecnología y satisfactoriamente en climas tropicales como el del estado de Yucatán.

El objetivo del presente trabajo fue presentar un estudio preliminar del efecto de la composta proveniente de la fracción orgánica de los RSM como

mejorador de suelos de la región tomando como ejemplo plantas de tomate y frijol.

METODOLOGÍA

Se uso un suelo típico de Yucatán (litosoles, rendzinas, luvisoles líticos, rendzinas líticas, luvisoles, luvisol crómico, luvisol gléyco, vertisol pélico, vertisol gléyco, regosoles -clasificación FAO/UNESCO). El suelo fue recolectado en el campo y cribado hasta dejarlo libre de cualquier tipo de piedra y/o maleza. Esto significa que el suelo en estas condiciones presenta mayor calidad que como se utiliza en el campo. Esto explica la razón por la cual aparentemente el suelo es rico en materia orgánica y con buenas características para cultivo pero en realidad no lo es cuando se utiliza "in situ". Se utilizaron semillas de frijol y tomate adquiridas en el comercio local de agroquímicos. La Figura 1 muestra en forma esquemática el desarrollo del presente trabajo.

• Obtención de la composta madura

La composta utilizada en este trabajo se generó como producto del composteo por volteo a cielo abierto con material proveniente de la recolecta de residuos sólidos municipales de la ciudad de Mérida. Los residuos recolectados fueron separados manualmente una vez que llegaron a la planta de manejo de basura del municipio de Mérida. El proceso de composteo se monitoreó midiendo temperatura, pH, humedad, sólidos volátiles, patógenos, nitrógeno y carbono. Todo esto hasta la obtención de composta madura. El proceso completo tomo aproximadamente seis meses. Los resultados no se presentan porque son parte de otro estudio.

• Caracterización de la composta madura y del suelo

Para caracterizar el suelo y la composta madura se utilizaron los siguientes parámetros: fósforo total, nitrógeno total, pH, humedad, relación carbono/nitrógeno y carbono/fósforo, potasio y carbono total. Los primeros cuatro parámetros se determinaron de acuerdo a la metodología establecida en las Normas Mexicanas para residuos sólidos municipales (NMX-AA-24,1984; NMX-AA-25,1984; NMX-AA-94,1984; NMX-AA-16,1985). El potasio y el carbono total se determinaron de acuerdo a la metodología descrita por Bidlingmaier (1994). Cabe aclarar que se seleccionaron los parámetros antes mencionados por ser los más representativos para la caracterización de la composta y por motivos económicos, ya que no se contó con más recursos para poder evaluar otros parámetros tanto del suelo como de la composta.

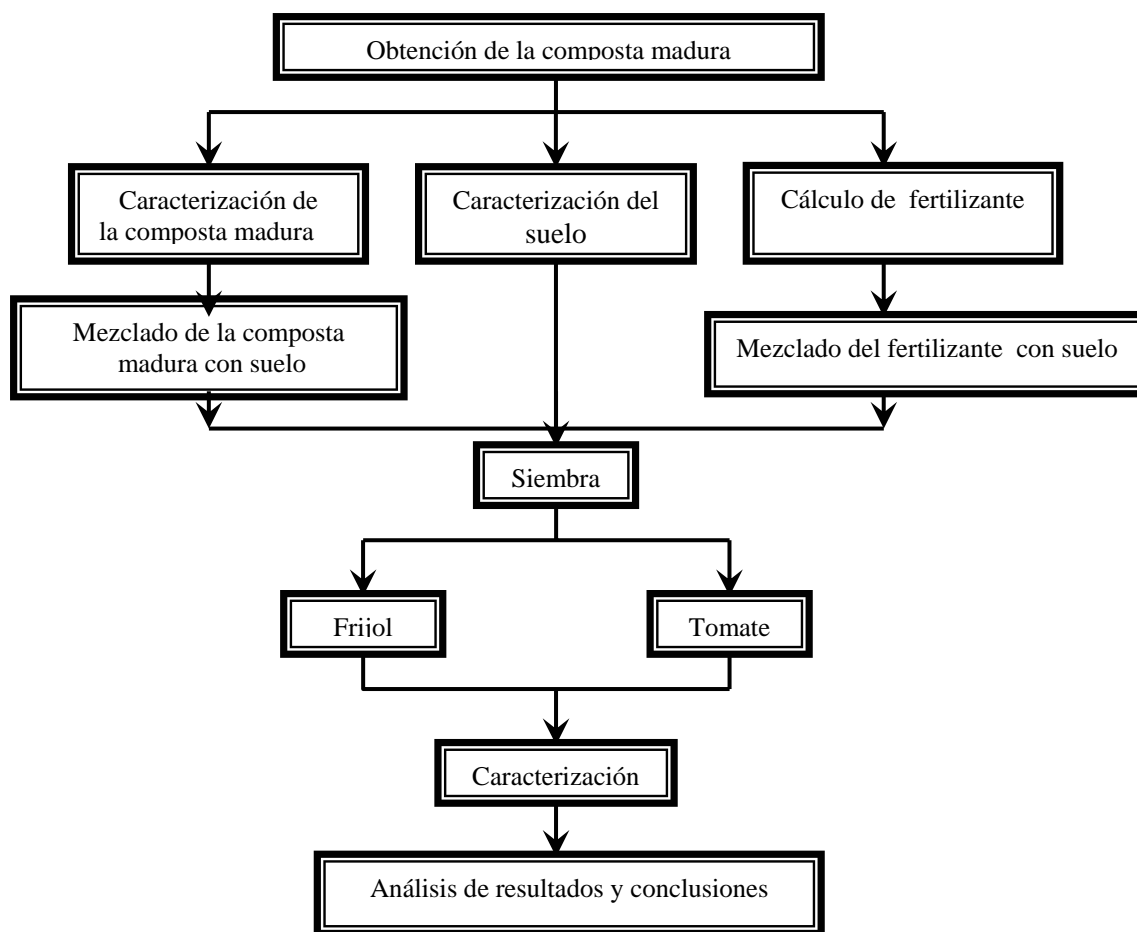


Figura 1. Diagrama de flujo de la parte experimental.

• **Fertilización**

Para las macetas en las que se utilizó la mezcla suelo-fertilizante, el suelo se ajustó con la fórmula de fertilización 50-100-100 para el tomate (Tun,1990) y 00-90-00 para el frijol (Guerrero, 1990). Las cantidades y tipo de fertilizantes para ajustarse a las fórmulas y de acuerdo a las características del suelo fueron:

- a) Tomate: 5g de Nitrógeno (como urea), 1.75g de superfosfato triple y 1.35g de Cloruro de Potasio.
- b) Frijol: 3g de superfosfato triple.

• **Siembra**

Las semillas se sembraron en 60 bolsas de plástico para cultivos típicos de invernadero, con capacidad para albergar 2kg de tierra (c/u). De las 60 bolsas, 20 se llenaron con suelo de la región, 20 con una mezcla suelo-composta al 50% y 20 con una mezcla de suelo-fertilizante de acuerdo a los cálculos hechos para cada

tipo de cultivo. En cada bolsa se depositaron 3 semillas las cuales se introdujeron a la tierra, previamente humedecida, a una profundidad de 2 a 4 centímetros. De las 3 semillas depositadas en cada maceta, se tomó solamente la que germinó primero y las otras dos se retiraron de la maceta. Los cultivos se hicieron al aire libre y se les agregó agua en forma uniforme cada tres días a excepción de los días en que llovió. Las plantas de tomate se cultivaron y evaluaron durante 60 días. Las plantas de frijol solamente se evaluaron durante los primeros 10 días debido a que una plaga de iguanas acabó con ellas.

• **Caracterización de las plantas**

La germinación de las plantas se evaluó con los parámetros siguientes:

- Número de plantas que germinaron
- Tiempo de germinación

La evolución de las plantas se evaluó tomando en cuenta:

- Altura de las plantas (largo del tallo)
- Número de hojas en cada planta

RESULTADOS Y DISCUSION

El suelo utilizado en el presente trabajo tiene aparentemente buenas características para cultivo, esto fue resultado de la preparación previa, es decir, el cribado y la eliminación de materiales como piedras y maleza. Este tipo de suelo es el que comúnmente se encuentra en las zonas agrícolas de Yucatán, pero mezclados con grandes zonas de laja, piedras y maleza. Esta mezcla es la que hace al suelo pobre para el cultivo, por lo que añadir composta significa incrementar las cantidades de suelo y mejorar sus características para el cultivo. El presente es un estudio preliminar, por lo que solo se determinaron características generales del suelo y de la composta. No se tomaron en cuenta otros factores como la salinidad del suelo y la respuesta de los cultivos seleccionados a esta.

La muestra de composta tuvo un pH de 7.35 y la muestra de suelo de 6.93 (Tabla 1).

Tabla 1. Características del suelo y la composta

PARÁMETRO	COMPOSTA	SUELO
pH	7.35	6.93
Nitrógeno total	1.3 %	0.94 %
Fósforo total	0.18 %	0.07 %
Carbono total	38.46 %	42.75 %
C/N	30	45
C/P	214	618
Humedad	69.23 %	76.95 %
Potasio		0.625%

De acuerdo a la guía técnica presentada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura (www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/guia_frijol.htm) el pH óptimo para el cultivo de frijón está comprendido entre 6.5 y 7.5 y el cultivo de tomate requiere suelos con pH entre 6 y 7. Por lo tanto, se puede decir que el rango de pH que presentaron las muestras fue adecuado para el crecimiento de ambas plantas, frijón y tomate. El resto de las características muestran un suelo de características pobres para el cultivo.

Los parámetros nitrógeno y fósforo total tomados aisladamente no se consideran como verdaderos indicadores de la calidad de la composta o del suelo. Varios autores prefieren como indicadores las relaciones C/N y C/P (Haug, 1993).

La relación C/N óptima oscila entre 20 y 30 de carbono por 1 de nitrógeno, y la relación C/P igual o

menor de 200 de carbono por 1 de fósforo. Cuando ambas relaciones se encuentran dentro de lo establecido como óptimo ocurre la mineralización tanto del nitrógeno como del fósforo, la cual es la forma en que se encuentra disponible para las plantas. La relación C/N de la composta (30) se encuentra en el límite máximo del rango óptimo, lo que demuestra que el nitrógeno se encuentra disponible para las plantas. La relación C/P (214) se encuentra ligeramente arriba del parámetro establecido, lo que indica que el fósforo no puede ser asimilado al 100% por las plantas. En el suelo las relaciones C/N y C/P se encuentran totalmente fuera de los rangos indicados como óptimos por Monroy y Viniegra (1990).

Por lo tanto se puede decir que el nitrógeno y el fósforo presentes no pueden ser aprovechados por las plantas. Consecuentemente se puede afirmar que la composta presenta mejores características para los cultivos que el suelo.

b) Germinación

A los cinco días de iniciado el experimento germinaron las primeras plantas tanto de tomate como de frijón en la mezcla de composta-tierra. A los 7 días, el resto de las plantas ya habían germinado. En cuanto al número de plantas que germinaron se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 2).

La combinación de suelo-composta como medio de cultivo tuvo mejores resultados que la tierra en el proceso y rapidez de germinación. En ambas plantas, las primeras semillas en germinar fueron las depositadas en la mezcla de suelo-composta. No hubo diferencia en el comportamiento de los otros dos medios de cultivo. La mayoría de las semillas germinaron sin distinción del medio de cultivo a excepción de las semillas de frijón en la tierra.

Tabla 2. Porcentajes de germinaron

MEDIO DE CULTIVO	FRIJOL	TOMATE
Suelo	60%	100%
Suelo-fertilizante	90%	100%
Suelo-composta	90%	100%

c) Largo del tallo y número de hojas

Las plantas fueron medidas cada siete días a partir del día 10 de iniciado el experimento. En este trabajo solo se presentaron los resultados obtenidos en los días 10, 24 y 59 para observar la evolución de las plantas. Las macetas se enumeraron siempre del 1 al 10.

La maceta número 5 para la mezcla suelo-composta se perdió por lo que no aparece en los resultados.

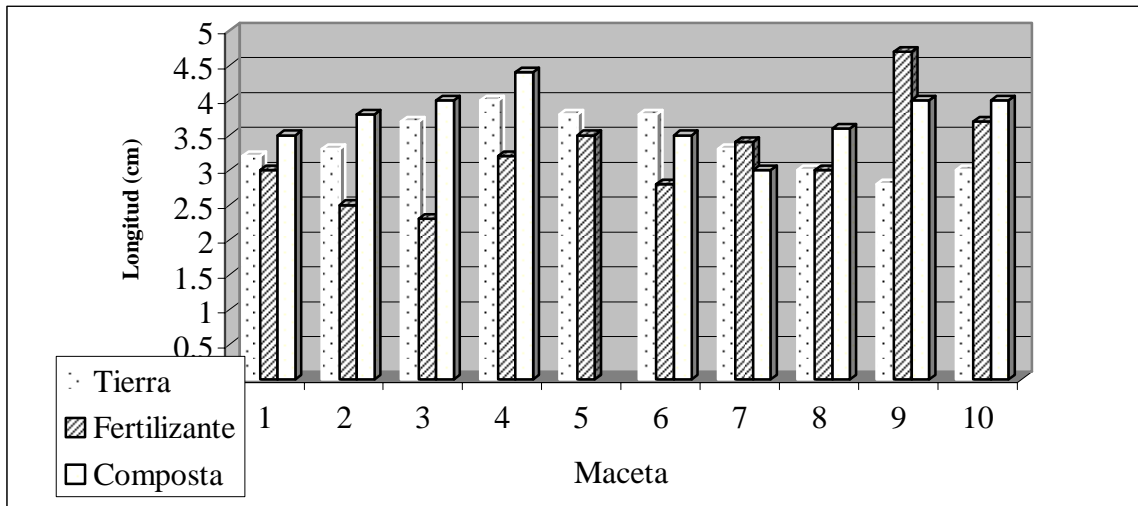


Figura 2. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 10 días de iniciado el experimento.

Durante los primeros días (10), la diferencia en el largo de tallo entre las plantas en los diferentes medios no fue significativa, aunque siempre fueron más altas aquellas de las mezclas suelo-fertilizante y suelo-composta (Gráfica 2).

La gráfica 3 muestra el largo de los tallos para el día 24, se observa que la diferencia en crecimiento ya se ha hecho más notoria, siendo más altas las plantas sembradas en la mezcla tierra-composta. Solo se

presento una excepción en la maceta 9 (suelo-fertilizante). Para el día 59 (gráfica 4), la diferencia en crecimiento fue muy notoria para todas las macetas, las más altas resultaron ser las de la mezcla suelo-composta. En esta parte del estudio solo aparecen datos para las plantas de tomate ya que las de frijol no pudieron ser evaluadas debido a que una plaga de iguanas acabó con ellas una vez que empezaron a aparecer las hojas.

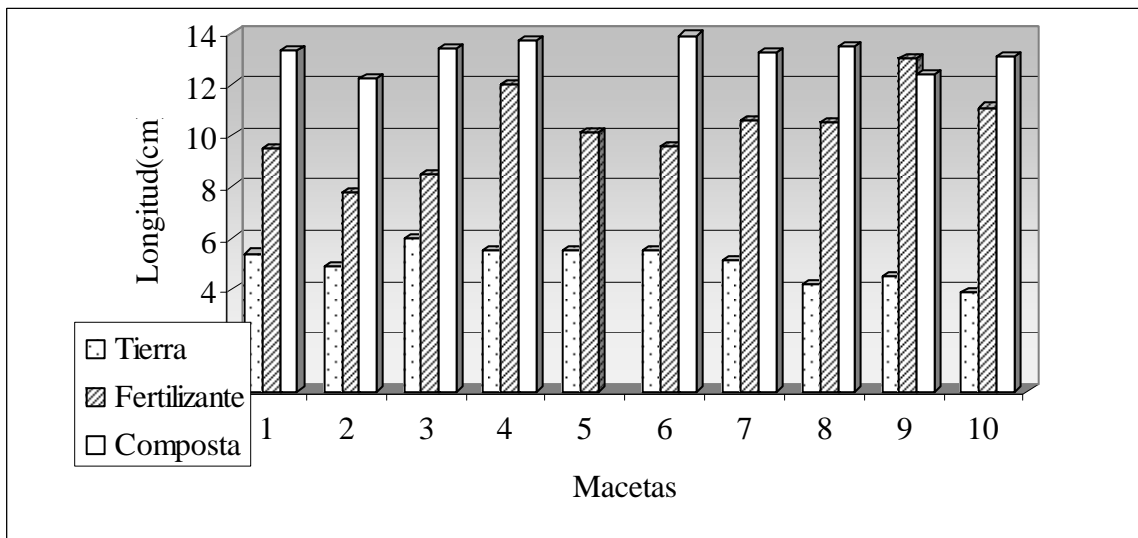


Figura 3. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 24 días de iniciado el experimento.

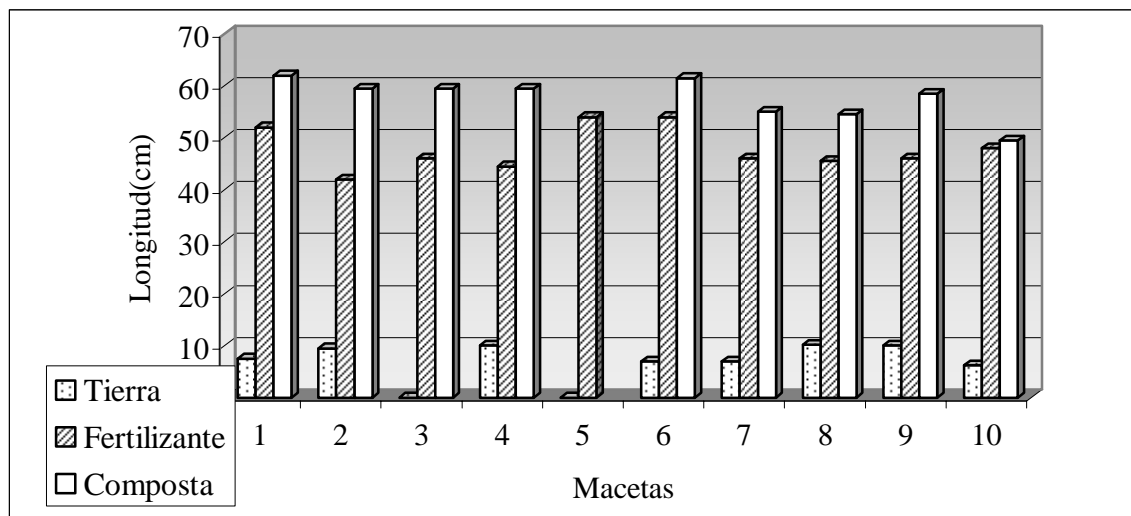


Figura 4. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 59 días de iniciado el experimento.

Al analizar el número de hojas en las plantas se puede observar que durante los primeros días posteriores a la germinación (10) todas las plantas tuvieron el mismo número de hojas sin presentar diferencia alguna con respecto al medio en el que fueron sembradas. Las diferencias en el crecimiento fueron notorias a partir del día 24, aunque dichas diferencias no fueron significativas entre las macetas de suelo-composta y de suelo-fertilizante. Para el día 59 del experimento la diferencia en el número de hojas fué significativa. Las plantas cultivadas en la mezcla

suelo-composta tuvieron muchas mas hojas que todas las demás (Tabla 3).

El experimento tuvo que finalizar en este punto, ya que las plantas crecieron tanto que las macetas resultaron muy pequeñas y los tallos se quebraron y consecuentemente las plantas murieron.

Es probable que las plantas en las macetas con suelo no hubieran crecido durante el segundo mes por la misma razón, las macetas resultaron pequeñas, consecuentemente los nutrientes naturales en la tierra se agotaron.

Tabla 3. Número de hojas en las plantas a los 10, 24 y 59 días del experimento.

Mezcla Maceta No.	10 días			24 días			59 días		
	S-C hojas	S-F hojas	S hojas	S-C hojas	S-F hojas	S hojas	S-C hojas	S-F hojas	S hojas
1	2	2	2	17	14	4	106	70	11
2	2	2	2	17	10	6	80	77	11
3	2	2	2	17	12	6	89	79	0
4	2	2	2	19	18	4	107	99	11
5	*	2	2	*	15	3	*	85	0
6	2	2	2	17	14	5	104	75	8
7	2	2	2	19	16	5	130	87	9
8	2	2	2	19	11	4	89	71	18
9	2	2	2	19	16	4	115	97	17
10	2	2	2	17	13	4	86	94	9

*Planta perdida. S=suelo, C=composta, F= fertilizante

CONCLUSIONES

La composta utilizada para este experimento presentó mejores características que el suelo de la región desde el punto de vista de nutrientes aprovechables por las plantas.

La adición de composta al suelo de la región mejoró el tiempo y porcentaje de germinación de semillas de tomate y frijol.

Las plantas de tomate crecieron con tallos más largos cuando fueron crecidas en mezclas de suelo-composta. Las plantas de tomate tuvieron más hojas en las macetas que fueron cultivadas en la mezcla suelo-composta.

La mezcla de suelo-composta presentó mejores resultados que la mezcla de suelo-fertilizante para el cultivo de frijol y tomate en suelos de la región.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuros trabajos sembrar las semillas en macetas con mayor cantidad de tierra para tratar de llegar al término de los cultivos y poder caracterizarlos en forma completa.

Prever el ataque de plagas para poder llevar a su término todos los cultivos iniciados.

Determinar otras características del suelo y la composta como la salinidad.

Desarrollar un trabajo directamente en el campo para determinar el efecto real de la composta cuando se aplica directamente al campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez J.; Del Campo A. y Sancho F. (2001). Research and technologic development of composting processes and its application in the agriculture and forestry sectors. En "Proceedings of the International Conference ORBIT 2001", Spanish Waste Club , Orbit association (Editores), (107-114). Sevilla, Spain.

Bidlingmaier W. , (1994). "Methods book for the Análisis of Compost. In addition with the results of the parallel interlaboratory test 1993". Publisher: Federal Compost Quality, Assurance Organization (FCQAO). Germany. pp .46-49, 54-55, 84-87.

Burgos P.; Madejón E.; Murillo J.M. y Cabrera F. (2001). Agricultural use of three organic residues: effect on orange crop and on chemical propoerties of a soil of the comarca costa de Huelva (SW, Spain). En "Proceedings of the International Conference ORBIT 2001", Spanish Waste Club , Orbit association (Editores), (115-120). Sevilla, Spain.

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaria de Agricultura. Guía Técnica a consultores Individuales y empresas privadas de asistencia. Consultado vía electrónica en: www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/guia_frijol.htm. (22/01/05)

Guerrero Medina, R. (1990). Validación de Tecnología para la producción de maíz-frijol en relevo bajo condiciones de temporal en suelos Chac-luúm. En "Memorias de Segunda Reunión Científica forestal y agropecuaria". Centro de Investigaciones forestales y agropecuarias. 21,22 de junio de 1990. 136, Yucatán, México

Haug, R.T. (1993). "The Practical Handbook of Compost Engineering". 1a. Edición. Lewis Publishers.USA.

López Castillo, H.(1980). Capacidad de uso y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Residencia de Agrología de la SARH. Mérida, México.

Monroy O. y Viniestra G., (1990). "Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos". Primera reimpresión. Editorial Calypso, S.A. México. pp. 57.

NMX-AA-016-1984. Norma Mexicana. Protección al ambiente. Contaminación del suelo. Residuos Sólidos Municipales. Determinación de humedad.

NMX-AA-094-1985. Norma Mexicana. Protección al ambiente - contaminación del suelo - residuos sólidos municipales - determinación de fósforo total

NMX-AA-24-984. NORMA MEXICANA. Protección al ambiente - contaminación del suelo-residuos sólidos municipales - determinación de nitrógeno total

NMX-AA-25-1984. Normas Mexicanas. Protección al ambiente-Contaminación del suelo-Residuos solidos-Determinación del ph. Método potenciométrico.

SEMARNAT, 2002. "Compendio de Estadísticas Ambientales, 2002". Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Editor). México.

Tun Dzul, J.D. (1990). Respuesta del tomate a la aplicación de gallinaza, nitrógeno y fósforo en suelos pedregosos de uso continuo. En "Memorias de la Segunda Reunión Científica forestal y agropecuaria". Centro de Investigaciones forestales y agropecuarias. 21,22 de junio de 1990. 80, Yucatán, México.