



FACULTAD DE AGRONOMÍA
Universidad Nacional de La Pampa

**“EVALUACION DE DIFERENTES LOMBRICOMPUESTOS
PARA LA UTILIZACION DE SUSTRATO, OBTENIDOS A PARTIR
DE MATERIALES DISPONIBLES EN LA PROVINCIA DE LA
PAMPA.”**

BOURBOTTE, JOSE

GEBRUERS, YANINA

DIRECTOR: CARASSAY LUCIANO RAÚL

CODIRECTORA: BAUDINO ESTELA MARIS

CARRERA: INGENIERO AGRÓNOMO

FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

2016

ÍNDICE

Contenidos:

Resumen.....	5
Capítulo 1.....	6
Introducción.....	6
Objetivos e Hipótesis.....	13
Hipótesis.....	13
Objetivos específicos.....	14
Capítulo 2.....	14
Materiales y Métodos.....	14
Área de estudio.....	14
Características edáficas.....	15
Características climáticas.....	15
Características del ensayo.....	16
Acondicionamiento del material.....	16
Diseño de los recipientes para la producción de lombricompuesto.....	17
Tiempo de formación del lombricompuesto.....	18
Capítulo 3.....	20
Resultados y discusión.....	20
Temperatura ambiente durante el período de compostado.....	20
Inseminación del material a evaluar.....	25
Formación del lombricompuesto.....	26
Humedad y peso seco de las muestras.....	27
Conductividad eléctrica.....	27
pH.....	29
Fósforo.....	30
Nitrógeno.....	31
Carbono.....	32
Potasio.....	35
Sodio.....	36
Capítulo 4.....	38

Conclusiones.....	38
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	39
ANEXOS.....	41

PREFACIO

Este trabajo es presentado como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniero Agrónomo, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentado previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en la Huerta de la Facultad de Agronomía y en los Laboratorios de Suelos y de Química de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional de La Pampa. Las actividades se realizaron durante el período comprendido entre Junio de 2013 y Marzo de 2014, bajo la dirección del Dr. Luciano Carassay y la codirección de la Dra. Estela Baudino.

Resumen

La lombricultura es una actividad de importancia económica y social ya que el lombricompostado es utilizado en la actividad intensiva como sustrato y abono de alta calidad. El material con el que se produce el lombricompostado procede del reciclaje de compuestos orgánicos, como residuos domiciliarios, material procedente del corte de césped, podas del arbolado urbano y cama de criaderos de animales domésticos. Sin embargo, según el sustrato el lombricompostado puede presentar una alta variabilidad en lo que respecta a las propiedades físico-químicas, que en ocasiones pueden originar en las plantas algunos perjuicios en el crecimiento y hasta la muerte originada por el exceso de nutrientes. El objetivo general del presente trabajo fue conocer las características del lombricompostado obtenido a partir de materiales disponibles en la Región y evaluar los lombricompostadores diseñados. El ensayo se realizó en la Facultad de Agronomía en la UNLPam donde se evaluaron los sustratos para confeccionar lombricompostado de Olmo, Fresno, Césped y Guano de gallina. Los recipientes contenedores fueron diseñados para garantizar la correcta aireación y drenaje del sustrato. Se colocó en cada tratamiento 250 lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*) adultas. En marzo del año siguiente se procedió a tamizar el material y se realizaron las determinaciones de: pH, conductividad eléctrica, carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, materia orgánica y relación carbono-nitrógeno. Con este ensayo se pudo comprobar que el sustrato de césped resultó el mejor lombricompostado desde el punto de vista agronómico y de elaboración más rápida, sin dejar de destacar también la buena calidad de los otros lombricompostados obtenidos, teniendo en cuenta las diferentes necesidades de los cultivos a aplicar. Con respecto a la evaluación de los lombricompostadores diseñados se consideró aceptable su diseño, por su sencillez y por no presentar durante el ensayo mortalidad de lombrices, fermentaciones, desarrollo de micelios, pudriciones, ni insectos.

Capítulo 1

Introducción

La lombricultura es una actividad centrada en la cría y producción de lombrices y el tratamiento de residuos orgánicos para su reciclaje, dando como resultado humus de lombriz o lombricompuesto. Es una actividad de importancia económica y social, ya que a nivel mundial existe la necesidad de eliminar los residuos urbanos y agroindustriales. Una solución podría ser una correcta selección de basura que con la ayuda de las lombrices es posible transformarla en su totalidad en fertilizante orgánico (Mirabelli, 2008).

La lombricultura es una actividad que utilizando las lombrices y valiéndose de su modalidad alimentaria tiene la finalidad de generar y aprovechar:

-El producto final de su digestión (lombricompuesto o vermicompuesto).

-La lombriz en sí misma como alimento de alta calidad por su constitución proteica (Mirabelli, 2008).

El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo. La carne de lombriz también se puede usar en la alimentación animal de forma directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para mezclarse con otros productos y producir concentrados de muy buena calidad. Los países de mayor producción de lombriz roja californiana de América latina son: Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador. La carne de lombriz roja contiene del 64 al 82 % de proteína, es dura y aunque sus dimensiones son más pequeñas que la lombriz tradicional, silvestre o común es la que da lugar al mejor cebo vivo, a

causa de su gran vivacidad, que llama y atrae en general a los peces. En los últimos años, la lombriz también es utilizada como alimento humano (Ferruzzi, 1994).

El material con el que se produce el lombricompost proviene del reciclaje de compuestos orgánicos; se denomina compuesto orgánico a todo aquel desecho de origen biológico y que pueda sufrir una fermentación o putrefacción y por ende sea susceptible a ser transformado en compost o abono natural (Mirabelli, 2008); y el reciclaje consiste en volver a utilizar materiales desechados y que todavía son aptos para elaborar otros productos. Esta práctica es de gran importancia ambiental ya que reduce la contaminación y el volumen de los residuos sólidos los cuales van incrementando en forma desmedida a medida que se desarrolla la población.

Algunos materiales orgánicos compostables son: plantas (de jardín o silvestres), estiércol, ramas (procedente de podas), matas, matorrales, hojas de árboles caducifolios y arbustos, césped, restos de frutas y hortalizas, restos orgánicos de comida, cáscara de huevo, papel, lana, cáscara de frutos secos. Lo que no se puede añadir al compost son: materiales químicos-sintéticos, materiales no degradables (vidrios, metales), aglomerados o contrachapados de madera, tabaco (ya que tiene nicotina y diferentes tóxicos), detergentes, antibióticos, ni vegetales tratados con agroquímicos.

De acuerdo a Alvarez de la Puente, el proceso del compostaje se puede dividir en 4 fases según la temperatura:

Mesófila: es la primera fase y en ella encontramos bacterias y hongos, siendo las bacterias las que inician el proceso, éstas se multiplican y consumen los carbohidratos más fácilmente degradables, lo que produce un aumento en la temperatura que puede llegar hasta los 40 grados.

Termófila: la temperatura en esta fase va de los 40 a los 60 grados, desaparecen los organismos mesófilos y los organismos termófilos continúan la degradación, los primeros 6 días la temperatura se mantiene a más de 40 grados, a esta temperatura muchos organismos no crecen y muchos mueren, en esta etapa se degradan ceras, proteínas y hemicelulosa y más escasamente lignina y celulosa.

Enfriamiento: la temperatura disminuye hasta igualarse con la temperatura ambiente, se va consumiendo el material más fácilmente degradable, desaparecen los hongos termófilos, y los que sobreviven degradan la celulosa.

Maduración: esta etapa se considera un complemento final a las fases que ocurren durante el proceso de fermentación, disminuye la actividad metabólica, el producto permanece alrededor de 20 días en esta fase, siempre dependiendo del material compostado.

El proceso de humificación es lento en la naturaleza, un estiércol puede requerir varios años para transformarse en humus si no se toman recaudos para acelerar la transformación. Para ello, comúnmente, se recurre al compostaje (Schuldt, 2006). En cada gramo de lombricompostado vive una comunidad de aproximadamente 2 billones de colonias de

bacterias en vez de los pocos centenares de millones presentes en la misma cantidad de estiércol fermentado animal, que es considerado de los mejores (Ferruzzi, 1994).

La época más óptima para su desarrollo es en otoño-primavera siendo en estos momentos la ocurrencia de su mayor reproducción, velocidad y volumen de ingestión.

La lombriz tarda 3 meses en llegar al estado adulto y poder reproducirse, luego se fecunda y deposita de 3 a 4 cápsulas de paredes resistentes conteniendo cada una de 3 a 10 lombrices pequeñas, luego que emergen de las cápsulas se exponen a peligros mortales (falta de comida, productos tóxicos, enemigos naturales, etc.) reduciendo el número inicial a la mitad, por lo que podemos suponer que pueden llegar al estado adulto una 10 lombrices cada 3 meses. Por lo que en un año tendremos 4 periodos de 3 meses y un total de 10.000 lombrices. El peso de este número de lombrices es de 10kg (Mirabelli, 2008).

En la provincia de La Pampa hay varios negocios que comercializan lombricompost a un elevado costo (alrededor de \$ 135,3 los 5 litros), el marbete suele presentar muy poca información de la calidad del producto en la etiqueta, la falta de información de la calidad Físico-Química es relevante porque va a determinar la calidad y el modo de utilización del producto.

Para alcanzar el beneficio ambiental que otorga el compostaje y que éste sea una alternativa económicamente viable, el compost producido deberá tener una calidad adecuada al momento de su utilización, también es importante que las características del producto sean constantes en el tiempo. Los requerimientos de calidad de compost deberían ir dirigidos a conseguir un aspecto y olor aceptable, higienización correcta, impurezas y contaminantes a nivel de trazas,

nivel conocido de componentes agrónomicamente útiles, con características homogéneas, uniformes y poder ser almacenados sin experimentar alteraciones (Mirabelli, 2008).

De los múltiples aspectos que afectan a la calidad del compost podemos destacar:

- a) *Material inicial*: éste determina la calidad de materia fina, así materiales con altos contenidos de nutrientes o bajos valores en metales pesados darán como resultado productos con altos niveles de nutrientes.
- b) *El proceso de compostaje*: es necesario que haya alcanzado la temperatura correspondiente a cada fase de compostaje, durante un cierto tiempo, si esto no se cumple el producto final puede tener agentes patógenos o semillas de malezas.
- c) *Almacenaje del producto final*: porque muchas veces el compostaje continúa tras el almacenaje del producto por eso se deben cuidar especialmente las condiciones de almacenaje.

Algunas propiedades Físicas del lombricompost son:

Humedad: Esta dada en función de su naturaleza, del proceso y de condiciones de almacenamiento. La humedad debe oscilar entre 35-40%, un compost con menos de esta humedad se pulveriza y son de manejo complicado y por encima del 50% el peso del compost repercute en exceso en el costo de transporte.

Densidad aparente: Al desarrollarse la comercialización en volumen es necesario tener en cuenta la relación entre el peso del material y el volumen ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), la mayoría de los compost tienen una densidad aparente de entre 400 y 700 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, este parámetro también se ve afectado

por la distribución del tamaño de las partículas, el contenido de materia orgánica y su grado de descomposición, la densidad se incrementa con el tiempo de compostaje.

Granulometría y Porosidad: Es necesario su evaluación para saber el grado de descomposición del material y determinar sus posibles usos en agricultura y jardinería. Un nivel adecuado de porosidad es aquel que se sitúa por encima del 80 % del volumen.

Olor: Nos indica que el proceso está en fase inicial o que éste ha sufrido condiciones anaeróbicas. En general el mal olor se debe a la descomposición de ácidos orgánicos, y si ha ocurrido el segundo caso se produce la formación de amoníaco y ácido sulfhídrico.

Color: La descomposición de los materiales frescos hace que tome un color marrón oscura casi negro, como sería el caso de un compost de césped, utilizando estiércol toma un color más amarronado.

Contenido de inertes: No todo el compost obtenido es puro, siempre encontramos vidrio, plásticos entre otras cosas y esto se soluciona pasando el material por un tamiz de entre 4 y 2mm, se permite según la legislación española un 3% de impurezas.

Algunas propiedades Químicas del lombricompuesto son:

pH: Nos indica la evolución del compostaje, éste por lo general disminuye inicialmente como consecuencia de la formación de ácidos orgánicos de bajo peso molecular y a medida que el proceso avanza el valor aumenta llegando entre 6,5 y 8,5 dependiendo del material.

Conductividad eléctrica: En nuestro país la gran mayoría de los productores de plántulas en contenedores, utiliza mezclas comerciales importadas en base a turba, lo que implica un mayor costo de producción; por lo que es necesario considerar sustratos alternativos (Hernandez, 2005), en el presente trabajo se obtiene lombricompost que podrían utilizarse para tal fin.

La conductividad eléctrica se determina por un método de extracción similar al del pH. Esta característica nos da información sobre las sales presentes, lo que es importante para la germinación de las semillas y el desarrollo general del cultivo, siempre dependiendo de la tolerancia del cultivo a la salinidad, del tipo de suelo y de las pautas de riego.

Contenido de carbono orgánico total y relación C/N: La concentración de carbono orgánico total del compost es un indicador de la concentración de materia orgánica y por lo tanto un índice de calidad del compost, este carbono se evalúa por los métodos de oxidación y combustión. La relación C/N se usa para determinar la madurez y estabilidad de la materia orgánica. El valor óptimo de esta relación es 20, lo que dependerá del material. Si el C presente está en forma de lignina o celulosa la relación será mayor a 20.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): Es la suma de cationes que pueden ser adsorbidos por unidad de peso de compost, refleja los cationes disponibles para las plantas y que no son lixiviados por el riego. La CIC aumenta a medida que avanza el compostaje. No solo por la acumulación de materiales que aportan cargas negativas sino también por el aumento de grupos fenólicos y carboxílicos.

Nitrógeno total: Esto va en función directa a los materiales iniciales del proceso de compostaje y de las condiciones de maduración y almacenaje. Este elemento es esencial en las plantas y el empleo de compost puede contribuir en forma positiva al reciclaje de nitrógeno de los residuos mediante su aplicación agrícola, por lo que es indispensable conocer la concentración de nitrógeno total del compost para realizar una correcta dosificación del suelo (Mirabelli, 2008).

Objetivos e Hipótesis

Hipótesis:

En base a los antecedentes previamente expuestos se plantean las siguientes hipótesis:

“Diferentes materiales de residuos orgánicos, utilizados como sustrato para la realización de lombricompost originan materiales con diferentes características de interés agronómico”.

Objetivo principal:

En base a esta hipótesis surge el siguiente objetivo principal: desarrollar un sistema de lombricompost que permita determinar la calidad y de manera reproducible a partir de residuos orgánicos. Por otra parte el cumplimiento de este objetivo permitirá registrar y proveer información de gran importancia y que aún no existe en nuestra región.

Objetivos específicos:

-Diseñar y construir un recipiente para obtener lombricompost para el tratamiento primario de los residuos urbanos.

-Determinar y registrar las principales características en lo que respecta a la producción de lombricompost como lo son: tiempo de formación del humus, eficiencia de la densidad de insembración, problemas en el proceso de formación de humus como pueden ser malos olores, fermentación y atracción de insectos indeseables.

-Determinar características de interés agronómico como porcentaje de humedad, materia seca, materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, carbono, nitrógeno, relación C/N, fósforo y potasio.

Capítulo 2

Materiales y Métodos

Área de estudio:

El estudio se llevó a cabo en la Huerta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. La Facultad de Agronomía se encuentra dentro del departamento Capital de la provincia de La Pampa. El Departamento Capital, junto con los departamentos Realicó, Trenel y parte de Conhelo, pertenece a la Región Fisiográfica Oriental, Subregión de

las planicies con toscas. La región se enmarca en la Unidad Cartográfica de la planicie con tosca de Castex y Winifreda (Cano *et al.*, 1980).

Características edáficas

Los suelos se enmarcan en la unidad geomorfológica de la planicie con tosca de E. Castex y Winifreda (Cano *et al.*, 1980). El paisaje característico corresponde al de una llanura bien drenada, ondulada con suaves pendientes SO-NE, producida por acción eólica y antigua acción fluvial. Se caracteriza por la presencia de una costra calcárea sobre la que con posterioridad se depositó por acción eólica un delgado manto arenoso. El micro relieve está compuesto por pequeñas lomas y depresiones. En cuanto a la litología se trata de un sedimento arenoso cuyo espesor oscila entre 0,40m y 2m (Cano *et al.*, 1980).

Características climáticas:

El clima es templado y semiárido, con grandes amplitudes térmicas a lo largo del año, con una época de heladas que se extiende desde mediados de abril a mediados de noviembre. La temperatura media anual es de 16 °C. Enero es el mes más cálido con una temperatura media de 23°C, y julio el mes más riguroso con una temperatura media de 7°C. Como la temperatura es un factor relevante para los procesos de formación del lombricompuesto, se procedió a registrar la temperatura ambiental con estación climática automatizada durante el proceso de formación del lombricompuesto.

Características del ensayo:

Se realizó la elección de los materiales para el precompostado en base a residuos que son abundantes en la zona, teniendo en cuenta los restos de poda del municipio de Santa Rosa y en el corte de césped que se realiza en la Facultad de Agronomía de la UNLPam, así como también guano proveniente de los galpones de gallinas ponedoras de un criadero en Santa Rosa. El 15/4/13 se recolectó el césped (*Cynodon dactylon*) cortado en la Facultad de Agronomía. Los restos de poda utilizados fueron de Fresno (*Fraxinus excelsior*), y Olmo (*Ulmus minor*), cortados durante el mes de mayo del 2013 provenientes de la poda del arbolado urbano y de la escuela agrotécnica de Santa Rosa. El guano se recolectó el día 3/4/13 de una pila formada por la limpieza de un galpón de gallinas ponedoras de Santa Rosa.

Compostaje del material a evaluar:

Los restos de poda de olmo y fresno fueron chipeados durante el mes de mayo del año 2013, con el fin de homogeneizar el tamaño de partícula y acelerar el proceso de compostado. Una parte del guano se mezcló con el chipeado de olmo y fresno a los fines de mejorar la relación carbono nitrógeno (aproximadamente de 20) y así acelerar el proceso de compostaje según los cálculos de Schuldt (2006). Se procedió a compostar el material a evaluar, ya que las lombrices se alimentan de residuos compostados al no poseer ningún tipo de estructuras bucales para triturar el alimento. El día 14 de junio del 2013 se colocó el material a compostar en pilas de 2 m de largo por 1 m de ancho y 0,5 m de altura.

Diseño de los recipientes para la producción de lombricompuesto:

Durante la primera quincena del mes de julio del 2013 se procedió al armado de los recipientes para realizar la producción del lombricompuesto. Para los mismos se utilizaron 20 baldes de pintura (5 por sustrato) de 20 dm³ cada uno. Se los lavó eliminando los restos de pintura. Se le realizó una perforación en la parte inferior colocando un tubo con tapón de media pulgada de diámetro, con la función de servir como drenaje del recipiente. A los mismos se le colocaron en el interior y de manera longitudinal un caño de dos pulgadas de diámetro en la parte central del recipiente, con perforaciones de 8 mm de diámetro con el objetivo de permitir la aireación del sistema.

En cada contenedor se agregó el material compostado (5 Kg por tratamiento), 5 repeticiones por tratamiento. El día 1/10/13 se procedió a inseminar el material compostado con 50 lombrices por recipiente. Las lombrices utilizadas fueron de la especie *Eisenia foetida* “lombriz roja californiana”, criada en la huerta de la Facultad de Agronomía de la UNLPam. Se seleccionaron adultos mayores a 3 cm y con la presencia de clitelo (Figura 1) para que sea una población reproductiva, éstas son las que presentan una mayor tasa de procesado del material (Schuldt, 2006).

Se taparon los contenedores con polietileno transparente. Se regó y removió el material de cada contenedor con una periodicidad de 2 veces por semana. Se procedió a regar los recipientes semanalmente, con agua de lluvia almacenada en cisterna, con el fin de mantener la humedad en un nivel aproximado de 70%. Se midió la temperatura y humedad diariamente durante 1 mes.



Figura 1: Imagen de adulto de lombriz roja californiana utilizada para inseminar los diferentes tratamientos, se distingue al adulto reproductivo por la presencia del clitelo.

Tiempo de formación del lombricompuesto:

Se determinó el tiempo de formación del lombricompuesto, a partir del momento en que el sustrato presentó un tamaño de partícula homogéneo, de coloración oscura y que retuvo fácilmente la humedad, se procedió a retirar las lombrices y a tamizar el material.

Humedad y peso seco de las muestras:

Para obtener el porcentaje de humedad de cada muestra se procedió de la siguiente manera:

1. Se pesaron las muestras de cada tratamiento en recipientes.
2. Se llevaron a estufa a 60 °C durante 24 horas para eliminar la humedad.
3. Posteriormente se pesaron las muestras con los recipientes.
4. Se pesaron los recipientes vacíos.
5. Se descontó el peso de cada recipiente a cada peso húmedo y seco.
6. Se descontó al peso húmedo el peso seco, y así se obtuvo el peso del agua contenida

en cada muestra. Luego se obtuvo el porcentaje de humedad, multiplicando el peso del agua por 100 dividido el peso húmedo.

Análisis químico de las muestras:

Se tomaron muestras de cada recipiente y fueron adecuadamente rotuladas, posteriormente se enviaron al laboratorio para obtener la información de: conductividad eléctrica, pH, fósforo, nitrógeno, carbono, relación C/N, materia orgánica (MO), sodio y potasio, con el fin de evaluar la calidad de los diferentes tratamientos como fuentes de sustratos para producir lombricomposto.

Análisis estadístico:

Los resultados fueron evaluados por ANOVA, sometidas a pruebas de diferencias de medias ($p \leq 0,05$), utilizando el programa InfoStat (InfoStat/Profesional ver. 2008p, Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

Capítulo 3

Resultados y discusión.

Temperatura ambiente durante el período de compostado:

A continuación se muestran los resultados de las mediciones de temperatura durante el período de formación del vermicompuesto, los registros coinciden o son próximos a las temperaturas esperadas en la región (Casagrande et al., 2006), este es un aspecto importante porque las temperaturas ambientales influyen a los procesos involucrados en la formación del lombricompostado (Crespo et al., 2015).

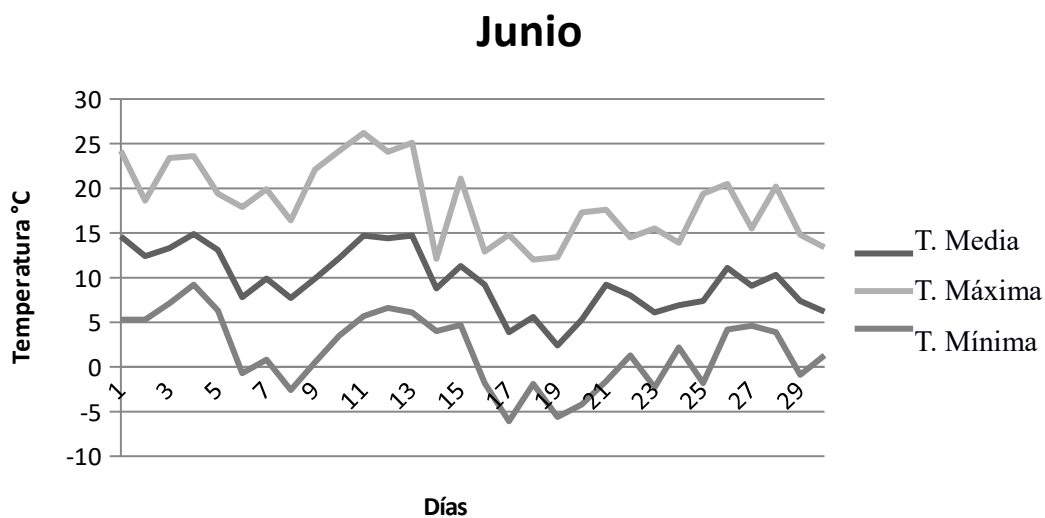


Figura 2: Temperaturas (°C) máximas, medias y mínimas registradas en el mes de junio.

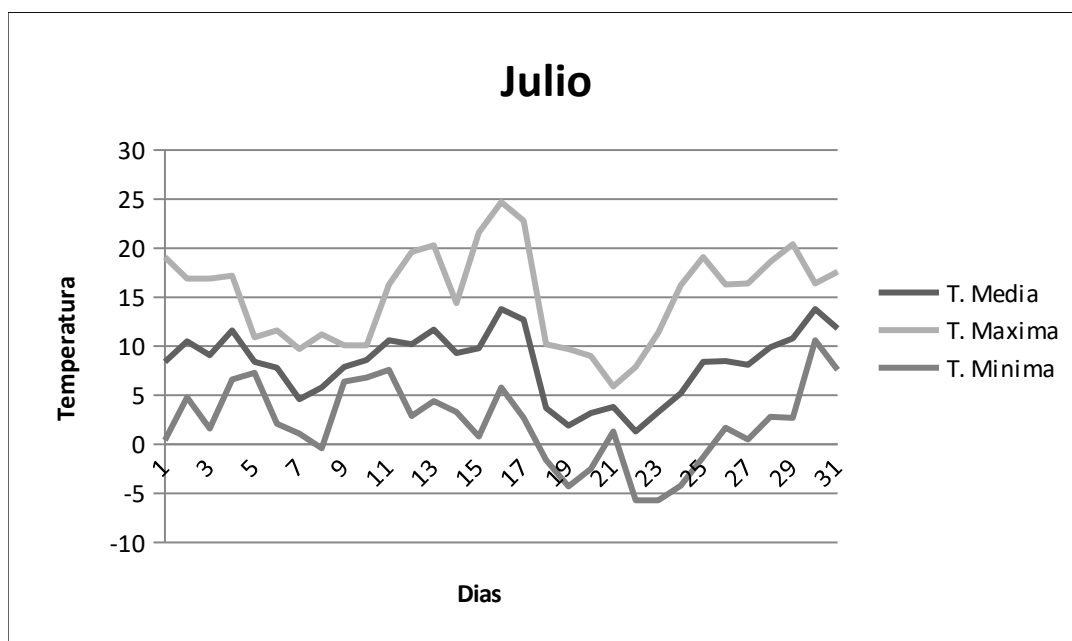


Figura 3: Temperaturas (°C) máximas, medias y mínimas registradas en el mes de julio.

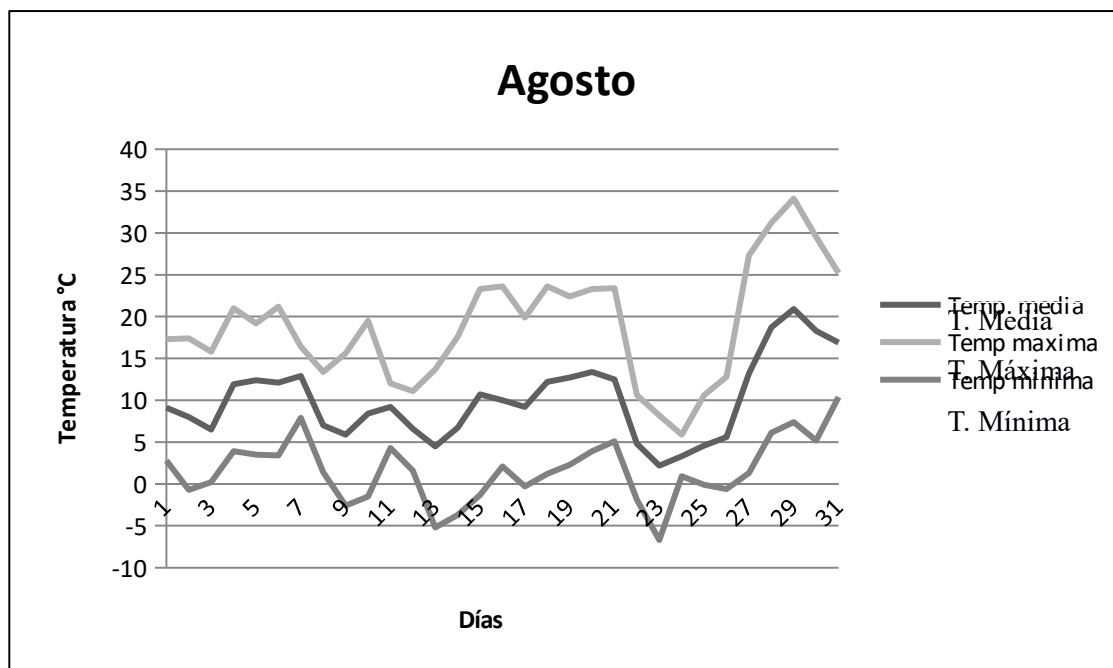


Figura 4: Temperaturas (°C) máximas, medias y mínimas registradas en el mes de agosto.

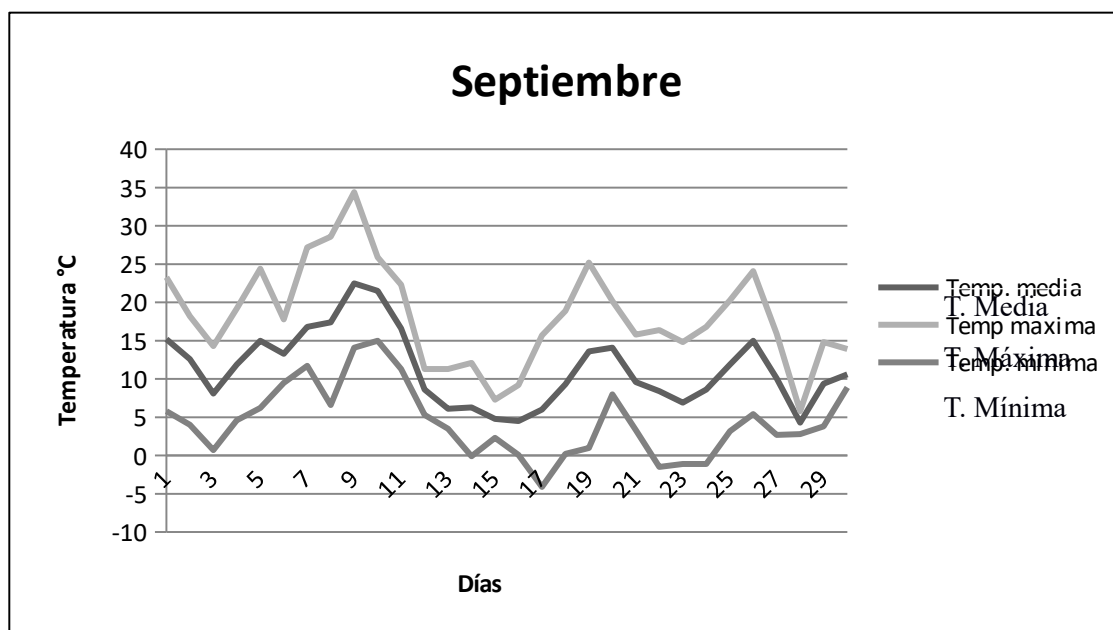


Figura 5: Temperaturas (°C) máximas, medias y mínimas registradas en el mes de septiembre.

La temperatura externa es un factor que puede incidir en las fases de formación del lombricompost; recomendamos como referencia para la producción de lombricompost

los materiales utilizados en el presente trabajo, pero es relevante comparar las temperaturas para estimar el tiempo aproximado de formación del lombricompuesto.

Evaluación del diseño de los recipientes utilizados para la formación de lombricompuesto:

Se considera que el contenedor es aceptable para la producción de lombricompuesto, ya que se obtuvo lombricompuesto sin dificultades, por otra parte los recipientes se podrían adaptar a la utilización domiciliaria, por la sencillez del diseño, la facilidad de construcción y la disponibilidad de los elementos constitutivos. La principal característica a considerar en el diseño del contenedor es la correcta aireación del sistema (Figura 6) ya que es relevante evitar los procesos anaeróbicos indeseados y que pudieran afectar el proceso de formación del lombricompuesto. La evaluación del recipiente también se consideró exitosa porque no se detectó una mortandad de lombrices, fermentaciones, desarrollo de micelios, pudriciones ni presencia de insectos. Se detectó un aumento del número de lombrices (estimado por la presencia de juveniles) y la aparición de lombricompuesto en la parte inferior del recipiente.



Figura 6: Recipiente diseñado para la formación del lombricompost, se observa en el interior el césped precompostado y en el centro del recipiente el caño de 2” que tenía la función de facilitar la circulación de aire.

Obtención del material compostado:

El compostaje del material chipeado culminó a los 4 meses en el césped y a los 5 meses en el resto de los materiales. El proceso de compostaje culminó cuando la temperatura exterior se equilibró con la temperatura interna de la pila de compost (considerada fases de enfriamiento y maduración) y cuando los materiales presentaron ausencia de olor (Figura 7).



Figura 7: Material resultado del compostaje antes de pasar a los contenedores y posterior inseminación a- Césped, b-Fresno, c-Olmo y d. Guano.

Inseminación del material a evaluar:

A los 30 días de inseminadas las muestras, se evaluó la actividad del sistema experimental y se llegó a concluir que la inseminación con 50 lombrices fue insuficiente ya que: no se observaban gran actividad en lo que respecta al procesado del material, no hubo incremento de la población y se observó una mala distribución de los individuos en la muestra. Se decidió de manera aleatoria incorporar 100 lombrices más por recipiente, llevando a la población a 150. A los 20 días posteriores se revirtió la situación y se observó una nueva dinámica poblacional (presencia de lombrices juveniles y buena distribución de los individuos en la muestra), también se observó la presencia de lombricompostado en el fondo de los recipientes.

Formación del lombricompuesto:

Al momento de la cosecha se observó una diferencia en la coloración, los materiales más oscuros correspondían al guano (el de mayor intensidad), fresno y olmo; mientras que el lombricompuesto de césped fue el que presento un color más claro (Figura 8).

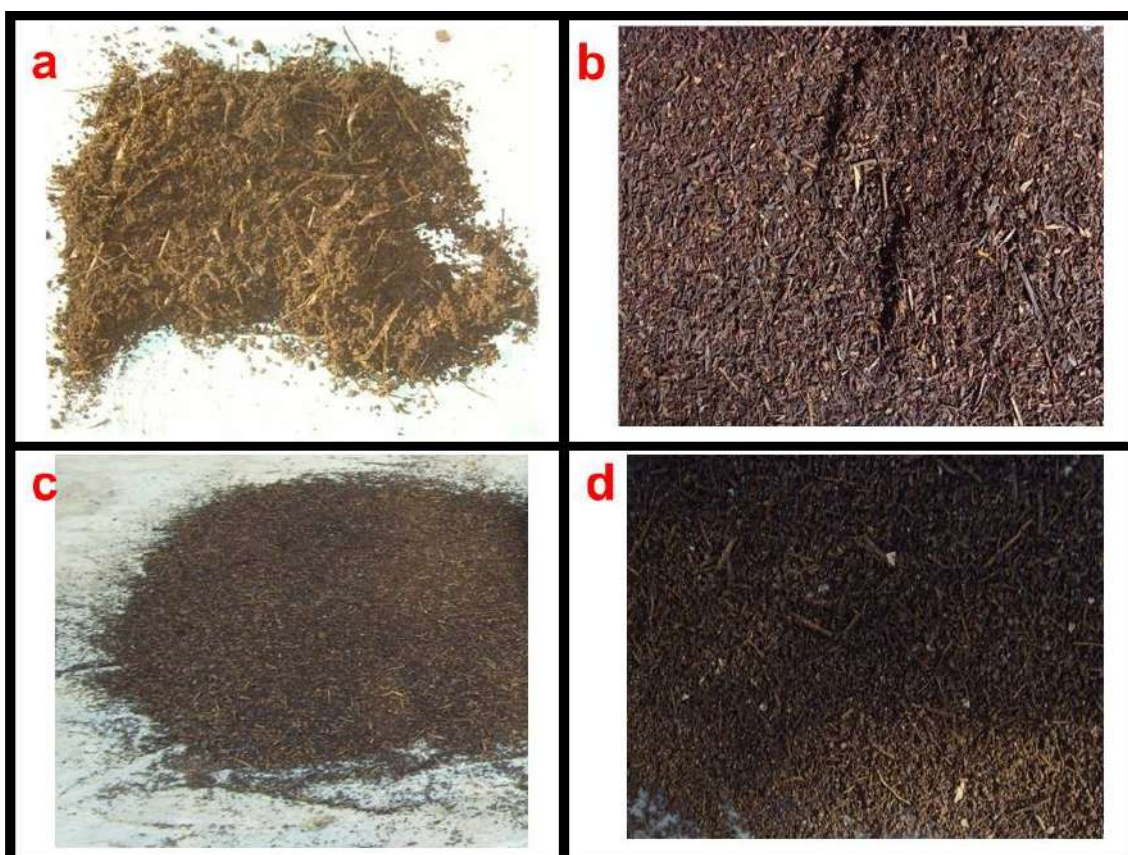


Figura 8: Lombricompuesto obtenido en los diferentes tratamientos: a- Césped, b-Fresno, c-Olmo y d. Guano.

La mayor velocidad de formación fue el césped (120 días), siguiendo los restos de poda y guano (alrededor de 210 días).

Propiedades Químicas del Lombricompuesto.

Humedad y peso seco de las muestras:

Tratamiento	% de humedad
Césped	68,4 c
Fresno	71,9 ab
Olmo	76,5 a
Guano	61,9 c

Tabla 1: Porcentaje de humedad en los diferentes lombricompuestos. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos y por variable (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

De la Tabla 1 se puede inferir que todos los lombricompuestos contienen un aceptable valor de humedad, especialmente si el destino es como sustrato en contenedores, el tratamiento que presentó mayor porcentaje de humedad fue el de olmo (Tabla 1). Si bien son altos los porcentajes de humedad en todos los tratamientos (aspecto que beneficiaría a la mayoría de los vegetales), como medida de manejo se podría estabilizar la humedad de los diferentes lombricompuestos entre un 40-50% para evitar la incidencia del costo de transporte.

Conductividad eléctrica:

La conductividad eléctrica está vinculada con la cantidad de sales solubles que tiene cada lombricompuesto (Figura 9), el tratamiento que presentó mayor cantidad de sales fue el de guano, mientras que el de fresno fue el que presentó menor contenido de sales.

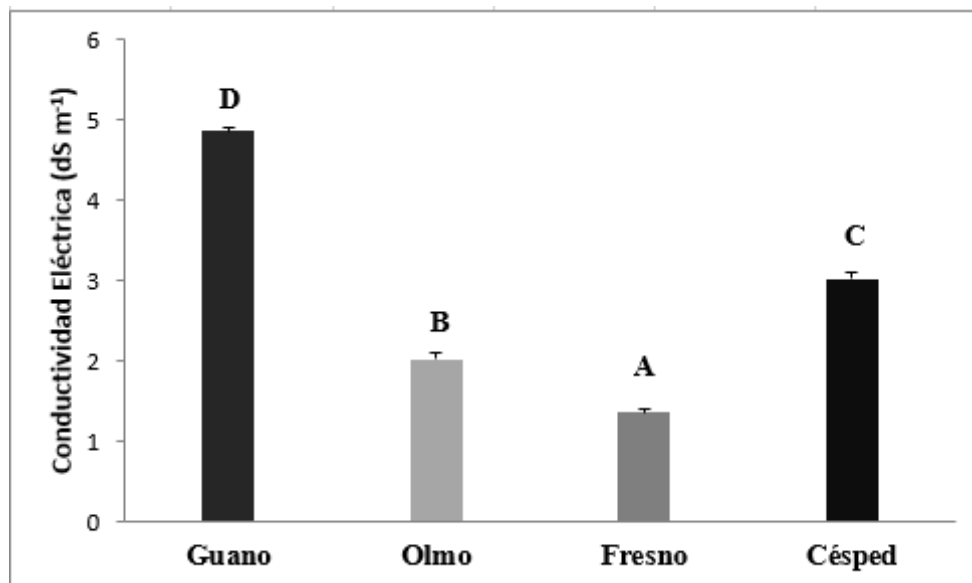


Figura 9: Conductividad eléctrica en los diferentes lombricompuestos. Sobre las barras se observa el desvío estándar, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

Hubo diferencias significativas en todos los tratamientos, este aspecto es de importancia, ya que si se quiere utilizar el lombricompuesto como sustrato en un contenedor, el de guano y césped no se recomendaría para algunos cultivos porque presentan CE elevadas, superior al umbral salino de 4 dS m^{-1} en el caso del guano y cercano a 3 dS m^{-1} en el tratamiento de césped. (Valenzuela y Gallardo 2007) describieron un efecto negativo (efecto tóxico) en plantines de tomate “Platense” cuando la CE del sustrato fue de $2,07 \text{ dS m}^{-1}$; observaron que las plántulas incrementaron el contenido de sodio y cloruro, simultáneamente disminuyó el contenido de potasio y la producción neta de materia seca. (Krieger et al. 2007) encontraron efectos similares en pimiento para pimentón con $1,3 \text{ dSm}^{-1}$. Para determinar el efecto de la salinidad, es relevante identificar la naturaleza iónica de las sales presentes, aspecto que se evalúa a continuación en el presente trabajo.

El tratamiento de guano de gallina, que presentó una elevada CE y pH comprendido entre 8 y 9 (Figura 10), puede ser utilizado hasta un 20% en formulaciones de sustratos compuestos por otros materiales ácidos y de baja salinidad, como puede ser el compost de corteza de pino (Bárbaro, 2007).

pH:

El tratamiento de césped fue el único levemente ácido (Figura 11), mientras que el resto de los tratamientos presentaron pH levemente alcalinos. El pH neutro de un sustrato lo hace sumamente confiable para ser aplicado a especies sensibles (Bárbaro, 2007).

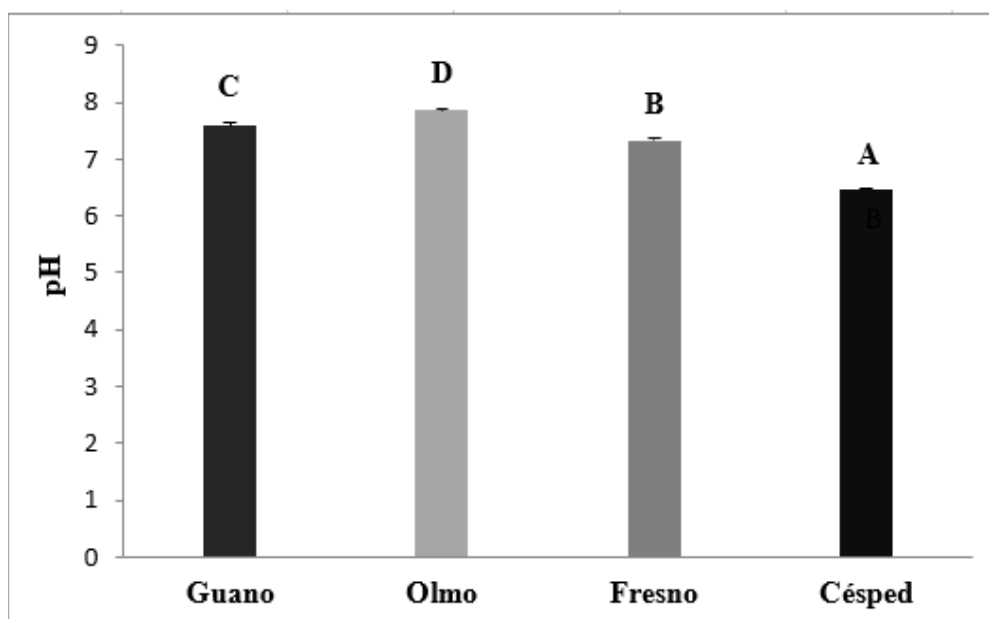


Figura 10: pH en los diferentes lombricompostos. Sobre las barras se observa el desvío estándar, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

En general, se puede afirmar que los diferentes lombricompuestos son aceptables en lo que respecta al pH, son cercanos al neutro por lo que podrían ser utilizados como sustratos o para realizar un abonado a campo. Sin embargo es necesario tener consideración sobre el pH óptimo de cada cultivo.

El pH de los diferentes tratamientos es cercano a la neutralidad. Esto permitiría que los diferentes microorganismos presentes en el sustrato tengan las condiciones necesarias para su supervivencia. Asimismo beneficiaría la supervivencia de microorganismos antagónicos a los causantes de damping off, beneficiando la supervivencia de la plántula (Medrano y Ortuño, 2007; Varela y Basil, 2011).

Fósforo

El P contenido en todos los tratamientos fue elevado (Figura 11). El tratamiento de olmo presentó el menor contenido (alrededor de 300 ppm) y el guano fue el de mayor contenido (alrededor de 1500 ppm); era de esperar tan elevado valor en el guano ya que los abonos o lombricompuestos originados a partir de guanos de animales tienen un alto contenido de P (Schuldt, 2006).

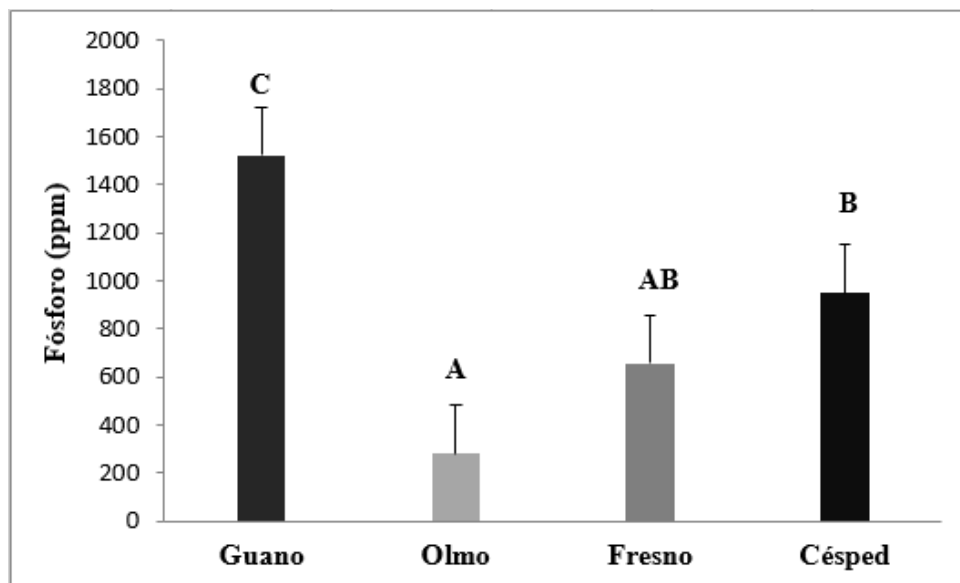


Figura 11: Contenido de fósforo en los diferentes lombricompuestos. Sobre las barras se observa el desvío estándar, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

El elevado contenido de P observado en los diferentes tratamientos es de interés agronómico, ya sea para la utilización como abono o como sustrato en contenedores, al poseer un alto contenido de P podría favorecer un buen desarrollo radicular de los plantines. Por otra parte, el lombricompuesto también favorecería el desarrollo de raíces en la multiplicación de estacas en aromáticas, forestales y ornamentales.

Nitrógeno:

El tratamiento con olmo presentó el mayor porcentaje de N (Figura 12), el resto de los lombricompuestos no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre tratamientos.

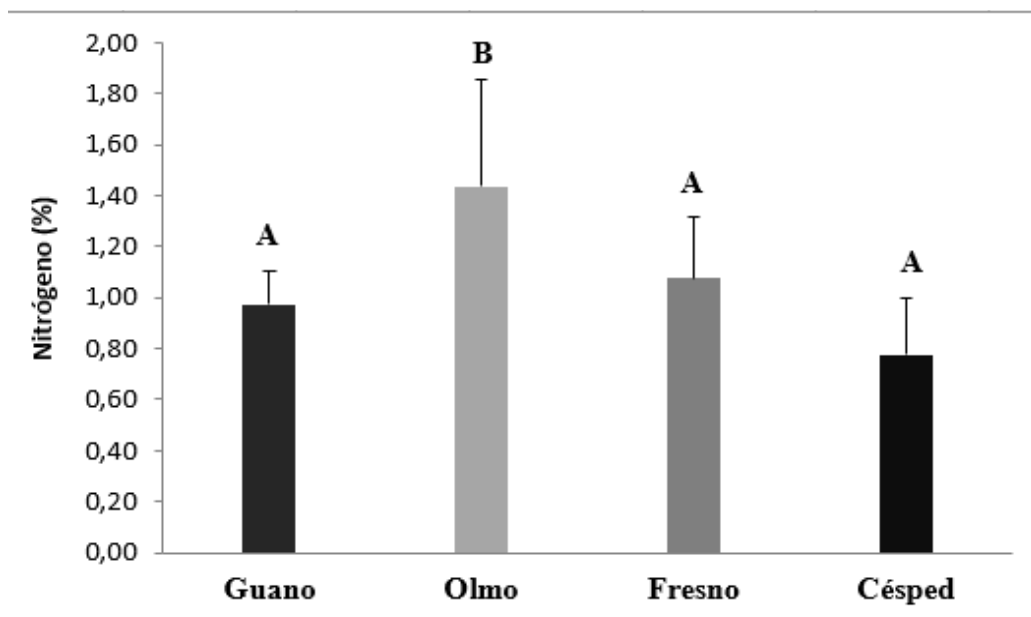


Figura 12: Contenido de nitrógeno en los diferentes lombricompuestos. Sobre las barras se observa el desvío estándar, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

Según Bárbaro *et al.*, (2013) los valores que se observan en la Figura 12 son aptos para la utilización de sustratos. Es conveniente controlar este macronutriente, porque a niveles mayores de los determinados en el presente trabajo pueden originar un crecimiento exuberante de la parte aérea en comparación del sistema radicular y un posterior desequilibrio productivo/nutricional.

Carbono:

Todos los tratamientos presentaron diferencias significativas en cuanto al contenido de C ($p \leq 0,05$), el césped fue el de menor concentración y el olmo el de mayor (Figura 13).

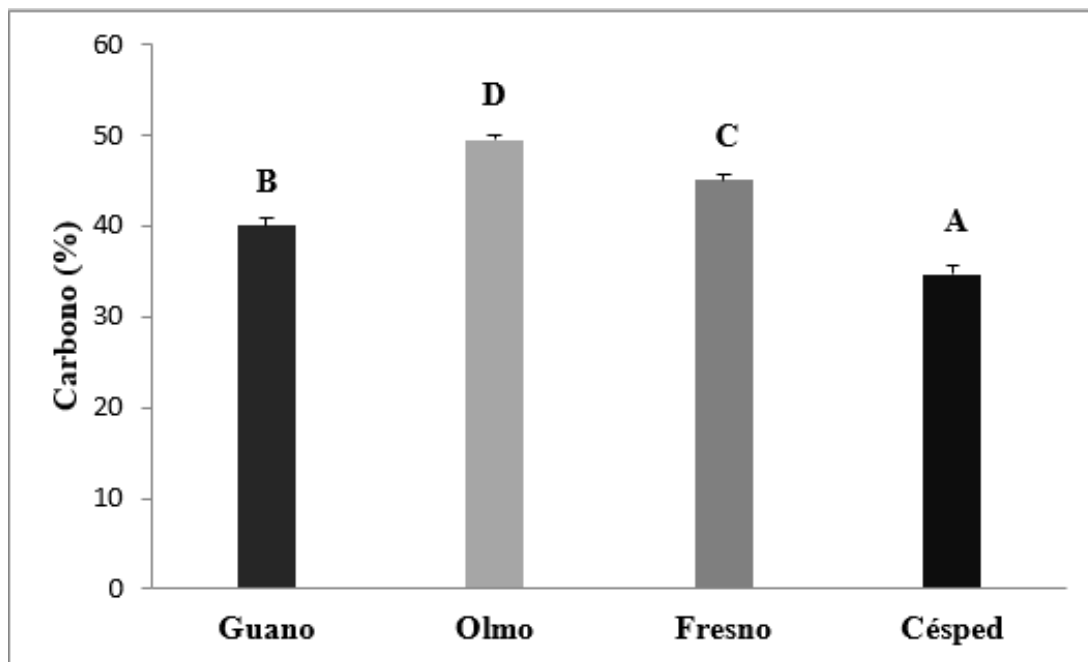


Figura 13: Contenido de carbono en los diferentes lombricompuestos. Sobre las barras se observa el desvío estándar, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

Fue relevante la determinación del porcentaje de C, ya que está directamente relacionado con la materia orgánica del lombricompuesto; también permite determinar en forma conjunta con el N la relación C/N que se presenta a continuación.

Relación C/N:

Cómo se observa en la figura 15 todos los tratamientos presentan una relación C/N comprendida entre 20 y 40, por lo que se puede afirmar en lo que respecta a la variable, que todos los tratamientos tienen una buena relación C/N si tenemos en cuenta lo descrito por (Schuldt, 2006).

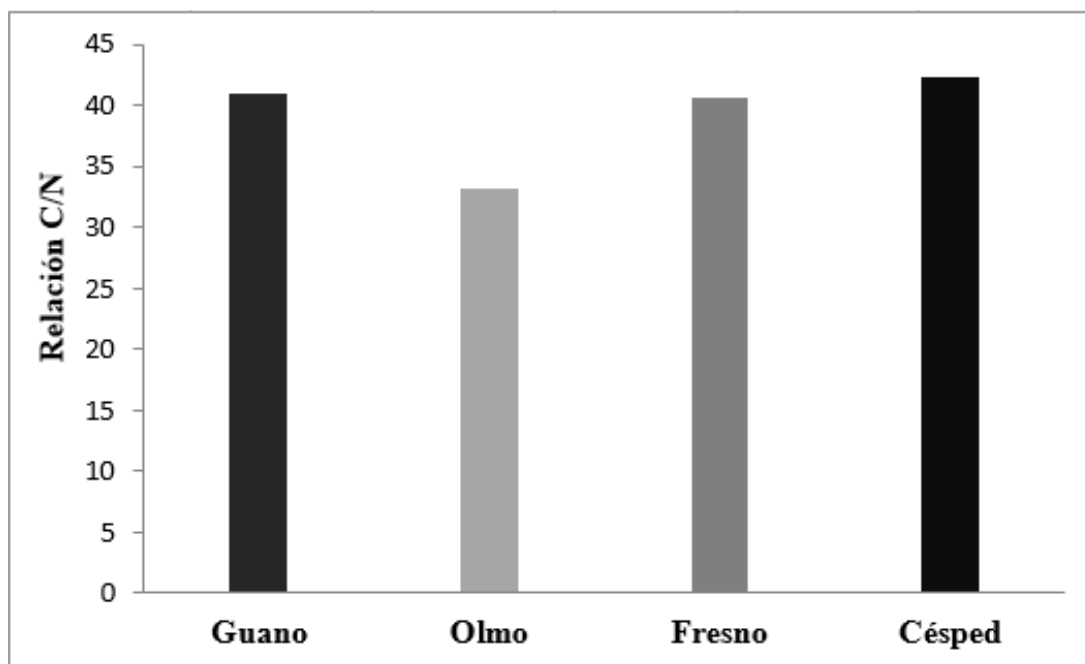


Figura 14: Relación C/N en los diferentes lombricompostos.

Materia orgánica:

Los valores de MO en los diferentes tratamientos rondaron entre un 66 y 95% (Figura 16), sin embargo no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

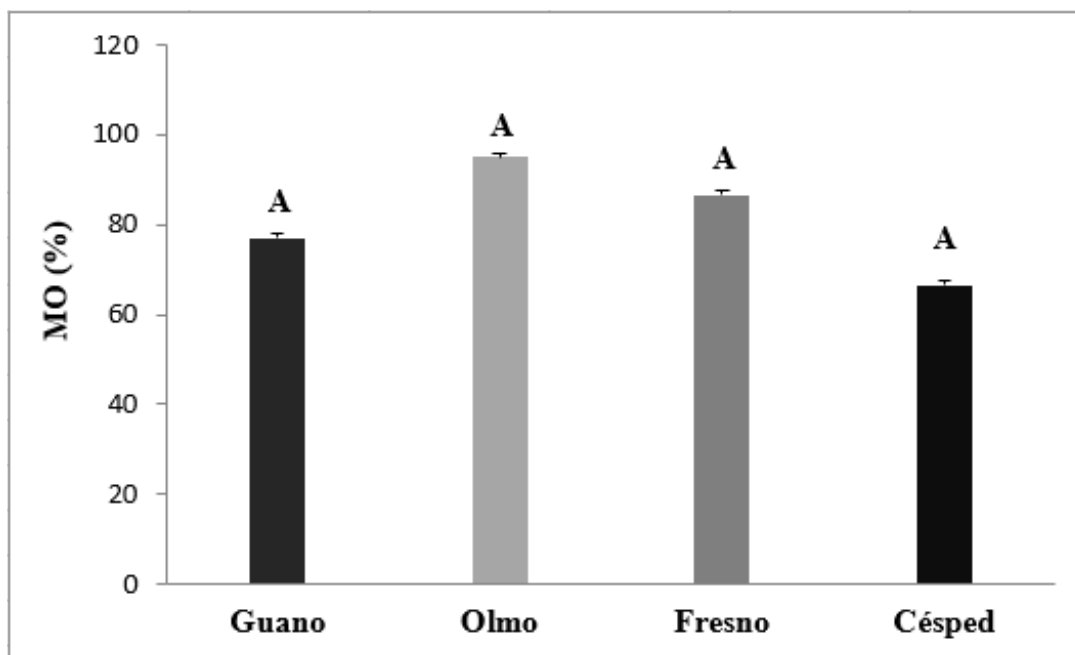


Figura 15: Materia orgánica de los diferentes lombricompostos. Sobre las barras se observa el desvío estándar, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

Los valores de MO, como los que se observaron en los diferentes tratamientos son relevantes desde el punto de vista agronómico, ya sea si se los incorpora como abonos o si son utilizados como sustratos en contenedores. La MO en el suelo aportaría CIC, buena retención de agua y mejoraría la fertilidad física y química del suelo.

Potasio:

La mayor concentración de K fue en el tratamiento de guano ($p \leq 0,05$), mientras que la menor concentración fue en el césped (Figura 16).

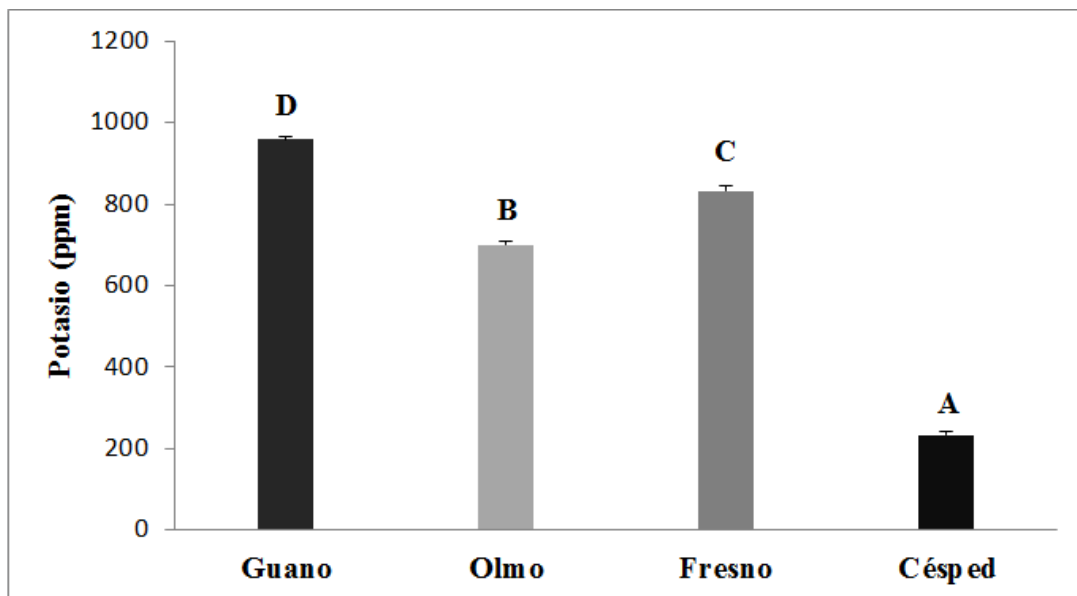


Figura 16: Contenido de potasio en los diferentes lombricompuestos. Sobre las barras se observa el desvío estándar, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

El aporte de K es significativo en guano, hay que observar los umbrales de tolerancia a la salinidad de los cultivos si se quiere utilizar el guano de lombricompuesto como sustrato. Sin embargo como abono no habría que descartarlo, ya que el K es un nutriente de importancia en frutales, ornamentales y en hortalizas que forman frutos y tubérculos.

Sodio:

El tratamiento con mayor concentración de Na fue el de guano y el de menor fue el de césped ($p \leq 0,05$), todos los tratamientos presentaron diferencias significativas (Figura 17).

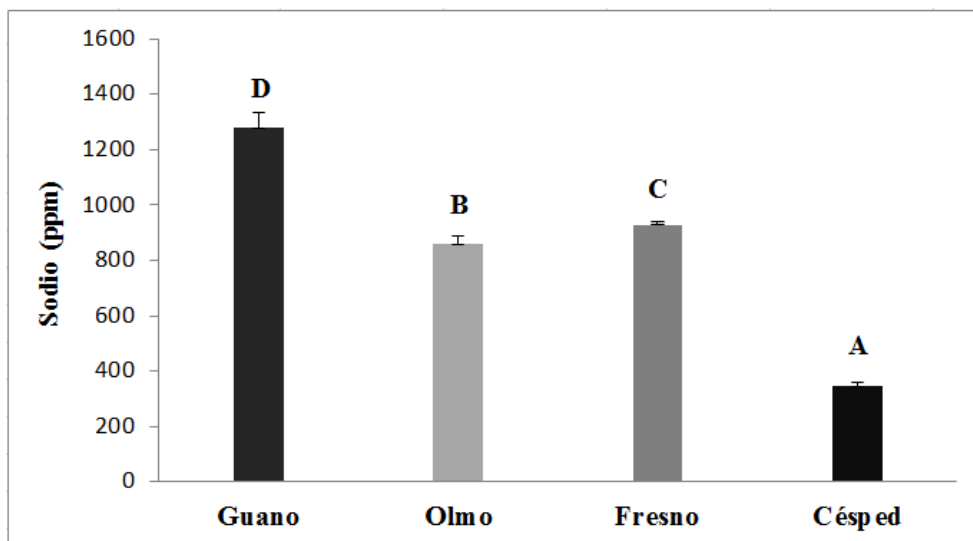


Figura 17: Contenido de sodio en los diferentes lombricompuestos. Sobre las barras se observa el desvío estándar, letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (Test de Tukey $p \leq 0,05$).

El Na en la naturaleza es un macronutriente, sin embargo en las plantas (a excepción de las halófitas) es un catión perjudicial para las células que puede originar salinidad y/o toxicidad, por lo que no es conveniente que esté presente en gran medida en el lombricompuesto. Como se puede apreciar en la figura 18 el guano posee gran cantidad de Na, probablemente porque es de origen animal, sin embargo como sucede en el resto de los tratamientos es posible que el Na haya sido incorporado al sistema al momento de realizar el precompostaje.

Capítulo 4:

Conclusiones:

El proceso de formación de lombricompuesto descrito en el presente trabajo, y los recipientes diseñados para la obtención del lombricompuesto pueden servir como referencia para la producción intensiva regional, ya sea a nivel domiciliario, para el tratamiento primario de residuos, producción de plantines y/o abonado de cultivos.

El tratamiento de césped resultó ser el mejor lombricompuesto desde el punto de vista agronómico, ya que presentó un pH adecuado (levemente ácido) y un buen equilibrio de nutrientes; a pesar de tener una elevada CE, inferimos que es la resultante del contenido de nutrientes ya que fue el tratamiento que presentó la menor concentración de Na. Sin embargo el resto de los materiales también pueden considerarse de buena calidad, y la utilización ya sea como sustrato o abono está supeditada al manejo agronómico (ver cálculos en el anexo, para el abonado de cebolla a partir de los lombricompuestos obtenidos).

BIBLIOGRAFIA:

- Alvarez de la Puente, 2003. Manual de Compostaje para la Agricultura Ecológica. Consejería de agricultura y pesca. 48 pp.
- Bárbaro, L.A.; M.A. Karlanian, P.F. Rizzo, N.I. Riera, V. De la Torre, M. Beltrán y D.E. 2007. El lombricompost de residuos hortícolas y estiércol por *Eisenia foetida* una alternativa de uso como sustrato de floricultura.
- Cano, E., B. Fernández, M.A. Montes, C. Peña Zubiato, D. Maldonado Pinedo, H. Martínez y R. Hevia. 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de La Pampa: Vegetación. Inta-LP-UNLPam, 466 pp.
- Crespo. 2013. Compost de guano de gallina en la composición de sustratos para la producción de plantines florales. Agriscientia vol.30 no.1 Córdoba.
- Casagrande, G.A.; Vergara, G.T. y Bellini, Y. 2006. Cartas agroclimáticas de temperaturas, heladas y lluvias de la provincia de La Pampa (Argentina). Revista de la Facultad de Agronomía. 17(1/2): 15-22.
- Crespo, D.; Rizzo, P. y Riera, N. 2015. Bases teóricas y prácticas de compostaje y lombricultura. INTA-IMyZA-LTR. 42 pp.
- Ferruzzi, Carlo. 1994. Manual de Lombricultura. 138 pp.
- Grupo Infostat, 2008. Infostat. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Hernandez V.J.A., 2005. Análisis y evaluación de sustratos en base a *Sphagnum* (*Sphagnum* sp.) utilizados en la producción de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.) y pimiento (*Capsicum annuum* L.). Santiago.94 p.

- Krieger, S.; Herrando, C.; Gómez, S. y Cardozo, R. 2010. Evaluación de Compost y Lombricompost como Sustratos para Plantines de Pimiento para Pimentón (*Capsicum Annum* L.). Ciencia, Vol. 5, N° 13, Abril 2010. Página 26.
- Landis, T. D.; R. W. Tinus, S. E. McDonald y J. P. Barnett, 2000. Manual de viveros para Producción de especies forestales en contenedor. Manual agrícola. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. 674 PP.
- Medrano Echalar A.M., Ortuño N. 2007. Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba – Bolivia.
<http://www.revistasbolivianas.org.bo/>
- Mirabelli E. 2008. El compostaje proyectado a la lombricultura. Hemisferio sur. 324 p
- Schuldt M. 2006. Lombricultura. Teoría y práctica. Mundi prensa libros. 307 p.
- Valenzuela O.R. y Gallardo C.S. 2007. Uso de lombricompost como medio de crecimiento para plantines de tomate (cv. Platense). Revista Científica Agropecuaria 1: 15-21. Facultad Ciencias Agropecuarias – UNER.
- Varela, S.A., G. Basil, 2011. Uso de compost en la producción de plantines de especies forestales. Silvicultura en Vivero, Cuadernillo N° 4

Anexo:

Cálculo del porcentaje de Humedad en los diferentes tratamientos.

Sustrato	Peso húmedo	Peso seco	Peso recipiente	peso húmedo - recipiente	Peso seco - recipiente	Agua	% de humedad
Fresno 1	83,19	49,68	36	47,19	13,68	33,51	71,01
Fresno 2	82,19	51,41	39,63	42,56	11,78	30,78	72,32
Fresno 3	79,91	49,53	38,04	41,87	11,49	30,38	72,56
Fresno 4	74,33	46,17	35,52	38,81	10,65	28,16	72,56
Fresno 5	81,88	51,86	39,6	42,28	12,26	30,02	71,00
Guano 1	106,48	75,67	41,68	64,8	33,99	30,81	47,55
Guano 2	86,78	61,33	36,85	49,93	24,48	25,45	50,97
Guano 3	101,05	71,44	38,58	62,47	32,86	29,61	47,40
Guano 4	89,2	64,17	38,94	50,26	25,23	25,03	49,80
Guano 5	99,42	75,14	38,46	60,96	36,68	24,28	39,83
Olmo 1	82,54	48,19	36,04	46,5	12,15	34,35	73,87
Olmo 2	84,27	48,67	39,86	44,41	8,81	35,6	80,16
Olmo 3	90,29	51,8	40,85	49,44	10,95	38,49	77,85
Olmo 4	83,6	49,63	39,37	44,23	10,26	33,97	76,80
Olmo 5	78,11	48,27	37,68	40,43	10,59	29,84	73,81
Césped 1	95,4	54,28	35,41	59,99	18,87	41,12	68,54
Césped 2	95,57	58,22	39,3	56,27	18,92	37,35	66,38
Césped 3	89,11	52,57	39,51	49,6	13,06	36,54	73,67
Césped 4	101,12	60,92	40,92	60,2	20	40,2	66,78
Césped 5	82,01	53,09	38,62	43,39	14,47	28,92	66,65

Análisis estadístico.

Conductividad eléctrica en los diferentes tratamientos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CE	20	1	1	2,5

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,82	3	11,61	2347,06	<0,0001
tratamiento	34,82	3	11,61	2347,06	<0,0001
Error	0,08	16	4,90E-03		
Total	34,9	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12724

Error: 0,0049 gl: 16

tratamiento	Medias	n	E.E.			
fresno	1,98	5	0,03	A		
olmo	2,02	5	0,03		B	
cesped	3,02	5	0,03			C
guano	4,86	5	0,03			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

pH en los diferentes tratamientos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	20	0,99	0,99	0,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,46	3	1,82	975,58	<0,0001
tratamiento	5,46	3	1,82	975,58	<0,0001
Error	0,03	16	1,90E-03		
Total	5,49	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07814

Error: 0,0019 gl: 16

tratamiento	Medias	n	E.E.			
cesped	6,46	5	0,02	A		
fresno	7,33	5	0,02		B	
guano	7,58	5	0,02			C
olmo	7,88	5	0,02			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Contenido de Fósforo en los diferentes tratamientos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fósforo	20	0,79	0,75	30,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4096417,41	3	1365472,47	19,75	<0,0001
tratamiento	4096417,41	3	1365472,47	19,75	<0,0001
Error	1106471,68	16	69154,48		
Total	5202889,09	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=475,84008

Error: 69154,4800 gl: 16

tratamiento	Medias	n	E.E.			
olmo	281,92	5	117,6	A		
fresno	655,2	5	117,6	A	B	
cesped	948,64	5	117,6		B	
guano	1520	5	117,6			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Contenido de Nitrógeno en los diferentes tratamientos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nitrógeno	49	0,47	0,43	25,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,3	3	1,1	13,19	<0,0001
tratamiento	3,3	3	1,1	13,19	<0,0001
Error	3,76	45	0,08		
Total	7,06	48			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31278

tratamiento	Medias	n	E. E.	
cesped	0,82	11	0,09	A
guano	0,98	12	0,08	A
fresno	1,11	11	0,09	A
olmo	1,49	15	0,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Contenido de Carbono en los diferentes tratamientos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Carbono	20	0,99	0,99	1,7

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	609,59	3	203,2	395,61	<0,0001
tratamiento	609,59	3	203,2	395,61	<0,0001
Error	8,22	16	0,51		
Total	617,81	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,29680

tratamiento	Medias	n	E. E.	
cesped	34,61	5	0,32	A
guano	40,02	5	0,32	B
fresno	44,98	5	0,32	C
olmo	49,4	5	0,32	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Contenido de materia orgánica en los diferentes tratamientos.

Análisis de la Varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MO	20	0,18	0,02	32,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1910,77	3	636,92	1,14	0,3613
tratamiento	1910,77	3	636,92	1,14	0,3613
Error	8905,63	16	556,6		
Total	10816,4	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=42,68971					
Error: 556,6018 gl: 16					
tratamiento	Medias	n	E. E.		
olmo	61,04	5	10,55	A	
cesped	66,55	5	10,55	A	
guano	76,95	5	10,55	A	
fresno	86,49	5	10,55	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

Contenido de Potasio en los diferentes tratamientos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
K	20	1	1	1,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1506158,8	3	502052,93	5239,27	<0,0001
tratamiento	1506158,8	3	502052,93	5239,27	<0,0001
Error	1533,2	16	95,83		
Total	1507692	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,71292					
Error: 95,8250 gl: 16					
tratamiento	Medias	n	E. E.		
cesped	232,8	5	4,38	A	
olmo	700,6	5	4,38		B
fresno	831,6	5	4,38		C
guano	959	5	4,38		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

Contenido de Sodio en los diferentes tratamientos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Na	20	0,99	0,99	3,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2216963,2	3	738987,73	688,25	<0,0001
tratamiento	2216963,2	3	738987,73	688,25	<0,0001
Error	17179,6	16	1073,73		
Total	2234142,8	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=59,29218					
Error: 1073,7250 gl: 16					
tratamiento	Medias	n	E. E.		
cesped	346,8	5	14,65	A	
olmo	859,6	5	14,65		B
fresno	929,2	5	14,65		C
guano	1278,8	5	14,65		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

Cálculos para el abonado de cebolla a partir de los tratamientos obtenidos en el presente trabajo:

Ejemplo:

Un cultivo de cebolla con una producción de 35 tn por ha, extrae del suelo aproximadamente 128 kg de N, 24 kg de P y 99 kg de K. (Castagnino, 2009). Un Kg de lombricompuesto de olmo obtenido en este trabajo, tiene en promedio de 0,015 kg de N; 0,000281 Kg de P y 0,0007 Kg de K. Si se quiere fertilizar el cultivo de cebolla para cubrir las necesidades de los nutrientes mencionados, utilizando este lombricompuesto, se puede distribuir las siguientes cantidades:

Nutriente	Cantidad de lombricompuesto por m ²
Nitrógeno	0,85 Kg
Fósforo	8,5 Kg
Potasio	14,14 kg

Si utilizamos el lombricompuesto de fresno, que tiene en promedio por Kg de lombricompuesto 0,0107 Kg de N, 0,000655 Kg de P y 0,000831 Kg de K tendríamos que abonar con:

Nutriente	Cantidad de lombricompuesto por m ²
Nitrógeno	1,19 Kg
Fósforo	3,6 kg
Potasio	11,91 Kg

Utilizando el lombricompuesto de césped, que tiene en promedio por Kg de lombricompuesto 0,00776 Kg de N, 0,000948 Kg de P y 0,000232 Kg de K, tendríamos que distribuir

Nutriente	Cantidad de lombricompuesto por m ²
Nitrógeno	1,6 kg
Fósforo	2,5 kg
Potasio	42,6 kg

En cambio el lombricompuesto obtenido de guano tiene en promedio por Kg de lombricompuesto 0,00974 Kg de N, 0,000152 Kg de P y 0,000959 Kg de K y tendríamos que aplicar:

Nutriente	Cantidad de lombricompuesto por m ²
Nitrógeno	1,3 kg
Fósforo	1,5 kg
Potasio	10,3 kg

Conclusiones

Se puede concluir que si las necesidades de nitrógeno de nuestro cultivo son altas, el lombricompuesto de olmo sería un excelente abono. Si se necesita principalmente potasio el lombricompuesto de guano sería el que más aportaría al cultivo; si la principal demanda fuera la de fósforo también el lombricompuesto obtenido de guano sería una buena opción.