

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA
ESPECIALIZACIÓN EN MÉTODOS ESTADÍSTICOS

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA
PRODUCCIÓN DE LOMBRIHUMUS
UTILIZANDO TRES SUSTRATOS (PULPA
DE CAFÉ, BASURA ORGÁNICA Y
ESTIÉRCOL DE VACA)**

**TRABAJO RECEPCIONAL
(REPORTE)**

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
DIPLOMA DE ESTA ESPECIALIZACIÓN
PRESENTA:

Yair/Moctezuma Uscanga

TUTOR:

L. E. Julián Felipe Díaz Camacho

XALAPA, VER., NOVIEMBRE DE 2002

El Comité Académico de la Especialización en Métodos Estadísticos y el Tutor de este trabajo recepcional, autorizan la impresión y la constitución del jurado para la defensa.

COMITÉ ACADÉMICO

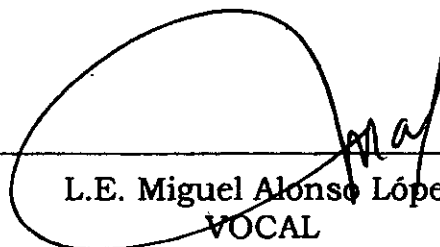


L.E. Julián Felipe Díaz Camacho
COORDINADOR DE LA
ESPECIALIZACIÓN



M. C. C. Alma Rosa García Gaona
DIRECTORA DE LA FACULTAD
DE ESTADÍSTICA E
INFORMÁTICA

L.E. Víctor M. Méndez Sánchez
VOCAL



L.E. Miguel Alonso López
VOCAL



L. E. Julián Felipe Díaz Camacho
TUTOR

DATOS DEL AUTOR

Yair Moctezuma Uscanga nació en Xalapa, Veracruz, el 30 de diciembre de 1978. Cursó sus estudios básicos y de nivel medio y superior en la misma ciudad. Egresó de la Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana en el 2000. Actualmente labora en la Secretaría de Educación y Cultura, en el departamento de Telesecundaria, como docente frente a grupo en la Escuela Graciano Valenzuela, ubicada en la comunidad Faisán, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: por su infinito amor.

A mis Padres: por todo su amor y la mejor educación, “ejemplo de trabajo y honradez”.

A mi Hermano y a Tere: por su cariño y apoyo.

A mis primas Irery y Ana Rocío: por todo su apoyo y los buenos momentos.

A la Biól. Hilda Diana Sánchez Juárez: por su colaboración en este reporte, por los buenos momentos y una verdadera amistad.

A la Biól. Rebeca Contreras Salinas: por brindarme tu amistad y los mejores consejos.

Al L. E. Julián Felipe Díaz Camacho, gracias por su paciencia e importantes aportaciones a este reporte.

A M. Minelia Córdova Herrera, Fátima Méndez, Valeria Chávez Peralta Cabrera, Ricardo Alberto Cinta García, Edgar Armando Rendón García y Roberto Antonio Vilis Valdez, por una verdadera amistad.

A todas las personas, que de alguna manera han contribuido a la realización de este trabajo.

GRACIAS.

GENERACIÓN:2002

SEDE: Xalapa

TÍTULO:

Estudio comparativo de la producción de lombrihumus utilizando tres sustratos (pulpa de café, basurs orgánica, estiércol de vaca)

AUTOR:

Yair Moctezuma Uscanga

TUTOR:

L. E. Julián Felipe Dáz Camacho

TIPO DE TRABAJO:

Reporte Monografía o TPE Desarrollo

RESUMEN:

El objetivo de este trabajo es comparar la composición de lombrihumus, producto de tres sustratos; con el fin de encontrar abonos orgánicos con características especiales, que mejoren los diversos problemas que se presentan en la naturaleza, para lograrlo se emplearon gráficos de cajas y alambres, a fin de observar el comportamiento de las muestras, para cada sustrato, además de un análisis de correspondencia simple con el propósito de caracterizar los diferentes elementos y nutrientes que componen a los sustratos.

METODOLOGÍA ESTADÍSTICA:

a) Diseño
Muestreo
Experimento
Estudio observacional

b) Análisis
Exploratorio
Descriptivo básico
Inferencia Básica
Métodos multivariados
Regresión
ANOVA y MANOVA
Control de calidad
Métodos no paramétricos
Modelos especiales
Técnicas avanzadas
Series de tiempo

CONTENIDO

	Pág:
I. INTRODUCCIÓN	1
I.1 Marco contextual	1
1.2 Antecedentes	3
I.3 Planteamiento del problema	5
I.4 Justificación	6
I.5 Objetivos	7
I.5.1 Objetivo general	7
I.5.2 Objetivos particulares	8
I.7 Breve descripción del contenido	8
II. MATERIALES Y MÉTODOS	9
II.1 Aspectos generales	9
II.2 Diseño estadístico	9
II.3 Análisis estadístico	9
III. RESULTADOS	11
III.1 Resultados generales	11
III.2 Resultados de los análisis preliminares	11
III.3 Resultados de los análisis definitivos	16
IV. CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS	20

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los análisis de correspondencia	22
Anexo 2. Muestras en las que se empleó como sustrato pulpa de café	27
Anexo 3. Muestras en las que se empleó como sustrato basura orgánica	28
Anexo 4. Muestras en las que se empleó como sustrato estiércol de vaca	29

I. INTRODUCCIÓN

I.1 Marco contextual

El lombricompostaje se define como la crianza intensiva de lombrices domesticadas que se alimentan de desechos orgánicos en descomposición para la producción de abono orgánico rico en sustancia húmicas, microorganismos, hormonas estimuladoras de crecimiento vegetal y nutrientes, todos ellos de excepcional valor para el crecimiento y nutrición de plantas, el mejoramiento de los suelos y su fertilidad. (Ferruzi, 1994).

El lombricompostaje ha sido probado y aceptado por las ventajas que presenta al ser un proceso económico y ecológico. Acelera la descomposición aeróbica y transforma desperdicios en abonos de calidad, además de producir lombrices que pueden ser una fuente rica en proteínas para peces u otros animales. Esto implica baja infraestructura y poca mano de obra, y a cambio de un producto de desecho se obtienen dos productos de calidad el abono y las lombrices, además de ser muy resistentes a condiciones adversas del medio por lo que se considera que el lombrihumus es el mejor abono orgánico del mundo (Arellano, 1997).

El humus de la lombriz está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características químicas del sustrato, que dieron origen a la alimentación de las lombrices.

El lombrihumus cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas, biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera:

Propiedades químicas:

Incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, fundamentalmente el Nitrógeno, incrementa la eficiencia de la fertilización, estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón, inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción, inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

Tabla 1. Análisis químicos realizados en diferentes laboratorios

Materia orgánica	65 - 70 %
Humedad	40 - 45 %
N ₂	1.5 - 2 %
Fósforo (P ₂ O ₉)	2 - 2.5 %
Potasio K ₂ O	1 - 1.5 %

Propiedades físicas:

Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligeros de los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente mejora su porosidad, reduce la erosión del suelo, incrementa la capacidad de retención de humedad y confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.

Tabla 2. Parámetros normales

Humedad	30-60%
Nitrógeno	1-2.6%
Fósforo	2-8%
Potasio	1-2.5%
Calcio	2-8%
Materia orgánica	30-70%
Carbono orgánico	14-30%

1.2 Antecedentes

Los antiguos egipcios y romanos ya empleaban a las lombrices para mejorar las cosechas, un edicto promulgado por un faraón del antiguo Egipto protegía a las lombrices, previendo penas muy graves para las personas que intentaran llevárselas para utilizarlas en otros territorios. Se considera que la fertilidad del valle del río Nilo se debe, en parte, a la actividad desarrollada por las lombrices, que reciclan los nutrientes y los dejan disponibles para los cultivos anuales.

Darwin en 1837, comprobó que en tres décadas, las lombrices habían convertido un árido pedregal en una rica pradera. Finalmente el 1° de mayo de 1881 publicó su libro "La formación del humus vegetal por medio de la acción de las lombrices", siendo el primer trabajo científico en el que se investiga el rol ecológico de un animal en la naturaleza (Huxley et al, 1884)

Los sustratos que se utilizaron hasta entrado el siglo pasado, eran de la más diversa composición y se transferían a modo de recetas para cada cultivo específico, recién en los años 50, con la mejora del nivel de vida en los países en desarrollos es cuando se planteó la necesidad del cultivo industrial de plantas ornamentales y la intensificación de la horticultura; fue entonces, cuando comenzó el desarrollo de sustratos para plantas (Bures 1997)

Los sustratos tienen que satisfacer las necesidades de las plantas para que estas alcancen su óptimo crecimiento. El sustrato ideal sería aquel que proporcione a las plantas las mejores condiciones para un rápido crecimiento, que sea de bajo impacto ambiental y que la relación costo/beneficio sea adecuada para el sistema productivo en cuestión (Bures 1997).

Tabla 3. Producción en Kg./Ha

ESPECIE VEGETAL	LOMBRICOMPOST	QUÍMICOS
Trigo	116	40
Maíz	210	70
Zanahoria	520	20
Berenjenas	600	200
Tomates	820	400
Papas	350	100
Soja	52	28

Ravera *et al*, (1999) demostraron luego de 6 años un aumento de cosechas con el lombricompost en comparación con los de abono químico (ver Tabla 3)

Müller *et al*, (1997) menciona que en la actualidad la lombricultura es una practica muy difundida en todo el mundo, principalmente en los Estados Unidos y en varios países de Europa, representando una fuerte actividad empresarial que genera millones de dólares anualmente.

El lombrihumus es fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana. Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana (Tineo, 1993).

El experimento se realizó con lombrices *Eisenia fetida* debido a que pueden mantenerse en cautiverio sin fugarse de su lecho, son excelentes en la producción de lombricompost, tienen un alto crecimiento poblacional, son fáciles de manipular y llegan a ser dominantes en cultivos mixtos (Edwards, 1998).

La lombriz *Eisenia fetida*, es un anélido que tiene un promedio de vida de 16 años, se reproduce cada semana y cada día come materia orgánica equivalente a su propio peso, tiene 182 aparatos excretores, seis riñones y cinco corazones. Alcanzan su madurez sexual a los tres meses y en estado adulto mide de ocho a diez cm. de longitud después de nueve meses. Presenta una pigmentación roja uniforme con rayas amarillas y presentan reproducción sexual obligada. (Venter, 1998).

I.3 Planteamiento del problema

Una de las agroindustrias más importantes de las zonas tropicales y sub-tropicales del Golfo de México, es el beneficiado del café, éste último especialmente en las regiones de Huatusco y Coatepec del Estado de Veracruz. Sin embargo, en el proceso húmedo de beneficiado que se utiliza actualmente, el 40% de la materia prima que entra al proceso, se transforma en residuo sólido llamado pulpa. Los métodos usuales de descarga consisten en arrojarla a ríos o amontonarla en las cercanías de las tierras cultivables, causando severos problemas de contaminación. Los malos olores desprendidos alcanzan kilómetros a la redonda y su estabilización puede tomar de 6 a 8 meses y su contenido final de nitrógeno ser muy bajo.

Dentro de contexto de esta problemática y de acuerdo a las características químicas de la pulpa, el lombricompostaje representa uno de los procesos biotecnológicos viables para el tratamiento de ésta. Además, existe la ventaja de que se ha incrementado la demanda por fertilizantes orgánicos, ya que estos contienen materia orgánica y características físicas y químicas que no pueden ser proporcionadas por ningún fertilizante químico, y se logran ahorros en costos de producción.

En la zona de Coatepec, existen organizaciones preocupadas en brindar un tratamiento adecuado a sus desechos orgánicos, incluso a través de procesos biotecnológicos, como es el caso de una de estas organizaciones de cafeticultores que utiliza el lombricompostaje como una alternativa para acelerar la descomposición de sus desechos (pulpa de café, estiércol de vaca, basura orgánica) y al agregar el abono producto de la composta a sus fincas, estas presentaron diferentes beneficios, como mayor resistencia a plagas y enfermedades así como una mayor producción de café cereza, etc. Les interesa saber si los tres tipos de abonos son iguales, o si existe alguna diferencia, tomando en cuenta que los nutrientes más importantes que requieren, los suelos desgastados y en especial los que dan soporte a las plantas de café son nitrógeno, calcio y materia orgánica.

I.4 Justificación

La humanidad enfrenta graves problemas ecológicos, como son la gran cantidad de desechos orgánicos por la actividad humana y el desahogado desarrollo de la industria de fertilizantes. Se han generado diversos métodos para la eliminación y aprovechamiento de los desechos orgánicos como son: Rellenos sanitarios, plantas de incineración, plantas de tratamientos de aguas negras o residuales.

Todos estos métodos a pesar de que representan una alternativa para la desaparición y/o aprovechamiento de residuos orgánicos resultan caras en su instalación y manejo, además, de que provocan otros problemas de índole ecológico.

En el Estado de Veracruz directamente se producen 3310 toneladas de basura (Aranda, 1999), de las cuales el 80% corresponde a materia orgánica.

La lombricultura y en particular el lombricompostaje, representa una alternativa ecológica, tecnológica y económicamente redituable para el aprovechamiento de todo tipo de desechos orgánicos. Desde el punto de vista ecológico la explotación de las lombrices resulta inodora a partir de 36 a 72 horas posteriores a su introducción. La que a su vez permite la explotación en cualquier lugar.

Tecnológicamente este tipo de explotación permite el reciclaje de grandes volúmenes de desechos orgánicos para ser transformados en sustancias bio-fertilizantes o humus de lombriz de excepcional valor en términos de sus propiedades físico, químicas y biológicas, en un menor tiempo que el que se requiere por los procesos biológicos naturales de descomposición.

Desde el punto de vista económico este tipo de explotación no requiere de grandes extensiones, instalaciones, ni equipo, siendo la adquisición del material biológico (lombrices) la mayor inversión de capital; sin embargo este es recuperable en un periodo relativamente corto.

I.5 Objetivos

I.5.1 Objetivo general

*Conocer que sustrato(pulpa de café, estiércol de vaca, basura orgánica) es el recomendable para producir un lombrihumus con características determinadas.

I.5.2 Objetivos particulares

*Describir la composición de los tres lombricompuestos (pulpa de café, estiércol de vaca, basura orgánica).

*Identificar posibles relaciones entre las variables.

I.6 Breve descripción del contenido

El lombricompuesto (abono orgánico) es un fertilizante, biorregulador y corrector del suelo cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no da lugar a fermentación o putrefacción. Su elevada solubilización, debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. Estas características pueden variar, debido a la alimentación de las lombrices durante el proceso de composta, y así dar origen a abonos con cantidades de nutrientes distintas.

El presente estudio contribuye al conocimiento del lombricompostaje ya que plantea una óptima utilización del lombricompuesto, de acuerdo a las diferentes necesidades que existen, o afectan a la naturaleza.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1 Aspectos generales

El tipo de estudio realizado es exploratorio, ya que se basa en la descripción, registro, análisis e interpretación de la información, es prospectivo porque la información se tomo cuando ocurrió el fenómeno.

II.2 Diseño estadístico

Para llevar acabo el estudio, se utilizaron tres tipos de sustratos: Pulpa de café, basura orgánica y estiércol de vaca, para cada tipo de sustrato se tomaron 27 muestras de 5 kilos y se colocaron en frascos con capacidad de 6 kilos, se procedió a sembrar 50 gramos de lombrices en cada frasco. Después de 30 días, se practicaron análisis de laboratorio y se midieron las características en estudio: humedad, materia orgánica, potasio, fósforo, calcio, y nitrógeno.

II.3 Análisis estadístico

Para los análisis correspondientes del presente trabajo, se diseñaron tres bases de datos en el paquete STATISTICA, agrupando cada una de las bases de datos, por tipo de sustrato utilizado, posteriormente se realizaron análisis preliminares de los datos, que permitieron describir el comportamiento de las variables bajo estudio, así como realizar las comparaciones pertinentes, mediante la obtención de estadísticos básicos y la presentación de gráficos de cajas y alambres. En cuanto a los análisis definitivos se aplico un análisis de correspondencia simple para observar las asociaciones, entre los componentes medidos.

Tabla 4. Descripción de variables y escalas de medición utilizadas en el estudio.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ESCALA Y TIPO
Humedad	Porcentaje de humedad en la muestra.	De razón, cuantitativa.
Materia orgánica	Porcentaje de materia orgánica en la muestra.	De razón, cuantitativa.
Potasio	Porcentaje de potasio que contiene la muestra.	De razón, cuantitativa.
Fósforo	Porcentaje de fósforo que contiene la muestra.	De razón, cuantitativa.
Calcio	Porcentaje de calcio que contiene la muestra.	De razón, cuantitativa.
Nitrógeno	Porcentaje de nitrógeno que contiene la muestra.	De razón, cuantitativa.
Grupo	Sustrato utilizado.	Ordinal, cualitativa.

III. RESULTADOS

III.1 Resultados generales

En lo que se refiere a la comparación realizada, entre los tres sustratos, se obtuvo información acerca del comportamiento de los diferentes patrones medidos: la materia orgánica se presenta en un mayor contenido en el sustrato basura orgánica, así como en el sustrato pulpa de café se aprecia una alta correlación negativa entre las variables calcio y fósforo.

Los resultados que muestran los análisis de laboratorio practicados a las veintisiete muestras tomadas de los tres tipos de sustratos (pulpa de café, basura orgánica y estiércol de vaca) indicaron que varían los niveles de las características medidas.

III.2 Resultados de los análisis preliminares

En este apartado se presentan los resultados obtenidos, en la Figura 1 se aprecia que los niveles de humedad encada uno de los grupos son similares.

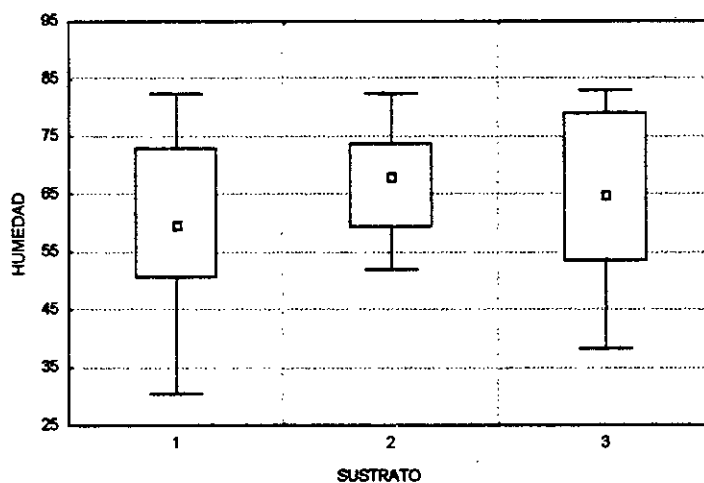


Figura 1. Porcentaje de humedad para los tres sustratos.

En la Figura 2 la materia orgánica se presenta con un nivel mayor en el sustrato basura orgánica, así en la Figura 3 los sustratos pulpa de café y basura orgánica obtuvieron resultados similares y el sustrato estiércol de vaca, presenta menor cantidad de potasio.

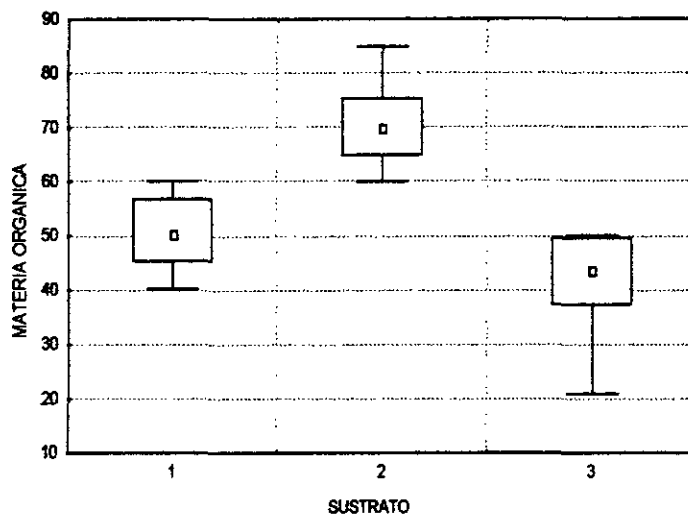


Figura 2. Porcentajes de materia orgánica en cada uno de los sustratos empleados.

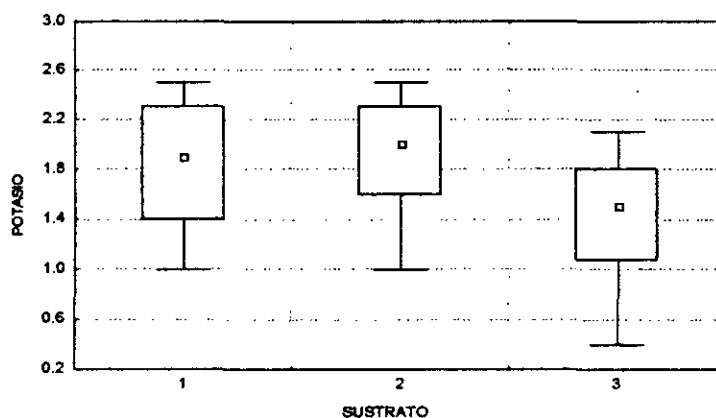


Figura 3. Porcentajes de potasio presentes en los tres sustratos.

Con respecto al fósforo, en la Figura 4 se aprecia que los niveles se distribuyen de manera homogénea en los tres sustratos.

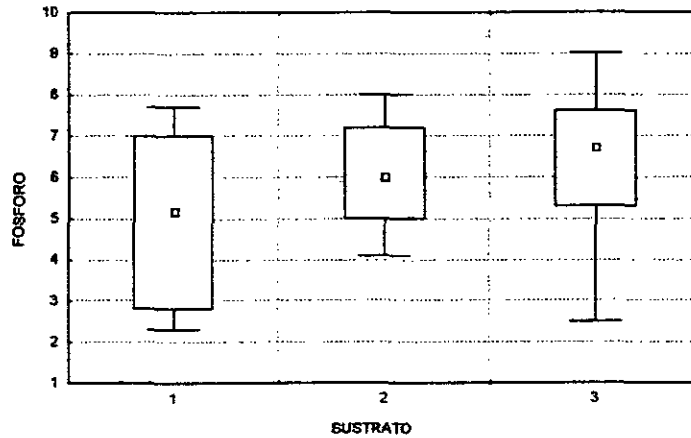


Figura 4. Porcentaje de fósforo presentes en cada uno de los sustratos.

En relación con el nitrógeno Figura 5, la pulpa de café y la basura orgánica, presentaron cierta cantidad de nutriente que se distribuye de forma similar entre ambos con un ligero aumento en la basura orgánica, y para el caso del estiércol de vaca se aprecia que alcanza valores mas altos con una mayor dispersión.

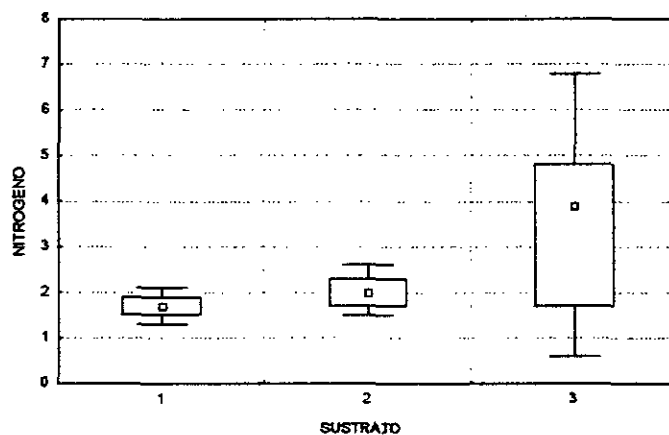


Figura 5. Porcentaje de nitrógeno en los tres sustratos.

En la Figura 6 se puede apreciar que el porcentaje de calcio en la pulpa de café es mayor que en los demás sustratos.

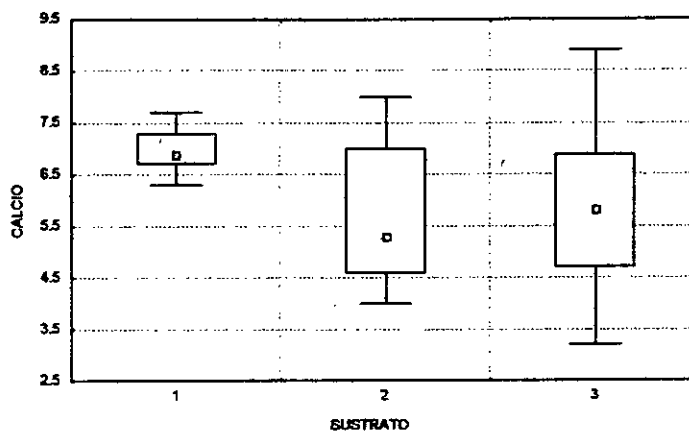


Figura 6. Porcentajes de calcio en los tres sustratos.

Con respecto a las correlaciones, en el sustrato pulpa de café, se observa que la correlación más alta se presenta entre los elementos, calcio - fósforo y fósforo-potasio, con $p < .05$.

Tabla 5. Matriz de correlaciones para el sustrato: pulpa de café

	Humedad	Mat. Org.	Potasio	Fósforo	Calcio	Nitrógeno
Humedad	1.00	.27	-.02	.11	.20	.22
Mat. orgánica	.27	1.00	.06	.01	.13	.10
Potasio	-.02	.06	1.00	-.75	.55	.06
Fósforo	.11	.01	-.75	1.00	-.79	-.28
Calcio	.20	.13	.55	-.79	1.00	.33
Nitrógeno	.22	.10	.06	-.28	.33	1.00

En el sustrato basura orgánica (ver Tabla 6) se observa que la correlación más alta se presenta entre el potasio y la humedad, con $p < .05$.

Tabla 6. Matriz de correlaciones para el sustrato basura orgánica

	Humedad	Mat. Org.	Potasio	Fósforo	Calcio	Nitrógeno
Humedad	1.00	.07	.48	.25	.13	-.21
Mat. Org.	.07	1.00	.04	-.16	.08	-.02
Potasio	.48	.04	1.00	.15	.31	-.14
Fósforo	.25	-.16	.15	1.00	.27	.11
Calcio	.13	.08	.31	.27	1.00	.29
Nitrógeno	-.21	-.02	-.14	.11	.29	1.00

En la Tabla 7 se aprecia que la correlación más alta se presenta entre el calcio y la humedad, con $p < .05$.

Tabla 7. Matriz de correlaciones para el sustrato estiércol de vaca

	Humedad	Mat. Org.	Potasio	Fósforo	Calcio	Nitrógeno
Humedad	1.00	.60	.77	.49	.86	.71
Mat. Org.	.60	1.00	.43	.29	.52	.47
Potasio	.77	.43	1.00	.49	.69	.75
Fósforo	.49	.29	.49	1.00	.39	.39
Calcio	.86	.52	.69	.39	1.00	.58
Nitrógeno	.71	.47	.75	.39	.58	1.00

III.3 Resultados de los análisis definitivos

En la Figura 7 se observa que en el sustrato pulpa de café, la gran mayoría de las muestras bajo estudio están compuestas principalmente de cuatro elementos: calcio, nitrógeno, humedad y materia orgánica, conteniendo en menor grado al fósforo y el potasio.

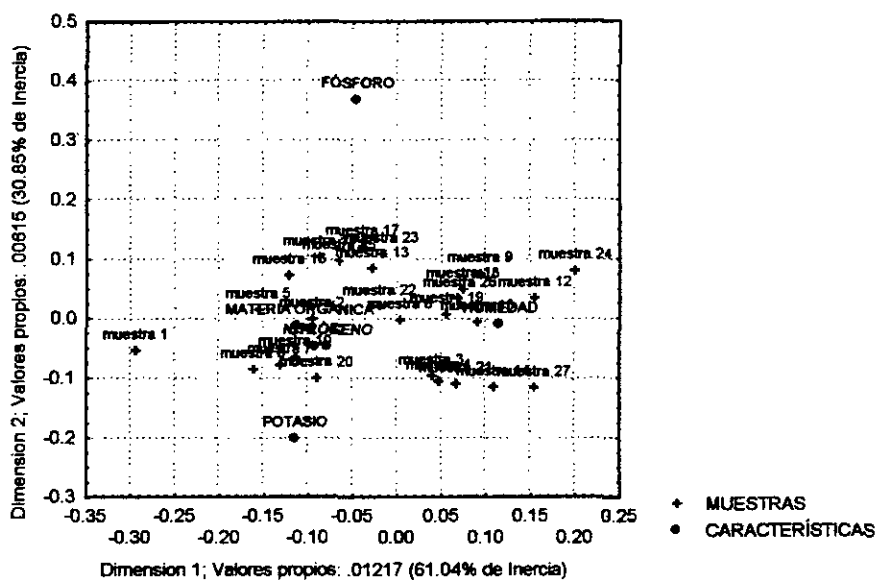


Figura 7. Distribución de las 27 muestras estudiadas según los análisis de laboratorio, empleando como sustrato pulpa de café.

En la Figura 8 se observa que para la basura orgánica, como sustrato, son tres los elementos más abundantes: potasio, materia orgánica y humedad.

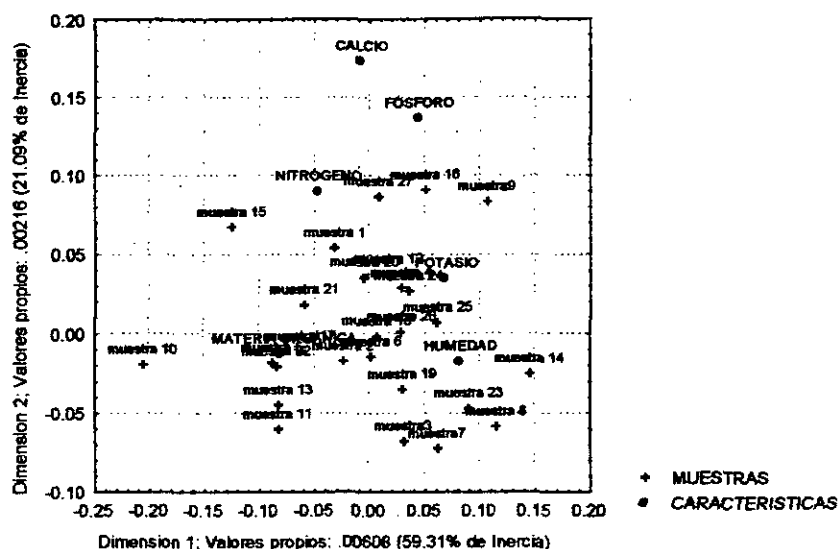


Figura 8. Caracterización de las 27 muestras bajo estudio según los análisis de laboratorio empleando como sustrato basura orgánica.

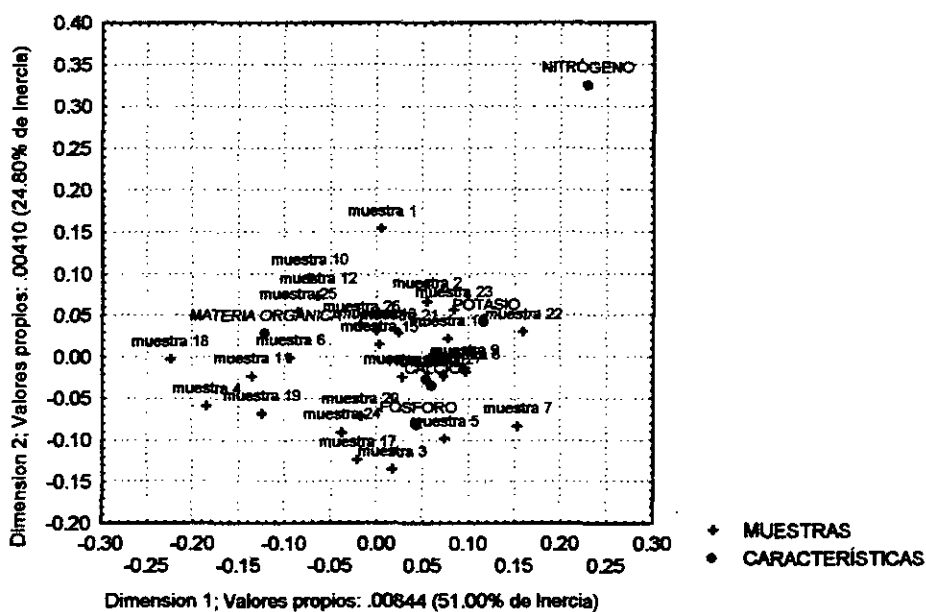


Figura 9. Caracterización de las 27 muestras bajo estudio según los resultados obtenidos empleando como sustrato estiércol de vaca.

En la distribución de las 27 muestras presentes en la Figura 9, se observa que la materia orgánica, calcio, humedad, potasio y fósforo, empleando como sustrato estiércol de vaca .

IV. CONCLUSIONES

El vermicompost contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo estiércol de vaca. El humus de lombriz es de color negruzco, granulado, homogéneo y con un olor agradable a mantillo de bosque.

La lombriz recicla en su aparato digestivo toda la materia orgánica y comida, el humus contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero estos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por toda la actividad microbiana que ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. El humus de lombriz posee una elevada carga microbiana del orden de los veinte mil millones de grano seco, contribuyendo a la protección de la raíz de bacterias y nematodos sobre todo, para el cual esta especialmente indicado, produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo y potasio), aunque se debe tener en cuenta que las características y los niveles varían según la fuente de alimentación de las lombrices, y se pueden tener aun mejores resultados si se aplican abonos específicos o combinaciones, con el fin de proporcionar los nutrientes en las cantidades óptimas para cada problemática.

REFERENCIAS

Capistran, F., et. al. (2001). **Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje**. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México.

Carvajal, J. F. (1982). **Cafeto, Cultivo y Fertilización**. Instituto Internacional de la Potasa. Gebr. Fretz. A.G Zurci, Suiza.

Cruz, D. E. (1989). **Observaciones preliminares sobre la fecundidad, sobre vivencia y ciclo de vida de la lombriz de tierra *Amyntuis hayana***. Tesis de Licenciatura en Biología, Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

Díaz - Camacho (2000). **Introducción a los Métodos Estadísticos con Statistica. Material de apoyo de la especialización en Métodos Estadísticos**. Facultad de Estadística e Informática. Universidad Veracruzana. 125 pp.

Ojeda - Ramírez, M. (1999). **Análisis estadístico con Statistica**. Material de apoyo de la especialización en Métodos Estadísticos. Facultad de Estadística e Informática. Universidad Veracruzana. 117 pp.

Ojeda - Ramírez, M. (2000). **Una introducción a los métodos multivariados**. Material de apoyo de la especialización en Métodos Estadísticos. Facultad de Estadística e Informática. Universidad Veracruzana. 92 pp.

Olguín, J. E., et. al. (1998). **Memorias del tercer Simposium Internacional Bioprocesos más Limpios y Desarrollo Sustentable**. Instituto de ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México.

Tamayo, T. M. (1999). **El proceso de la Investigación Científica**. Limusa Noriega Editores, México.

[Htp://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp.sak](http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.asp.sak) (2002). La Lombricultura.

[Htp://lombricultura.freeservers.com](http://lombricultura.freeservers.com) (1999). Proceso de compostaje de la materia orgánica.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los análisis de correspondencia simple

Tabla 8. Muestras que emplean como sustrato pulpa de café. Las dimensiones 1 y 2 explican el 91.88% de los datos.

	Valores singular	Valores propios	Porcentaje de Inercia	Porcentaje acumulado	Chi cuadrada
1	.110306	.012167	61.03557	61.0356	41.63217
2	.078425	.006151	30.85320	91.8888	21.04487
3	.032641	.001065	5.34459	97.2334	3.64553
4	.019969	.000399	2.00039	99.2338	1.36446
5	.012359	.000153	.76624	100.0000	.52265

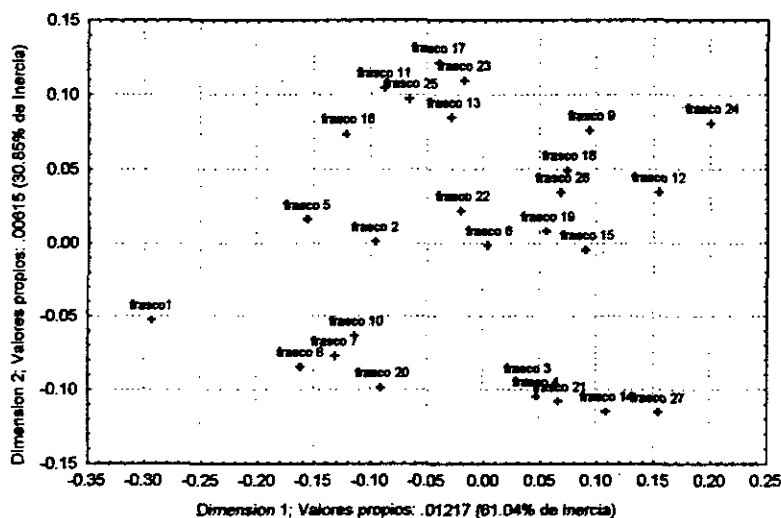


Figura 6. Distribución de las 27 muestras que contienen 50 gramos de lombrices de lombrices, utilizando como sustrato pulpa de café.

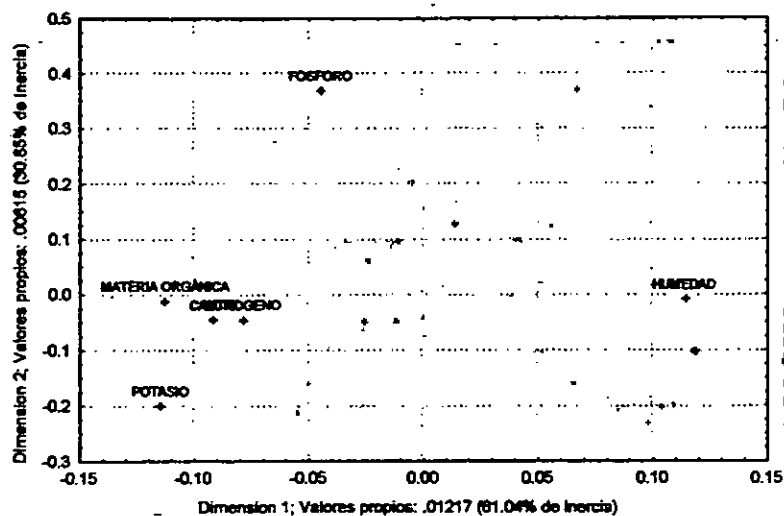


Figura 7. Distribución de las características medidas en el estudio empleando pulpa de café.

Tabla 9. Muestras que emplean como sustrato basura orgánica. Las dimensiones 1 y 2 explican el 80.40% de los datos.

	Valores singular	Valores propios	Porcentaje de Inercia	Porcentaje acumulado	Chi cuadrada
1	.077983	.006081	59.31405	59.3141	25.25597
2	.046505	.002163	21.09374	80.4078	8.98173
3	.034876	.001216	11.86330	92.2711	5.05140
4	.021981	.000483	4.71269	96.9838	2.00667
5	.017585	.000309	3.01622	100.0000	1.28431

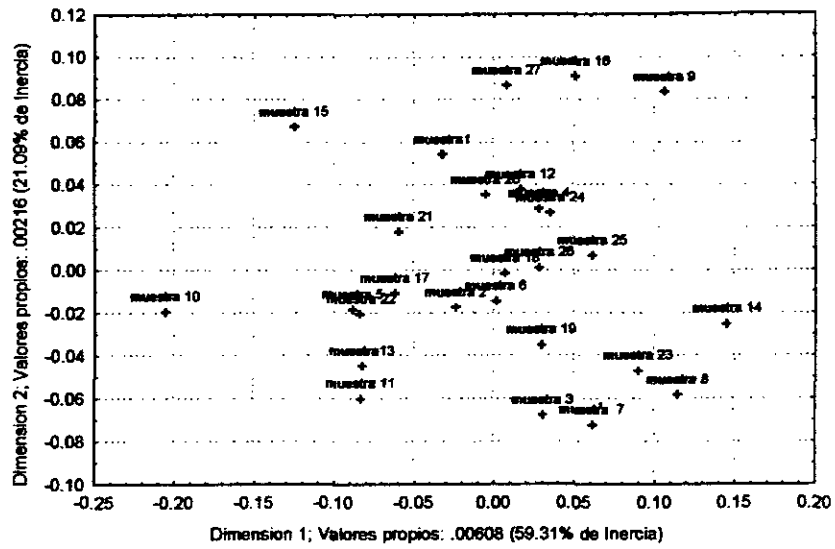


Figura 8. Distribución de las 27 muestras bajo estudio utilizando como sustrato basura orgánica.

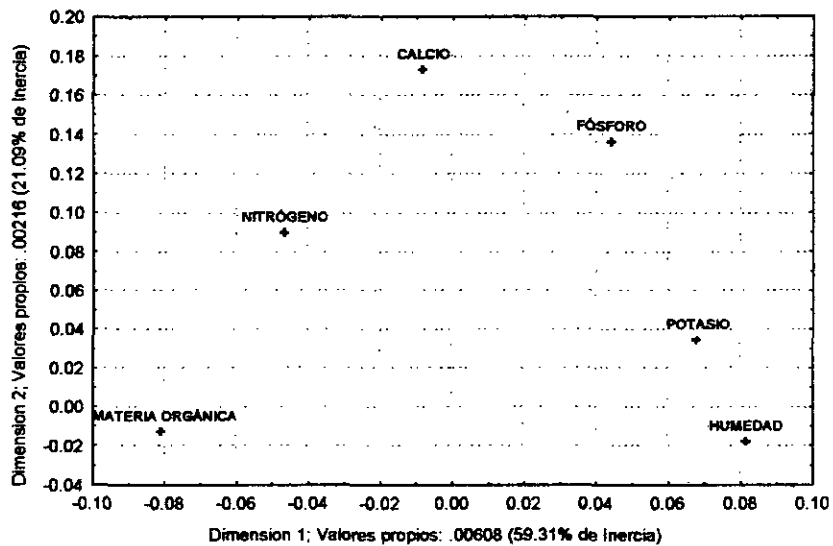


Figura 9. Distribución de las características medidas en el estudio utilizando basura orgánica.

Tabla 10. Muestras que utilizan como sustrato estiércol de vaca. Las dimensiones 1 y 2 explican el 75.80% de los datos

	Valores singular	Valores propios	Porcentaje de Inercia	Porcentaje acumulado	Chi cuadrada
1	.091881	.008442	51.00292	51.0029	27.98405
2	.064067	.004105	24.79755	75.8005	13.60581
3	.054532	.002974	17.96556	93.7660	9.85726
4	.026630	.000709	4.28422	98.0503	2.35065
5	.017965	.000323	1.94975	100.0000	1.06978

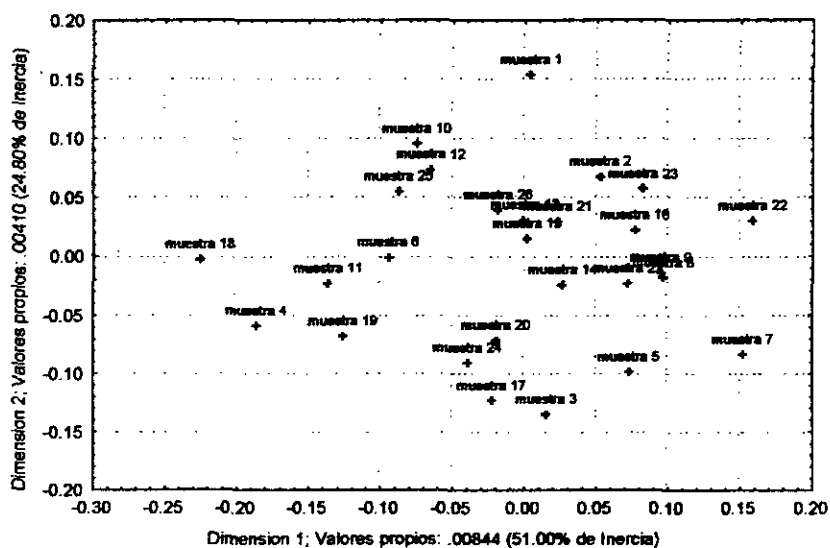


Figura 10. Distribución de las 27 muestras bajo estudio, utilizando como sustrato estiércol de vaca.

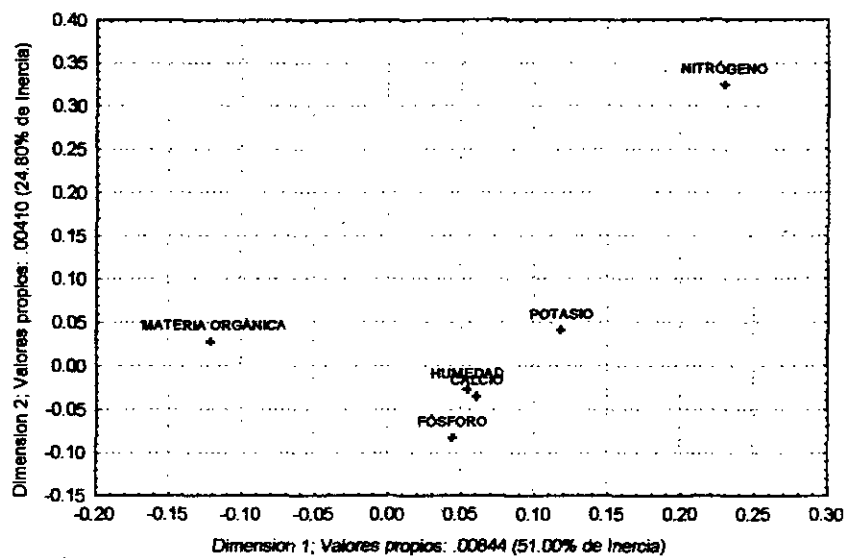


Figura 11. Caracterización de los elementos medidos en este estudio, utilizando estiércol de vaca.

Anexo 2 Valores obtenidos en el sustrato pulpa de café

	Humedad	Mat. Org.	Potasio	Fósforo	Calcio	Nitrógeno
1	30.500	46.600	1.800	3.200	7.300	1.900
2	50.700	52.400	1.200	4.500	6.900	1.800
3	53.800	40.200	2.400	2.600	7.000	1.300
4	60.900	45.300	2.300	2.500	7.500	1.900
5	48.900	58.100	1.500	5.100	6.600	1.400
6	59.600	49.300	1.900	4.900	6.800	1.700
7	47.300	51.800	2.500	3.200	6.500	2.000
8	38.900	44.100	2.200	2.800	7.300	1.800
9	72.800	50.200	1.100	7.100	6.500	2.100
10	55.500	59.300	2.500	3.800	7.400	1.750
11	49.300	48.400	2.200	7.300	6.300	1.450
12	72.800	42.900	1.700	5.900	6.900	1.640
13	63.500	57.200	1.000	7.300	6.800	2.000
14	81.800	55.800	2.300	2.300	7.700	1.940
15	73.500	51.400	2.000	5.200	6.700	1.520
16	40.700	42.300	1.700	5.700	6.900	1.390
17	53.800	48.500	1.200	7.400	6.500	1.480
18	58.900	40.900	1.400	5.600	6.800	1.700
19	69.800	52.300	1.600	5.400	7.000	2.000
20	55.300	56.700	2.100	2.600	7.500	1.500
21	78.400	58.800	2.300	2.500	7.600	1.680
22	67.500	60.100	1.900	6.100	6.900	1.450
23	60.600	52.800	1.300	7.700	6.600	1.320
24	82.500	44.500	1.200	7.400	6.800	1.570
25	52.300	49.600	1.500	7.000	6.700	1.650
26	78.900	58.100	1.900	6.800	6.900	1.780
27	80.000	48.300	2.400	2.300	7.700	2.100

Anexo 3. Valores obtenidos en el sustrato basura orgánica

	Humedad	Mat. Org.	Potasio	Fósforo	Calcio	Nitrógeno
1	53.700	61.200	1.000	8.000	4.000	2.300
2	60.100	65.400	2.100	4.100	5.200	2.400
3	71.400	70.000	1.800	5.300	4.100	1.500
4	70.300	69.400	2.300	6.000	7.100	1.900
5	57.600	72.500	2.000	4.900	5.000	2.000
6	65.700	69.800	2.100	7.100	4.200	1.600
7	82.400	75.300	2.400	4.700	5.300	1.700
8	80.200	66.300	2.500	5.800	4.300	1.800
9	72.100	60.000	1.700	7.500	7.400	2.500
10	53.200	85.000	1.500	4.600	5.400	2.600
11	67.600	83.000	1.000	5.700	4.400	2.000
12	75.400	77.400	2.500	8.000	7.200	1.700
13	56.900	69.800	1.200	4.200	4.700	1.600
14	82.000	63.400	2.000	7.200	4.500	2.200
15	52.000	72.500	2.100	6.200	6.800	1.700
16	68.100	64.800	2.300	7.900	7.300	2.400
17	58.200	69.300	1.200	5.900	4.600	1.800
18	71.500	73.400	1.500	6.300	6.100	2.000
19	69.000	67.000	1.600	5.000	4.900	2.300
20	59.700	64.500	2.300	7.200	4.700	2.200
21	70.200	82.900	1.900	6.500	7.000	2.600
22	64.800	81.000	2.500	5.400	5.500	2.300
23	73.700	63.700	2.200	4.900	4.900	1.700
24	66.300	64.800	2.000	6.600	5.700	2.100
25	81.300	75.000	2.100	7.400	6.600	2.000
26	80.200	79.300	2.400	6.800	7.000	1.900
27	59.300	60.300	1.700	5.000	8.000	2.300

Anexo 4. Valores obtenidos en el sustrato estiércol de vaca

	Humedad	Mat. Org.	Potasio	Fósforo	Calcio	Nitrógeno
1	50.400	38.800	1.300	6.700	4.300	5.900
2	80.500	50.100	1.900	9.000	5.800	6.800
3	38.300	20.900	.800	3.500	3.300	.600
4	45.600	40.700	.900	5.800	4.600	.800
5	52.300	27.300	1.700	5.300	5.300	1.700
6	64.700	49.600	1.800	6.700	4.700	2.800
7	78.900	35.800	2.000	8.900	8.900	3.900
8	80.800	43.500	2.100	8.800	8.100	5.000
9	69.900	37.300	1.600	6.900	6.900	4.300
10	56.800	46.800	1.400	5.600	5.800	4.600
11	53.400	43.900	1.200	5.300	5.300	1.700
12	60.800	48.800	1.700	6.000	6.800	4.500
13	72.800	49.600	1.850	7.800	7.200	4.900
14	82.900	50.000	1.900	8.900	6.900	4.300
15	55.600	36.300	1.500	5.500	4.600	3.300
16	68.700	38.900	1.600	6.700	5.900	4.800
17	39.900	23.500	.400	3.900	3.200	.700
18	43.600	39.800	.680	2.500	3.600	.900
19	56.700	44.600	.900	6.700	5.700	1.300
20	79.600	49.800	1.030	7.600	7.900	2.600
21	82.500	49.900	1.880	3.500	8.500	4.700
22	68.900	33.600	1.630	6.900	6.800	5.600
23	83.000	45.300	1.770	3.000	8.300	5.800
24	57.800	38.700	1.070	7.800	5.700	1.700
25	63.900	49.400	1.280	3.900	6.300	3.700
26	67.800	47.600	1.380	6.800	6.800	4.600
27	75.900	39.800	1.450	5.900	5.300	3.900