

Manejo de desechos forestales; implementación del uso de viruta de pino como compost

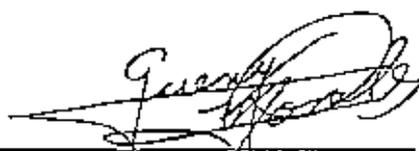
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

presentado por

Marcos Gueri Morales Díaz

Zamorano-Honduras
Abril, 1998

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marcos Guerri Morales Díaz', written over a horizontal line.

Marcos Guerri Morales Díaz

Zamorano-Honduras
Abril, 1998

DEDICATORIA

A Dios, a mi familia y a mi patria Bolivia.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre "Gordita Hermosa" y a mi padre por alumbrar mi vida con tanto amor.

A mi "Pedacito de Cielo", Thais, por darle vida a mi vida.

A mis hermanos Jorge y Miguel, por estar ahí cada vez que los necesité.

A mis asesores por enseñarme mas allá de la tesis dejándome compartir sus vidas.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la DSE y al Dr. Zimmermann por haber apoyado a mi Bolivia tendiéndome la mano para que yo pueda tenderla a otros con la experiencia del PA y del PIA.

A la Organización Internacional para las Migraciones por haber facilitado mis viajes.

A mi querido El Zamorano, por formar mi espíritu.

RESUMEN

Morales, Cueni 1998. Aprovechamiento de desechos forestales; implementación del uso de viruta de pino como compost. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 11p.

Desde que se extrae madera de los bosques, hasta que se termina de procesar hay pérdidas mayores a la mitad del volumen de la biomasa total, la mayor parte en los aserraderos y carpinterías, en forma de aserrín que es el desecho producido por el aserrío y la viruta que es producida por el cepillado de la madera. El inadecuado manejo que suele darse a estos desechos orgánicos provoca contaminación al suelo, agua y aire; perdiendo nutrientes que pudieron ser aprovechados. Una alternativa para aprovecharlos es su transformación en compost, el cual, aplicado al suelo mejora sus características químicas y agronómicas. Este estudio utilizó la viruta de pino (v), en mezclas con estiércol de res (e) y material foliar de frijol Dólicos (f), como fuentes de nitrógeno orgánico, los objetivos fueron: (1) Conocer el comportamiento del pH de las mezclas utilizadas en los cuatro meses de duración del experimento; (2) Determinar la etapa más adecuada de utilización de las mezclas según su pH y temperatura interna; (3) Determinar los cambios en los volúmenes (% de eficiencia) al final del experimento. El compostaje se realizó bajo condiciones semianaeróbicas en unidades separadas y envueltas en plástico negro en 7 tratamientos para evitar pérdida de materiales por erosión; las variables medidas fueron pH y Temperatura Interna. Los tratamientos 40v/60e y 60v/40e, tuvieron los pH más altos de todas las pruebas realizadas, 8.6 y 8.2 respectivamente, sin que exista diferencia significativa entre ellos ($P > 0.05$); los pH más cercanos al neutro lo tuvieron los tratamientos 80v/20e y 80v/20f (7.6 y 6.6 respectivamente) siendo significativamente diferentes entre sí ($P > 0.001$). Los pH más bajos los tuvieron los tratamientos 80v/40f, 100v y 40v/60f siendo este último el más ácido de todos; sus pH respectivos fueron 6.2, 6.1 y 5.9. La temperatura varió desde 27°C hasta 45°C en las que contenía estiércol y de 24°C hasta 41°C en las que contenían frijol; las curvas de temperatura mostraron que el proceso de descomposición empezó a estabilizarse a partir del tercer mes; los volúmenes descendieron entre 10% y 23%. De esta manera se concluye que la viruta de pino puede ser utilizada como compost después de cuatro meses de compostaje; el porcentaje de eficiencia es alto. Se recomienda realizar pruebas similares para desechos como el aserrín para comparar esos resultados con los obtenidos en este experimento.

Palabras claves: Desechos forestales, compost, composteras, materia orgánica.

Nota de Prensa

¿CUÁN ÚTILES PODRÍAN SER LOS DESECHOS INDUSTRIALES FORESTALES?

El Zamorano, siempre se ha caracterizado por inculcar en sus alumnos un espíritu de superación, es así que los estudios e investigaciones que ahí se desarrollan tratan de resolver problemáticas de distinta índole.

En esta ocasión, Guerri Morales un estudiante del programa de Ingeniería Agronómica con apoyo de un grupo de asesores desarrollaron entre el 7 de septiembre de 1997 y el 5 de enero de 1998 un estudio en el que analizaron la descomposición de la viruta de pino (colucho) con la intención de ver la posibilidad de que ésta sea utilizada como abono para cualquier tipo de plantas dependiendo de las necesidades que éstas plantas precisen del abono.

Este estudio se llevó a cabo para dar un uso alternativo a los desechos producidos por la industria maderera en los aserraderos y en las carpinterías, para que no contaminen el ambiente al ser quemados o echados a los ríos o terrenos baldíos. El estudio pretendió también mostrar los costos para desarrollar estos abonos, de manera que pueda verse la posibilidad de que sea un negocio.

En el estudio se utilizó viruta de pino que fue mezclada con estiércol de res o con hojas de frijol Dólicos, o sin mezcla alguna. El estiércol y las hojas sirvieron para facilitar la descomposición de la viruta. Se realizaron 7 mezclas diferentes, donde cada una fue puesta dentro de un plástico para no perder material por lluvias o vientos; a estas mezclas se les analizó la temperatura cada 2 días y el pH cada mes.

Los resultados mostraron que sí se puede hacer abono con la viruta de pino y en un tiempo relativamente corto (cuatro meses); según se use estiércol u hojas de frijol se obtendrá abono con diferentes pH (desde 5.5 hasta 8.6), útil para plantas con diferentes necesidades; y, los costos de descomponerlos varían desde Lps. 391.5 usando solo viruta, hasta Lps. 8,875.9 usando 40% de viruta y 60% de estiércol.

Vemos así que las industrias madereras podrían obtener dinero de lo que en algún momento se consideró basura, evitando contaminar el ambiente. También pueden usarse estos materiales para descomponer los desechos orgánicos de los hogares y tener una fábrica particular de abono para los jardines.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Páginas de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimientos a patrocinadores	vi
	Resumen	vii
	Nota de prensa	viii
	Contenido	ix
	Índice de Cuadros	x
	Índice de Figuras	xi
1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	5
4	CONCLUSIONES.....	9
5	RECOMENDACIONES.....	10
6	BIBLIOGRAFÍA.....	11

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Proporciones de los tratamientos evaluados.....	3
2.	Porcentaje de cambio de volumen y costos de compostaje.....	8

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Variaciones del pH en los tratamientos.....	5
2	Temperatura interna de los tratamientos con estiércol vs. Temperatura externa.....	6
3.	Temperatura interna de los tratamientos con frijol y el testigo vs. Temperatura externa.....	7

1. INTRODUCCIÓN

Según Aguirre *et al.* (1989), Honduras subutiliza sus productos forestales al dejar en los bosques más del 25% del volumen total, a esta pérdida hay que sumar los desperdicios producidos en los aserraderos (en forma de aserrín proveniente del corte de la madera por las sierras) y carpinterías (en forma de viruta, proveniente del cepillado de la madera). El aserrín y la viruta suelen ser utilizados como material en la mezcla de arcilla para la fabricación de ladrillos (para darles a estos el color de la madera), pero generalmente son quemados al aire libre contaminando el ambiente al liberar CO₂ a la atmósfera (casi el 60% de su contenido total¹), o son abandonados, donde su libre descomposición contamina los suelos y las aguas con resinas y productos de putrefacción, perdiéndose los nutrientes contenidos en ellos.

RODALE PRESS, Inc. (1992), menciona que para aprovechar los desechos orgánicos (entre ellos la viruta de madera) puede transformárselos en compost, siendo éste el resultado de la descomposición de materiales orgánicos a formas asimilables por las plantas, teniendo diferentes nutrientes según los materiales utilizados. Nelson (1991; citado por Klock y Fitzpatrick, 1997) asegura que los componentes de los compostajes no son tan importantes como sus propiedades o características agronómicas como las llama Genevini (1997), algunas de estas propiedades son: construcción de la estructura del suelo, almacenamiento y liberación de nutrientes para las plantas de manera lenta, prevención de la erosión eólica e hídrica, amortiguación del pH, desarrolla la biota (micro y macroorganismos), absorción de calor y neutralización de toxinas provocada por sales y compuestos de aluminio (Wakeman 1938).

Bedminster Bioconservation Corporation² (1997) descompuso desechos orgánicos urbanos entre 3 días y 2 semanas controlando la aireación, temperatura, humedad y pH. El tiempo de descomposición de los materiales orgánicos está afectado por la relación Carbono:Nitrógeno (C:N), siendo la relación ideal de 25:1 (Golueke, 1972) ó 30:1³; emonces, aquellos materiales con relaciones mayores que 30:1 tardarán mas tiempo en descomponerse que los que tengan relaciones menores a esas, pero serán mas útiles para retener agua y controlar el crecimiento de malezas. (Routh Stout, 1987; citado por RODALE PRESS, Inc. 1992), éste autor también observó que los desechos forestales pueden descomponerse entre 6 meses a 3 años (hojas de árboles tienen relaciones de 40-50:1, aserrín y viruta tienen rangos entre 400:1 y 1,500:1³). Cuando la relación C:N es alta y se desea reducir el tiempo de descomposición, suele añadirse materiales con altos contenidos de nitrógeno como estiércoles o materiales foliares verdes como hojas de

¹ LONGWELL, T. 1998. Apuntes de Protección de Recursos Naturales. Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica, E.A.P. Comunicación personal.

² SANTILLÁN, R. 1997. Agricultura Orgánica. Departamento de Zootecnia, EAP. Comunicación personal.

³ ZEPEDA, C. 1997. Apuntes de la clase Horticultura Ornamental. Departamento de Horticultura, E.A.P. Comunicación personal.

verduras o leguminosas para que las bacterias descomponedoras puedan usarlo como sustrato para descomponer el carbón.

Finstein y Miller (1985; citado por Fernandes y Sartaj, 1997) dice que el compostaje puede desarrollarse por procesos aeróbicos o anaeróbicos. Los procesos aeróbicos alcanzarán temperaturas termofílicas (45°-70°C), lixiviará líquidos, destruirá nitrógeno orgánico y dióxido de nitrógeno volatilizándolos en forma de amonio, eliminará semillas de malezas y otros patógenos, reducirá el tiempo de descomposición y disminuirán los malos olores. Los procesos anaeróbicos alcanzarán temperaturas mesofílicas (10° - 45°C) reduciendo la pérdida de nutrientes, porque la oxidación de los materiales es más lenta que en la aeróbica alargando el tiempo de descomposición. El proceso anaeróbico puede lograrse cubriendo la compostera con plástico negro (RODALE PRESS, Inc., 1992).

Los cambios en temperatura en el compost se produce por la ruptura de las células orgánicas en su proceso de descomposición, el que es facilitado por las bacterias. Koong y Hwang (1997) hallaron que la temperatura óptima de descomposición oscila entre 55° y 60°C, temperaturas mayores a esas y menores a 13°C inhiben el desarrollo bacterial disminuyendo la degradación de los materiales (Gouleke, 1972). Debido a que la degradación de la materia orgánica produce calor, puede usarse la temperatura interna de las composteras como un indicador del proceso de descomposición.

Bedminster Bioconservation Corporation⁴ (1997), enfatiza que la humedad es un factor esencial para la descomposición, siendo la ideal de 50 a 65%, cantidades mayores a 80% promueven condiciones anaeróbicas¹ o semianaeróbicas (RODALE PRESS Inc., 1992). La humedad llega a ser un factor limitante cuando es menor que 40 ó 50% (Goulueke, 1972), siendo de 12 a 15% el contenido mínimo en el cual pueden habitar las bacterias, condiciones de alta humedad en sistemas naturalmente aireados favorecen el proceso de difusión del oxígeno en la compostera (Finstein y Miller, 1985; citado por Fernandes y Sartaj, 1997).

Para que exista descomposición, el pH debe hallarse entre 6.0 y 7.5 (donde encontraremos bacterias) y 5.5 y 8.0 (donde hallaremos hongos). Un rango adecuado es de 6.0 a 7.4, debajo de éste la reacción es demasiado ácida para el desarrollo de las bacterias nitrificantes. Los pH básicos reducen el número de microorganismos en el suelo (RODALE PRESS Inc., 1992).

Debido a que los desechos forestales a utilizarse en las mezclas provienen árboles que se desarrollan en suelos ácidos como los existentes en los bosques de pinos, cabe la posibilidad de que la acidez se exprese en el compostaje, por lo que los objetivos del presente experimento fueron: (1) Conocer el comportamiento del pH de siete diferentes mezclas de viruta de pino, estiércol y frijol Dólicos durante cuatro meses. (2) Determinar el posible periodo de utilización para cada mezcla según su pH y temperatura interna. (3) Determinar los cambios en volumen del material compostado al final del experimento.

⁴. AMADOR, R. 1998 Comunicación personal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la sección de Agricultura Orgánica del departamento de Zootecnia, en la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano) a una altura de 825 msnm, cuya temperatura promedio anual es de 25°C y en la época del experimento fue de 31°C. El ensayo duró cuatro meses, desde el 7 de septiembre de 1997 al 5 de enero de 1998.

Los materiales utilizados fueron: 2 toneladas (t) de viruta de pino (viruta), 3 t de estiércol de ganado vacuno (estiércol) (con 80 días de almacenamiento), 0.8 t de material foliar de frijol Dólicos (frijol) de 90 días de desarrollo, una caja de madera de 0.68 m³, 40 m² de plástico color negro, dos tridentes, dos palas ovaladas, un lector eléctrico de humedad "Plant light & water tester", un potenciómetro, un termómetro (°C).

Los tratamientos evaluados fueron mezclas de viruta con estiércol y con frijol, se escogieron estos dos últimos materiales porque son los más disponibles en Zamorano y en casi cualquier finca agropecuaria que pueden suplir nitrógeno orgánico para las bacterias descomponedoras que degradarán el carbono de la viruta. Las proporciones se ven en el Cuadro 1, cada tratamiento tuvo tres repeticiones.

Cuadro 1. Proporciones de los tratamientos evaluados.

Trat.	Mezclas %	Abreviación
1	80 viruta - 20 estiércol	80v/20e
2	60 viruta - 40 estiércol	60v/40e
3	40 viruta - 60 estiércol	40v/60e
4	80 viruta - 20 frijol	80v/20f
5	60 viruta - 40 frijol	60v/40f
6	40 viruta - 60 frijol	40v/60f
7	100 viruta	100v

Sobre láminas independientes de plástico negro se colocaron las mezclas previamente pesadas, utilizando como volumen conocido la caja mencionada. Cada mezcla quedó protegida de la intemperie cerrándola con los extremos del plástico para evitar pérdida de nutrientes por lixiviación. Se realizaron volteos con la intención de mejorar la aireación de las composteras y facilitar el proceso de descomposición mezclando homogéneamente los materiales. El primer volteo se realizó al final del primer mes y antes de colectar la primera muestra para determinar el pH, los siguientes volteos se realizaron cada quince días hasta finalizar el experimento. En el último día de experimentación, se vertió el compost de cada una de las unidades experimentales en la caja utilizada al principio, esta vez para medir el volumen final y determinar el cambio de volumen en ese periodo de tiempo (porcentaje de eficiencia).

Los datos del pH se tomaron al final de cada mes, luego se analizaron en el laboratorio de Análisis de Aguas del Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica de Zamorano. Para desarrollar el análisis, las muestras se trituraron en un molino porque aún no estaban degradadas, luego se mezclaron con agua destilada para tomar las lecturas con el potenciómetro. La humedad y temperatura interna se monitorearon cada 2 días; utilizando el lector eléctrico de humedad, cuando ésta era menor que 60% se añadía agua a la compostera hasta que se encuentre entre 70% y 80%, si la cantidad de humedad era mayor que 80%, entonces se dejaba destapada esa compostera para favorecer la evaporación; la temperatura interna se medía con el termómetro. El contenido de humedad no fue estudiado porque lo que se deseaba con el agua era facilitar el proceso de descomposición a través de una mejor oxigenación por difusión. Todas las lecturas y muestras fueron colectadas a una profundidad de 20 cm de la superficie y en el centro de cada compostera a las tres de la tarde, momento de la mayor temperatura diaria ambiental o externa (dato que se colectó en la estación meteorológica de CITESGRAN en Zamorano).

Para analizar estadísticamente los datos se utilizó el Modelo Mixto de Análisis de Varianza del programa SAS, considerando a los tratamientos como factores fijos y al tiempo en que se tomaron las muestras como el factor aleatorio. Los errores adecuados para las pruebas F y separaciones de medias se hallaron por medio de la opción RANDOM del procedimiento GLM y los agrupamientos mediante la prueba de "Ryan-Einot-Gabriel-Weish Multiple F^S".

Se calcularon los costos de compostar las mezclas para cada uno de los tratamientos, usando los costos de los materiales de las mezclas, el transporte y la mano de obra; los costos de investigación como los análisis en laboratorio no se tomaron en cuenta. Este análisis se realizó como una propuesta para evaluar su potencial como un negocio.

⁵ GÓMEZ, F. 1997. Notas de la clase de Estadística II. Comunicación personal.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo estadístico usado fue muy útil ($Pr > F = 0.0001$) para analizar las variabilidades que se presentaron en los datos de pH y temperatura interna y logra explicar el 84% ($R\text{-Square} = 0.839706$) de toda la variabilidad del experimento a un nivel máximo de significación de $Pr > F = 0.05$.

La variabilidad en pH a $Pr > F = 0.0001$ de las composteras se debió a las diferentes mezclas y no a la diferencia de tiempo en que se tomaron y analizaron $Pr > F = 0.2483$, siendo este de manera lineal. El que los tratamientos hayan influenciado con significación estadística pudo deberse a los procesos de oxidación y reducción de los materiales compostados, especialmente del estiércol y del frijol, por su contenido de nitrógeno el cual acelera las reacciones químicas de estos materiales. El tiempo no tuvo significación estadística porque el tipo de descomposición utilizada para el experimento promovía procesos semiaeróbicos y anaeróbicos, haciendo el proceso mas lento.

Los tratamientos 40v/60e y 60v/40e, tuvieron los pH más altos de todas las mezclas realizadas, 8.6 y 8.2 respectivamente, sin que exista diferencia significativa entre ellas; los pH mas cercanos al neutro lo tuvieron los tratamientos 80v/20e y 80v/20f (7.5 y 6.6 respectivamente) siendo significativamente diferentes entre si. Los pH mas bajos los tuvieron los tratamientos 80v/40f, 100v y 40v/60f siendo este último el mas ácido de todos; sus pH respectivos fueron 6.2, 6.1 y 5.9. (Figura 1).

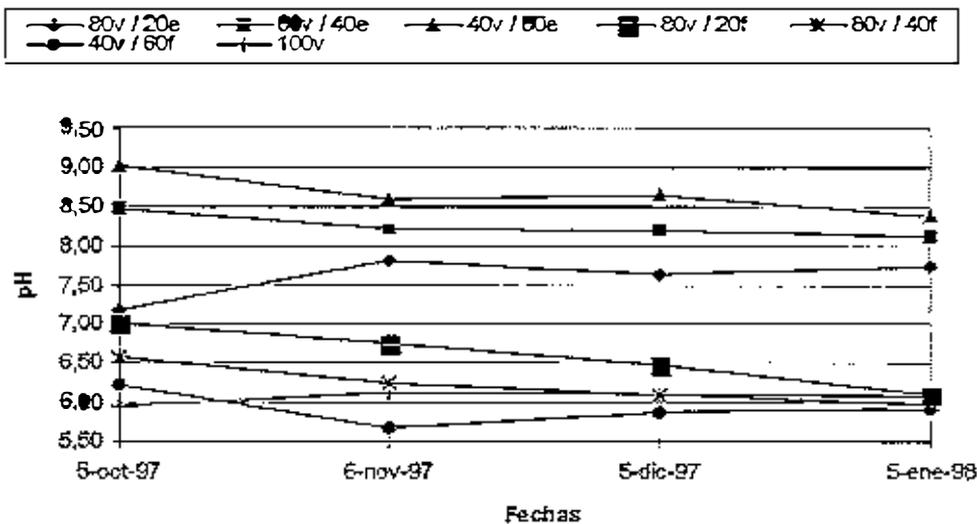


Figura 1. Variaciones del pH en los tratamientos

En los 3 primeros meses del experimento, las composteras que contenían estiércol mostraron que la temperatura interna fue generalmente mayor a la temperatura externa, especialmente en el segundo y tercer mes, comportamiento que se invirtió en el último mes,

(Figura 2). Esto pudo deberse a que las mayores reacciones químicas de descomposición se manifestaron en los 3 meses, quedando para el último mes las reacciones de menor magnitud, sea porque el inóculo de nitrógeno disminuyó y por ende la actividad bacteriana o porque la reacción de descomposición de los materiales entraba a su proceso de estabilización. Se supone, que la disminución del inóculo tiene mayor incidencia en este suceso porque los materiales (especialmente la viruta y los tallos del frijol) en descomposición aun podían ser reconocidos en las mezclas de las diferentes composteras al final del experimento, lo que indica que estos materiales no terminaron de descomponerse.

A partir del tercer mes todas las composteras tendieron a estabilizar su temperatura interna, viéndose en la mezcla 40v/60e un comportamiento completamente estable en los últimos 20 días del experimento; estos datos irregulares pudieron deberse a errores en las lecturas al momento de su registro.

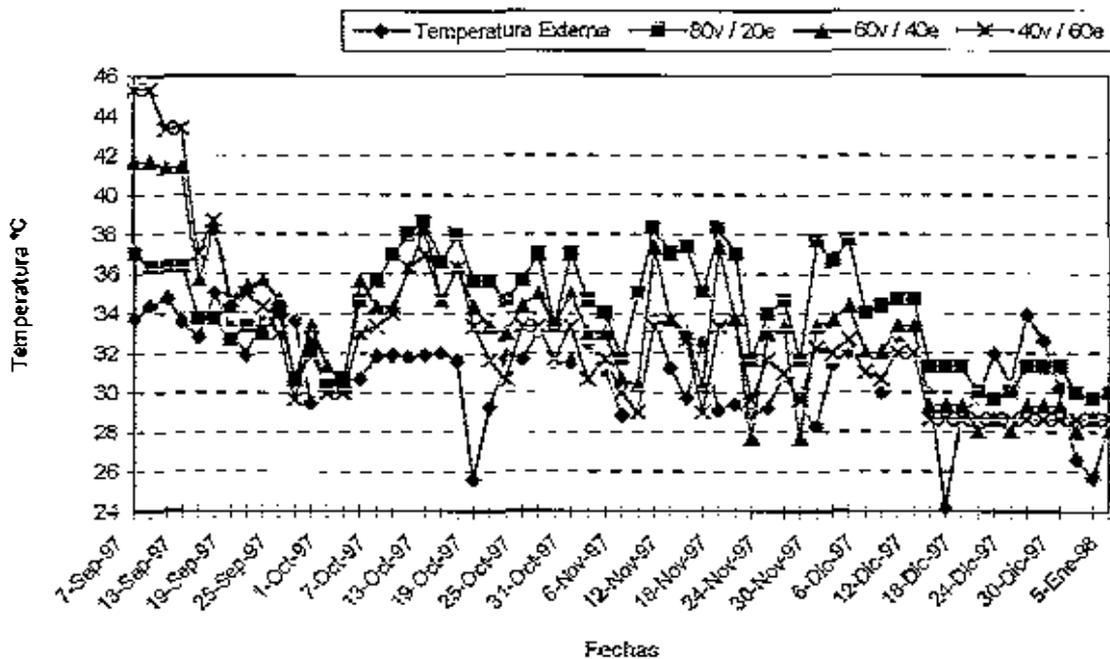


Figura 2. Temperatura interna de los tratamientos con estiércol vs. Temperatura externa.

Las composteras con frijol también tuvieron un comportamiento de temperatura interna y temperatura externa parecido a las composteras que contenían estiércol, pero las variaciones de las temperaturas internas con la temperatura externa fueron menores (Figura 3); este hecho pudo ocurrir porque el frijol al momento de iniciar el experimento tuvo un menor inóculo bacteriano de origen que el estiércol, pues el primero no es un producto de excreción como lo es el segundo; por tanto, la menor cantidad de bacterias en las composteras que contenían frijol tuvieron un comportamiento degradativo similar a las que contenían estiércol, pero en menores proporciones.

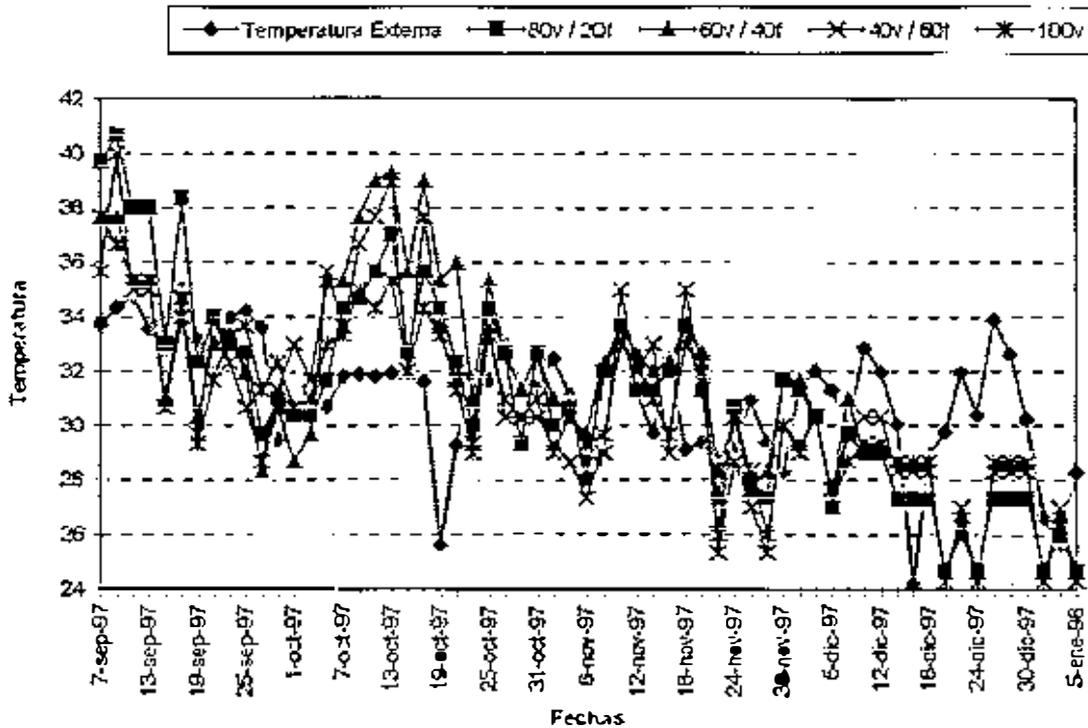


Figura 3. Temperatura interna de los tratamientos con frijol y el testigo vs. Temperatura externa.

La variabilidad de la temperatura interna de las composteras tuvo una significación alta ($Pr > F=0.0016$) debida a los tratamientos, al igual que el tiempo de duración del experimento ($Pr > F=0.0016$). De lo que podemos induir que el comportamiento de la temperatura interna se pudo deber al tipo de material que se utilizó y al periodo de descomposición en que éste se encontró.

Los tratamientos y el tiempo de duración del experimento tuvieron una interacción significativa ($Pr > F=0.0040$) en la variabilidad de la temperatura interna de las composteras. Esta interacción nos muestra que las mezclas utilizadas en el experimento cambiaron su T_i de manera importante a través del tiempo.

La temperatura máxima se presentó en la primera semana del experimento en la mezcla de 40v/60f y fue de 46°C, probablemente a su mayor contenido de bacterias descomponedoras. De las mezclas que contenían frijol, la mayor temperatura interna se alcanzó a los 41°C en la mezcla de 80v/20f.

Los cambios en volumen tuvieron una relación directa entre el tipo de materia usada y su contenido inicial de humedad; es decir que las mezclas que contenían mayores proporciones de estiércol llegaron a tener mayores cambios en volumen.

Con el volumen inicial y el volumen final de las composteras se calculó el porcentaje de cambio de volumen, viéndose una relación directamente proporcional entre la capacidad inicial de retención de agua con el porcentaje de cambio de volumen; es decir que las mezclas que contenían más estiércol tuvieron más variación en sus volúmenes. Paralelamente se muestra el costo de compostar cada una de las mezclas, siendo la más barata la que solamente tenía viruta y la más cara la que tenía la mezcla 40v/60f. Estos costos los podemos comparar con los que tienen en el puesto de venta de El Zamorano, donde venden 0.015 m^3 aproximadamente por Lps.15.00, resultando el m^3 a un precio de Lps. 1,000.00, aunque los materiales de ese compost son diferentes a los realizados en el experimento nos da una idea de cuales son las relaciones de precios. Cuadro 2.

Cuadro 2. Porcentaje de cambio de volumen y costos de compostaje.

Tratamientos	% Cambio de volumen	Costos Lps./ m^3 (t.c. = 13.3Lps/\$US)
80v/20e	87.8	1,412.6
60v/40e	78.6	4,128.3
40v/60e	77.3	4,508.5
80v/20f	90.8	2,300.8
60v/40f	83.1	6,389.0
40v/60f	77.6	8,875.9
100v	79.0	391.5

4. CONCLUSIONES

La viruta de pino puede ser utilizada como compost después de cuatro meses de compostaje, sea sola o en las proporciones estudiadas.

Los compostajes estudiados empiezan a estabilizar su proceso de descomposición a partir del tercer mes de descomposición basándose en la temperatura interna de las composteras.

Existió un rango amplio de pH en los compostajes estudiados dependiendo de si la mezcla contenía estiércol o frijol o no había mezcla.

La reducción en volumen debido al proceso de compostaje es bajo (10% -23%).

5. RECOMENDACIONES

Sí se puede utilizar viruta de pino para mejorar suelos y como alternativa para los desechos del proceso maderero industrial.

No utilizar compost de pino según las proporciones estudiadas antes de cuatro meses de descomposición, porque el proceso de degradación aún se halla en una fase activa.

En suelos ácidos sería útil usar compostajes de viruta de pino con altas proporciones de estiércol de res.

Para suelos alcalinos sería más adecuado utilizar compost de pino sin mezclas o con bajas proporciones de material foliar de frijol Dólicos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, et al 1989. PERFIL AMBIENTAL DE HONDURAS. 346p.
- Bedminster Bioconservation Corporation*. 1997. <http://www.bedminster.com>
- FINSTEIN, M.S.; MILLER, F.C. 1985. Principles of Composting Leading to
 . Maximization of Decomposition Rate, Odour Control, and Cost Effectiveness. In
 Composting of Agricultural and other Wastes. In FERNANDES, L.; SARTAJ, M.
 Comparative Study of Static Pile Composting Using Natural, Forced and Passive
 Aeration Methods. COMPOST Science &Utilization (EE.UU.) Vol. 5, No.4:
 65:77.
- GENEVINI, P.L. 1997. Heavy Metal Content in Selected European Comercial
 Composts. COMPOST Science &Utilization (Italy) Vol. 5, No. 4:31-39.
- GOMEZ, F. Apuntes de la clase de Estadística II, 1997.
- GOULEKE, C. 1972. Composting: A Study of the Process and its Principles. Emmaus,
 Pa.: Rodale Press.
- KOONG, W.;HWANG, E. Y. 1997. Operational Parameters for Composting Night Soil
 in Korea. COMPOST Science &Utilization (Korea) Vol. 5, No. 4:46-51.
- NELSON, P. 1991. Root Media In: Greenhouse Operation and Managment. In KLOCK,
 K.; FITZPATRICK, G. Growth of Impatiens "Accent Red" In Three Compost
 Products COMPOST Science &Utilization (EE.UU.) Vol. 5, No. 4:26-30.
- RODALE PRESS, Inc. 1992. The Rodale Book of COMPOSTING; Easy Methods for
 Every Gardener, Ed. By Martin D. and Gershuny G. Emmaus, Pa., EE.UU., Rodale
 Press. 27Sp. (New Revised Edition). 63 1.875-M363.
- Routh Stout. 1987. The Rodale Book of Composting. In RODALE PRESS, Inc. 1992.
 The Rodale Book of COMPOSTING; Easy Methods for Every Gardener. Ed. By
 Martin D. and Gershuny G. Emmaus, Pa., EE.UU., Rodale Press. 27Sp. (New
 Revised Edition). 63 1.875-M363.
- WAKSMAN SELMAN. A. 1938. Humus: Origin, Chemical Composition, and
 importance in Nature. 2nd rev. de Baltimore: & Wilkins Co. EE.UU., 250p.