



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**“ABONOS ORGÁNICOS
TIPOS, USOS Y MANEJO”**

MONOGRAFÍA

Para obtener el grado de

LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

Presenta

JOSÉ ALEJANDRO HERNÁNDEZ PÉREZ

Directora de Monografía

M. EN E. PATRICIA FRAGOSO SERVÓN

Chetumal, Quintana Roo, México, Abril de 2011.



DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO POR DARME LA VIDA, POR DEJARME CONOCER ESTE MUNDO LLENO DE MARAVILLAS Y PERMITIRME LOGRAR MIS SUEÑOS.

A MI MAMÁ LUPITA QUIEN SIEMPRE ME APOYÓ Y ALENTÓ PARA SER UN GRAN PROFESIONISTA Y LOGRAR MIS SUEÑOS, CON AMOR, CON PACIENCIA, CON CONSEJOS, QUE A PESAR DE MOMENTOS DIFÍCILES SIEMPRE ME DISTE ALIENTO PARA SEGUIR. GRACIAS MAMI POR SER MI EJEMPLO EN LA VIDA, A TI QUE A PESAR DE TANTAS ADVERSIDADES SALISTE A DELANTE CON TU CARÁCTER AMABLE Y FUERTE PARA LLEARNOS SIEMPRE POR EL BUEN CAMINO, GRACIAS POR EXISTIR Y SER MI MADRE.

A MI ESPOSA ALMA, A TI CORAZÓN QUE ME IMPULSAS CADA DÍA A SER MAS FUERTE, UNA MEJOR PERSONA, POR TU AMOR INCONDICIONAL Y TU COMPRESION, GRACIAS POR ESTAR CONMIGO PACIENTE DE TANTO TRABAJO Y ESTAR SIN DESFALLECER, GRACIAS POR APOYARME CON TANTO AMOR, GRACIAS POR SER MI ESPOSA Y LLENAR MI MUNDO DE VIDA, TE AMO CON TODA MI ALMA.

A MIS HERMANOS JUAN Y JOAQUIN QUIENES SIEMPRE ME APOYARON Y ESCUCHARON, GRACIAS POR ESTAR SIEMPRE AL PENDIENTE DE MI, A TI JOAQUIN POR SER COMO UN PADRE, POR DARME CONSEJOS MADUROS, POR SER TAN CONSTANTE COMO ERES, GRACIAS POR TODO TU APOYO, A TI JUAN POR HACERME VER QUE LA VIDA NO ES TAN DIFÍCIL COMO PARECE, GRACIAS POR DARME BUENOS CONSEJOS Y ESTAR A MI LADO SIEMPRE.

A MIS AMIGOS A QUIENES CONSIDERO MIS HERMANOS, RODOLFO Y CEDRICK QUIENES ME HAN APOYADO EN LAS BUENAS Y LAS MALAS, QUE ESTUVIERON CONMIGO A PESAR DE TANTO TRABAJO, USTEDES QUE ME BRINDARON SU AMISTAD Y ME ABRIERON LAS PUERTAS DE SU CASA SIN CONDICIÓN, PASAMOS TANTOS MOMENTOS DIFICILES PERO IGUAL MOMENTOS DE MUCHA DIVERSIÓN, GRACIAS POR SER MIS AMIGOS.



AGRADECIMIENTOS

A LA MAESTRA PATY QUIEN ME AYUDÓ A PLASMAR ESTE SUEÑO EN PAPEL, POR SU DEDICACIÓN Y TIEMPO.

A LA DOCTORA ROBERTA QUIEN FORMA PARTE TAMBIÉN DE ESTE COMITÉ Y CON SUS OPINIONES LE DIO FUERZA Y FORMA A ESTE SUEÑO.

MAESTRO NAVA QUIEN ME IMPULSO A CONTINUAR CON ESTA IDEA Y QUIEN ME APOYO DESDE CUALQUIER TRINCHERA, A USTED MAESTRO QUE SIN QUERER ADOPTE COMO MI PADRINO.

A LA MAESTRA CLAUDINA CALIX QUIEN ME APOYÓ DESDE MIS INICIOS EN LA UNIVERSIDAD, CON CONSEJOS Y HOSPITALIDAD.

A LA MAESTRA RUBI VELASCO QUIEN TAMBIÉN ME APOYÓ EN MOMENTOS DIFÍCILES COMO BUENOS AMIGOS.

A HIDROPONÍA MAYA POR DARME LAS BASES DE TRABAJO, PERO EN ESPECIAL A JORGE DEL TORO CHÁVEZ QUIEN IMPULSÓ ESTE SUEÑO ECONÓMICAMENTE SIN TENER UN INTERÉS ECONÓMICO, GRACIAS JORGE.

A SAMUEL CHÁVEZ POR APOYAR ESTE PROYECTO CON CONSEJOS Y MOTIVACIÓN, POR SER UN JEFE QUIEN SE PREOCUPA POR EL TRABAJO PERO TAMBIÉN POR LA AMISTAD.

A LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO QUIEN ME FORJÓ, A TODOS LOS MAESTROS QUE ME DIERON CLASES, GRACIAS POR ESE CARÁCTER Y CONOCIMIENTO.

A TODAS LAS PERSONAS QUIENES EN ALGÚN MOMENTO FORMARON PARTE DE MI VIDA Y ME AYUDARON INCONDICIONALMENTE EN SU MOMENTO, A CARLITOS, A LOS EJIDATARIOS DE CARRILLO PUERTO, A MIS PRODUCTORES DE HORTALIZAS, GRACIAS A TODOS.



INDICE

Introducción.....	1
1. Qué es un abono orgánico.....	2
1.1 Definición.....	2
1.2 Importancia de los abonos Orgánicos	4
1.3 Ingredientes básicos para un abono orgánico	8
1.4 Factores determinantes en la elaboración de un abono orgánico	12
2. Abonos Verdes	15
2.1 Definición.....	15
2.2 Elaboración de los abonos verdes.....	20
2.3 Métodos de aplicación.....	21
2.4 Ventajas y desventajas.....	22
3. Humus de Lombriz	23
3.1 Definición.....	23
3.2 Elaboración del humus de lombriz.....	28
3.3 Métodos de aplicación.....	37
3.4 Ventajas y desventajas.....	39
4. Composta	40
4.1 Definición.....	40
4.2 Elaboración de composta	49
4.3 Métodos de aplicación.....	59
4.4 Ventajas y desventajas.....	62



5. Bocashi	63
5.1 Definición.....	63
5.2Elaboración de Bocashi.....	66
5.3Métodos de aplicación.....	73
5.4Ventajas y desventajas.....	77
6. Supermagro	78
6.1 Definición.....	78
6.2Elaboración del Supermagro.....	79
6.3Métodos de aplicación.....	82
6.4Ventajas y desventajas.....	83
7. Biol	84
7.1 Definición.....	84
7.2Elaboración del Biol.....	88
7.3Métodos de aplicación.....	93
7.4Ventajas y desventajas.....	96
8. Estudios de caso	97
Anexos	112
Bibliografía	113



Índice de cuadros

- Cuadro 1. Evolución de la superficie orgánica en el mundo- 1990-2001
- Cuadro 2. Distribución de la agricultura orgánica en México.
- Cuadro 3. Un análisis de estiércoles en Cataluña España
- Cuadro 4. Normas de Diagnóstico de la materia orgánica del suelo en función de la textura y el pH.
- Cuadro 5. Cantidades estimadas de nitrógeno fijado por abonos verdes.
- Cuadro 6. Leguminosas que son muy utilizadas como abonos verdes
- Cuadro 7. ventajas y desventajas de los abonos verdes
- Cuadro 8. Propiedades nutricionales del Humus de lombriz.
- Cuadro 9. Características de las diversas lombrices.
- Cuadro 10. Dosis de empleo del humus de lombriz.
- Cuadro 11. Dosis recomendadas aplicación de humus de lombriz en cacao, maíz, arroz y hortalizas.
- Cuadro 12. Ventajas y desventaja del humus
- Cuadro 13. Relación carbono-nitrógeno en diversos residuos.
- Cuadro 14. Relaciones de C/N de los materiales compostables:
- Cuadro 15 Valores Promedios de nutrientes por tonelada de composta, pH y relación C/N de los métodos Indore, PREIFEER y PAIN.
- Cuadro 16. Composición química de algunos materiales utilizados para el compostaje.
- Cuadro 17. Uso de la composta para hortalizas.
- Cuadro 18. Uso de la composta en la agricultura.
- Cuadro 19. Uso de la composta para la horticultura, silvicultura y arquitectura del paisaje
- Cuadro 20. Ventajas y desventajas de la composta
- Cuadro 21. Ejemplo de dosis para la elaboración de 100 kg de Bocashi en Siguatpeque Perú.



- Cuadro 22. Materiales para la producción de 500 kg de abono fermentado tipo Bokashi
- Cuadro 23. Ingredientes básicos para la preparación de los abonos orgánicos fermentados tipo "Bocashi".
- Cuadro 24. Método de aplicación de Bocashi.
- Cuadro 25. Dosis de aplicación de Bocashi en hortalizas.
- Cuadro 26. Dosis de Bocashi para plántulas de hortalizas en los viveros
- Cuadro 27. Dosis aplicación Bocashi en diversos cultivos
- Cuadro 28. Dosis recomendadas de Bocashi
- Cuadro 29. Ventajas y desventajas de Bocashi
- Cuadro 30. Ingredientes para la elaboración de Supermagro.

- Cuadro 31. Cronología para preparar el Fertilizante Super Magro enriquecido
- Cuadro 32. Ingredientes para preparar el Supermagro.
- Cuadro 33. Dosis de aplicación de Supermagro y su momento adecuado.
- Cuadro 34. Ventajas y desventajas del supemagro
- Cuadro 35. Composición química del Biol
- Cuadro 36. Aplicación del Biol en cuyo grande (Cusco, Perú).
- Cuadro 37. Época y dosis de aplicación de Biol en Azángaro, Perú.
- Cuadro 38. Época y dosis de aplicación de Biol en Lauramarca, Perú.
- Cuadro 39. Dosis de aplicación del Biol
- Cuadro 40. Ventajas y desventajas del Biol
- Cuadro 41. Características físicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm antes de la siembra. Venecia, Durango. 1998.
- Cuadro 42. Características físicas del suelo en el estrato de 30 cm después de la aplicación de abonos orgánicos. Venecia, Durango.1998.
- Cuadro 43. Valores de rendimiento de grano por tratamiento de abonos orgánicos en maíz. Venecia, Durango. 1998.



Cuadro 44. Comparación de medias para rendimiento de grano en maíz para tratamientos (Factor A) y dosis de abonos orgánicos (Factor B) . Venecia, Durango. 1998.

Cuadro 45. Porcentajes de germinación.

Cuadro 46. Número de hojas en las plantas a los 10, 24 y 59 días del experimento.

Cuadro 47. Tratamientos del humus de lombriz



Índice de figuras

Figura 1. Evolución de las ventas de alimentos orgánicos en estados unidos 1990-2000.

Figura 2. Estiércol.

Figura 3. Paso 1, recolección del humus de lombriz.

Figura 4. Paso 2, recolección del humus de lombriz.

Figura 5. Paso 3, recolección del humus de lombriz.

Figura 6. Paso 4, recolección del humus de lombriz..

Figura 7. Variación del pH en función de variaciones de temperatura.

Figura 8. .Etapas del compostaje.

Figura 9. Acción del Biol en las plantas.

Figura 10. Preparación de Biol en manga.

Figura 11. Preparación de Biol en manga, comunidad de cuyo grande.

Figura 12. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 10 días de iniciado el experimento.

Figura 13. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 24 días de iniciado el experimento.

Figura 14. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 59 días de iniciado el experimento.

Figura 15: Influencia de la interacción dosis-tiempo sobre la altura de la planta.

Figura 16. Influencia de la interacción dosis-tiempo sobre el grosor del tallo.

Figura 17. : Influencia de la interacción dosis-tiempo sobre los rendimientos (kg.m²).

Anexo 1. Características comunes de los abonos orgánicos.



INTRODUCCION

Los abonos orgánicos, bioabonos o biofertilizantes, son el resultado de la descomposición de materia orgánica proveniente de desechos domésticos, residuos de cosechas o industriales, En muchos lugares del mundo se ha optado por la elaboración de abonos orgánicos porque son benéficos para mejorar la fertilidad de la tierra y la nutrición de las plantas de diferentes cultivos; es también una manera de disminuir los costos de producción. La calidad nutricional de un abono orgánico se determina a partir de su contenido de nutrientes y de su capacidad de proveerlos a un cultivo (Leblanc *et al.* 2007).

El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de suelos degradados; incluso puede servir como un aportador de nutrientes en los sistemas hidropónicos.

El manejo sostenible de las tierras de cultivo es imprescindible en la actualidad, dado que la población mundial es creciente, lo mismo que la demanda de alimentos. Es bien sabido que la fertilización química deteriora los suelos, en cambio los abonos orgánicos mejoran sus propiedades. Estos últimos, son amables con el ambiente, accesibles y elaborados con recursos renovables en su totalidad.

La descripción de los abonos orgánicos, como se usan y como se aplican son la base para poder llevar a la práctica un manejo sostenible de los suelos agrícolas.

Es por esto que el objetivo de este trabajo es recabar información bibliográfica sobre los tipos, elaboración, uso y manejo de abonos orgánicos que sirvan como base para su aplicación en las zonas urbanas y rurales en Quintana Roo.



CAPITULO I: Qué es un abono orgánico

“Te presentaste como mi madre y te reconocí. Solo, hambriento y no sabía qué hacer”
Alejandro Hernández

Definición 1.1

Los Abonos orgánicos, entre los que se incluyen los abonos verdes, el humus y los biofertilizantes o fertilizantes orgánicos, son el resultado de la descomposición o fermentación de la materia orgánica, ésta última producida por los seres vivos.

SAGARAPA (2007) define los abonos orgánicos como todos aquellos residuos de origen animal o vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes; el suelo, con la descomposición de estos abonos, se ve enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas.

El uso de los abonos orgánicos o de la materia orgánica en la agricultura es milenaria, sin embargo con el paso del tiempo su uso fue decreciendo debido a que el uso de fertilizantes químicos era más viable a corto plazo, con mejores rendimientos y a su vez más económico. Durante los últimos años se ha observado un creciente interés sobre el uso de abonos orgánicos o materia orgánica para los cultivos debido al gran auge ligado a los residuos orgánicos ya que el uso de fertilizantes químicos a demostrado que deteriora al suelo (Terralia 1998).

Los desechos de las agroindustrias y los desechos orgánicos urbanos por muchos años han sido depositados en ríos, basureros o enterrados, ocasionando problemas en el ambiente y en la salud pública. Así es como nace poco a poco el uso de los abonos orgánicos como nuevas alternativas de nutrición en la agricultura de manera más sana y natural (Meléndez y Soto 2003)

En muchos lugares del mundo se ha optado por la elaboración de abonos orgánicos porque son útiles, necesarios y benéficos para nutrir a la tierra y las plantas de diferentes cultivos y como una manera de disminuir los costos de



producción. La calidad de un abono orgánico se determina a partir de su contenido nutricional y su capacidad proveer nutrientes a un cultivo (Leblanc *et al.* 2007).

Los abonos orgánicos son y serán la alternativa necesaria para los sistemas de cultivo que existen, ya que cada vez es mayor la demanda de alimentos para una población creciente.

Los abonos verdes provienen de la descomposición de plantas, pueden ser elaborados de cualquier desecho de planta, aunque se recomienda ampliamente utilizar leguminosas ya que estas aportan una mayor cantidad de nitrógeno (ICPROC 1998).

El Humus de lombriz consiste en la producción de abono en base a los residuos orgánicos por descomposición aeróbica procesado o realizado por lombrices, las cuales aportan nutrientes esenciales para el suelo y las plantas (Meléndez y Soto 2003).

La composta es el material que resulta de la descomposición de la materia orgánica debida a organismos que actúan en presencia de aire y sin aire.

Bocashi es un abono orgánico oriental el cual consiste en la descomposición de la materia orgánica de manera aeróbica, requiere de volteos frecuentes y alcanzar temperaturas por debajo de los 45-50°C, hasta que la actividad microbiana disminuya, también es considerado un abono orgánico fermentado (Meléndez y Soto 2003). El objetivo principal es aumentar el número de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir a las plantas (Masaki *et al.* 2000).

Supermagro es un biofertilizantes enriquecido con sales minerales, de uso foliar, aporta micronutrientes en suelos desgastados y previene el ataque de plagas (Haller 2003).

Biol es un abono orgánico líquido, resultante de la descomposición de los residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno, tiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes.



1.2 Importancia de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos juegan un papel esencial para el desarrollo de la nueva agricultura ya que son la base para la nutrición de las plantas y la base para una mejor alimentación, la cual consiste en ser más sana y limpia con el ambiente.

Desde el punto de vista ambiental podemos decir que son saludables, su elaboración no contamina y mucho menos se daña a otros seres vivos. SAGARPA (2007) en su página llamada “Abonos orgánicos” menciona que a comparación con los fertilizantes químicos los orgánicos no dañan el ambiente, aportan nutrientes al suelo y además favorecen la absorción de los nutrientes que ahí se encuentran, ya que propician el desarrollo de los microorganismos encargados de transformar estos elementos en formas asimilables para las plantas; en cambio, el uso excesivo de fertilizantes químicos deteriora las propiedades del suelo como lo es el pH y la capacidad de intercambio catiónico, dañando al mismo tiempo fuentes de agua disponibles por la lixiviación de las sales.

Por otro lado, la importancia de los abonos orgánicos también radica en la amplia relación que tiene con las comunidades rurales en nuestro país, que incluye a los grupos indígenas, Ellos comúnmente son los grupos más marginados y desprotegidos. Los abonos orgánicos son una alternativa de producción sustentable de alimentos que simultáneamente pueden mejorar la calidad de vida de dichos grupos.

Desde el punto de vista económico, la demanda de alimentos obtenidos de la producción orgánica se ha elevado en los últimos años (Fig. 1), de acuerdo a los datos que presenta la Organic Trade Association (2001) en cuanto a ventas de productos orgánicos en Estados Unidos. La producción con abonos orgánicos presenta de esta forma un potencial económico importante, que se traduce en mayores oportunidades para la producción de alimentos de las comunidades que se dedican a este tipo de producción.

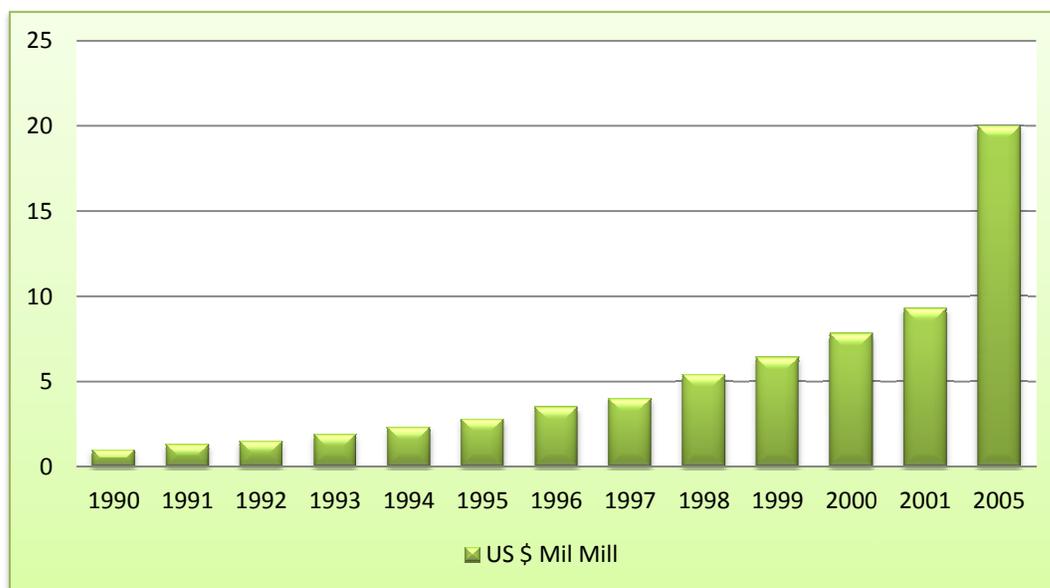


Figura 1. Evolución de las ventas de alimentos orgánicos en Estados Unidos 1990-2000.
Fuente: Gómez et al, 2009

A nivel mundial también hay un aumento en la superficie destinada para los cultivos orgánicos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Evolución de la superficie orgánica en el mundo- 1990-2001

EVOLUCION DE LA SUPERFICIE ORGANICA EN EL MUNDO, 90-01				
Pais	1990 ha	2001 ha	TMAC(%)	% del total
Australia	-	7654924	-	1.62
Argentina	5500	2800000	99.8	1.65
Italia	13000	1040377	76.2	6.76
Estados unidos	370000	900000	8.4	0.22
Brasil	-	803180	-	0.23
Alemania	10000	546023	16.7	3.2
Gran Bretaña	25000	527323	31.9	3.33
España	8500	380838	60.8	1.3
Francia	75000	371000	25.3	1.31
Canadá	-	340200	-	0.46
Austria	25000	271950	24.2	8.64

Fuente: Yussefi y Willwer citado por Gómez *et al*, 2009.

En nuestro país la producción de alimentos orgánicos se distribuye principalmente en ciertos estados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución de la agricultura orgánica en México.

Distribución de la agricultura orgánica en México 2000	
Estado	%
Chiapas	42.5
Oaxaca	27.3
Michoacán	5.3
Chihuahua	4.1
Guerrero	3.6
Jalisco	2.3
Sonora	2.2
Sinaloa	2
Otros estados	10.7
266 zonas de producción en 28 estados	

Fuente: CIESTAAM citado por Gómez *et al*, 2009

En México el área de cultivo hasta el 2000 era de 102,802 ha con un número de productores de 33,587, generando 16,448 empleos y con divisas que alcanza los 140,000 dólares. De 1996 al 2000 el incremento es de casi 5 veces más el área y las divisas generadas (CIESTAAM, 2009).

Desde la perspectiva ambiental o natural la importancia que tiene la utilización de los abonos orgánicos es diversa, por ser un producto de origen natural aporta compuestos que genera actividad microbiana, esto se traduce en una mejor disponibilidad de los nutrientes para las plantas.

Los abonos orgánicos aportan al suelo sustancias húmicas que son ácidos húmicos, fúlvicos y huminas. Este aporte mejora la estructura del suelo, aumenta la asimilación de los nutrientes, airea las raíces, mejora la retención de humedad del suelo, reduce la erosión producida por el escurrimiento superficial, elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos, forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable para la planta (Tisdale y Nelson 1966 y Guerrero *et al*. 1996).



Hadar y Mndelbaum (1992) y Hoitink *et al.* (1991) mencionan que la materia orgánica humificada tiene potencial para controlar poblaciones de patógenos del suelo. Se ha demostrado la supresión de hongos fitopatógenos del suelo como *Phytium spp.* y *Rhizoctonia solani*, utilizando composta preparada con desechos orgánicos de corteza de madera madura, estiércol de res y lodos activos (Chen *et al.* 1987 y Hoitink *et al.* 1999).

Las aplicaciones de vermicomposta suprimen las enfermedades de plantas como por ejemplo *Phytophthora*, *Fusarium*, y *Plasmodiophora* en tomate y calabaza, *Phytium* y *Rhizoctonia* en pepino y rábano (Chaoui *et al.* 2002).

Los abonos orgánicos pueden ser utilizados como aditivos en fertilizantes químicos (García *et al.* 1994, Madejon *et al.* 2001, Albiachi *et al.* 2001 y Arancon *et al.* 2004); es decir, la nutrición de un cultivo puede estar compuesto por 2 fuentes de minerales, los fertilizantes químicos y los abonos orgánicos, aportando ambos los minerales necesarios para el desarrollo de las plantas.

El humus se ha utilizado tanto en la agricultura como en la construcción de infraestructuras, ya que controla el proceso de secado del concreto (Peña-Méndez *et al.* 2004).

En resumen, la importancia de los abonos orgánicos radica en:

- Producción de alimentos sanos
- No dañan al ambiente
- Favorecen las propiedades de los suelos
- Controlan enfermedades
- Genera oportunidades de trabajo
- Mejoran la economía del productor

1.3 Ingredientes básicos para la elaboración de un abono orgánico.

Para la elaboración de los abonos orgánicos se puede utilizar todo tipo de desecho orgánico, solo hay que tomar en cuenta cual es el tipo de abono orgánico que queremos preparar.

Un abono orgánico general es el que utiliza estiércol, hojarasca y agua, pero existen más elementos que pueden ser utilizados. Para la elaboración de los abonos verdes solo se utiliza leguminosas ya sea picadas y colocadas al suelo o esperar su descomposición de manera natural. Para abonos orgánicos más complejos se utilizan además de ingredientes orgánicos, ingredientes químicos.

A continuación se describen las características los ingredientes básicos más utilizados:

Estiércol:

El estiércol es la mezcla de las eyecciones de un animal ya sean solidas o liquidas y que han sufrido fermentación en un establo y luego en el estercolado (Gross, 1981), básicamente está formado por compuestos hidrocarbonados, compuestos nitrogenados y una gran población microbiana. El agregar estiércol también se le llama estercolado, es una técnica muy antigua y utilizada en diversas culturas, se ha utilizado para la fertilidad de los suelos debido a que presenta aportes importantes de nutrientes si se hace un buen manejo.



Figura 2. Estiércol. Fuente: Labrador 2001.



Los estiércoles pueden clasificarse como frescos, maduros y semi hechos de acuerdo a su grado de fermentación. Cualquiera que sea el tipo de estiércol se produce a menudo un líquido “jugo de estiércol” que procede de los orines sobrantes no absorbidos o de los líquidos procedentes de la fermentación. Este líquido está cargado de compuestos minerales y sustancias fitoactivas, pero aunque se puede usar de manera directa al suelo para fermentación, también puede ser causa de grandes problemas (Labrador, 2001). La composición del estiércol al igual que su textura varía entre límites amplios, depende directamente del sistema de manejo y explotación, de la clase de ganado, del origen y naturaleza de la cama y de su elaboración. La especie y la raza del animal caracteriza la composición del estiércol, la edad también influye puesto que los animales más jóvenes producen deyecciones mas acuosas y con menor cantidad de minerales. El manejo del ganado y la dieta de estos son fundamentales; si abundan los forrajes, las deyecciones serán más ricas en nitrógeno, si abundan raíces y tubérculos, estarán más enriquecidas con potasa. Hay mayor concentración de minerales en las deyecciones de animales en estabulación permanente.

El estiércol es un abono variable o heterogéneo, rico en materia orgánica pero con un contenido de elementos minerales bajo, se reconoce un bajo nivel en nitrógeno amoniacal, fósforo y potasio. Contiene una gran cantidad de oligoelementos, sustancias fisiológicamente activas como hormonas, vitaminas, antibióticos y una enorme población microbiana (Labrador, 1996). En el Cuadro 3 aparece el contenido de nutrientes que contienen diferentes tipos de estiércol.

Cuadro 3. Un análisis de estiércoles en Cataluña, España

COMPOSICIÓN	GALLINAZA	OVEJA	TERNERO	VACA	CONEJO
Materia seca (%)	22 ó 76	25	23	23	26
pH	6,8	7,82	7,9	8,17	7,47
Conductividad	5,78	2,81	4,72	4,03	2,87
Materia Orgánica (%)	64,71	64,08	73,25	66,28	69,38
Nitrógeno (%)	1,74	2,54	2,4	1,84	2,79
P ₂ O ₅ (%)	4,18	1,19	1,5	1,73	4,86
K ₂ O (%)	3,79	2,83	3,14	3,1	1,88
Relación C/N	20,15	10,57	14,55	13,9	10,92
CaO (%)	8,9	7,76	2,99	3,74	6,62
MgO (%)	2,9	1,51	0,91	1,08	2,1
Na ₂ O (%)	0,59	0,62	0,78	0,58	0,35
Fe (%)	0,49	0,34	0,23	0,41	0,24
Mn (Mg/kg)	506	306	160	172	258
Contenido en elementos tóxicos (mg/kg)					
Cinc	452	120	177	133	417
Cobre	177	27	26	33	42
Níquel	27	15	8	20	16
Plomo	19	10	9	14	18
Cromo	63	16	8	24	32
Cadmio	1	1	1	1	1

Fuente: Serra ; Vázquez y Oromí citado por Labrador, 2001.

(1) Todos los resultados están expresados en materia seca.

(2) Ponedoras en batería y de pollos de engorde, respectivamente.

Un mal manejo del estiércol puede tener problemas que se traducen en:

Perdidas de compuestos fertilizantes, como NH₃ –por difusión a la atmosfera-, de materia orgánica- por oxidación en forma de CO₂ Y H₂O – y de otros nutrientes- por lixiviación-. Estas pérdidas están relacionadas con parámetros como temperatura, humedad y aireación. La incorporación al suelo de semillas de “malas hierbas”, que han sido predigeridas por los animales y se encuentran



inactivas en las deyecciones. Inoculación de determinadas poblaciones de microorganismos patógenos, presentes en las heces, tanto al suelo como a las aguas de riego o subterráneos. Fuente de sustancias fitotóxicas para los vegetales por desequilibrios en la composición mineral, por reacciones unidas a estados de anaerobiosis locales, por exceso de metales pesados, etc.

El manejo del estiércol se puede hacer de diversas formas según las necesidades que se tengan o si se quiere potencializar alguna propiedad, también hay que tomar en cuenta la disposición de las personas que se encargaran del proceso de elaboración y el manejo del estiércol. Para el manejo es importante la higiene que hay que tener, la alimentación de los animales, la cama en la que se elaborará, etc.

Labrador (2001) menciona que para algunos autores todas las técnicas de maduración deben procurar favorecer la mineralización del estiércol disminuyendo las perdidas, por lo cual recomiendan que el montón debe hacerse y compactarse de manera fuerte a los 2 o 3 días de realizada para evitar que continúe la fermentación aerobia. Con esto se logra que inicie el proceso anaerobio, durando una evolución de 2 a 3 meses hasta la maduración del material.

1.4 Factores determinantes en la elaboración de un abono orgánico

Además de los microorganismos, los factores que influyen de manera directa en la calidad de los abonos orgánicos son el clima, la temperatura, la humedad y el pH del suelo.

La Temperatura

Durante la elaboración de Abonos orgánicos, en es necesario controlar la temperatura, se debe monitorear hasta alcanzar la temperatura recomendada, alrededor de 45 °C, si sobrepasa esta temperatura el proceso se vuelve muy complicado. La actividad microbiana es mayor en lugares con mayor humedad y temperatura como son las zonas tropicales.

Restrepo (1996) indica que durante los primeros días la temperatura del abono tiende a subir hasta los 80°C, lo cual no se debe permitir, el control se debe hacer con un total de varias mezclas o volteadas durante el día, en la mañana y en la tarde.

La Humedad

La humedad es importante para el desarrollo de los microorganismos, el contenido de agua más favorable para el funcionamiento correcto se pueden situar en un 60% (Labrador, 2001).

El pH

Los valores extremos vuelven lento la actividad microbiana. Por ejemplo, un pH menor a 5 hace lenta la actividad biológica. Un pH de 6 a 7 permite un correcto desarrollo, la mayor parte de las bacterias se desarrollan mejor en pH neutro o ligeramente alcalinos, mientras que el grupo de los hongos presenta un buen desarrollo dentro de límites de pH más amplios como 4-5 (Labrador, 1996).

En los tipos de suelo se puede observar como los niveles de pH varían (Cuadro 4), esto puede ser utilizado para determinar qué tipo de suelo usar para complementar la elaboración de un abono orgánico.

Cuadro 4. Normas de Diagnóstico de la materia orgánica del suelo en función de la textura y el pH.

PH	GRUPO TEXTUAL	DIAGNÓSTICO				
		Muy pobre	Pobre	Correcto	Rico	Excesivo
<5,8(1)	Cualquiera	<0,2(2)	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	>3,5
5,8-8,3	Arenoso	<0,8	0,8	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
	Medio	<1,2	1,2-1,8	1,8-2,3	2,3-3,0	>3,0
	Arcilloso	>2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	3,0-3,5	>3,5
>8,3	Cualquiera	Pueden hallarse valores anormalmente altos de materia orgánica debido a ralentización de la biomasa edáfica.				

Fuente: Spring y Cols citado por Labrador, 2001.
(1) suelos con una reducida actividad microbiana debido al bajo pH. (2) Valores expresados como porcentaje.

Organismos

El suelo es generalmente un hábitat favorable para la proliferación de microorganismos y en las partículas que lo forman se desarrollan microcolonias.

Los microorganismos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. La FAO (1991) menciona que los organismos que participan en el proceso de descomposición de la materia orgánica son:

- Microflora: Bacterias, actinomicetos, hongos, mohos y levaduras.
- Microfauna: Protozoos.
- Macroflora: Plantas grandes, hongos.
- Macrofauna: Ácaros, hormigas, termitas, micropodos, ciempiés, arañas, escarabajos, gusanos.



Según Vento (2000) los hongos (mohos y levaduras) son los responsables de la descomposición de los azúcares y la celulosa, también intervienen en la degradación de el almidón, por la acción de las enzimas amilasas.

Las bacterias de los géneros *Erwinia*, *Bacillus* y *Pseudomonas* intervienen en la hidrólisis de la hemicelulosa dando finalmente azúcares y ácido galacturónico mediante la enzima citasa. El género *Proteus* interviene en la hidrólisis de las proteínas. Las bacterias constituyen menos de la mitad de la masa total de microorganismos, muchas soportan calor y sequedad formando esporas que se desarrollan cuando mejoran las condiciones.

Los actinomicetos del género *Bacillus* son también responsables de la descomposición de los azúcares, mientras que *Streptomyces* y *Nocardia* desempeñan un gran papel en la amonificación de los compuestos nitrogenados del humus. Son menos activos en las etapas tempranas de compostaje y son visibles a unos 100 mm por debajo de la superficie de la masa del composta.

Existen otros organismos que se encuentran en menor número como son las algas, estas requieren luz solar para su actividad y condiciones de humedad.

Los virus requieren organismos hospedantes para vivir, al pasar material infestado a través del compostaje, el número de virus causantes de enfermedades se reduce considerablemente, debido a las altas temperaturas que se alcanzan.

Se encuentran además las formas de vida animal más sencilla, los protozoos, que se alimentan de otros microorganismos (bacterias, hongos y otros protozoos pequeños), se piensa que ellos controlan el número de bacterias y tienen la característica de cambiar de forma para resistir cambios desfavorables (FAO, 1991).



CAPITULO II: ABONOS VERDES

“Y la Naturaleza sonrió y me dio de comer”
Alejandro Hernández

2.1 Definición

Los abonos verdes son cultivos de cobertura que se cultivan hasta antes de la floración o iniciando la misma y después se incorporan al suelo (FAMA 2008).

Los abonos verdes tienen las siguientes funciones:

- Aumento de nutrientes en el suelo, especialmente de nitrógeno
- Proteger el suelo del sol y de las lluvias fuertes
- Mantener elevadas tasas de infiltración de agua por el efecto combinado del sistema radical y de la cobertura vegetal.
- Reducir la velocidad de la escorrentía
- Evitan la desagregación y sellado de la superficie
- Disminuir la evaporación del suelo
- Disminuir la lixiviación de nutrientes
- Mejorar la estructura del suelo
- Evitar el desarrollo de malas hierbas
- Activar el ciclo de muchas especies de macroorganismos y microorganismos en el suelo, cuya actividad mejora la dinámica física y química del suelo
- Minimizar el ataque de plagas y enfermedades específicas

Dentro de los abonos verdes las leguminosas son las plantas que más se utilizan debido a que tienen la capacidad de incorporar principalmente nitrógeno al suelo y mejorar su estructura. Los agricultores las utilizan en rotación, sucesión y asociación con cultivos comerciales.

Existen varias especies de leguminosas (Cuadro 5) muy valoradas por su capacidad de fijar nitrógeno. Lafarga *et al.* (2009) menciona que el trigo y la cebada también puede ser utilizado como abono verde ya que el aporte de nitrógeno es similar al de las leguminosas, incorporando de 100 a 110 kg de

nitrógeno por hectárea, esta técnica es utilizada en España donde se han obtenido muy buenos resultados.

Cuadro 5. Cantidades estimadas de nitrógeno fijado por abonos verdes.

Leguminosas	Nombre científico	Nitrógeno fijado (Kg. N/ha/año)
Haba	Vicia faba	45 – 552
Soya	Glycine max	60 – 168
Garbanzo	Cicer arietinum	103
Lenteja	Lens esculenta	88 – 114
Cacahuate	Arachis hipogaea	72 – 124
Chícharo	Pisum sativum	52 - 77
Frijol	Phaseolus vulgaris	40 - 70
Guaje	Leucaena leucocephala	74 – 584
Alfalfa	Medicago sativa	150 – 290
Trébol Blanco	Trifolium repens	128
Girasol		80-100
Avena		80-100
Trigo		100-110
Cebada		100-110

Fuente: Lafarga *et al.* 2009.

Las leguminosas son clasificadas en 3 tipos de acuerdo a ICPROC (1998): Arbustivas, trepadoras y rastreras.

Por su ciclo de vida algunas pueden ser perennes o anuales. Dependiendo del tipo de cultivo será el tipo de leguminosa a utilizar. Si no son bien seleccionadas es posible que compitan con el cultivo; por ejemplo, si utilizamos leguminosas arbustivas durante un cultivo de tomate, la competencia de luz será constante, lo cual puede crear desorden en el crecimiento del tomate impidiendo un buen desarrollo de la planta y a su vez del fruto que es lo que interesa (ICPROC 1998).

Ciertas especies de leguminosas (Cuadro 6) son las más utilizada como abonos verdes.

Cuadro 6. Leguminosas que son muy utilizadas como abonos verdes

Nombre común	Nombre científico	Tipo	Ciclo
Caupí	<i>Vigna unguiculata</i>	Arbustiva, trepadora	Anual
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>	Herbacea	Perenne
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Herbacea-rastrera	Perenne
Vicia	<i>Vicia sativa</i>	Herbacea	Anual
Frijol común	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Herbacea, trepadoraHerb	Anual
Canavalia	<i>Canavalia ensiformis</i>	herbacea	Anual a perenne
Guandul	<i>Cajanus cajan</i>	arbustiva	Anual a perene
Mungo	<i>Phaseolus mungo</i>	herbacea	perenne
Crotalaria	<i>Crotalaria grantiana Harv.</i>		
Ray grass	<i>Lolium multiflorum Lam</i>	herbacea	Perene
Avena	<i>Avena sativa L.</i>		
Lenteja	<i>Lens culinaris Medik</i>	herbacea	Anual
Lupino, chocho	<i>Lupinus albus L</i>		
Trébol dulce	<i>Melilotus albus Medik</i>	Arbustiva	Anual
Facelia	<i>Phacelia tanacetifolia Benth.</i>		Anual
Arveja forrajera	<i>Pisum sativum L.</i>	arbustiva	Anual
Maní forrajero	<i>Arachis ssp.</i>		
Rábano forrajero	<i>Raphanus sativus L var.</i> <i>Oleiferus</i>	herbacea	Anual
Haba común	<i>Vicia faba L.</i>	herbacea	Anual
Nabo forrajero	<i>Brassica napus var. Oleífera</i>	Arbustiva	Anual
Mostaza blanca	<i>Sinapis alba</i>	Arbustiva	Perenne

Fuente: Elaboración propia



Para ser utilizadas como abonos verdes las leguminosas deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Tener un crecimiento rápido y una eficiente cobertura del suelo.
- Tener un follaje abundante y succulento.
- Tener la capacidad de reciclaje de nutrimentos.
- Facilidad de implantación y manejo en el campo.
- Presentar un bajo nivel de ataque de plagas y enfermedades y no comportarse como planta hospedera para las plagas y enfermedades del cultivo principal.
- Presentar un sistema radical profundo y bien desarrollado.
- Presentar tolerancia o resistencia a la sequia.
- Presentar la posibilidad de producción de semillas en cantidades suficientes para aumentar sus aéreas de cultivo.
- Plantas rústicas que se adapten a los suelos pobres.

El éxito del cultivo tendrá que ver con las características del abono verde seleccionado; por ejemplo, la rapidez de su crecimiento y la cantidad de materia orgánica que aporta son algunos de los aspectos que hay que tomar en cuenta.

Bunch (1994) recomienda a los agricultores buscar algunas leguminosas “prometedoras”, que puedan proveer de mejores propiedades al suelo o que presenten nuevas alternativas de uso, el autor menciona que en lugares con elevación baja (0 a 1500 msnm) el frijol terciopelado (*Mucuna pruriens*) usado en la mayoría de los sistemas tradicionales o formales en Mesoamérica, es una de las leguminosas que más biomasa produce, fija mayor cantidad de nitrógeno y tiene un mejor control de la maleza, además crece muy bien en suelos deteriorados y resiste tanto sequías como exceso de lluvias, el autor considera que por estas últimas características se podría usar en la zona de Quintana Roo en donde hay altas temperaturas y lluvias repentinas en verano. Sus mayores problemas son que es un trepador bastante agresivo, se tiene que podar una o dos veces si están intercalados con el maíz, y no puede ser asociado con cultivos de menor estatura, probablemente no es aconsejable para el consumo humano.



Dólicos (*Dolichos lablab*) es una leguminosa que tiene una serie de ventajas, sobre el frijol terciopelo ya que el dólicos es de consumo humano, fácil de preparar y tiene un sabor bastante agradable, se puede consumir la vaina tierna o el grano verde, crece tan bien como el terciopelo y produce alta cantidad de biomasa; controla eficientemente las malas hierbas; es aún más consumible para los animales, con un contenido alto de proteínas, es perenne (el frijol terciopelo es anual), y es resistente a la sequía (más que el terciopelo), de tal manera que puede seguir creciendo y produciendo semilla durante varios meses de la estación seca. Sin embargo, en algunos casos, probablemente por una falta de *Rhizobium*¹, el dólicos no ha desarrollado bien en suelos ya deteriorados y en otros casos ha sufrido ataques de plagas suficientemente fuertes al punto de disminuir su producción de biomasa.

Bunch (1994) menciona un caso en Brasil donde dos abonos verdes que no son leguminosas han llegado a ser populares en ese país por su increíble producción de biomasa, el nabo forrajero con nombre científico de *Raphanus sativa* crece mucho más rápido incluso que el terciopelo, produciendo hasta 35 ton/ha (peso verde) en solamente tres meses, y tanto las hojas como las raíces son comestibles por el ser humano. Menciona Bunch que varias clases de avena (*Avena spp.*) también se pueden intercalar con maíz y sirven, al igual que el nabo, para cubrir la tierra y alimentar ganado mayor.

El uso de los abonos orgánicos no significa totalmente una recuperación de suelos cansados ni bajos en nutrientes, sino que es una opción para la nutrición de las plantas y que a largo plazo aportará las características y nutrientes necesarios para que los suelos se recuperen poco a poco de manera natural.

En resumen, los abonos verdes son una opción para una producción más sana, sea en huertos familiares o en cultivos intensivos.

¹ Bacterias de perfil suelo que fijan nitrógeno atmosférico a la raíz de las plantas, sobre todo a las leguminosas.

2.2 Elaboración de abonos verdes

En comparación con los demás abonos orgánicos que se presentan, los abonos verdes son los más sencillos de aplicar y preparar. El proyecto JALDA (Japan Agricultural Land Development Agency, 2003) en Bolivia propone los siguientes pasos para la elaboración de los abonos Verdes:

1. Decidir donde cultivar el abono verde y elegir la especie de abono verde más adecuada a la zona.
2. Preparar el terreno elegido tal como se acostumbra para una siembra.
3. Sembrar el cultivo para abono verde en surcos. Se recomienda mezclar o enterrar las leguminosas con guano de murciélago o estiércol para obtener mejor producción del cultivo de abono verde.
4. Cuando la mitad de las plantas están en floración se incorporan al suelo de la siguiente manera:
 - Abrir un surco al lado de las plantas
 - Cortar las plantas al ras del suelo con una herramienta.
 - Colocar las plantas de abono verde en cada surco abierto
 - Tapar muy bien el abono verde surco y humedecer el suelo.
5. Dejar descansar el abono verde en el suelo y esperar, si hay una buena humedad en 2-3 meses las plantas leguminosas enterradas se pudren y liberan los nutrientes al suelo.

El ICPROC (Instituto Cristiano de Promoción Campesina, 1998) describe una manera de realizar los abonos verdes de manera similar a la anterior, al mismo tiempo promueve otras maneras de uso como:

- Se puede cortar las ramas de las leguminosas, si son arboles, se pican y se colocan en el hoyo donde se quiere sembrar o sobre el suelo donde se quiere cultivar.
- Otra manera es la asociación de cultivos, solo hay que saber si la leguminosa no crea competencia con el cultivo e incorporar al suelo cortando la leguminosa.

- Cuando se hacen camas se puede colocar en el fondo de la cama leguminosas cortadas para que estas sirvan de abono.

2.3 Métodos de aplicación

Los abonos verdes comúnmente tienen un alto contenido de nutrientes, en particular nitrógeno, se recomienda sembrar estas leguminosas en el terreno donde se sembrará el cultivo de interés (Eyhorn *et al.* 2009).

Bunch (1994) menciona que la aplicación y uso de abonos verdes es simple, generalmente la aplicación se hace en 2 pasos, cortar las leguminosas e incorporarlas al suelo para que su descomposición proporcione nutrientes a los cultivos.

FAMA (2008) propone incorporarlas al suelo después de 5 a 8 días de que inicia la floración, mezclándolas con los primeros 15 cm de suelo, de esta manera las leguminosas se descomponen rápidamente, menciona también que en condiciones favorables este abono verde se descompone en 40 días aproximadamente.

Sepúlveda y Castro (2002) recomienda que después de incorporarlas al suelo, esperar un tiempo a que ocurra la descomposición de la materia antes de sembrar el cultivo de interés o comercial.

Se puede incorporar las leguminosas para que estas proporcionen nutrientes en cualquier cultivo ya sean ornamentales, frutales u hortalizas.

Si los abonos verdes se dejan en la superficie de la tierra, la protege de la lluvia, del aire y del sol. Los abonos verdes se siembran a la misma densidad que el cultivo de interés o sobre los surcos donde se sembrará (Johnson 2008). La dosis de aplicación por tanto serán variables (Eyhorn *et al.* 2009).

2.4 Ventajas y desventajas

Las ventajas y desventajas de los abonos verdes se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Ventajas y desventajas de los abonos verdes.

Ventajas	Desventajas
1. Aumentan la materia orgánica de la tierra,	1. El uso como planta monocultivo trae consecuencias de aumento de insectos plaga.
2. Mejoran la textura de la tierra,	2. Los agricultores no sembraran abonos verdes donde puedan sembrar algún cultivo que sea comercial o para su propio consumo
3. Aumentan el trabajo de los microorganismos,	3. El mejoramiento de los suelos ocurre a través de varios años.
4. Disminuyen la filtración y perdida de nutrientes,	4. No todos los abonos verdes se desarrollan en suelos de baja fertilidad y algunos no soportan sequias, lo cual implica riego y abonamiento, esto hace difícil para que lo haga un pequeño agricultor.
5. Evitan el crecimiento de malezas,	
6. Elimina problemas de transporte del abono, ya que se usa en el mismo lugar en donde se produce,	
7. Las plantas abonadas con abonos verdes tienen una apariencia saludable, sin ataque de plagas o enfermedades.	
8. La práctica es económicamente viable para diferentes tipos de campesino,	
9. Se ahorra dinero al no usar estiércoles,	
10. Se puede realizar una cosecha de los frutos, logrando una ganancia extra.	
11. Aporta nitrógeno	
12. Permite a los agricultores pequeños competir con una agricultura eficiente y de bajo costo.	
13. Reduce el nivel de inoculo al cortar ciclo de la enfermedad	

Fuente: Elaboración propia



CAPITULO III.- HUMUS DE LOMBRIZ

“Te alimentaré porque sé que tú harás lo mismo por mí”

Alejandro Hernández

3.1 Definición

El humus de lombriz es un material resultante de la práctica del lombricomposteo, al alimentar a las lombrices con desechos orgánicos, como resultado se obtiene el humus. El humus es un material suelto y de textura granulada que contiene los micronutrientes y macronutrientes que proporcionan una dieta completa a las plantas, ayuda a mejorar las condiciones físicas del suelo, especialmente a suelos arcillosos y favorece un buen desarrollo de las raíces de las plantas (Crespo 2005 y Tot 2010).

Principales características del humus de lombriz:

- Es un fertilizante orgánico 100% natural, que se obtiene de la transformación de residuos orgánicos con los que se alimenta la Lombriz.
- Su riqueza en flora microbiana aumenta la capacidad biológica de l suelo y como consecuencia el suelo aumenta su capacidad de producción vegetal.
- Sirve para restablecer el equilibrio biológico del suelo, el cual generalmente se rompe por contaminantes químicos.
- En su composición están presentes todos los nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, hierro y sodio en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas, además de un alto contenido en materia orgánica.
- Favorece la circulación del agua, el aire y las raíces. Las tierras ricas en Humus son más esponjosas, más aireadas y menos sensibles a la sequía.
- Facilita la absorción de los fertilizantes de manera inmediata, siendo su acción prolongada.
- Su pH neutro y su equilibrada relación Carbono/Nitrógeno, permite aplicarlo en contacto directo con la raíz o las semillas, de forma que evita el shock del trasplante y facilita la germinación.

- Contiene sustancias fitoregulatoras que aumentan la capacidad inmunológica de las plantas, por lo que ayuda a controlar la aparición de plagas.

El conjunto de todas las propiedades descritas, hacen que con su aplicación mejore la estructura y equilibrio del terreno y aumente su capacidad de producción vegetal

Las propiedades nutricionales del lombricomposteo varían mucho (Cuadro 8), debido a que intervienen diversos factores, tales como: los tipos de desechos utilizados, las proporciones de cada uno, el estado de descomposición de estos materiales, las condiciones a las cuales se lleva a cabo el proceso de lombricompostaje y el tiempo de almacenamiento del humus (FAMA, 2008). El humus al tacto debe presentarse suave y agradable.

Cuadro 8. Propiedades nutricionales del Humus de lombriz.

Factor	Porcentaje
Humedad	30 a 40 %
Potasio k2	1,5 a 3,5gr
Fracción orgánica	50 % -20%
Cadmio	4 ppm
Plomo	250ppm
Mercurio	3 ppm
Cromo	25 ppm
pH	6,8 a 7,5
Nitrógeno	1,5 a 5gr.
Calcio	2,8 a 13gr
Hierro	1,3 a 1,6gr
Carga Bacteriana	Mínimo de 6^{10} por gr.
Conductividad	3 a 4 mm hos/cm
Fósforo	1,5 a 5gr.
Cenizas	50 % + -20%

Fuente: FAMA (2008)

Al igual que todos los animales las lombrices tiene enemigos y en todos los abonos orgánicos hay que tener mucho cuidado con los insectos o microorganismos que no benefician a las plantas. La mayor parte de los enemigos de las lombrices proliferan en el criadero por descuido del lombricultor (Blanco y Chacón 1999).



Los depredadores directos más frecuentes son los pájaros ya que excavan la tierra con sus patas y pico; la medida de control más eficaz son el uso de techos de ramas o mallas antigranizo, esta medida disminuye la evaporación.

Otros enemigos son las ratas y ratones, se deben poner trampas en puntos estratégicos de las instalaciones y además de tomar medidas higiénicas.

La presencia de escarabajos, moscas, ciempiés, ácaros, hormigas, etc. es indeseable, pues compiten por el consumo de alimento.

Algunos inconvenientes de la lombricultura es que el lombricultor está expuesto debido a la presencia de bacterias. En el caso de las lombrices, puede ocurrir intoxicación debido a una alta concentración proteínica, lo que hace que el alimento se vuelva más ácido para la lombriz, produciendo una inflamación en el buche de la misma, esta inflamación es debida a que el grado de acidez es muy elevado e impide que las glándulas calcíferas trabajen adecuadamente. Los síntomas más frecuente suelen ser el abultamiento de la zona cliteral, coloración rosada o blanca de las lombrices y una disminución generalizada de su actividad. Como medida de control en el libro se menciona remover la tierra para promover y favorecer la oxigenación y aplicar dosis altas de carbonato cálcico.

Principales propiedades del humus de lombriz

El humus de lombriz es considerado uno de los mejores fertilizantes orgánicos, al ser el resultado de la digestión de múltiples microorganismos y como punto final el paso por el tubo digestivo de la lombriz.

- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que éstos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- Influye de forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las planta.
- Aumenta notablemente el porte de las plantas.
- Se puede usar sin inconvenientes en estado puro.
- Se encuentra libre de nemátodos.

- Favorece la formación de micorrizas.
- Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.

La Lombriz

Se estima que hay en el planeta más de 8500 especies de lombrices, entre las cuales la más conocida es la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*); sin embargo para el manejo de desechos orgánicos se utilizan lombrices especiales, que reúnen ciertos requisitos tales como alta voracidad, alta capacidad reproductiva, fáciles de trabajar y con capacidad para adaptarse a condiciones adversas, desde los 0 hasta los 3000 msnm. Las especies más utilizadas son *Eisenia foetida* (coqueta roja) y *Eisenia andrei* (lombriz roja de California), especies utilizadas en el 80% de los criaderos a nivel mundial. Otras especies (Cuadro 9) que pueden sobrevivir con altas concentraciones de desechos, sin embargo presentan cierta preferencia hacia algunos desechos (*Lumbricus rubellus*, *Perionyx excavatus*, *Bimastus Eudrillus eugeniae*) (SAGARPA 2007).

Cuadro 9. Características de las diversas lombrices.

Características	<i>Eisenia Fetida</i>	<i>Eisenia Andrei</i>	<i>Lumbricus terrestris</i>
Color	Rojo pardo (Lombriz tigre)	Roja fresa	Café oscuro
Tamaño(cm)	8-10	7-9	30-35
Peso Oculta (g)	1.5-2.3	1.5-2.7	4-4.5
Reproducción	Alta	Alta	Baja
Capsulas, capullos o cocones	1 cada 7 días	1 cada 5 días	Hasta 12 por año
Numero de lombrices/capsulas	De 6 a 8	de 6 a 11	de 1 a 2
Ciclo de vida	de 90 a 100 días	de 80 a 90 días	180 días
Adaptabilidad	De 0 a 3000 msnm	de 0 a 3000 msnm	Zonas tropicales
Voracidad	Alta	Alta	Baja

Fuente: SAGARPA (2007).



Algunas especies representan partenogénesis uniparental, con autofecundación, que puede ser facultativa u obligada; la mayoría tiene reproducción biparental. La reproducción de la lombriz tiene lugar durante todo el año, cuando las condiciones son apropiadas los jóvenes alcanzan su madurez sexual a los tres meses; tiempo que coincide con la formación del clitelo, ocupando de 6 a 8 segmentos. Cada lombriz adulta puede depositar un huevo que eclosiona al cabo de 3 semanas y de éste emergen entre 2 y 20 estados juveniles, están listas para reproducirse, a los 3 meses. La lombriz tiene un promedio de vida de 16 años, aunque algunos autores confirman que *E. foetida* dura 4.5 años.

De acuerdo a SAGARPA (2007), los elementos básicos para el desarrollo de la lombricultura son:

Agua: debe estar limpia y libre de contaminantes, además de estar cerca del lugar donde se va a establecer el proyecto. La cantidad de agua requerida es mínima siempre y cuando se realicen los riegos con estricto control.

Desechos: de preferencia deben producirse dentro del sistema productivo; la compra de desechos encarece los costos y su uso, en un momento dado, puede llegar a no ser rentable.

Espacio o terreno: el espacio está dado según la cantidad de desecho, en la capacidad de trabajo del productor y su capital para producir ciertas cantidades.

Lombrices: Deben ser muy voraces y tener una alta reproducción. Las lombrices nativas de México no son útiles.



3.2 Elaboración del Humus de lombriz

En la elaboración de Humus de lombriz no existen recetas exactas, todo dependerá de la disponibilidad de los recursos y materiales con los que cuenten en el lugar donde se requiera. A continuación se presentan 2 métodos para la elaboración de Humus de lombriz.

a) De acuerdo a Sepúlveda y Castro (2002) el proceso es el siguiente:

Se construyen dos cajas de madera, concreto o cualquier otro material disponible (se puede usar cajas plásticas de desecho); una es para descomponer el material para las lombrices (aproximadamente una semana) y la otra para la reproducción, se instalan en un lugar de fácil acceso y se cubren del sol y de la lluvia. Es conveniente, colocar contenedores con agua en la base de las cajas para evitar que las hormigas puedan subir y atacar a las lombrices.

En este ejemplo se usan cajas de 1 metro de ancho por 4 metros de largo y 50 centímetros de alto, para manejar entre 50 y 60 kg de lombriz. La alimentación se realiza cada tres días. Se debe mantener una humedad constante, en verano si es necesario se aplica agua. En climas cálidos el proceso puede durar unos 45 días. El abono está listo cuando su color es oscuro, posee una textura suelta y no despide ningún olor.

Separación y recolección del abono

Un sistema simple es eliminar la comida a las lombrices durante 3 o 4 días. Al cabo de este tiempo se distribuye el alimento sobre la superficie de la caja. De esta manera, las lombrices hambrientas suben a comer y en la parte inferior queda el abono producido. A los 7 días se separa la capa superior donde están la mayoría de las lombrices y se pasa a otra caja con alimento nuevo para reiniciar el proceso. El abono elaborado queda separado para ser utilizado.

b) SAGARPA (2007) da una serie de pasos simples para la elaboración de lombricomposta, contempla 4 áreas:



- Área 1. Inicial, para recibir los desechos que servirán de alimento a la lombriz.
- Área 2. De precomposteo, para la preparación de los desechos.
- Área 3. De cultivo, para establecer las camas o lechos en los cuales las lombrices son inoculadas e inician su trabajo en la transformación de los desechos.
- Área 4. Final, para cosechar; donde el producto está terminado.

Para establecer la cama o lecho de lombrices:

- Una vez preparado el alimento de la lombriz se coloca en el lugar definido para establecer el pie de cría; puede ser el suelo o bien un contenedor.
- Si es en el suelo marque un área de 80 cm de ancho y coloque el desecho a una altura de 40 cm.
- Humedezca el material y coloque la lombriz en el centro; se recomienda un módulo o pie de cría por metro cuadrado.
- Posteriormente cubra la cama con una capa ligera del mismo material y coloque una capa de paja sobre la cama.
- Agregue alimento nuevamente cada vez que el material le indique que ya se está terminando su proceso.

Para cosechar el abono producido por la lombriz.

- La cosecha del abono inicia cuando se observa el desecho fragmentado, con una apariencia semejante a café molido; el grano es pequeño y suelto, además la lombriz se observa delgada debido a la falta de alimento.
- Para separar la lombriz y poder cosechar el abono se debe colocar alimento precompostado a los lados o sobre la cama, de manera que sirva de trampa a la lombriz.
- Este alimento se coloca directamente cuando son áreas pequeñas o bien sobre mallas plásticas cuando son áreas mayores.



- Posteriormente se mueve el abono y se ventila un poco para que pierda humedad y pueda cosecharse.
- Una vez cosechado el abono se aplica en el menor tiempo posible o bien se empaca y se almacena en un lugar fresco y ventilado.
- El abono debe empacarse con un 30% de humedad como máximo.

Alimento para la lombriz:

Los desechos que pueden ser utilizados para alimento de lombriz pueden tener varios orígenes como menciona Blanco y Chacón (1999).

Desechos domésticos orgánicos o biodegradables:

- Cascaras de frutas y verduras
- Residuos de comidas
- Servilletas
- Cartones

Desechos agroindustriales biodegradables

- La broza de café
- Cachazas de caña u otro
- Residuos de frutas y verduras.

Desechos vegetales

- residuos de cosechas
- Deshierbes
- Chapeos
- Tallos
- Aserrín de madera que no sean rojas ni cerosas.



Desechos pecuarios

- Estiércol de caballo vaca, cabra, oveja, conejo, cerdo y gallina.

No se recomienda el uso de gallinaza porque tiene altos grados de nitrógeno que puede afectar al desarrollo de la lombriz.

CONAPROPE (2007) resaltan la importancia de la alimentación de la lombriz, indican que *Eisenia* prefiere en su alimentación el estiércol de vaca. Combinando el estiércol con los restos de cosechas, de poda y de la cocina, reciben una variada alimentación que se convertirá al final en un abono de más calidad.

El estiércol se le dará como alimento a las lombrices 15 días después de su postura y cuando esté fría y curada. Con la ingestión de estiércol aumenta la cantidad de bacterias en el tracto digestivo de las lombrices, contribuyendo con la digestión y/a mineralizar los mismos, haciéndolos más fáciles de asimilar por las plantas.

Blanco y Chacón (1999) mencionan que por lo general la relación del alimento debe ser acorde con la cantidad de lombrices que se tengan, la ración debe ir aumentando poco a poco, conforme las lombrices se vayan reproduciendo. Por ejemplo la proporción adecuada es comenzar el proceso con 30 a 50 volúmenes de desecho por volumen de lombriz, esto es, si se compra un kilogramo de lombrices inicialmente se puede agregar de 30 a 50 kg de alimento o desecho orgánico e ir añadiendo mas mientras se va procesando y las lombrices reproduciendo.

Se recomienda que la capa de alimento no deba ser mayor a 20 cm, puesto que estaríamos creando condiciones para un compostaje, esto hace que la temperatura de los desechos suba y podría matar a las lombrices.

Otro proceso de elaboración que proporciona mayor variedad en las maneras en las que se puede aplicar son las del INIA (Instituto Nacional de Investigación



Agraria, 2008), mencionan que la lombricultura es un medio de descontaminación ambiental. Los implementos necesarios para producir humus de lombriz son:

Un par de trinchas, una carretilla, una pala recta, una pala cuchara, un machete, manguera o regadera, un tamiz de 5 mm, costales, termómetro ambiental, papel tornasol para medir el pH. Puede usar riego por aspersión para una buena humedad.

Número de lombrices. La cantidad requerida es de 2 millares de lombrices por cada 100 metros cuadrados a instalar, 400 lombrices/20m².

Alimentación:

Para preparar el alimento de las lombrices composta-alimento debe cumplir con las siguientes condiciones:

- Destinar un área específica y debe ser techada, al igual que las camas.
- Una relación adecuada entre el área neta de las camas y el área requerida para preparación de alimentos es de aproximadamente 2 a 1 (Ejemplo: Para una cama de 20 m² se necesita 10 m² para preparar su alimento).

El requerimiento de estiércol se estima en función al tamaño de la planta de producción de abono orgánico. Por ejemplo para 100 m² de camas, que van a producir 50 TM² de humus se requiere por año: 85 TM de compost-alimento y para poder preparar esta cantidad de alimento se requiere 60 TM de estiércol y 25 TM de paja o rastrojo de cosecha.

La relación es de 70 por ciento de estiércol y 30 por ciento de rastrojo o desperdicio vegetal de cosecha en peso.

Procedimiento para la producción de humus

1. Ubicar la construcción de las camas en una zona seca, bien drenada, con leve desnivel y cerca de desechos orgánicos.
2. Las camas son bastidores rectangulares sobre el suelo con paredes de 30 cm (de ladrillos) de alto, 1 m de ancho y longitud variable.

² TM: Toneladas Morson, 1 TM de humus equivale a 2.83m³ de humus.



3. Deben tener techo de malla o palmera y estar protegidos.
4. Llenar la cama con una capa de 10 cm de la materia orgánica preparada.
5. Sembrar con la mano las lombrices o en zigzag y cubrirlas con otra capa de materia orgánica.
6. De la misma forma se procederá hasta llenar en su totalidad las camas.
7. La alimentación debe ser periódica y el riego continuo.
8. Los desechos orgánicos deben ser preparados en mezclas de rastrojos de nuestras cosechas (use de maíz y si no dispone, use desechos de papelería) con estiércol y regados según la falta de humedad.
9. Mantener una adecuada temperatura y humedad dentro de las camas (cerca al medio ambiente) y regular el pH.
10. Finalmente cuidar de las plagas como las ratas o pájaros que si se descuida se comerían su producción de lombrices por ser muy proteicas.

Es necesario el control de la acidez, el agua que se utilizará para riego debe ser neutra para evitar problemas.

Esta operación de transformación de materia orgánica en humus de lombriz más o menos involucra medio año, luego de este tiempo estará lista para cosechar el humus de lombriz.

Pero antes de cosecharla debemos colocar «trampas» con la finalidad de sacar la mayor cantidad de lombrices de la parte más interna de la cama. Las trampas son montones de alimento fresco que se coloca por el centro de las camas a manera de un lomo, que es donde se van a colocar las lombrices, que después recogeremos y colocaremos en otros lechos. Este proceso puede repetirse hasta 3 veces en una semana.

Una vez que ya no quedan lombrices en las camas, todo este material queda listo para utilizarlo como mezcla de su substrato para propagación de plántulas frutales, almacigueros de hortalizas o fertilizante orgánico en terrenos de cultivo.

Luego, cernir el humus de manera que quede un producto fino migajoso, que se almacena para su posterior utilización bajo sombra a 40 % de humedad.

Se recomienda pasar por una zaranda gruesa para «desterronar» a fin de presentar un producto de mejor aspecto en el uso de mezcla substrato para producción de plántones frutales, almacigueras e incluso podemos venderla encostalada.

Blanco y Chacón (1999) mencionan algunos enemigos naturales de las lombrices: armadillos, pájaros, gallinas, zorros, ratas, ciempiés, hormigas. Todos estos problemas de enemigos naturales se pueden evitar con solo tapar las camas, con sacos, mantas o paja, etc.

Blanco y Chacón (1999) proponen una manera de recolección del abono orgánico.

1.- Se coloca sobre la cama o compostera un marco de cedazo grueso, al cual se le pone material fresco antes encima, después de tres semanas se retira el marco y se repite el proceso hasta que la mayoría de las lombrices haya salido del humus y los huevos hayan eclosionado.

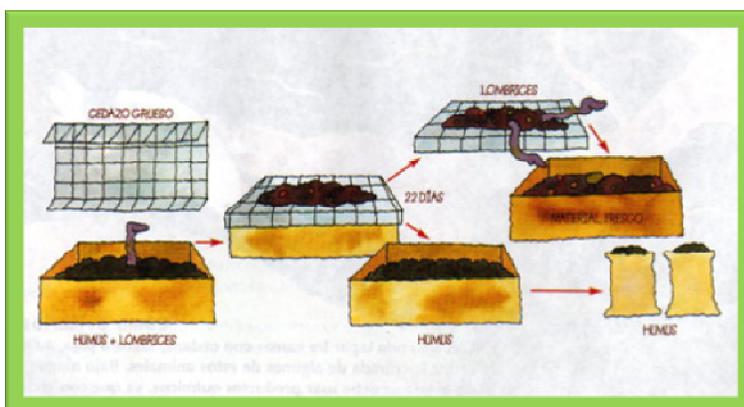


Figura 3. Paso 1, recolección del humus de lombriz.

2.- se mueve el material de los extremos hacia el centro de la cama y se rellenan los extremos con material fresco, se deja alrededor de 22 días para que las lombrices se pasen, se saca el humus de la cama y se rellena con material fresco en el centro para reanudar el proceso.

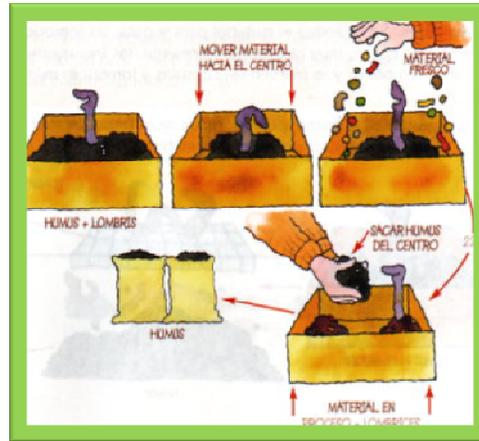


Figura 4. Paso 2, recolección del humus de lombriz.

3.- Cuando se tiene camas libres en el suelo se construye a la par una cama nueva con material fresco, se espera de 22 a 30 días para que las lombrices se pasen al material nuevo y poder realizar la cosecha de humus.



Figura 5. Paso 3, recolección del humus de lombriz.

4.- se agita el material para separar las lombrices del abono, hay que tener cuidado con no lastimar muchas lombrices y no perder las más pequeñas.

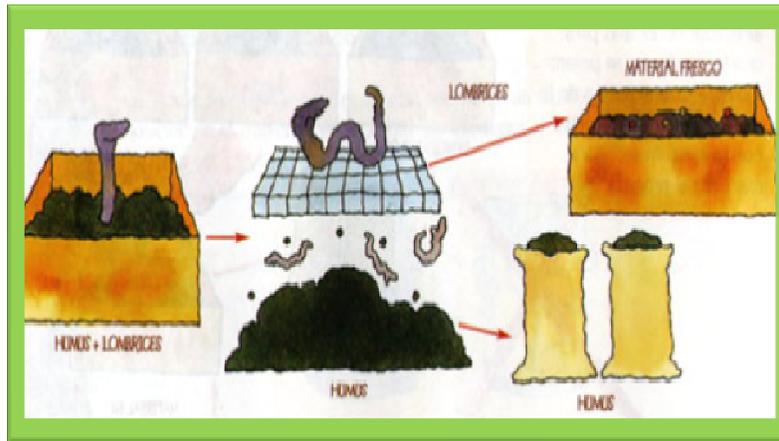


Figura 6. Paso 4, recolección del humus de lombriz.

3.3 Métodos de aplicación

Sepúlveda y Castro (2002) proponen, de 1 a 2 kg de lombricomposta por planta dos veces al año en cultivos permanentes y en hortalizas de 2 a 3 kg por metro cuadrado tres veces al año.

El humus de lombriz se aplica distribuyendo sobre la superficie del terreno, regándolo posteriormente para que la flora bacteriana se incorpore rápidamente al suelo. No debe enterrarse, pues las bacterias benéficas requieren de oxígeno FUCOA (2006). Si se aplica en el momento de la siembra, favorece el desarrollo radical de la planta y disminuye la frecuencia de riego por hacer más esponjosa la tierra.

El humus se puede almacenar sin que pierda sus propiedades, pero es necesario mantenerlo a 40% de humedad y aplicar las dosis recomendadas (cuadro 10).

Cuadro 10. Dosis de empleo del humus de lombriz.

Aplicable a	Dosis
Praderas	8000 kg/ha
Frutales	2kg/árbol
Hortalizas	1kg/m ²
Césped	0.5-1 kg/m ²
Ornamentales	150 g/planta
Recuperación de terrenos	3-5 mil kg/ha
Rosales y leñosas	0.5-1 kg/m ²

Fuente: FUCOA (2006)

Garay (2008) señala que el humus de lombriz presenta en promedio 1.8 % de N, 5% de P, 1.3 % de K, 5 % de Ca, 1.3 % de Mg, por lo cual él recomienda utilizar para el abonado 2 kg /árbol frutal, 1 Kg /m² de hortalizas, igual cantidad en el trasplante de árboles frutales. Por su parte, Blanco y Chacón (1999) recomiendan utilizar el humus de lombriz combinándolo con suelo para sustratos y bolsas, la dosis que proponen es de 30 % de humus de lombriz y 70% de tierra, con esto se



puede nutrir a la planta de una manera balanceada. En árboles frutales se recomienda colocar una capa de hasta 5 cm de humus de lombriz alrededor de la base del árbol.

MCCH (2009) plantea las diferentes dosis de humus de lombriz a diversos cultivos (Cuadro 11) entre ellos el cacao.

Cuadro 11. Dosis recomendadas aplicación de humus de lombriz en cacao, maíz, arroz y hortalizas.

Cultivo	Dosis	Frecuencia de aplicación
Cacao en vivero	50g/planta	cada mes
Cacao en producción	2 kg	inicio y final de lluvias
Arroz	12 qq/ha	15-30-45 días
Maíz	12 qq/ha	15-30-45 días
Hortalizas	200g/planta	cada 15 días

Fuente: MCCH 2009

3.4 Ventajas y desventajas.

Las ventajas y desventajas del humus de lombriz se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12. Ventajas y desventajas del humus de lombriz.

Ventajas	Desventajas
1. Biodegradación de residuos y su aplicación ecológica.	1. Una mala selección de lombrices puede disminuir la calidad y cantidad del producto deseado.
2. Obtención de recursos económicos a través de la venta del abono y otros subproductos del proceso.	2. Intoxicación de las lombrices por utilizar residuos altamente ácidos o tóxicos así como utilizar cítricos y residuos no orgánicos.
3. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.	3. El alimento debe ser constante y para eso se necesita personal en todo momento.
4. Debido a la actividad microbiana que ocurre en el humus de lombriz, este ocasiona un aumento en el tamaño de las plantas y les da más resistencia ante las enfermedades.	4. Si no se tiene un buen control de las camas las lombrices pueden ser devoradas.
5. Contiene un elevado porcentaje de ácido húmicos y fúlvicos.	5. Intoxicación en plantas por aplicaciones mal dirigidas y calculadas.
6. Protege las propiedades físico-químicas del suelo y su estructura.	
7. Aumenta la retención hídrica del suelo.	
8. Aumenta la capacidad de almacenar y regular los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada.	
9. Tiene un pH neutro no presenta problemas de dosificación ni de fitotoxicidad, aun utilizándolo puro.	
10. Facilita la solubilización de los elementos nutritivos contenidos en compuestos insolubles.	
11. Reduce el tiempo de cosecha de algunas especies hortícolas como berenjenas, tomates, achicoria entre otras.	
12. Disminuye el impacto ambiental producido por los agroquímicos.	

Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO IV.- COMPOSTA

“Cuando yo alimento lo hago con amor”

Alejandro Hernández

4.1 Definición

Sepúlveda y Castro (2002) definen el compostaje como una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica, dando por resultado la humificación de la materia orgánica. El compostaje requiere buena aireación, razón por la cual es necesario realizar volteos.

Meléndez y Soto (2006) define el compostaje o composta como el material resultante de la descomposición de los residuos orgánicos en condiciones de buena aireación.

La composta es el material que resulta de la descomposición de la materia orgánica debida a organismos que actúan en presencia de aire, este material humificado es de gran importancia para las plantas ya que proporciona una gran variedad de elementos nutritivos que se formaron a partir del trabajo de descomposición de los microorganismos.

Principales características de la composta

La sociedad amigos de la tierra (2006) menciona que el proceso de compostaje trata de imitar el proceso natural de descomposición. El ciclo de la materia orgánica que desecha el hombre comúnmente queda interrumpido en el momento de quemarlos o arrojarlos en sitios inadecuados donde no existen las bacterias pertinentes. Mediante la técnica de compostaje esos desechos orgánicos completan su ciclo natural de descomposición y reintegración a la naturaleza.

Principales propiedades de la composta

FAMA (2008) menciona que la materia orgánica a utilizar debe ser una mezcla de diferentes tipos de residuos orgánicos, ya que al final esta mezcla producirá la riqueza en nutrientes de la composta y un desarrollo adecuado de la descomposición.



La relación óptima entre carbono y nitrógeno debe ser 20-30: 1. La relación carbono-nitrógeno es variable en cada planta (Cuadro 13).

Cuadro 13. Relación carbono-nitrógeno en diversos residuos.

Leguminosas	12:1
Tallos de maíz	60:1
Restos de comida	15:1
Restos de frutas	35:1
Gramíneas	19:1
Hojas	80-40:1
Paja de cereales	80:1
Papel	170:1
Estiércol	20:1
Aserrín	500:1
Madera	700:1
Humus	10:1

Fuente: FAMA (2008).



Meneses y Diego (2007) proponen una lista de elementos o materias primas que pueden ser utilizados en la elaboración de una composta, la condición es que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de:

Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer composta o como acolchado. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc., son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas y tallos son menos ricos en nitrógeno. Las hojas pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.

Abonos verdes. Cosechas de césped, malas hierbas, leguminosas, las ramas de poda de los frutales es preciso triturarlas antes de su incorporación al compostaje, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.

Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.

Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, conejina o sirle, estiércol de caballo, de oveja y excrementos líquidos de cerdo.

Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.

Plantas marinas. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como *Posidonia oceánica*, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de composta debido a que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.

Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de composta.

Funciones y generalidades:

La madurez y la forma de aplicación de la composta son muy importantes al momento de utilizarlo. El material final debe ser muy homogéneo. No debe notarse el material de origen que se utilizó al inicio de la preparación. La composta tiene un olor parecido a la tierra de los bosques. Esto es causado por los *Actinomyces*³ que también están en esta tierra.

La temperatura en el montón debe ser igual a la que está alrededor del montón, esto indicará que la transformación de los nutrientes causada por los microorganismos está concluida. Debe conocerse qué resultados se desean obtener con la aplicación de la composta.

Cuando se utiliza la composta fresca, los microorganismos en el suelo transforman los nutrientes muy rápido y las raíces de las plantas pueden asimilarlas inmediatamente, pero la composta no es útil para mejorar la estructura del suelo.

Meneses y Diego (2007) proponen que según la época en la que se aporta a la tierra y el cultivo, pueden encontrarse dos tipos de composta:

Composta madura. Se refiere a que la descomposición de la materia orgánica ya está muy descompuesta, y que puede ser utilizado en diversos cultivos, pero su grado de aportación de nutrientes es menor. Generalmente se emplea en cultivos que no resisten gran cantidad de materia orgánica fresca, es decir no puede ser utilizado en semilleros, y si en cultivos de plantas maduras.

Composta joven. Está poco descompuesto y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de composta (patata, maíz, tomate, pepino o calabaza).

La elaboración de composta puede ser complicada, debido a que:

- Existe una cantidad muy elevada de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente.

³ También conocidas como Actinobacterias, son un grupo de bacterias que renuevan las reservas de nutrientes en la tierra y son fundamentales en la formación de humus

- Se trata muchas veces de residuos muy celulósicos, con una relación C/N alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo.
- Se trata de suelos con escasa actividad biológica y en los que el proceso de humificación va a resultar lento.

UQROO (2001) menciona que la composta proporciona características y elementos necesarios para los organismos, plantas y el suelo. Resalta la importancia de la composta y sus beneficios, los cuales son:

- Retener la humedad del suelo
- Permitir el paso del aire
- Controlar la erosión
- Mejorar la estructura del suelo
- Adherir más materia orgánica al suelo
- Reducir la necesidad de usar fertilizantes
- Producir plantas más saludables
- Ayudar a conservar el ambiente

Factores que determinan el proceso de compostaje:

Ciertos factores pueden influir en el resultado, ya sea en la calidad o en poner en peligro el proceso completo. Entre éstos factores se encuentran:

- 1) Características del suelo: El suelo es una mezcla de minerales, materia orgánica y aire, esto en proporciones variables dependiendo de la cantidad de materia orgánica de la composta y de los microorganismos. El suelo se verá beneficiado en estructura, propiedades orgánicas, carga bacteriana favorable para los cultivos, etc. El beneficio que se obtendrá por el uso de la composta, dependerá del tipo de suelo. El suelo es el lugar donde se aplicará la composta, por lo cual es importante saber sus propiedades; es necesario tomar en cuenta si el suelo es arenoso o arcilloso, saber la cantidad de minerales y materia orgánica que contiene.

Las propiedades del suelo se determinan básicamente en dos características:

- Físicas.- abarcan la porosidad y la temperatura.
- Químicas.- los procesos ácido-base, los cuales influyen en el grado de descomposición de la materia orgánica, las reacciones Redox que son originados en el metabolismo de los microorganismos del suelo que afectan los elementos naturales y contaminantes, las propiedades coloidales, las interacciones superficiales y la capacidad de intercambio iónico. Este último proceso es básico para la absorción de elementos, minerales e iones metálicos que pueden acceder a las plantas.

2) Factores del propio compostaje:

Temperatura: En el proceso de compostaje es determinante, ya que aquí es donde los tipos de microorganismos como bacterias, hongos o actinomicetes, se desarrollan. Por ejemplo el buen desarrollo de ciertos organismos como los criófilos es de 5 °C a 15 °C, para los mesófilos es de 15 a 45 °C, y para los termófilos es de 45 a 75 °C aproximadamente, según la temperatura alcanzada será el grupo de organismos que descompondrán la materia orgánica.

Es preciso saber que la temperatura recomendada en la elaboración de una composta es de 35 a 55 °C para que se puedan eliminar patógenos, parásitos y semillas que hay en la materia orgánica y que pueden dañar los cultivos.

Los patógenos y parásitos más encontrados en la materia orgánica en descomposición son:

Salmonella thyphi, Streptococcus fecali, Enterobacterias totale, Escherichia coli.

Puntos de inactivación térmica: Salmonella thyphi: 30 minutos a 55-60 °C

E. Coli: 1 hora a 55°C

pH: Es un factor que tiene importancia en el proceso de compostaje, ya que el pH regula el desarrollo de bacterias y hongos. Los hongos son microorganismos que pueden soportar altos grados de pH de 5 a 8, a comparación con las bacterias que soportan de 6 a 7.5. Se menciona en la bibliografía que la acidez o pH óptimo para la elaboración de composta es de entre 7 y 8, debido a que si el pH varía demasiado y aumenta, se puede perder gran parte de nitrógeno amoniacal.

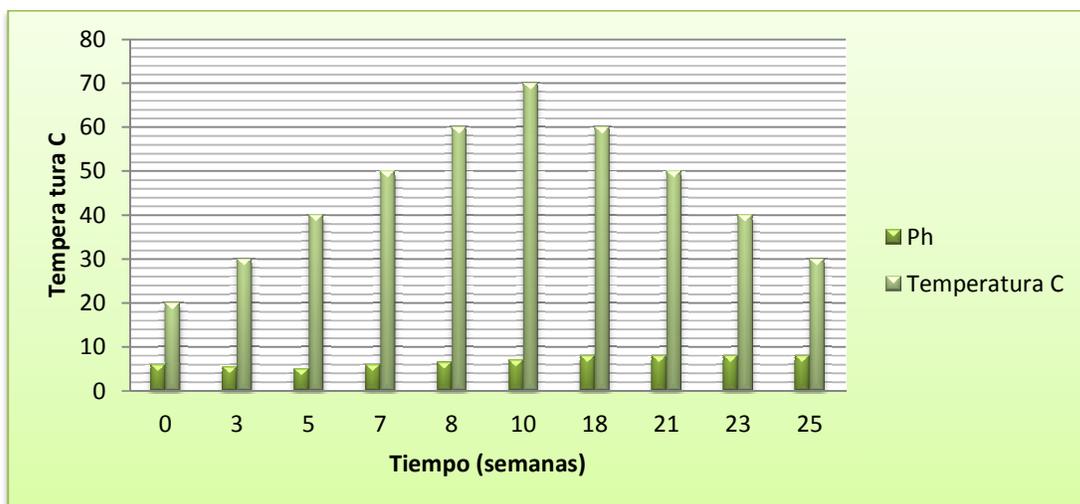


Figura 7 Variación del pH en función de variaciones de temperatura. Fuente: amigos de la tierra, 2006.

Se puede observar e la figura 7, como el pH va en aumento conforme la temperatura de la descomposición va en aumento esto debido a que la acides inicial es mayor para promover la descomposición de la materia orgánica.

La humedad es un factor importante para que los microorganismos puedan desarrollarse adecuadamente y llevar a cabo la descomposición de los residuos orgánicos; también es elemental para la disolución de nutrientes. La humedad en la composta no debe elevarse demasiado ya que el agua ocuparía espacios de aire impidiendo así la aireación y un proceso aeróbico, lo que provocaría que el proceso se tornara anaeróbico, esto último no es conveniente en el proceso de compostaje. El otro punto es que la humedad no debe ser muy baja, porque el desarrollo de los microorganismos será lento, lo mismo que su actividad. El compostaje puede realizarse en rangos de 30 al 70% de humedad; aunque la humedad óptima de una composta es entre 40-60%. Es recomendable triturar todos los residuos en pequeñas partes para que la distribución de humedad sea homogénea y favorezca la actividad microbiana. La humedad generalmente disminuye por las temperaturas que ocurren durante el proceso.

Aireación: amigos de la tierra (2006) menciona la importancia de este factor para la elaboración de la composta.

Los microorganismos aerobios utilizan el oxígeno para descomponer la materia orgánica. La falta de oxígeno favorece el proceso anaerobio, donde el proceso de descomposición es lento además de crear mal olor.

La cantidad de oxígeno depende de la textura de los materiales o residuos que se utilizan, así como de la frecuencia de los volteos. La concentración óptima es entre 5% y 15% en volumen de O_2 , esta aireación facilita la pérdida de CO_2 .

Los volteos son importantes para la aireación del material, también son importantes para disminuir la temperatura del material, lo cual evita que las temperaturas se eleven demasiado.

Relación C/N: es la relación entre la cantidad de elementos como son carbono y nitrógeno y la cantidad en partículas. Esta relación es importante porque representa el funcionamiento y el aprovechamiento de los nutrientes resultantes de la composta, así como los materiales que se usan para la misma y sus niveles (cuadro 14).

El carbono debe ser superior a la cantidad de nitrógeno ya que los microorganismos utilizan materia orgánica rica en carbono como fuente de energía.

Es necesario cuidar la pérdida de nitrógeno ya que existen materiales orgánicos que son resistentes al ataque microbiano, es decir que soportan el nitrógeno por más tiempo que otros materiales orgánicos

Como puntos importantes en cuestión de la relación C/N en el compostaje es:

- La relación adecuada de C/N debe ser de entre 25/1 y 35/1.
- No perderse más del 20% del nitrógeno total.
- Si el exceso de carbono es muy grande, la actividad microbiana disminuirá y se alarga la fermentación.
- Si un residuo contiene muchas ligninas o celulosas, su velocidad de descomposición será también lenta.

- Si la relación C/N es muy baja se produce un fenómeno de autorregulación donde se pierde el exceso de nitrógeno como amoníaco.

Cuadro 14. Relaciones de C/N de los materiales compostables:

Material		C/N
Residuos de comida	Residuos de comida	15
	Fruta	35
Residuos de Jardín	Césped	20
	Leguminosas verdes	15
	Hojas caídas	40-80
	Ramas de árboles trituradas	100-300
Papel	Mezclado	170
	Periódico	980
Madera	Serrín	200-500
	Madera de pino	720
	Paja, tallos de maíz	50-150
Estiércoles	Vaca	18
	Cerdo	20
	Aves	15
	Oveja	22
	Estiércol+ cama	20-25

Fuente: Amigos de la tierra (2006).

4.2 Elaboración de la composta

Peña *et. al* (2002) mencionan que el compostaje es un proceso lleno de transformaciones y de etapas (Figura 8) que ocurren con la materia orgánica y el suelo, donde el oxígeno interviene junto con los microorganismos para descomponer la materia orgánica, el resultado final es un producto humificado con carga en minerales.

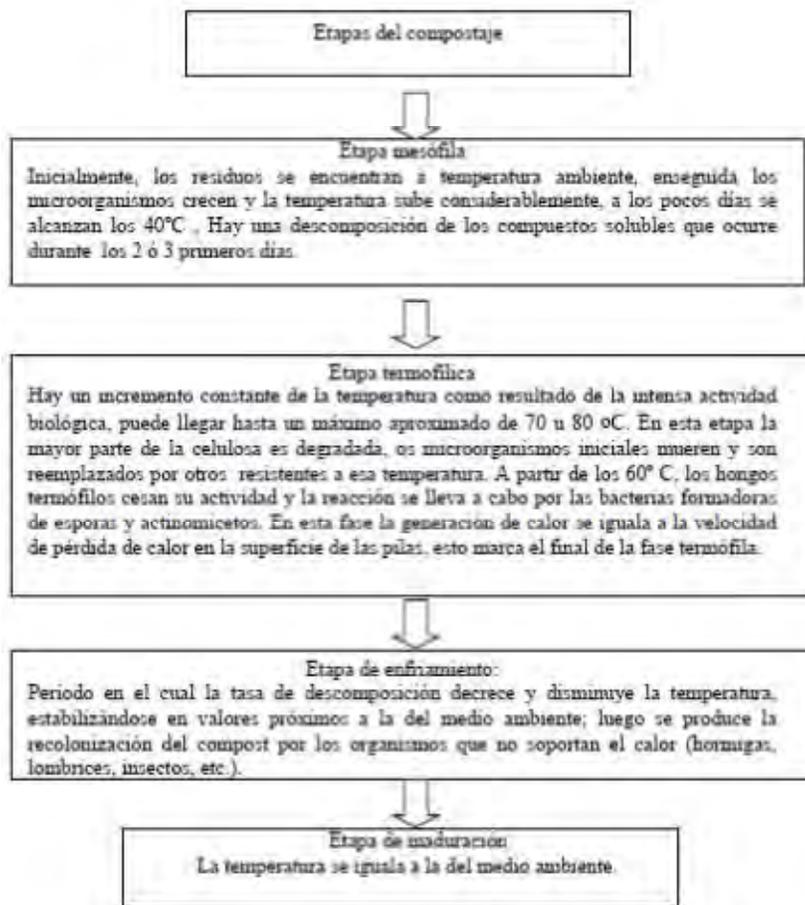


Figura 8. .Etapas del compostaje.

Fuente: Peña *et. al* (2002)

Existen diversos métodos de preparación, entre los cuales podemos mencionar los siguientes:

a) Sepúlveda y Castro 2002 propone el siguiente proceso de elaboración.

Materias primas:

- Materiales fibrosos con altos contenidos de carbono, por ejemplo: broza y cascarilla de café, cascarilla de arroz, zacates y bagazo de caña.
- Materiales nitrogenados como: estiércol de bovinos, aves, conejos, caballos y cerdos; desechos de hortalizas y zacates verdes, entre otros.
- Desechos orgánicos domésticos en general.
- Tierra de mantillo o tierra negra de la parte superficial del suelo, para agregar microorganismos que aceleran y mejoran el proceso.
- Melaza o desechos de frutales.

Para una producción de 100 kg de composta se requiere:

Materiales:

- 3 sacos o 135 kilogramos de materia orgánica fibrosa seca.
- 34 kg de materia orgánica nitrogenada.
- 10 kg de tierra de bosque, monte o mantillo.
- 6 litros de melaza diluida (1 litro de melaza en 5 litros de agua).

Proceso de elaboración, se puede hacer bajo techo o a cielo abierto

- Colocar dos maderas en posición vertical en el centro del sitio destinado para la elaboración de la compostera, los cuales se retiran al final, para facilitar así la circulación del aire dentro de la mezcla.
- Picar el material en trozos bien pequeños.
- Tomar un tercio de cada material y extender sobre el piso, en el siguiente orden, primero la materia fibrosa, segundo la materia nitrogenada o verde, y tercero, la tierra de bosque, aplicando agua después de cada uno.



- Hacer dos capas más encima de la primera, colocando los materiales en el mismo orden.
- Se ajusta el porcentaje de agua a un 60% mediante un chequeo manual: se toma un puñado y lo apretamos, debe gotear apenas un poco de agua entre los dedos. Si falta le aplicamos más agua.
- Cuando se hace a cielo abierto, tapamos el montón con lona o plástico negro y lo dejamos 3 días.
- Voltear la mezcla, aplicando la solución de melaza con regadera. Observar como aumenta la temperatura interna.
- Se sigue volteando cada semana, ajustando la humedad. Si no se produce calor, agregamos 5 kg de materia nitrogenada o verde.

b) Método Indore

Este nombre se le da por homenaje a un pueblo de la india donde fue practicado por primera vez por Sr. Albert Howart, agrónomo Inglés, lo realizó para atender la necesidad de mejoramiento de suelos y cultivos de la región.

Materiales

- Residuos vegetales (rastrajos, cáscaras, restos de podas, etc.).
- Fuentes de microorganismos: inóculo, estiércoles, composta madura o suelo rico en materia orgánica.
- Cal o cenizas, cáscara de huevo, conchas de mariscos, hueso molido.
- Agua



Metodología

- Cavar una fosa, especialmente en zonas áridas o muy frías, con dimensiones variables, como por ejemplo, 4 x 4 x 1.5 m o hacerlo en la superficie del suelo en zonas lluviosas.
- Colocar los rastrojos o residuos vegetales, de preferencia picados, formando una primera capa de más o menos 20 cm de espesor.
- Introducir varas de madera (10 cm de diámetro) en forma vertical, las cuales serán retiradas después de 2 ó 3 días, de tal manera que queden agujeros bien distanciados para darle una buena aireación a la pila del material (un metro cubico).
- Regar la capa de rastrojos hasta que el material alcance la humedad adecuada. Cuando el material es fresco y está cortado requiere muy poca agua o no requiere.
- Esparcir estiércol en forma uniforme sobre la capa de rastrojos hasta alcanzar una capa de más o menos 5 a 10 cm, dependiendo del tipo de residuo. Se deberá utilizar mayor cantidad de estiércol cuando el material a compostear es más leñoso.
- Espolvorear sobre el estiércol una ligera pero uniforme capa de cal finamente molida (cenizas, cáscara de huevo, etc.) para corregir la acidez del medio.
- Humedecer ligeramente para favorecer la distribución del estiércol y la cal.
- Repetir el mismo proceso hasta formar una pila de composta con capas alternas hasta alcanzar la altura de 1.0 ó 1.5 m.
- Realizar el volteo de los materiales cuando se observe que la temperatura alta inicialmente ha descendido y se encuentra estable, esto puede ocurrir de 2 ó 3 semanas en verano o después de 1 mes en invierno lo que puede variar de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona. El volteo consiste en colocar los materiales de la parte de arriba en la parte inferior y los de



abajo hacia la parte superior, regulando nuevamente la humedad y la aireación para facilitar el proceso de descomposición.

Finalmente, el proceso de compostaje termina después de 3 ó 4 meses (según la zona) y en este momento se aprecia que el material ya ha sido completamente degradado, no hay emanaciones de gas y la temperatura permanece estable.

Las modificaciones del método Indore, han sido principalmente referidas al uso de tierras negras, aguas residuales, basura o materiales verdes como sustitutos para el estiércol. Ellos también generan temperaturas muy altas que incrementan la frecuencia de volteo. Otra modificación importante es la de suprimir el volteo por cubrimientos con plástico, como un medio de control contra las moscas, reducir las pérdidas de nitrógeno y reducir el proceso a 3 semanas sin que sea necesario el volteo. Sin embargo, hay que tener cierta precaución, puesto que el plasticado de la composta favorece el desarrollo de hongos.

c) Método PREIFEER

- Marcar el espacio donde va a elaborar la compostera cuyas dimensiones son 1.20 m de ancho por 2 a 10 m de largo y 1m de altura.
- Coloque una capa de tallos de maíz (2.5 cm).
- Coloque una capa de hierba tierna verde y seca (20 cm), apisone el material y aplique agua hasta saturación.
- Coloque una mezcla elaborada de partes iguales de tierra, cal o ceniza vegetal y roca fosfórica (2.5 cm), apisone el material y aplique agua hasta saturación.
- Repita la operación sucesivamente hasta alcanzar la altura de 1m.
- Mantenga el montón siempre húmedo y tapado.
- Controle la temperatura para saber si el material se está descomponiendo.

- Remueva el montón una sola vez, procurando que los materiales que están en la parte externa del montón se pongan hacia el centro para que la descomposición se realice de manera integral.

Para activar el proceso de descomposición de la compostera se puede aplicar estiércol al montón cada 15 días. Con una regadera aplique 2 L de excremento líquido de cerdo por cada m de compostera. El material estará descompuesto a partir del cuarto mes.

d) Método de PAIN:

- Marque el espacio donde se va a elaborar la compostera. Las dimensiones deben ser las mismas que se indicaron para los métodos anteriores.
- Coloque una capa de hojas y ramas secas, cama de establo (15 cm). Apisone el material y aplique agua hasta saturación.
- Coloque una capa de tierra mezclada con cal o ceniza vegetal y roca fosfórica, apisone el material y aplique agua hasta saturación.
- Repita la operación hasta alcanzar la altura de un metro.
- Mantenga el montón siempre húmedo, controle la temperatura. Este modelo no requiere ningún removimiento. El material tarda entre 4 a 4,5 meses en descomponerse.

Las características químicas de la Composta dependen de la calidad y cantidad de los materiales utilizados, como de las condiciones ambientales que se dieron durante el proceso de descomposición y el manejo dado a las composteras.

Al concluir el proceso de fermentación de la composta está prácticamente libre de patógenos completamente diferente del material original, por lo cual puede ser fácilmente manipulado y almacenado ya que en estas condiciones no tiene mal olor.

Peña (2002) presenta una tabla (cuadro 15) comparativa en su manual la cual arroja datos importantes que pueden influir en la decisión sobre el método a utilizar para elaborar composta.

Cuadro 15 Valores Promedios de nutrientes por tonelada de composta, pH y relación C/N de los métodos Indore, PREIFEER y PAIN.

Métodos	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	pH	Relación C/N
INDORE	14	30	5	40	7,3	16/1
PAIN	6	29	25	35	7,7	15/1
PFEIFFER	4	30	30	42	7,6	8/2

Fuente: Peña et. al (2002)

Podemos apreciar las diferencias entre los métodos más destacados, supongamos que queremos un abono orgánico que ayude a la etapa de producción de fruto, este quiere decir que nos conviene más un método tipo PREIFEER porque es el que contiene más cantidad de Potasio, elemento que ayuda al llenado y desarrollo de fruto.

Si nuestro cultivo se encuentra en una etapa de desarrollo vegetativo utilizaríamos más el método tipo INDORE por que nos proporciona mayor cantidad de nitrógeno lo cual es elemental para plantas en desarrollo.

En el cuadro 16 aparecen valores nutricionales de materiales orgánicos que se pueden utilizar para la elaboración composta o algún otro abono orgánico.

Cuadro 16. Composición química de algunos materiales utilizados para el compostaje.

Material	Materia orgánica	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Carbono nitrógeno
Paja de arroz	80	60	30	1.60	77\1
Cascarilla de arroz	80	70	40	.80	66\1
Aserrín	88	.08	.03	1.10	638\1
Falso tallo del plátano	80	.80	20	7.50	58\1
Hojas de plátano	85	1.50	19	2.80	32\1
Bagazo de caña de azúcar	90	.50	28	.99	104\1
Paja de caña de azúcar	85	1.0	24	2.0	49\1
Cogollo de caña de azúcar	88	.70	17	.80	73\1
Pulpa de café	90	1.80	30	3.50	29\1
Hoja de café	93	1.40	20	1.90	38\1
Hojas de árboles	71	1.0	25	1.20	41\1
Hierba recién cortada	90	1.20	40	1.60	43\1
Hierba seca (gramíneas)	70	.50	30	.90	81\1
Crotalaria	91	1.95	40	1.81	27\1
Hojas de frijol	93	2.0	58	2.2	27\1
Restos de hortalizas	70	1.10	29	.70	37\1
Hojas de leucaena	75	4.5	22	1.9	10\1
Paja de maíz	97	18	38	1.64	312\1
Mazorca de maíz	85	42	10	.90	117\1
Hollejo de naranja	73	.74	1.32	.86	57\1
Palo de tabaco	71	2.17	54	2.78	19\1
Cáscara de yuca	59	.31	36	.44	129\1
Hoja de yuca	92	1.35	72	1.5	39\1
Cangre de yuca	95	1.31	35	1.45	42\1
Desperdicios de cocina	65	2.64	90	1.0	14\1
Lodos residuales sólidos	60	3.0	1.3	20	12\1
Residuos de podas	61	.80	15	.90	44\1
Basura urbana (fresca)	63	.60	48	.83	61\1
Basura urbana vieja	19	1.93	.80	.40	6\1
Cachaza	79	2.1	2.32	1.23	22\1
Vacuno fresco	65	1.50	.62	.90	25\1
Gallinaza camada	54	1.70	1.20	1.0	18\1
Estiércol porcino	45	2.5	.60	.50	10\1
Estiércol ovino caprino	30	.55	.26	.25	32\1
Estiércol equino	17	.42	.30	.70	24\1
Estiércol de conejo	40	1.25	1.01	1.18	19\1
Turba costera(baja)	82	2.8	.57	.03	17\1
Turba interior (alta)	60	1.12	.71	.14	31\1
Guano de murciélago	48	3.5	5.25	.80	8\1
Guano fósil de murciélagos	23	.75	15.0	.55	18\1
Cenizas	-	.02	1.90	.60	-
Residuos de henequén	61	1.50	.49	.43	24\1
Residuos de maní	95	.4	1.71	1.21	14\1
Residuo de cervecera	96	4.12	.57	.10	14\1
Residuo de girasol	76	3.17	.52	2.40	14\1
Pulpa de cacao	91	3.21	1.15	3.74	16\1
Gallinaza pura	45	3.50	2.50	1.60	7\1
Purín(orina animal)	3	.3	.05	.83	-

Fuente: Peña et. al (2002)

Meneses M. y Diego (2007) dan las siguientes recomendaciones para hacer composta.

- Realizar una mezcla correcta.

Los materiales deben estar bien mezclados y homogeneizados, por lo que se recomienda una trituración previa de los restos de cosecha leñosos, debido a que la rapidez de formación de la composta es inversamente proporcional al tamaño de los materiales.

- Formar el montón con las proporciones convenientes.

El montón debe tener el suficiente volumen para conseguir un adecuado equilibrio entre humedad y aireación y deber estar en contacto directo con el suelo.

- Manejo adecuado del montón.

Una vez formado el montón es importante realizar un manejo adecuado del mismo, debido a que él dependerá la calidad final de la composta. El montón debe airearse frecuentemente para favorecer la actividad de la oxidasa por parte de los microorganismos descomponedores.

e) Método de Salas (2006), este método es más sencillo, consiste en una serie de materiales y pasos los cuales son:

- Fuente de materia rica en carbón: Residuos de cocina, aserrín de madera, caña de maíz, bagazo de caña panelera, paja, vástago de plátano, desecho de frutas, rastrojo, ramas y hojas verdes de arbustos, entre otros.
- Fuente de materia rica en nitrógeno: Estiércoles de toda clase de animales, gallinaza, sangre, harina de huesos, hierbas frescas, hojas de leguminosas, mantillo de bosque y otros.
- Fuente de materia mineral: Cal agrícola, roca fosfórica, ceniza vegetal y tierra común.

Preparación:

- Primero se coloca una capa de rastrojo picado (10 - 20 cm), luego una capa de estiércol de animal (5 - 10 cm), después se colocan los residuos de cocina (10 – 20 cm), se espolvorea una capita de ceniza o cal y por último una capa de tierra cernida (2-3 cm). Este proceso se repite en el mismo orden, hasta que la pila tenga una altura de un metro. En cada capa se aplica riego para mantener ligeramente húmedo el material. Si las fosas no están bajo techo, entonces se cubre con hojas de plátano o hierbas para protegerla del sol, de la lluvia y de los animales y evitar así la pérdida de nutrientes.
- Deben colocarse respiraderos hechos con guadua (*guadua amplexifolia*, conocida como caña vaquera en México) a la cual se le quitan los tabiques internos y se le abren agujeros para facilitar la circulación de aire, es fundamental inyectarle oxígeno a la mezcla. Es conveniente darle a la pila un volteo cada tres o cuatro semanas para acelerar la descomposición.
- A los 3 o 4 meses estará listo la composta, debiendo tener una textura de tierra negra y un olor agradable. A cada planta de café se le pueden aplicar de 2 a 6 Kg de esta composta, dependiendo del estado de la planta y de la calidad del suelo y los contenidos de materia orgánica.

Se han explicado los métodos de preparación de la composta, adquirida de diversos autores para que sea aplicada según sus necesidades y posibilidades.

Recordemos que el proceso de elaboración y las recetas pueden cambiar según las necesidades al igual que pueden variar y ser reinventadas.



4.3 Métodos de aplicación

El tipo de aplicación de la composta es variable, pero el más utilizado es la aplicación por hoyos (MCCH 2009), una vez lista la composta se aplica en cantidades o dosis que varían según el cultivo y su etapa fenológica.

La dosis que se sugiere para plántulas de cualquier cultivo es una tercera parte de composta y dos terceras partes de tierra fresca. Para la nutrición de hortalizas se recomienda la utilización de 300 a 500 gr de composta por hoyo por planta. Para los árboles frutales utilizar de 2 a 3 kg por planta en crecimiento.

En resumen, la MCCH (2009) menciona que la etapa de aplicación puede ser en plántulas, crecimiento, floración o fructificación, ya que el tipo de aplicación no influye en el desarrollo de la parte aérea de las plantas.

Amigos de la tierra (2006) proponen una dosis única de la composta casi madura de 3 a 4 kg a una profundidad de 5 cm para hortalizas como el tomate y calabaza, lo misma cantidad se recomienda para el maíz. Röben (2002) plantea dosis variables para diferentes tipos de cultivos (Cuadro 17).

Cuadro 17. Uso de la composta para hortalizas.

Tipo de Hortaliza	Unidad	Cantidad Necesaria	Periodo de aplicación
Col	g/planta	500	trasplante
Cilantro	kg/m ²	5	siembra directa
Tomate	g/planta	750	trasplante y en floración
Vainita	g/planta	500	siembra directa
Zanahoria	kg/m ²	5	siembra al aporque
Cebolla	g/planta	250	siembra directa
Pepino	g/planta	1000	siembra directa
Nabo	kg/m ²	4	siembra directa
Rábano	kg/m ²	4	siembra directa
Col china	g/planta	500	trasplante
Aji	g/planta	500	trasplante y con 3 meses

Fuente: Röben 2002

Además de la agricultura, Röben (2002) menciona que la composta puede ser utilizada para la silvicultura, reforestación, mantenimiento de parques y jardines, Arquitectura de paisaje, producción de filtros biológicos para el tratamiento industrial del aire usado, cobertura diaria y rehabilitación de rellenos sanitarios. La dosis para la aplicación de la composta en varía (cuadros 18 y 19).

Cuadro 18. Uso de la composta en la agricultura.

Aplicación	Objetivo	Cantidad necesaria de composta(kg/m ²)	Frecuencia de aplicación	Forma de aplicación
Preparación del terreno	Mejorar la calidad de la tierra	< 15 kg/m ²	Una vez	Mezcla de la composta con la tierra, profundamente.
Cultivo de papas, zanahoria y legumbres semejantes	Enriquecimiento de la tierra	3-5 kg/m ²	1 por 2 años	Mezcla superficial de la composta con la tierra
	Uso como abono	3-6 kg/m ²	1 por año	
Trigo, avena, cebada, centeno y maíz.	Enriquecimiento de la tierra, uso como abono.	2-4 kg/m ²	1 por 2 años	Mezcla superficial de la composta con la tierra
Pasto, pradera	Enriquecimiento de la tierra	3-6 kg/m ²	1 por 2 años	Dispersar sobre la superficie.

Fuente: Röben, 2002.

Cuadro 19. Uso de la composta para la horticultura, silvicultura y arquitectura del paisaje

Aplicación	Cantidad necesaria de composta (m ³ /ha)	Frecuencia de aplicación
Viveros y plántulas	10-14	1 por 2 años
Cultivo de árboles frutales	10-14	1 por 3 años
Arquitectura de paisaje, siembra de plantas al lado de calles y caminos.	500-700	una vez
Mantenimiento del césped	10-14	1 por año
Mantenimiento de aéreas de deporte	25-35	1 por año
Mantenimiento de macizos	15-21	1 por año
Floricultura	6-8.5	1 por año

Fuente: Röben, 2002.

4.4. Ventajas y desventajas.

Las ventajas y desventajas de la composta se presentan en el cuadro 20

. Cuadro 20. Ventajas y desventajas de la composta.

Ventajas	Desventajas
1. Mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.	1. Si no se lleva un buen tratamiento es probable que tenga mal olor
2. Estimula el crecimiento de las plantas.	2. El mal tratamiento de la composta puede ocasionar que el producto final tenga microorganismos que dañen a la planta.
3. Favorece y estimula el crecimiento de los microorganismos del suelo.	3. Intoxicación de las plantas si se aplica incorrectamente.
4. Se obtienen cosechas más sanas y abundantes.	4. Quemadura de tallos y muerte de plantas por mala aplicación.
5. Es económico y reduce los costos de producción por hectárea.	5. Es necesario gente porque requiere mucha mano de obra.
6. Retiene la humedad del suelo	6. Hacer mal los movimientos de volteo ocasiona que los microorganismos que interviene en cada una de las etapas mueran por mal manejo de la temperatura.
7. Permite el paso del aire	
8. Controla la erosión	
9. Las plantas crecerán más saludables	
10. Ayudamos a conservar el ambiente	

Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO V: BOCASHI

“¡Hombre, vive, come, toma lo que realmente necesitas!”
Alejandro Hernández

5.1 Definición

Picado y Añasco (2005) definen al Bocashi como un abono orgánico de origen japonés, que significa fermento suave, se considera provechoso porque es un proceso de fermentación rápido de los desechos orgánicos. De acuerdo a Shintani *et al* 2000) los agricultores japoneses utilizan semolina de Arroz, torta de soya, harina de pescado y suelo de bosques como inoculante de microorganismos.

Sepúlveda y Castro (2002) indican que el Bocashi es una tecnología sana, segura y eficiente, que contiene los elementos necesarios y muchos microorganismos benéficos, mencionan la variabilidad de producción, ya que cada agricultor puede inventar algo mejor utilizando recursos locales.

Características generales del Bokashi o Bocashi:

El proyecto de Sanidad Vegetal de la Cooperación Técnica Alemana (SVCTA) (2004) menciona que la elaboración del abono tipo Bocashi se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas, a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos. El Bocashi tiene 2 etapas bien definidas en el proceso de elaboración.

En la primera etapa la temperatura alcanza hasta 70-75 °C, esto debido a la actividad microbiana que crece.

En la segunda etapa el abono pasa a un proceso de estabilización, donde solamente sobresalen los materiales de mayor tamaño o con mayor dificultad para degradarse a corto plazo.

Elementos que conforman el abono orgánico tipo Bokashi:

- Gallinaza
- Cascarrilla de arroz
- Carbón
- Melaza de Caña



- Suelo
- Agua
- Cal

El proyecto de SVCTA (2004) define las propiedades de cada uno de los elementos a utilizar:

La gallinaza es una fuente de Nitrógeno, mejora las características de la fertilidad del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, manganeso, cobre y boro). La mejor gallinaza es de cría de gallinas ponedoras, bajo techo y con piso cubierto; la gallinaza de pollos de engorda presenta problemas para la fermentación.

También pueden utilizarse o sustituir esta gallinaza con estiércoles de bovinos, caballos, cerdos, esto depende de las posibilidades de cada comunidad y su disponibilidad de recursos.

La cascarilla de arroz mejora la estructura física del abono; facilita la aireación y absorción de humedad así como la filtración de nutrientes; favorece el desarrollo de la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra; la cascarilla de arroz es una fuente de sílice (hace más fuertes algunas plantas contra las plagas); en forma de cascarilla carbonizada aporta buena fuente de potasio y fósforo; a largo plazo es una buena fuente de humus. Puede ser sustituido por abonos verdes, cascarilla de café, desechos de poda o cosecha, granos u hortalizas. Representa en la mayoría de los casos la tercera parte del total de componentes del Bokashi.

El afecho de arroz o semolina (llamado también pulidura o salvado) favorece el grado de fermentación de los abonos; incrementa el grado de calorías que proporciona a los microorganismos; aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; mejora las características del suelo, en cuanto a aireación, absorción de humedad y calor; su porosidad beneficia la actividad macro y microbiana del abono de la tierra; funciona como una esponja por que tiene la capacidad de absorber, retener, filtrar y liberar progresivamente nutrientes útiles a la planta, limitando el lavado de estos en el suelo; proporciona la textura al abono, así como



las capacidades de distribución de la humedad, temperatura, nutrientes y desarrollo microbiano. Puede ser sustituido por concentrado para cerdos de engorda.

Melaza de Caña. La melaza es la principal fuente de energía de los microorganismos para participar en la fermentación del abono orgánico, favoreciendo la actividad microbiológica; proporciona elementos nutritivos como son el potasio, calcio, magnesio y micronutrientes como el boro.

Suelo. Es un componente que nunca debe faltar en la elaboración de un abono orgánico; puede llegar a representar la tercera parte de todos los elementos a utilizar en la elaboración de un abono orgánico; es el medio para iniciar la actividad de los microorganismos; tiene la función de dar una mejor homogeneidad física del abono y distribuir su humedad; sirve como filtro, ya que libera gradualmente los nutrientes. El suelo dependiendo de su origen, puede variar, en el tamaño de partículas, composición química de nutrientes e inoculación de microorganismo.

Cal. Este elemento tiene la función de regular el grado de acidez, esto para el buen desarrollo de los microorganismos. La aplicación de la cal puede ser al tercer día iniciada la fermentación del abono.

Agua. Es el elemento que proporciona todas las condiciones necesarias para el buen desarrollo del proceso del abono y sobre todo de los microorganismos que van a intervenir en la descomposición de la materia orgánica; proporciona humedad y la regula al mismo tiempo al homogenizar la misma en los ingredientes del abono. La humedad ideal se consigue agregando gradualmente y cuidadosamente el agua a la mezcla de los ingredientes. La forma en que se prueba el contenido de agua es a través de la prueba del puñado. En caso de pasarse de humedad es recomendable agregar más cantidad de cascarilla de arroz. Solo se utiliza una vez, no durante todo el periodo de fermentación.



5.2 Elaboración de Bocashi

La Cooperación Técnica Alemana (2004) menciona que no existe una receta única para preparar un abono orgánico si no que se deben manejar elementos básicos y elementos con los que se cuente, utilizar la habilidad para conseguirlos y la creatividad para utilizarlos.

Entre los elementos que propone para su elaboración: gallinaza, cascarilla de arroz, afrecho de arroz o semolina, carbón, melaza de caña, suelo, cal agrícola, agua.

Se debe fijar una cantidad determinada de lo que se quiere preparar, una vez realizado este procedimiento se pasa a su elaboración.

1. Los ingredientes se colocan ordenadamente en capas tipo pastel
2. La mezcla de los ingredientes se hace en seco en forma desordenada
3. Los ingredientes se subdividen en partes iguales, obteniendo de dos o tres montones para facilitar la mezcla.

El agua se agrega a la mezcla ya hecha de los ingredientes hasta tener una humedad recomendada.

Condiciones del lugar donde se elabora:

Se recomienda que el lugar este libre de efectos de lluvia y viento, para facilitar su preparación, al igual se recomienda que el lugar sea un local o galera con piso firme, concreto o ladrillo para evitar la pérdida de humedad.

El tiempo en la fabricación del bocashi lleva de 12 a 20 días, comúnmente en lugares fríos el proceso dura más que en lugares cálidos, el tiempo que se necesita lo determina el desarrollo de la actividad microbiana.

Los materiales que el proyecto SVCTA utilizados para la elaboración de 100 kg de abono orgánico fermentado Bocashi aparecen en el cuadro 21.

Cuadro 21. Ejemplo de dosis para la elaboración de 100 kg de Bocashi en Siguatepeque Perú.

No.	Tipo de material	Unidad	Cantidad
1	Cascarilla de arroz	Sacos	20
2	Gallinaza	Sacos	20
3	Suelo	Sacos	20
4	Estiércol de bovino	Sacos	20
5	Estiércol de cerdo	Sacos	20
6	Pulpa de café	Sacos	20
7	Afrecho o semolina de arroz	Kg	46
8	Carbón	Kg	46
9	Melaza	Litros	4
10	Levadura	Libra	455 g
11	Cal agrícola	Kg	46
12	Sulpomag	Kg	46

Fuente: Cooperación Técnica Alemana (2004)

Una vez terminada la mezcla de los ingredientes se debe controlar la uniformidad de la humedad, generalmente se debe extender en el piso la mezcla para poder otorgar aireación, algunos agricultores tapan la mezcla los primeros 3 días para acelerar la fermentación, la altura promedio de la cama de Bocashi debe ser de unos 50 cm.

Salas (2006) menciona el siguiente método de elaboración de Bocashi (cuadro 22), busca darle un mejor uso ala gallinaza.

Cuadro 22. Materiales para la producción de 500 kg de abono fermentado tipo Bokashi

Tipo de material	Unidad	Cantidad
cascarilla de arroz o de café.	Kilogramos	150
tierra común cernida	Kilogramos	150
Gallinaza o estiércol fresco (son fuente de Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, boro, zinc y cobre).	Kilogramos	150
Carbón vegetal partido	Kilogramos	75
Salvado de arroz, mogolla o concentrado de cerdos	Kilogramos	7
cal dolomítica, cal agrícola o carbonato de calcio	Kilogramos	7
Levadura y/o mantillo de bosque	Gramos Kilogramos	150 7
Melaza o miel de purga o jugo de caña	Galón	1

*Agua suficiente (para humedecer toda la mezcla).

Fuente: Salas (2006)

Restrepo (2007) propone una serie de dosis que promueven la utilización del Bocashi así como su proceso de elaboración para ser aplicado según las necesidades de las comunidades (cuadro 23).

Cuadro 23. Ingredientes básicos para la preparación de los abonos orgánicos fermentados tipo "Bocashi".

Gallinaza de aves ponedoras.
Carbón quebrado en partículas pequeñas.
Pulidura de arroz o concentrado para cerdos o terneros.
Cascarilla de arroz o de café.
Carbonato de calcio o cal agrícola.
Melaza o miel de purga de caña de azúcar.
Levadura para pan, granulada o en barra.
Tierra común seleccionada.
Agua.

Fuente: Restrepo, 2007.

Salas (2006) y Restrepo (2007) procuran el uso de gallinaza y así su mejor aprovechamiento para elaborar abonos orgánicos. Restrepo (2007) propone las siguientes recetas:

Ingredientes para la preparación de un abono fermentado básico – tipo "Bocashi".

- 200 kg de tierra común seleccionada.
- 100 kg de cascarilla de arroz o de café.
- 100 kg de gallinaza (aves ponedoras).
- 1 kg de carbón quebrado en partículas pequeñas.
- 4.5 kg de pulidura de arroz o concentrado para cerdos o terneros.
- 4.5 kg de carbonato de calcio o cal agrícola.
- 4.5 kg de tierra negra de floresta virgen o bocashi curtido.
- 1 litro de melaza o miel de purga.
- 100 gramos de levadura para pan, granulada o en barra.
- Agua: de acuerdo a la prueba del puñado y solamente una vez.



Ingredientes para la preparación del abono fermentado – 1994

- 100 kg de tierra común.
- 46 kg de pulidura de arroz.
- 46 kg de carbón quebrado en partículas pequeñas.
- 46 kg de cascarilla de arroz o de café.
- 46 kg de gallinaza.
- 1 litro de melaza o miel de purga.
- 5 kg carbonato de calcio o cal agrícola.
- 100 gramos de levadura para pan, granulada o en barra.
- Agua: de acuerdo a la prueba del puñado y solamente una vez.

Las proporciones y cantidades aquí presentadas, es la manera en como los agricultores han creado sus propias recetas, estas han cambiado con el paso del tiempo, representa errores y aciertos en el momento de la preparación, por lo cual no existe una mezcla o formula exacta, todo dependerá de las necesidades del agricultor así como la disponibilidad de los insumos.

5.2 Elaboración del bocashi

Algunos campesinos optan por mezclar todos los ingredientes por capas alternas hasta obtener una mezcla homogénea de toda la masa de los ingredientes, donde, poco a poco por capas agregan el agua necesaria para obtener la humedad recomendada. Otros, mezclan todos los ingredientes en seco y al final en una última volteada de toda la masa mezclada, agregan el agua hasta conseguir la humedad adecuada. Finalmente, otros campesinos subdividen todos los ingredientes en proporciones iguales, obteniendo dos o tres montones para facilitar su mezcla, echarle agua y controlar la humedad. Al final de la fabricación,



juntan todos los montones que se mezclarán por separado, quedando solamente una masa uniforme para luego ser extendida en el piso donde se mezcló.

Etapas de la fermentación y el control de la temperatura.

Una vez terminada la etapa de la mezcla de todos los ingredientes del abono y controlada la uniformidad de la humedad, la masa se extiende en el piso, de tal forma que la altura del montón tenga en lo máximo cincuenta centímetros de grueso.

Algunos agricultores acostumbran a cubrir el abono con sacos de fibra durante los tres primeros días de la fermentación, con el objetivo de acelerarla. La temperatura del abono se debe controlar todos los días con un termómetro, a partir del segundo día de su fabricación. No es recomendable que la temperatura sobrepase los 50 °C.

Durante los primeros días, la temperatura del abono tiende a subir a más de 80°C, lo cual no se debe permitir, el control se debe hacer con un total de 2 mezclas o volteadas de todo el montón durante el día (una vez en la mañana y otra en la tarde); lo que permite darle una mayor aireación y resfriamiento al abono.

Una buena práctica para acelerar el proceso final de la fermentación es ir rebajando gradualmente la altura del montón a partir del tercer día, hasta lograr más o menos una altura de 20 centímetros al octavo día. De aquí en adelante, la temperatura del abono comienza a ser más baja y se comienza a estabilizar, siendo necesario revolverlo solamente una vez al día. Entre los 12 y los 15 días el abono orgánico fermentado ya ha logrado su maduración y su temperatura es igual a la temperatura ambiente, su color es gris claro, queda seco con un aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta.

Cuesta (2010) menciona la “receta” para la preparación de Bocashi, este abono ha sido experimentado por muchos agricultores de México y Latinoamérica.

Este Bocashi se realizó en Chiapas en Jaltenango, lo cual indica que se realizó con ingredientes disponibles en la región, esto es un ejemplo de que las recetas



no son exactas sino que varían según los elementos con los que se cuentan en la comunidad y así poder ser de calidad. Los ingredientes corresponden al potencial con que cuenta la comunidad (Jaltenango).

Para preparar 3 toneladas de abono orgánico fermentado tipo Bocashi:

- 20 costales de mierda (vaca, gallina, borrego, caballo, etc.).
- 20 costales de zacate (verde o seco) o paja bien picada o cascabillo de café.
- 20 costales de tierra negra, de preferencia cernida.
- 6 costales de carbón quebrados o elaborarlo quemando olote.
- 1 costal de maíz molido.
- 1 bolsa de cal o ceniza
- 1 kg de levadura para pan o vinagre de piña.
- 4 litros de melaza o 2 kg de panela o 5 litros de agua bien azucarada.
- Agua, la necesaria.
- 5 bolsas de pulpa de café.

5.3 Métodos de aplicación

Restrepo (2007) indica que una vez completada la etapa final de la fermentación el abono logra su estabilidad y está listo para ser usado en los cultivos. La época, la cantidad y la forma como los agricultores vienen aplicando los abonos orgánicos tipo Bocashi en los cultivos son muy variadas.

La utilización de este abono orgánico fermentado (cuadro 24) no se rige por recetas, sino por las necesidades del agricultor en la finca. La Cooperación técnica alemana (2007) sugiere algunos usos:

Cuadro 24. Método de aplicación de Bocashi.

Preparación de sustratos en invernadero	Aplicación a plantas de recién trasplante	Aplicación a los lados de la plántula
Sea para el relleno de bandejas o para almácigos en el suelo. Se utiliza de un 10 a 40% de abono orgánico fermentado, de preferencia abonos que tengan de 1 a 3 meses de añejado, en mezclas con suelo seleccionado.	Aplicación en la base del hoyo donde se coloca la planta en el trasplante, cubriendo el abono con un poco de suelo para que la raíz no entre en contacto directo con el abono, ya que el mismo podría quemarla y no dejarla desarrollar en forma normal.	Este sistema se recomienda en cultivos de hortalizas ya establecidos y sirve para abonadas de mantenimiento en los cultivos. Al mismo tiempo estimula el rápido crecimiento del sistema radical hacia los lados. El abono debe taparse con suelo, aprovechando para ello el aporque. Así se evitan pérdidas por lavado debido a lluvias o riego.

Fuente: Cooperación técnica Alemana.(2007)

Para establecer una recomendación es necesario realizar validaciones para que cada agricultor determine sus dosificaciones individuales. Sin embargo en el cuadro 25 la Cooperación Técnica Alemana recomienda:

Cuadro 25. Dosis de aplicación de Bocashi en hortalizas.

HORTALIZAS	DOSIS
Hortalizas de hoja	30 gr
Hortalizas de tubérculos o de cabezas	80-100 gr
Hortalizas de fruto (chile y tomate)	450 gr(puede usarse en 3 partes durante el ciclo del desarrollo de la planta.

Fuente: Cooperación Técnica Alemana.(2007)

En todos los casos, el abono orgánico, una vez aplicado, debe cubrirse con suelo para que no se pierda el efecto.

El abono orgánico fermentado, también puede ser aplicado en forma líquida, produciendo buenos resultados en corto tiempo, la dosis en plantas en crecimiento es de 0.5 a 1.0 litros por bomba de mochila de 20 L de agua.

Al igual que otros autores Restrepo (2004) recalca que no hay paquetes tecnológicos que recomienden una dosis única y universal para su aplicación a los cultivos de interés, pero si hay ideas nuevas y dosis que se prueban. Entre las dosis que se han experimentando con gran éxito en los viveros, en el trasplante de plántulas y en los cultivos establecidos es un Bocashi con un mayor tiempo guardado (entre 2 a 3 meses), mezclado con tierra y carbón pulverizado(cuadro 26 , 27 y 28) ; esto tiene una ventaja sobre el uso de Bocashi fresco ya que no quema a las plántulas. Generalmente se utiliza desde un 10% hasta un 40% de Bocashi añejado mezclado con tierra y carbón pulverizado.

Cuadro.26. Dosis de Bocashi para plántulas de hortalizas en los viveros

Tierra seleccionada	Bocashi curtido con carbón pulverizado
90%	10% mezcla mas común para producir
85%	15% hortalizas de hojas
80%	20% Ejemplo: lechugas
70%	30% Mezcla mas común para producir
60%	40% hortalizas de cabeza

Fuente: Restrepo (2007).

Cuadro 27. Dosis aplicación Bocashi en diversos cultivos

Cultivo	Dosis Recomendada
Tomate	125 gr en la base
Cebolla y Cebollín	25 gr en la base
Remolacha	10 gr en la base
Lechuga amarilla	15 gr en la base
Lechuga americana	10 gr en la base
Frijol o vainica	20 gr en la base
Pepino	25 gr bajo la semilla

Fuente: Sánchez (1995).

Cuesta (2010) propone otra manera de aplicación y uso en diversos cultivos. Sus datos aparecen en el cuadro 28

Cuadro 28. Dosis recomendadas de Bocashi

Cultivo	Tierra común	Bocashi
almácigo	60 %	40 %
coliflor	70 %	30 %
brócoli	60 %	40 %
lechugas	80 %	20 %
frutales - 4 kg (puro)	-	-

Fuente: Cuesta (2010)



En cuanto a la aplicación del Bocashi puede realizarse de 3 formas:

- a) En la base del hoyo donde se colocará la plántula.
- b) Abonado a los lados de la planta.
- c) Abonado directo en el surco mezclándolo con tierra donde se va a establecer el cultivo.

Cuesta (2010) recomienda no aplicar directamente a las raíces de la planta, cubrirlo con tierra para evitar que se dañe por el sol. Se debe utilizar lo más pronto posible y no se recomienda almacenarlo por más de 3 meses. En general se puede aplicar este abono orgánico Bocashi en proporción de 200 gr por metro cuadrado lo cual sería una tonelada por hectárea cuando en la superficie ya se ha aplicado abono orgánico con anterioridad. En lugares donde la fertilidad de los suelos es baja se recomienda aplicar hasta 2 kg por metro cuadrado; es decir, 20 toneladas por hectárea (Restrepo, 2007). Se recomienda plantar después de 10 a 20 días de aplicar el Bocashi, de lo contrario se corre riesgo de dañar la raíz de las plantas; en los cultivos perenes se puede aplicar en cualquier etapa, con el cuidado de no tocar los tallos (Shintani, 2000).

5.4 Ventajas y desventajas.

Las ventajas y desventajas del bocashi se presentan en el cuadro 29.

Cuadro 29. Ventajas y desventajas del bocashi.

Ventajas	Desventajas
<ol style="list-style-type: none">1. Sencillos de preparar.2. Se utilizan materiales baratos (fáciles de conseguir) y generalmente están disponibles en las fincas.3. Proporcionan materia orgánica en forma constante.4. Mejoran la fertilidad de los suelos.5. Los suelos conservan su humedad y mejoran la penetración de los nutrientes6. Son benéficos para la salud de los seres humanos y de los animales, pues no son tóxicos.7. Protegen el ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad.8. Favorecen el establecimiento y la reproducción de microorganismos benéficos en los terrenos de siembra.9. Pueden significar una fuente adicional de ingresos.10. Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica pues al no alcanzar las temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas de volatilización.11. Suministra organocompuestos, vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes a las plantas.	<ol style="list-style-type: none">1. Si no se maneja bien el proceso de fermentación algunos organismos patógenos e insectos no deseables podrían desarrollarse.2. Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno a casusa de la aparición de patógenos e insecto no benéficos.3. Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos que quemar las raíces de los cultivos.

Fuente: Elaboración propia.



CAPITULO VI: SUPERMAGRO

“Pero tus hermanos también son parte de mi- Ellos también me dan de comer”
Alejandro Hernández

6.1 Definición

El Supermagro es un biofertilizante enriquecido con sales minerales; permite resolver problemas de deficiencias de micronutrientes en suelos desgatados (Haller 2003).

Restrepo (2007) dice que este tipo de tecnología ha ido evolucionando desde los años 80's, menciona que la idea de hacer este biofertilizante fue del agricultor Delvino Magro, con el apoyo de Sebastiao Pinheiro, de la fundación juquirá canduro en Rio Grande Brasil.

El Supermagro es preparado en recipientes sin acceso a oxígeno o con acceso. Muchas veces se utilizan recipientes herméticos para su preparación con una sola salida de gas, para evitar explosiones, así mismo se utilizan recipientes a medio tapar, esto permite la entrada de oxígeno lo cual lo convierte en un proceso aerobio. El Supermagro es un poco más costoso que cualquier otro tipo de abono orgánico, pues es necesaria la adición de fertilizantes químicos, ya sean de macros o micro elementos, como por ejemplo, los nitratos de potasio, calcio, magnesio, así como como sulfato de potasio o sulfato de cobre.

El Supermagro es usado por los pequeños productores que trabajan de forma orgánica o están haciendo un camino de reconversión a lo orgánico.

Elementos importantes para su elaboración.

Para preparar este abono de manera fermentada se requiere de un biofermentador en el cual se colocan las materias primas básicas. Las materias primas básicas de un biofermento clásico son: agua, estiércol fresco de ganado vacuno, leche o suero, cenizas y melaza o jugo de caña. También se añaden algunos minerales para completar la calidad nutritiva del biofermento. Éstos se agregan de acuerdo al plan o sólo aquellos que a través de un análisis de laboratorio se determinan como deficientes. Este sistema orgánico de nutrición puede ser utilizado en cualquier sitio, ya sea en invernadero, cultivos abiertos o semilleros.

6.2 Elaboración de Supermagro

El Supermagro es un abono semiorgánico de recién desarrollo, que promete promover el desarrollo agrícola en donde se use. La fórmula que la Fundación de Ecodesarrollo Xochicalli A.C (2009) tiene ingredientes químicos (cuadro 30) los cuales en los capítulos anteriores se ha mencionado su uso e importancia para este abono orgánico

Cuadro 30. Ingredientes para la elaboración de Supermagro.

INGREDIENTES	Cantidad
Sulfato de zinc	2.0 kg.
Sulfato de Magnesio	2.0 kg.
Sulfato de Manganeso	300 g
Sulfato de cobre	300 g.
Sulfato de hierro	300 g.
Sulfato de cobalto	50 g.
Molibdato de sodio	100 g.
Bórax	1,5 kg.
Clorato de calcio	2 kg.
Roca Fosfatada	2,6 kg.
Ceniza	1,3 kg.
Leche o suero	28 L
Melaza	14 kg.

Fuente: *Ecodesarrollo Xochicalli A.C ,2009.*

El método de elaboración se presenta en el cuadro 31.

Cuadro 31. cronología para preparar el Fertilizante Super Magro enriquecido

Pasos	Días	Ingredientes	Adición de Minerales
1	1º Día	<ul style="list-style-type: none"> • Recipiente plástico de 200 litros • 30 kg. de estiércol fresco • 70 litros de H₂O (agua) • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	-----
2	4º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de piedra fosfórica • 100 gr. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	1 kg. de sulfato de zinc
3	7º día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de piedra fosfórica • 100 gr. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	1 kg. de sulfato de zinc
4	10º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	1 kg. de clorato de calcio
5	13º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	1 kg. de sulfato de magnesio
6	16º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	1 kg. de sulfato de magnesio
7	19ª Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	1 kg. de clorato de calcio
8	22º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	300 gr. de sulfato de manganeso
9	25º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	50 gr. de sulfato de cobalto
10	28º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	100 gr. de molibdato de sodio
11	31º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	750 gr. de bórax
12	34º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	100 gr. de molibdato de sodio
13	37º Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	300 gr. de sulfato de hierro
14	40 Día	<ul style="list-style-type: none"> • 200 gr. de roca fosfórica • 100 grs. de ceniza • 2 litros de leche o suero • 1 litro de melaza 	300 gr. de sulfato de cobre

Fuente: Restrepo, 2007.

La fórmula completa, Ingredientes y pasos para prepararlo se presentan a continuación (cuadro 32 y 33) en un sistema de fermentación anaeróbico Río Grande Brasil

Cuadro 32. Ingredientes para preparar el Supermagro.

Ingredientes	Cantidades
Primera etapa	
• Agua (sin tratar)	180 litros
• Estiercol de vaca	50 kg
• Melaza (o jugo de caña)	14 (28) litros
• Leche (o suero)	28 (56) litros
• Roca fosfatada	2.6 kg
• Ceniza	1.3 kg
• Sulfato de zinc	2 kg
• Cloruro de calcio	2 kg
• Sulfato de magnesio	2 kg
• Sulfato de manganeso	300 g
• Cloruro de cobalto	50 g
• Molibdato de sodio	100 g
• Bórax	1.5 kg
• Sulfato ferroso	300 g
• Sulfato de cobre	300 g

Segunda etapa	Cantidades
1 palo para mover la mezcla. (mezcla para la aplicación)	2 a 10 L 100 L
Biofertilizante preparado en la primera etapa	
Agua	

Fuente: Restrepo (2007)

6.3 Métodos de aplicación

Restrepo (2006) comparte datos de la fundación Xochicalli A.C pero alarga su lista a una serie de cultivos para su mejor uso y aplicación (cuadro 33).

Cuadro 33. Dosis de aplicación de Supermagro y su momento adecuado.

Cultivo	Dosis %	Numero de aplicaciones	Momento de la aplicación
Tomate	2 al 5	6 a 8	Durante todo el ciclo del cultivo.
Manzana	2 al 4	10 a 12	De acuerdo con la variedad, ciclo y clima.
Pera	2 al 4	10 a 12	De acuerdo con la variedad, ciclo y clima.
Uva	2 al 4	5 a 8	De acuerdo con la variedad, ciclo y clima.
Remolacha	3 al 5	3 a 5	Durante todo el ciclo del cultivo.
Fresas	2 al 4	6 a 10	Durante todo el ciclo del cultivo.
Durazno	2 al 4	8 a 10	De acuerdo a la variedad, ciclo y clima.
Café	4 al 6	12 a 16	Durante todo el año.
Plátano	4 al 8	8 a 12	Durante todo el ciclo del cultivo.
Cítricos	4 al 6	12 a 15	Durante todo el año.
Papa	5 al 10	6 a 8	Durante todo el ciclo del cultivo.
Hortalizas	3 al 5	Variado	Variado
Aguacate	2 a 7	8 a 12	Durante todo el año
Maíz	3 a 5	4 a 6	Durante todo el ciclo del cultivo.
Fríjol	3 a 5	4 a 6	Durante todo el ciclo del cultivo.
Semilleros o viveros	2 a 3	2 a 6	Durante todo el desarrollo.
Frutales	5 a 7	10 a 15	Durante todo el ciclo de producción.
Forraje semi- perenne (Gramíneas y leguminosas)	4 a 5	10 a 12	Durante todo el ciclo (a cada corte)

Fuente: Restrepo (2006).

INIFAP (2001) propone la utilización del Supermagro de manera foliar en dosis de.

- Frutales y hortalizas: aplicar 2% cada 10 a 20 días
- Tomate y otras hortalizas de frutos aéreos: aplicar 4% cada semana
- Maíz, frijol y granos pequeños: aplicar 5% para corregir deficiencias después de cada riego o lluvia, antes de la floración.

Por ejemplo si queremos aplicar Supermagro al 4% a un cultivo de tomate, tenemos que preparar en un tambo de 20 litros y mezclar con 800 ml del Supermagro.

Una dosis muy recomendada y utilizada en Colombia es la que propone Bejarano y Restrepo (2002) la cual es utilizar el Supermagro de manera foliar en frutales al 2%, con intervalos de 10 a 20 días, para hortalizas de frutos aéreos como el tomate y el chile habanero se recomienda usar al 4%, con aplicaciones semanales.

6.4 Ventajas y desventajas.

Las ventajas y desventajas del Supermagro se presentan en el cuadro 34.

Cuadro 34. Ventajas y desventajas del supermagro.

Ventajas	Desventajas
1. Estimulan la formación de las raíces.	1. Alto costo.
2. Inducen a la floración.	2. No en todas las comunidades se cuenta con los insumos químicos.
3. Induce la fructificación.	3. Un mal cálculo en las cantidades de químicos puede dañar a la planta causándole intoxicación o quemaduras.
4. Estimulan el crecimiento.	4. No es 100% orgánico.
5. Aceleran la maduración.	5. El proceso de preparación es largo a comparación con otros abonos orgánicos.
6. Por ser un producto foliar otorga mayor protección a las plantas contra plagas.	
7. Proporciona gran variedad de nutrientes por ser un abono mineralizado.	
8. El resultado de la fermentación es líquida y sólida, por lo cual su aplicación es variada.	

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO VII: BIOL

“Convive y aliméntanos cuando ya no podemos mas”
Alejandro Hernández

7.1 Definición

Colque *et al.* (2005) define el Biol como un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de residuos animales y vegetales en ausencia de oxígeno. Este abono es una fuente de fitorreguladores que se obtiene como producto del proceso de la descomposición en mangas de plástico o biodigestores. El Biol es una mezcla líquida del estiércol y agua, al cual se le agregan insumos materiales diversos como materia orgánica animal o vegetal.

Aparcana (2008) denomina “fango” el resultado de la fermentación de materia orgánica. El fango es separado en dos componentes, el componente líquido es conocido como biol, el cual representa la mayor parte del “fango”, la parte sólida restante recibe el nombre de Biosol.

Principales características del Biol:

Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de plantas, sirve para las siguientes actividades agronómicas.



Figura 9. Acción del Biol en las plantas. Fuente: Colque *et al.* 2005

La fermentación anaeróbica del Biol varía según la estación del año y lugar, según la temperatura del ambiente o presión atmosférica. Por ejemplo la fermentación del Biol en verano es más rápida (1-2 meses) y en el invierno es lenta (2-4 meses), esto para lugares de entre 3821 a 4000 msnm.

El bioabono contribuye a mejorar la estructura del suelo, al favorecer el proceso de degradación y estabilidad de los agregados, modificando la porosidad; además, mejora la retención de humedad del suelo. El bioabono también modifica las propiedades químicas (Cuadro 35) incrementando el pH del suelo, disminuyendo la toxicidad del aluminio, o incrementando el contenido de nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas (Aparcana 2008).

El biol incluye hormonas que activan o inhiben el crecimiento y desarrollo (Figura 9). Entre los fitorreguladores se han encontrado los que estimulan la formación de nuevas raíces o enraizamiento de esquejes, los que inducen a la floración, los que inducen a la acción fructificante, los que estimulan al crecimiento o inhiben el mismo y los que aceleran la maduración.

Cuadro 35. Composición química del Biol

Elemento	Proporción
N	4%
P disponible	68 ppm
K disponibles	480 ppm
H	6.1
C.E.	2 mmhos/cm

Fuente: Colque *et al.* (2005)

La calidad del Biol depende de las materias primas que son utilizadas para el fermento y las condiciones de la fermentación; el Biol es en porción del peso y volumen casi de 0.9 a 1 respecto a los residuos entrantes; es común que la relación de nutrientes P-N-K-Mg, etc. sea de 1:1; el proceso bioquímico de las bacterias forman hormonas vegetales de crecimiento, por ejemplo: adeninas, auxinas, giberelinas y citoquininas; tiene una mejor disponibilidad de los nutrientes; mejor relación de humedad del suelo; aumenta el nitrógeno amoniacal y mejor disponibilidad de nitrógeno si se compara con el estiércol o composta; es un producto que por su proceso de elaboración evita la aparición de patógenos; el Biol se puede aplicar, según el tipo de cultivo y calidad del suelo, en combinación con fertilizantes químicos (Aparcana, 2008). Estudios realizados en Perú (1980)



reportan excelentes resultados en el maíz, lechuga, coliflor, repollo, papa, cebolla, tomate, col, zanahoria, así como plantas frutales y ornamentales.

En el proceso de elaboración del Biol se puede añadir a la mezcla plantas biocidas o repelentes, para combatir insectos plagas. Algunas plantas que se pueden utilizar son: Ajenjo (*Artemisa sp.*), Eucalipto (*Eucaliptos globulus*), Cicuta (*Erodium cicutarum*), Paico (*Chenopodium ambrosoides*), Ortiga (*Urtica sp.*), Muña (*Menthostachis espicata*), Rocoto (*Capsicum pubescens*) y Tarwi (*Lupinos mutabilis*) entre otros

Elementos que conforman el abono orgánico Biol

Los elementos que se utilizan para la elaboración de este abono orgánico son básicamente los que se presentan a continuación:

- Estiércol seco de Ovino y Camélido
- Estiércol fresco de Vacuno
- Estiércol de Cuy
- Estiércol de gallina
- Pescado
- Roca fosfórica
- Ceniza
- Azúcar rubia
- Orín de vaca
- Leche de vaca
- Agua

Estos ingredientes pueden variar según con lo que se cuente la comunidad. Cada uno de los ingredientes aporta ciertas cualidades, como se describe en seguida.

El estiércol es una fuente de nitrógeno; mejora las características de la fertilidad del suelo (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc, manganeso, cobre y boro). El mejor estiércol es de animales de cría, bajo techo y con piso cubierto.



La roca fosfórica y ceniza. Generalmente es utilizado como la ceniza, para dar textura al abono, éste mejora las características del suelo, en cuanto a aireación, absorción de humedad y calor. Su porosidad beneficia la actividad macro y microbiana del abono de la tierra. Funciona como una esponja por que tiene la capacidad de absorber, retener, filtrar y liberar progresivamente nutrientes útiles a la planta, limitando el lavado de estos en el suelo. Tiene la capacidad de distribuir la humedad, temperatura, nutrientes y el desarrollo microbiano.

El azúcar es la principal fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación del abono orgánico, favoreciendo la actividad microbiológica quienes proporcionan elementos nutritivos como son el potasio, calcio, magnesio y micronutrientes como el boro.

El orín es un regulador del pH, es utilizado en este proceso como se utiliza la cal en otros abonos orgánicos.

La leche ayuda y promueve el desarrollo de los microorganismos, estos se adaptan rápidamente ya que tienen una fuente rica para su desarrollo.

El agua es el elemento que proporciona todas las condiciones necesarias para el buen desarrollo del proceso del abono y sobre todo de los microorganismos que van a intervenir en la descomposición de la materia orgánica. El agua proporciona humedad y la regula al mismo tiempo al homogenizar la misma en los ingredientes del abono. La humedad ideal se consigue agregando gradualmente y cuidadosamente el agua a la mezcla de los ingredientes. La forma en que se prueba el contenido de agua, esto es a través de la prueba del puñado. Es necesario saber qué grado de humedad es la necesaria, en caso de pasarse de humedad es recomendable agregar la cantidad de cascarilla de arroz. Solo se utiliza una vez, no durante todo el periodo de fermentación.



7.2 Elaboración de Biol

El Biol es la mezcla líquida del estiércol y agua al cual se le agregan insumos de materiales diversos como materia orgánica animal o vegetal en un biodigestor donde se produce el abono orgánico líquido (INIA 2008).

El Biol es un abono orgánico reciente, es una fuente de fitorreguladores que se obtiene como producto del proceso de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en mangas de plástico o biodigestores, las cuáles actúan como estimulante orgánico capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En Pomata, Región de Puno, Perú, el INIA (2008) promueve un proceso de elaboración de 2 tipos, en lo que ellos llaman tubos o mangas de plástico, utilizando la siguiente dosis:

- 50 kg de estiércol fresco
- 5 kg de ceniza o cal
- 5 litros de leche fresca
- 5 kg de azúcar rubia o melaza o jugo de caña
- 2 kg de sal piedra
- ½ kg de levadura



Los materiales

- 3 metros de plástico grueso transparente
- 3 metros de plástico de color negro
- 60 cm de manguera de 3/4 pulgada.
- 1 botella descartable de plástico, cortada por la mitad.
- 1 aro de PVC de 3 pulgadas.
- Tiras de elástico o ligas.
- 2 metros de listón de madera
- 4 clavos
- 1 m de alambre.

Proceso de elaboración:

- Mezclar todos los insumos en un recipiente, al aire libre y bajo sombra.
- Nivelar el suelo eliminando las piedras y cualquier otro residuo vegetal existente para evitar perforaciones en la manga.
- Construir un arco de 50 centímetros de ancho x 1 metro de largo.
- Amarrar un extremo de la manga con una tira de jebe, o sogá.
- Adicionar la mezcla de los insumos.
- Calzar el extremo superior de la 1/2 botella a un aro de PVC, el cual estará unido al otro extremo de la manga; y amarrarla bien con una tira de jebe.
- Unir el extremo superior de la 1/2 botella a una manguera y pasar sobre el arco de madera previamente construido.
- Conecta el otro extremo de la manguera en un balde, donde se recibirán los gases producidos por la biodigestión.

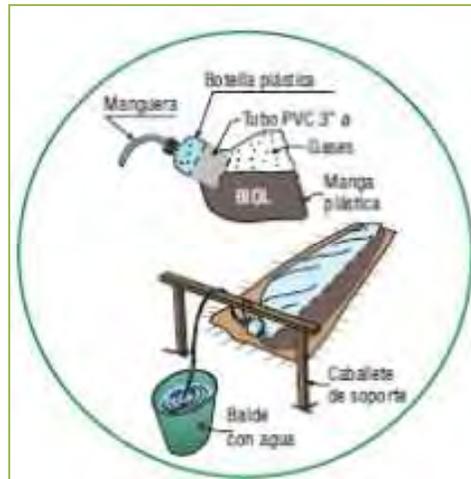


Figura 10. Preparación de Biól en manga. Fuente: INIA (2008).

Por otra parte en Cuyo Grande, Perú existe otra fórmula para preparar este abono orgánico, el cual consiste en:

- 25 kg de estiércol de cualquier animal
- 3 kg de sal piedra
- 3 kg de azúcar rubia
- 3 litros de borra, leche o suero.
- 3 kg de gramíneas verdes picadas
- 3 kg de leguminosas verdes y picadas (utilizar información de Abonos verdes).

El proceso de elaboración:

Mezclar homogéneamente todos los insumos sólidos: estiércol, gramíneas y leguminosas picadas, azúcar y sal en un recipiente, añadir los insumos líquidos; leche o suero y, finalmente agua, evitando la formación de grumos.

Llenar la mezcla en la manga de plástico moviendo muy despacio, hasta alcanzar las tres cuartas partes de la manga.

Cada dos o tres días, mover lentamente la bolsa, cuidando que no se perforé.

Después de 45 o 60 días, verificar que todos los insumos se hayan descompuesto y el líquido oscuro que se ha formado no expida un mal olor.

Para los amarres, conexiones y soporte de la manga se utiliza el mismo procedimiento.



Figura 11. Preparación de Biol en manga, comunidad de cuyo grande. Fuente INIA (2008) Perú.

Una tercera manera diferente de hacer el Biol, es como sigue:

Para la preparación en un cilindro de 200 litros.

Insumos:

- 50 kg de estiércol fresco vacuno
- 2 L de leche fresca
- 4 kg de ceniza vegetal
- 4 kg de melaza de caña
- 50 L de agua.

Materiales:

- Un cilindro de 200 litros con tapa.
- Un pitón de cámara de llanta.
- 1 metro de manguera de plástico transparente.
- 1 botella descartable de un litro.

Proceso de elaboración:

- Llenar de estiércol fresco en el tambo o cilindro de plástico.
- Agregar el agua y mezclar homogéneamente con la ayuda de una madera.
- Agregar la leche diluida en agua y remover la mezcla.
- Cerrar herméticamente el tambo para que se lleve a cabo el proceso de fermentación.
- Finalmente, en la tapa del cilindro acoplar un pitón de cámara de llanta, y unir a una manguera, el otro extremo de la manguera introducir en una botella descartable conteniendo agua. Esto facilita la salida del gas que se formará en el proceso de fermentación.

En el proyecto de FUNDERPERU (2008) presenta un cuarto proceso de elaboración del Biol.

Instrumentos e Ingredientes (para 200 L)

- Un tanque de color oscuro de 200 litros de capacidad, colocado en un lugar con sombra.
- 120 litros de agua de río o de pozo. No usar nunca agua potable, porque su cloro resulta perjudicial para los microorganismos.
- 30 kg de rumen de vaca, el que suministra compuestos nutritivos y microorganismos que procesan y enriquecen el abono.
- 4 litros de leche, que aporta vitaminas, proteínas y microorganismos que aceleran el proceso de descomposición.
- 4 kg de tierra de bosque, de preferencia que no haya sido cultivada.
- 3 litros de agua de coco. Provee hormonas: auxinas, cito quininas y Giberalinás.
- 4 kg de humus, por su composición rica en nutrientes minerales.
- 8 kg de malezas picadas, cuyos componentes descompuestos quedan libres para enriquecer el abono. Las leguminosas aportan mayor proporción de nitrógeno.
- 4 kg de gallinaza, por su composición rica en nutrientes minerales.

- Medio kilogramo de cáscaras de huevo o harina de huesos o conchas. Estos insumos son ricos en calcio
- .4 kg de maleza, que favorecen la fermentación.

Preparación

1. Se recoge y coloca en el tanque los 30 kg de rumen de vaca.
2. Luego se llena con 120 litros de agua.
3. Se agregan todos los demás insumos.
4. Finalmente, se agrega la maleza picada.
5. Se debe mover la preparación todos los días, en la mañana y en la tarde, para uniformizar la distribución de los insumos.

7.3 Métodos de aplicación

El Biol por ser un abono orgánico a base de fermentación, debe ser utilizado y aplicado de manera foliar en las plantas, también es utilizado para nutrir suelos. El líquido resultante es el que tiene su mayor uso, ya que proporciona mayor eficacia a los cultivos de interés.

INIA (2008) realizo estudios donde prueba con diferentes dosis en las diferentes etapas de cultivos, estas dosis aparecen en los cuadros 36, 37 y 38:

Cuadro 36. Aplicación del Biol en cuyo grande (Cusco, Perú).

Cultivo	Etapas de desarrollo	Dosis de aplicación
Papa, oca, y Maíz	Plantas jóvenes	1/2 litro de Biol colado diluido en 20 lt de agua.
	Plantas en proceso de maduración	1 litro de Biol colado diluido en 20 lt de agua
	Plantas maduras	2 litro de Biol colado diluido en 20 lt de agua.

Fuente: INIA, 2008.

Cuadro 37. Época y dosis de aplicación de Biol en Azángaro, Perú.

Cultivo	Etapa de desarrollo	Dosis de aplicación
Arrancacha, Yacón	Primera aplicación: Inicio de floración	1 litro de Biol diluido en 20 lt
	Segunda aplicación: 30 días después de la 1a aplicación	2 litros de Biol diluido en 20 lt
	Tercera aplicación: 30 días después de la 2a. Aplicación.	3 litros de Biol diluido en 20 lt

Fuente: INIA, 2008.

Cuadro 38. Época y dosis de aplicación de Biol en Lauramarca, Perú.

Cultivo	Etapa de desarrollo	Dosis de aplicación
Papa	Inicio de floración	2 litros de Biol diluido en 13 L de agua.

Fuente: INIA, 2008

Morales (2008) propone utilizar 1 litro de Biol para 10 litros de agua. Una relación de 1:10 en cuestión de litros. Por su parte, Colque *et al.* (2005) recomienda que la parte efluente puede ser dirigida al follaje y el lodo se puede aplicar al suelo, a la semilla y/o a la raíz.

Algunos efectos negativos que se pueden causar son:

- La sobre dosis puede causar la quemadura en el follaje y puede marchitarse la planta y llegar a muerte de plantas.
- El lugar debe ser limpio y protegido de los animales (perros, gatos, gallinas, roedores, etc.).

- Los residuos pastosos extraídos periódicamente de un digestor pueden aplicarse directamente y húmedos a un cultivo; o puede ser almacenado en fosas y/o ser secado al sol para aplicarse periódicamente.
- El efluente líquido debe ser utilizado en campos cercanos al Biodigestor, directamente o con el agua de riego.

Álvarez (2010) propone las siguientes recomendaciones y la dosis (cuadro 39) a utilizar del Biol:

Sacar el Biol en depósitos (baldes o botellas descartables)

- Antes de aplicar el Biol, mezclarlo con agua para evitar el quemado del follaje, de acuerdo con las dosis indicadas.
- Usar el residuo sólido del Biol como abono, incorporándolo alrededor de las plantas.

Cuadro 39. Dosis de aplicación del Biol

Cultivos	Etapas de desarrollo	Dosis de aplicación
Papa, Oca, nashua y maíz.	Plantas Jóvenes	Medio litro de Biol diluido en 20 litros de agua
	Plantas en proceso de maduración	1 Litro de Biol diluido en 20 litros de agua
		2 litros de Biol diluido en 20 litros de agua
Papa	Inicio de la floración	2 Litros de Biol diluido en 13 litros de agua y extracto de una cabeza de ajo como repelente contra plagas.

Fuente: Álvarez (2010).

Estas dosis son aplicables a hortalizas en general.

7.4 Ventajas y desventajas.

Las ventajas y desventajas del Biol se presentan en el cuadro 40.

Cuadro 40. Ventajas y desventajas del biol.

Ventajas	Desventajas
1. Acelera el crecimiento y desarrollo de la plantas.	1. El tiempo desde la preparación hasta la utilización es largo.
2. Mejora producción y productividad de las cosechas.	2. El mal manejo de los residuos puede ocasionar el desarrollo de microorganismos no benéficos para las plantas.
3. Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades (mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos.	3. Si no se trata bien llega a tener malos olores.
4. Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).	4. Puede intoxicar a los cultivos donde se aplique si no se trata cuidadosamente el proceso.
5. Es ecológico, compatible con el ambiente y no contamina el suelo.	
6. Es económico.	
7. Acelera la floración.	
8. En trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.	
9. Conserva mejor el NPK, Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes.	
10. El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.	

Fuente: Elaboración propia.

En el anexo 1 aparece un cuadro comparativo con las características sobresalientes de los abonos estudiados en este trabajo.



CAPITULO VIII: ESTUDIOS DE CASO

“Esta es tu oportunidad ayuda a quien te da vida”
Alejandro Hernández

Estudio de caso 1. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz

Este estudio se llevó a cabo en el ejido de Venecia municipio de Gómez Palacio, Durango, durante la primavera de 1998.

El objetivo de este estudio según Dimas *et al.* (2001), fue evaluar el efecto de los abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y seleccionar el abono orgánico que produzca la mejor respuesta sobre rendimiento de grano.

Los contrastes de la revolución verde y los antecedentes del uso de los abonos orgánicos son notorios, la necesidad de mayor producción es cada vez mas ineludible, a pesar de que se ha demostrado los beneficios de los abonos orgánicos, la producción de abonos en comparación con la producción que ofrece los fertilizantes químicos es cada vez menor.

En la actualidad, la estructura del suelo es el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas; pero el uso en el terreno de tecnología de laboreo y compresión mecánica tiende a deteriorar estas condiciones.

Los abonos orgánicos como estiércoles o residuos de cosechas se han recomendado para recuperar estas tierras tratadas mecánicamente y así mejorar sus condiciones (Castellanos, 1982).

Metodología

Se evaluaron 4 fuentes de abonos orgánicos: estiércol de bovino, caprino, gallinaza y composta.

Las dosis fueron:

- Bovino: 20 t/ha
- Caprino: 30 t/ha
- Gallinaza: 4,5 y 12 t/ha
- Composta: 40 t/ha

Testigo con fertilización química: 120-40.00 (N-P-K).

El diseño experimental fue de bloques al azar con arreglo factorial A*B con 3 repeticiones (Olivares, 1996).

Las variables que fueron evaluadas:

- Rendimiento del grano.

- Contenido de humedad (en suelo).
- Capacidad de campo en suelo (CC).
- Porcentaje de marchitamiento permanente (PMP).
- Humedad aprovechable (HA).
- Composición granulométrica.
- Nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, sodio, magnesio.
- % materia orgánica.
- Conductividad eléctrica.
- pH del suelo.
- composición química de abonos orgánicos.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 41 Se muestran los datos de algunas propiedades físicas al inicio del experimento, en el cuadro 42 Los resultados después de aplicar los tratamientos y en el cuadro 43 el rendimiento obtenido.

Cuadro 41. Características físicas del suelo en el estrato de 0 a 30 cm antes de la siembra. Venecia, Durango. 1998.

Tratamiento	Arena	Limo	Arcilla	Textura [†]	CC [‡]	PMP	HA
	%				%		
A1B1 [§]	38.00	42.00	20.00	Franco	32.7	17.7	15.0
A1B2	38.96	42.00	19.04	Franco	26.7	14.5	12.2
A1B3	38.96	41.00	20.04	Franco	32.7	17.7	15.0
A2B1	38.96	42.00	19.04	Franco	26.7	14.5	12.2
A2B2	22.00	27.50	50.50	Arcilloso	32.7	17.7	15.0
A2B3	23.50	28.00	48.50	Arcilloso	45.7	24.5	21.2
A3B1	22.50	27.50	50.00	Arcilloso	32.7	17.7	15.0
A3B2	38.96	42.00	19.04	Franco	26.7	14.5	12.2
A3B3	40.00	42.00	18.00	Franco	32.7	17.7	15.0
A4B1	38.96	40.00	21.04	Franco	26.7	14.5	12.2
A4B2	38.96	42.00	19.04	Franco	32.7	17.7	15.0
A4B3	38.96	42.00	19.04	Franco	26.7	14.5	12.2

Fuente: SARH Citado por Dimas *et al.* 2001. § A = tratamientos de fertilización orgánica (A1 = bovino; A2 = caprino; A3 = composta; A4 = gallinaza). B = dosis (B1 = 20, B2 = 30, B3 = 40 t ha⁻¹ para bovino, caprino y composta; B1 = 4, B2 = 8 y B3 = 12 t ha⁻¹ para gallinaza).

Cuadro 42. Características físicas del suelo en el estrato de 30 cm después de la aplicación de abonos orgánicos. Venecia, Durango.1998.

Tratamiento	Arena	Limo	Arcilla	Textura [†]	CC [‡]	PMP	HA
	%				%		
A1B1 [§]	42.56	38.0	19.44	Franco	26.8	14.5	12.3
A1B2	40.56	38.0	21.44	Franco	29.2	15.8	13.4
A1B3	40.20	38.0	21.80	Franco	29.2	15.8	13.4
A2B1	38.56	40.0	21.44	Franco	30.0	16.3	13.7
A2B2	22.56	27.44	50.0	Arcilloso	31.2	16.9	14.3
A2B3	22.56	27.44	50.0	Arcilloso	46.2	25.1	21.1
A3B1	24.20	29.8	46.0	Arcilloso	32.1	17.4	14.7
A3B2	30.56	44.0	25.44	Franco	28.4	15.4	13.0
A3B3	34.92	42.0	23.08	Franco	32.5	17.6	14.9
A4B1	39.28	40.0	20.72	Franco	28.7	15.5	13.2
A4B2	38.56	38.0	23.44	Franco	29.8	16.1	13.7
A4B3	34.92	42.0	23.08	Franco	30.5	16.5	14.0

Fuente: SARH Citado por Dimas *et al.* 2001. § A = tratamientos de fertilización orgánica (A1 = bovino; A2 = caprino; A3 = composta; A4 = gallinaza). B = dosis (B1 = 20, B2 = 30, B3 = 40 t ha⁻¹ para bovino, caprino y composta; B1 = 4, B2 = 8 y B3 = 12 t ha⁻¹ para gallinaza).

Cuadro 43. Valores de rendimiento de grano por tratamiento de abonos orgánicos en maíz. Venecia, Durango. 1998.

A [†]	B [‡] t ha ⁻¹	Repeticiones		
		1	2	3
Bovino	20	1.7230	2.0100	4.1600
Bovino	30	8.5200	3.6000	4.7000
Bovino	40	6.1500	4.7300	3.5500
Caprino	20	3.6710	2.0200	1.8700
Caprino	30	6.1800	4.7600	1.2700
Caprino	40	3.2700	2.9100	5.4800
Composta	20	5.1700	2.4400	6.0000
Composta	30	5.9700	6.3600	5.6500
Composta	40	4.2260	8.2800	6.9000
Gallinaza	4	3.8300	4.1900	4.4200
Gallinaza	8	3.8380	8.0600	5.1700
Gallinaza	12	1.0300	6.9500	4.4200
Testigo	120-40-00	4.9500	6.4300	4.5600
Testigo	120-40-00	5.2800	5.6200	6.3400
Testigo	120-40-00	7.6000	6.7800	6.8900

Fuente: Dimas, 2001. † A = tratamientos de fertilización orgánica (A1 = bovino; A2 = caprino; A3 = composta; A4 = gallinaza). ‡ B = dosis (B1 = 20, B2 = 30, B3 = 40 t ha⁻¹ para bovino, caprino y composta; B1 = 4, B2 = 8 y B3 = 12 t ha⁻¹ para gallinaza).

Testigo = 120-40-00 de N-P-K.

Cuadro 44. Comparación de medias para rendimiento de grano en maíz para tratamientos (Factor A) y dosis de abonos orgánicos (Factor B) . Venecia, Durango. 1998.

Factor A	Medias	Factor B	Medias
	t ha ⁻¹		
Fertilización química	6.0500 a	20 t ha ⁻¹	5.4212 a
Composta	5.6667 ab	30 t ha ⁻¹	5.2777 ab
Gallinaza	4.6556 ab	40 t ha ⁻¹	3.8296 b
Bovino	4.3489 ab		
Caprino	3.4912 b		

Fuente: Dimas, 2001.

En el cuadro 42 se puede observar si existen diferencias significativas entre tratamientos, estos tratamientos ocasionaron efectos diferentes sobre el rendimiento.

El cuadro 44 muestra que no hay diferencia estadísticas significativas entre el tratamiento de fertilización química con el de composta, estos fueron los valores más altos (Dimas, 2001).

Conclusiones

Se observo un incremento aproximadamente de 10 % del contenido de humedad del suelo para cada tratamiento antes y después de la aplicación de los abonos orgánicos; se observó que la composta a 20 t/ha presentó la mejor respuesta.

El tratamiento de fertilización química (120-40-09 fue el que sobresalió junto con la composta por no existir diferencias estadísticas entre ellos.

Estos tratamientos estuvieron por encima de los métodos de gallinaza, bovino y caprino.

El uso de la composta en dosis de 20 30 y 40 t/ha sugiere una alternativa a la sustitución o reducción de la fertilización inorgánica.

Estudio de caso 2. El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales (RSM) como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán.

Este estudio se realizó en el estado de Yucatán con el fin de evaluar el comportamiento de la composta generada de los residuos sólidos municipales (RSM) de la ciudad de Mérida como mejorador de suelos para cultivo.

La cantidad de residuos sólidos generados en México ha sido estimada en 31 millones 489 mil toneladas al año (SEMARNAT, 2002). Yucatán genera 449 mil toneladas de residuos, específicamente para la ciudad de Mérida y según datos del ayuntamiento de Mérida se generan mensualmente 17 mil 800 toneladas de residuos de los cuales 38.5% es de residuos de alimentos, esto es potencialmente aprovechable ya que puede ser compostado.

Por otro lado se menciona que los suelos de Yucatán están formados por un mosaico heterogéneo que constituye hasta por diez series de suelo (Clasificación FAO-UNESCO).

Según Aguayo *et al* (2005) el objetivo de este estudio fue presentar de manera preliminar el efecto de la composta proveniente de los RSM como mejorador de suelos de la región tomando como ejemplo plantas de tomate y frijol.

Metodología

Los pasos que se llevaron para la realización de este estudio fueron los siguientes:

Recolección del suelo: se recolectó y cribó hasta dejarlo libre de cualquier tipo de piedra o maleza.

Obtención de semilla: se obtuvieron semillas de frijol y tomate en el comercio local de agroquímicos.

Obtención de la composta madura: la composta se generó a partir del manejo de composteo los RSM. Este proceso de compostaje tomó aproximadamente 6 meses.

Siembra: se sembraron 30 macetas de frijol y 30 de tomate, de las cuales 10 fueron de suelo de la región, 10 se elaboraron con una mezcla de suelo-composta y 10 con suelo de la región al que se le agregaron fertilizantes.

Para las macetas en las que se utilizó fertilizantes el suelo se ajustó a la fórmula de fertilización 50-100-100 y 00-90-00 para frijol (Tun 1990, Guerrero, 1990).

Las semillas se sembraron en bolsas de 2 kg, de las 60 bolsas, 20 se llenaron con suelo de la región, 20 con una mezcla de suelo-composta al 50% y 20 con una mezcla de suelo-fertilizante. En cada bolsa se depositaron 3 semillas, de las 3 semillas depositadas en cada maceta, se tomó solamente la que germinó primero y las otras 2 se retiraron de la maceta.

Las plantas de tomate se cultivaron y fueron monitoreadas durante 60 días, las plantas de frijol solo fueron monitoreadas durante los primeros 10 días debido a que una plaga acabo con estas mismas.

Caracterización de las plantas.

La germinación de las plantas se evaluó con parámetros:

- Número de plantas que germinaron
- Tiempo de germinación

La evaluación de las plantas se evaluó tomando en cuenta:

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

Resultados y discusión

En la germinación se observó que a los 5 días de iniciado el experimento germinaron las primeras plantas tanto de tomate como frijol en la mezcla suelo-composta (cuadro 45), a los 7 días el resto de las plantas.

Cuadro 45. Porcentajes de germinación.

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

Fuente: Aguayo *et al.* 2005.

Se puede observar en el grafico que la mezcla suelo composta al igual que la mezcla suelo-fertilizante tuvieron el mismo porcentaje de germinación a contraste de solo suelo.

Las mediciones de largo de tallo y numero de hojas arrojó datos reveladores sobre la mezcla suelo-composta, estas medidas se llevaron a cabo cada 7 días a partir del día 10 de iniciado el experimento, se tomaron medidas a los 10 días, 24 y 59 para obtener datos con mayor diferencia.

Los resultados fueron los siguientes:

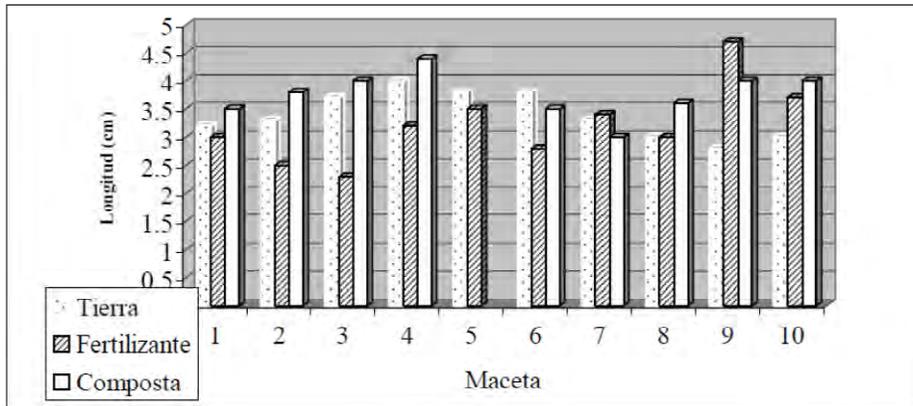


Figura 12. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 10 días de iniciado el experimento. Fuente: Aguayo *et al.* 2005.

A los 10 días no se observaron datos o diferencias significativas pero se puede observar como las mezclas, suelo-composta y suelo-fertilizante marcan una diferencia a comparación con la mezcla suelo.

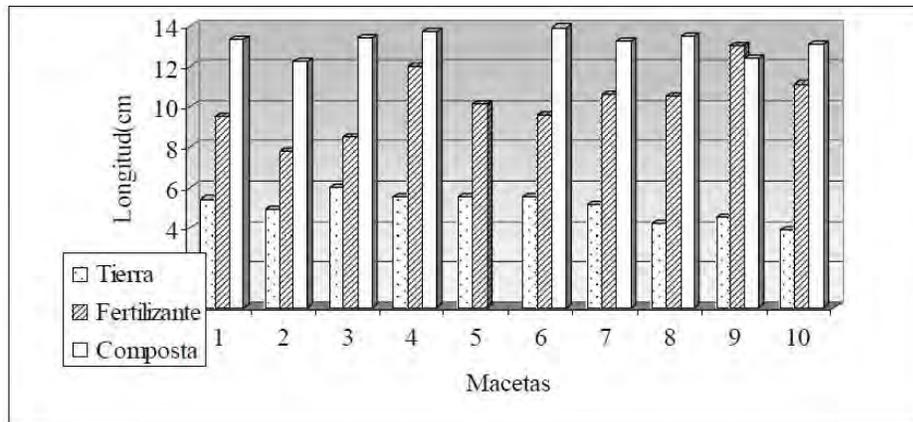


Figura 13. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 24 días de iniciado el experimento. Fuente: Aguayo *et al.* 2005.

Los datos en el experimento con macetas de mezcla de suelo-composta muestran una diferencia con respecto a suelo-fertilizante y suelo.

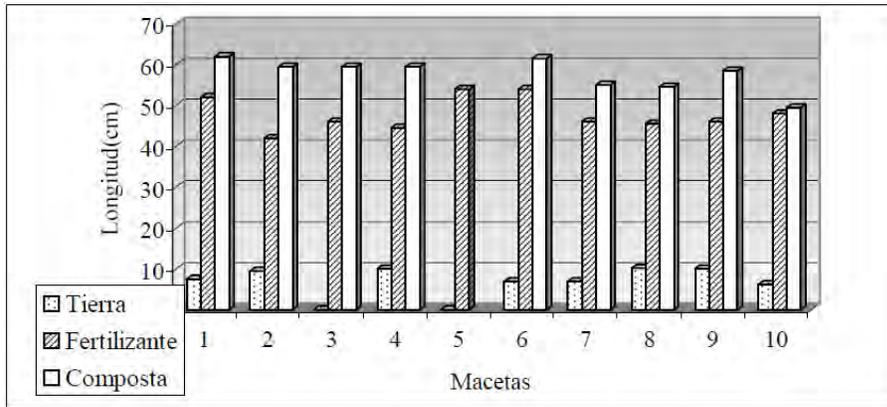


Figura 14. Crecimiento del tallo de las plantas de tomate a los 59 días de iniciado el experimento. Fuente: Aguayo *et al.* 2005.

Cuadro 46. Número de hojas en las plantas a los 10, 24 y 59 días del experimento.

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

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

Fuente: Aguayo *et al.* 2005.

Observando y analizando la información de las figuras y el cuadro podemos ver que las plantas de la mezcla suelo-composta presentan un desarrollo más adecuado y notable, por lo cual desde el punto de vista nutrientes aprovechables es viable este tipo de manejo y uso de composta.

La adición de la composta al suelo mejoró la germinación de semillas de tomate y frijol.

La mezcla suelo-composta presentó mejores resultados que la mezcla con fertilizante.



Estudio de caso 3. Influencia del humus de lombriz foliar sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo del tomate (*LYCOPERSICON SCULENTUM*. MILL)

El trabajo se realizó en la universidad de Granma en Cuba en el laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, sobre un suelo Vertisol, con el objetivo de evaluar la influencia que ejerce el humus de lombriz aplicado por vía foliar sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo en la variedad de tomate Vyta.

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento productivo y la calidad de las cosechas de la nueva variedad de tomate Vyta, con una adecuada utilización y manejo del humus foliar.

Así como la evaluación de diferentes concentraciones para formas líquidas con la utilización de humus de lombriz obtenido a partir de estiércol vacuno, evaluación del momento de aplicación más efectivo sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo, después de mezclado el producto, evaluación del efecto del humus foliar sobre las distintas etapas del desarrollo vegetativo del cultivo.

Dentro de las hortalizas, los frutos de tomate tienen una amplia aceptación y preferencia por sus cualidades gustativas y la posibilidad de su amplio uso en estado fresco o elaborado en múltiples formas. Su valor nutritivo no es muy elevado, por la baja concentración relativa de numerosas vitaminas y minerales, pero ocupa un lugar privilegiado en la contribución de nutrientes por su preferencia y nivel de consumo. A pesar de que el tomate es uno de los cultivos más estudiados en México y Cuba los rendimientos que se obtienen en Cuba son bajos, debido a las desfavorables condiciones climáticas que prevalecen en este país, que distan mucho de sus exigencias ecológicas. Por otro lado, no se cuenta con variedades adaptadas a tales condiciones y con resistencia a plagas y enfermedades. Esto incuestionablemente constituye un problema que es necesario enfrentar y resolver

pues el país no puede darse el lujo de obtener rendimientos que estén muy por debajo de la media mundial. (Álvarez, *et al.* 2003)

En el mundo de hoy existe una tendencia casi generalizada de buscar constantemente alternativas a los sistemas que se emplean en el campo de la agricultura, con el fin favorable de elevar los rendimientos de los cultivos y provocar un aumento de la disponibilidad de alimentos para la población creciente de la humanidad. Así como de disminuir el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores del crecimiento producidos por la industria química, que poseen un elevado riesgo de contaminación para el ambiente (Pérez 1993).

Metodología

La investigación se realizó sobre un suelo Vertisol, al mismo se le realizó un análisis químico en el Laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes. El humus de lombriz empleado fue obtenido a partir de un sustrato de estiércol bovino.

En el desarrollo de la investigación se emplearon tres dosis de humus a las cuales se determinó el por ciento de concentración que representa según González A. (2005): D1: 50 g de humus/l de agua, lo que equivale a 0.04 %, D2: 70 g de humus/l de agua, lo que equivale a 0.05 %, D3: 90 g de humus/l de agua, lo que equivale a 0.07 %. Para ello se emplearon tres tiempos después de preparada la mezcla, estos fueron: T1: Aplicar inmediatamente después de preparada la solución, T2: Aplicar 12 horas después de preparada la solución, T3: Aplicar 24 horas después de preparada la solución. El experimento se montó con cuatro réplicas, de lo que resultó un total de 40 parcelas y 10 tratamientos.

Cuadro 47. Tratamientos del humus de lombriz

T1) D ₁ T ₁	T4) D ₂ T ₁	T7) D ₃ T ₁	T10) testigo
T2) D ₁ T ₂	T5) D ₂ T ₂	T8) D ₃ T ₂	
T3) D ₁ T ₃	T6) D ₂ T ₃	T9) D ₃ T ₃	

Fuente: Rodríguez, 2006.



Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron 3 aplicaciones:

- 10 días después del trasplante,
- Al inicio de la floración,
- Al inicio de la fructificación.

La variedad utilizada fue Vyta, el marco de plantación utilizado fue de 0.30 m entre plantas y a doble hilera sobre el cantero.

Siete días después de realizada cada aplicación de humus foliar en las distintas fases se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Altura de la planta
- Grosor del tallo
- Número de flores y frutos /planta
- Rendimiento.

RESULTADOS

En la figura 15 se observa la influencia que ejercen las combinaciones de las dosis con los tiempos estudiados sobre la variable altura de la planta, manifestándose que las combinaciones de las distintas dosis con el menor tiempo de expuesto el humus en agua (T_1) y el testigo fueron estadísticamente similar, alcanzando resultados inferiores con relación al resto de las combinaciones, predominando con un mejor efecto sobre esta variable las combinaciones de las dosis 1 y 2, seguido de la 3 con los tiempos T_2 y T_3 , sin arrojarse diferencias significativas entre ellas. Todo demuestra que cuando se aplica humus de lombriz por vía foliar teniendo en cuenta el intervalo de tiempo en que se deja la solución en agua se obtienen mejores resultados que cuando no se aplica.

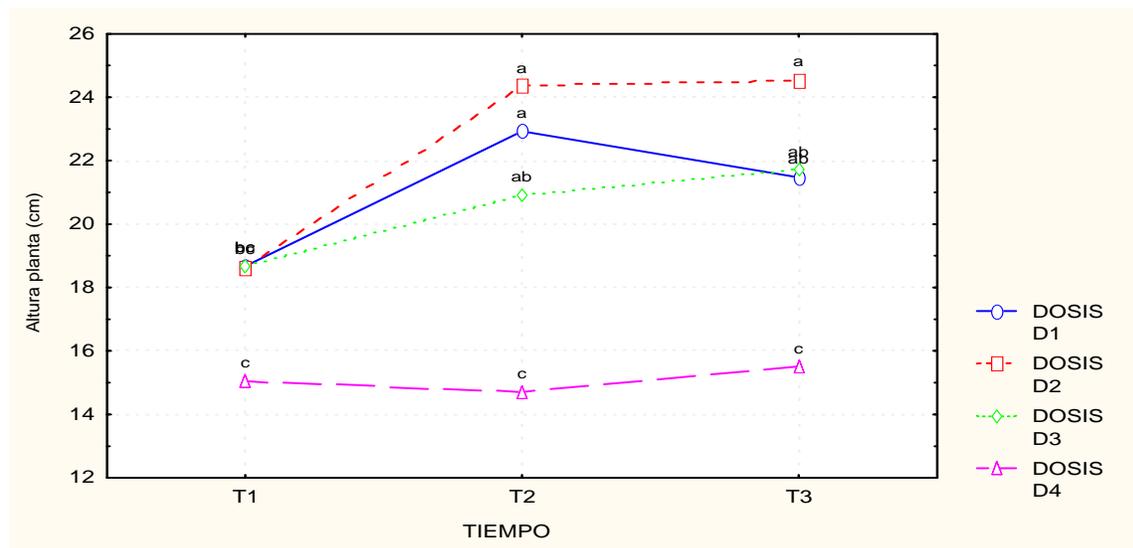


Figura 15: Influencia de la interacción dosis-tiempo sobre la altura de la planta. Fuente: Rodríguez, 2006.

En la figura 16 se observa la influencia que ejercen las combinaciones dosis-tiempo sobre el grosor del tallo. Evidentemente todas las plantas tratadas con las combinaciones de la mayor dosis D₃ y los mayores tiempos de expuesto el bioestimulante en agua alcanzaron un mejor resultado estadístico que el resto de las combinaciones

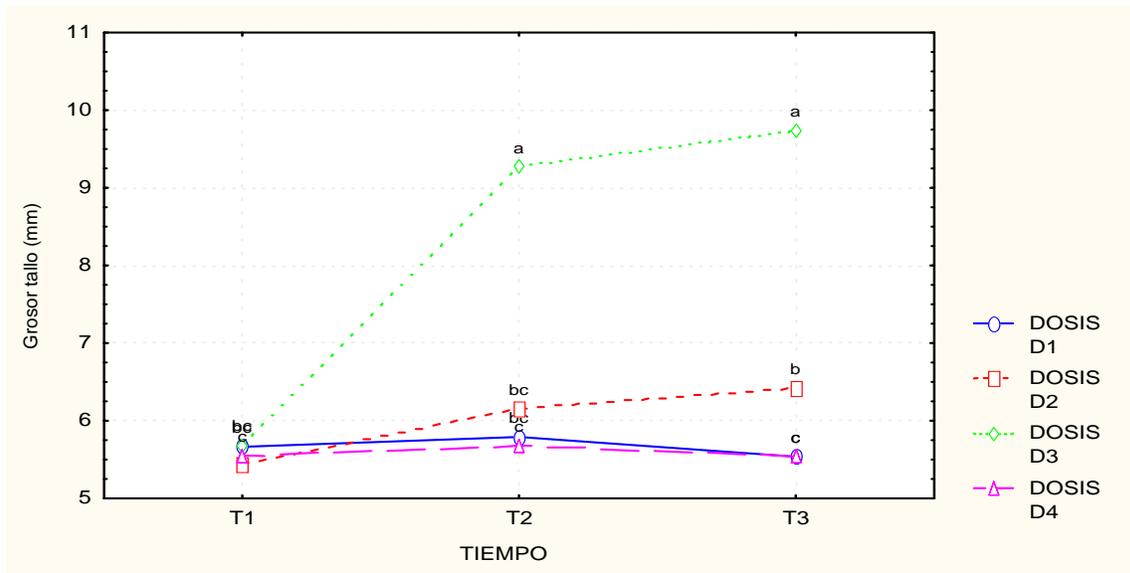


Figura 16. Influencia de la interacción dosis-tiempo sobre el grosor del tallo. Fuente: Rodríguez, 2006.

En la figura 17 se refleja la influencia de la interacción dosis-tiempo sobre esta variable. Los rendimientos alcanzados con las combinaciones de las dosis con los mayores tiempo de expuesto el producto en agua, fueron estadísticamente superior al resto de las combinaciones, siendo la combinación D3T3 quien arrojó un mejor resultado. Los rendimientos alcanzados con esta variedad según el gráfico oscilan entre 4.64 – 5.88 kg. m² .

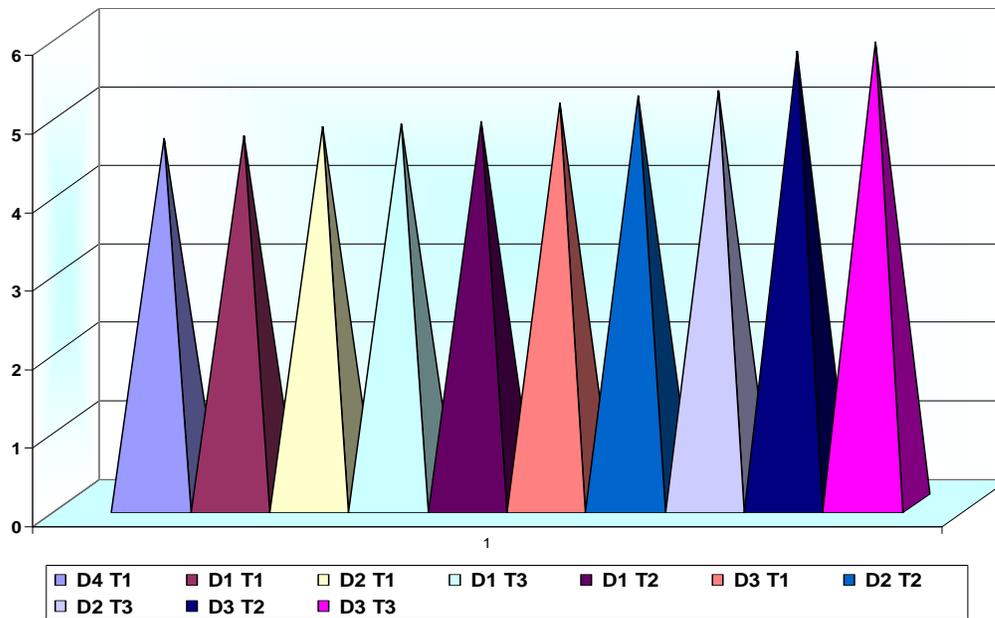


Figura 17. : Influencia de la interacción dosis-tiempo sobre los rendimientos (kg.m²). Fuente: Rodríguez, 2006.

Conclusiones

Los tratamientos en los que se aplicó humus de lombriz foliar exhibieron mejores valores sobre las variables estudiadas que donde no se aplicó.

Las interacciones de los factores en estudio (D-T) alcanzaron resultados más bajos cuando la solución se aplicó inmediatamente después de preparada.

Se observa una tendencia a mejorar las variables analizadas cuando se emplean las dosis 3 y 2 en comparación con la dosis 1, aun cuando en muchas de ellas no existen diferencias significativas.

El número de flores se ve estimulado con las mayores dosis y los mayores espacios de tiempo transcurridos desde la preparación del producto hasta su aplicación.

El número de frutos se ve afectados por las dosis, siendo D3 y D2 mejores que D1, así como el comportamiento del tiempo, el cual evidenció menores resultados en la medida en que se hace menor el tiempo transcurrido desde la preparación del producto hasta su aplicación



Las combinaciones de las dosis con el mayor tiempo de expuesto el humus en agua, influyó de manera significativa sobre los rendimientos del cultivo

Todos los tratamientos incluyendo el testigo obtuvieron ganancias, siendo esta mayor en los tratamientos donde se combinaron las mayores dosis con el mayor tiempo de expuesto el humus en agua.

Esto demuestra que el uso de humus de lombriz así como cualquier otro abono orgánico estimula el desarrollo de las plantas de manera significativa con un costo bajo y totalmente natural, así como estos métodos no ponen en riesgo la genética vegetal y mucho menos la salud de quienes lo consumimos.

ANEXO 1. Características comunes de los abonos orgánicos.

	Mejora las condiciones físicas del suelo	Estimula el crecimiento de las plantas	Aumenta la materia orgánica del suelo	100 % natural	Es económico	se obtiene mayor producción en las cosechas	Es a corto, mediano o largo plazo	Puede aumentar la incidencia de plagas y enfermedades	Necesita mano de obra constante	Su mal manejo puede intoxicar a las plantas	Produce malos olores
Abonos verdes	Si	No	Si	Si	Si	No	Largo	Si	No	No	No
Composta	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mediano	Si	Si	Si	Si
Humus de lombriz	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Mediano	No	Si	No	No
Supermagro	Si	Si	Si	No	No	Si	corto	No	No	Si	No
Bocashi	Si	Si	Si	Si	Si	Si	corto	No	Si	Si	Si
Biol	Si	Si	Si	Si	Si	Si	corto	No	No	Si	Si

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFIA

- Albiachi, R., R. Canet, F. Pomares, F. Ingelmo. 2001. Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. *Biores. Technol.* No. 77. USA. Pp 109-114.
- Altieri, M. A., and A. Yurjevic. 1991. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. *Agroecología y Desarrollo* 1: 25-36.
- Álvarez, F. 2010. Preparación y uso del Biol. Editorial soluciones prácticas. Perú. Pp 30.
- Alvarez, M. *et al* 2003. Resultados de la mejora genética del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y su incidencia en la producción hortícola de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 24 (2):63-70.
- Amigos de la Tierra. 2006. La gestión de los residuos orgánicos. Curso de compostaje doméstico. Editorial amigos de la Tierra. España. pp 41.
- Añasco, A. 2001. Uso de coberturas y abonos verdes. Editorial CEDECO. San José, Costa Rica. pp 8.
- Aparcana, S. 2008. Estudio sobre el valor fertilizante de los productos del proceso "Fermentación anaeróbica" para producción de Biogas. Editorial PROFEC. pp 10. Perú.
- Arancon, N.Q., C. Edwards, S. Lee, E. Yáñez. 2000. Management of plant parasitic nematode populations by use of vermicompost. *Ohio State University*. 47: 741-744.
- Aubert, C. 1998. El huerto biológico. Editorial Integral Barcelona. 252 pp.
- Bejarano, M.C. y J. Restrepo. 2002. Abono orgánicos, fermentados tipo Bokashi, caldos minerales y biofertilizantes. Editorial CVC. 2ª edición. Colombia. Pp 43.
- Benbrook, C. M. 1989. Sustainable agriculture: policy options and prospects. *American Journal of Alternative Agriculture*: 4: 153-159.
- Bentley, J.W., G. Rodríguez y A. González. 1993. "Ciencia y pueblo: campesinos hondureños y control natural de plagas", en *Gorras y sombreros: caminos hacia la colaboración entre técnicos y campesinos* D. Buckles (ed.), pp. 69-76. CIMMYT. México D.F.
- Bezdickek, D. F., and J. Powers. 1984. Organic farming: current technology and its role in a sustainable agriculture. *ASA Spec. Pub.* No. 46. Amer. Soc. Agron.
- Birch, H. F. 1958. The effect of soil drying on humus decomposition and nitrogen availability. *Plant Soil* 10: 9.

- Blanco, R. and A. Chacon. 2001. Manual practico para la fabricación de abono orgánico utilizando lombrices. 2ª edición. Editorial García Hermanos Impresores. Costa Rica.
- Bordoli, M.J. and M. Barzan. 2010. Aplicacion de Fertilizantes. Universidad de la Republica de Uruguay.
- Bunch, R. 1994. El uso de abonos verdes por agricultores campesinos: Lo que hemos aprendido hasta la fecha. Informe técnico No. 3. 2ª edición. Editorial CIDICO.. Honduras.
- California Fertilizer Association. 2004. Manual de fertilizantes para horticultura. editorial LIMUSA S.A de C.V, México. D.F.
- Carrión, M. 1996. Hidroponía Orgánica en Cuba. En: Curso taller Internacional de hidroponía. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria. La Molina, 16-34p.
- Carrión, M. 2000. Fertilidad y rendimientos para la producción de hortalizas en la Agricultura Urbana. En: Organopónicos y la producción de alimentos en la Agricultura Urbana. Seminario Taller. FIDA- MINAG-CIARA,(s.a) 11-15p.
- Casco, C. A., Iglesias y C. María. .2005.Producción de biofertilizantes Líquidos a base de lombricomposto.Argentina.
[Http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-063.pdf](http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-063.pdf).
- Castellanos, R., J.Z. 1982. La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento mediante la aplicación de estiércoles. Seminarios Técnicos 7(8): 32. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y agropecuarias-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.
- CEDECO. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Serie agrícola orgánica. No. 7. Costa Rica.
- Cerisola, C.I. 1989. Lecciones de Agricultura Biológica. Editorial MundiPrensa. Madrid.
- CEUTA (Centro uruguayo de Tecnologías Apropriadas, Tecnologías apropiadas 2006. BIOFERTILIZANTES, nutrimento cultivos sanos. Uruguay.www.tecnologiasapropiadas.com/biblioteca/CeutaBiofertilizantes.pdf. Colombia.
- Chaoui, H., C. Edwards, A. Brickner, S. Lee and N. Arancon. 2002. Suppression of the plant parasitic diseases: phytium (damping off), Rhizoctonia (Root rot) and Verticillium (Wilt) by vermicomposta.Proceedings Brighton Crop Protection Conference-Pest and Diseases.
- Chapman, H.R., P. Pratt. 1991. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Editorial Trillas. México.



- Chefietz, B., P. Hatcler, Y. Yadar and Chen. 1996. Chemical and Biological characterization of organic matter during composting of municipal solid waste. *Journal of environment quality*. USA. 25 (4). 776-785.
- Chen, W., H. Hoitink and A. Schmitthenner. 1987. Factors affecting suppression of Phythium damping-off in container media amended with compost. *Phytopathology* 77: 755-760.
- Chen, Y., and T. Aviad. 1990. «Effects of humic substances on plant growth.» In: *Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings*. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R.L. Malcolm, and P. R. Bloom, eds. Wisconsin: Amer. Soc. Agronomy. pp. 161-186.
- Colque, T., A. Mujica, V. Apaza, D. Rodriguez, A. Canahua y S. Jacobsen. 2005. *Produccion de Biol Natural*. Editorial INIA. Pp 1-12. Perú.
- CONAPROPE. 2007. *Lombricultura*. Republica Dominicana.
- Cooperacion técnica Alemana. 2004. *Produccion de abonos orgánicos. Proyecto de sanidad vegetal*. Perú.
<http://www.coopcoffees.com/for-producers/documentation/agriculture/produccion-de-abono-organico.pdf>
- Crespo, D. 2005. *Lombricultura I*. Argentina. pp 96-100.
- Cubero J., M. Moreno, 1993. *La agricultura del siglo XXI*. Editorial Mundiprensa. Madrid.
- Cuesta, C. M. 2010. *Bokashi, de Japon para el mundo*. Pp 1-3. México.
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/12264.html>
- De la Llana. B. F., R. García, J. Ortega. 2004. *Manual básico para la elaboración y producción de abono orgánico*. 2ª edición. Editorial AMUNIC.EUA. pp 24.
- Delgado, D, y N. Minga. 2005. *Transición a la agricultura ecológica y tecnologías apropiadas para la agricultura urbana, Biofertilizante: Una técnica que ayuda a producir alimentos sanos*. Uruguay.
<http://www.ipes.org/au/pdfs/articulos/biofertilizantes%20Cuenca.pdf>
- Dimas, J., A. Diaz, E. Martinez and R. Valdez. 2001. *Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en Maiz*. Universidad de Juárez estado de Durango . México. Pp 7.
- Edens, T. C., and H. E. Koenig. 1981. *Agroecosystem management in a resource-limited world*. *BioScience* 30: 697-701.
- Egger, K. 1981. *Ecofarming in the tropics characteristics and potentialities*. *Plant Res. and Dev.* 13: 96-106.
- Ellen, R. 1982. *Environment, Subsistence and Systems*. New York: Cambridge Univ. Press.

- Espinoza, E. J. 1998. Modelo de regresión para la estimación de peso fresco y seco de ramas de durazno (*Prunus persica*). Revista Chapingo. Serie horticultura. V 4, No. 2. 1998. México.
- Eyhorn, F., M. Heeb and G. Weidmann. 2009. Manual de capacitación en agricultura Orgánica para los trópicos. Editorial INFOAM.
- FAMA. 2008. El abono verde y la siembra en cobertura. Andrea Brechet editora. Republica Dominicana. Pp 8
- FAO. 1991. Manejo del suelo. Producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales. Roma. 312 pp.
- Fideicomisos en relación con la agricultura e el BANCO DE México. 1985. Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica, Riego y Drenaje, Volumen 1, México.
- Finck A. 1988. Fertilizantes y fertilización. EDITORIAL Reverté S.A. México.
- FUCOA. 2006. Lombricultura. Editorial FUCOA. Chile.
www.fucoa.gob.cl/archivos_subida/doc/pueblos_originarios.pdf
- Fundacion ecodesarrollo Xochicalli. 2009. Supermagro. Editorial fundación ecodesarrollo xochicalli. Mexico Pp 1-3.
- Fundacion MCCH. 2009. Fertilizacion Orgánica. Editorial MCCH. Ecuador. pp 5
- Garay, O. 2008. Preparacion y uso de abonos orgánicos. Estacion experimental agraria Santa Ana. INIA. Perú.
<http://cadenacuy.pe/content/preparaci%C3%B3n-y-uso-de-%0Babonos-org%C3%A1nicos>
- García G. R. Quintero y M. López. (1993). Biotecnología Alimentaria. Editorial Limusa. México.
- Garcia, D., J. Cegarra, A. Roig, M. Abad. 1994. Effects of the extration temperatura on the characteristics of humic fertilizer obtained from lignite. Biores. Technol. No 47.USA. pp103-106
- Golveke, C.G 1972. Composting a study of the process and its principles. Emmaus, Pensilvania. Pp 110.
- Gómez A., Pomares F., Albiach R., Canet R., Baixauli C. 2002. Efecto de la fertilización orgánica en cultivos hortícolas: producción, balance de nutrientes y materia orgánica. V Congreso SEAE. I Congreso Iberoamericano de Agroecología.
- Gómez T. L, M. Gómez, R. Schventesius. 2009. La perspectiva de la Agricultura Orgánica en México. Editorial CIESTAAM. México.
- González J. y Lluch C. 1992. Biología del Nitrógeno. Interacción Planta-Microorganismo. Editorial Rueda. Madrid. España



- Gross, A. 1986. Abonos guía practica de la fertilización. Ed. Mundi-Prensa, pp. 141-169.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, España. Pp 206.
- Guerrero, B. 1993. Abonos Orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico del suelo. Lima Perú, 90p.
- Hadar, Y., and R. Mandelbaum. 1992. Suppressive compost for biocontrol of soilborne plant pathogens. *Phytoparasitica*. No 20. S111-S116.
- Haller, R. 2003. Supermagro: Abono líquido foliar orgánico. <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/sagpya/programas/proinder/04-Publicaciones/000catalogo/catalogo/tecno/22.htm>
- Haug, R.T. 1993. "The Practical Handbook of Compost Engineering". 1a. Edición. Editorial Lewis Publishers.USA.
- Haug, R.T. 1993. "The Practical Handbook of Compost Engineering". Ed.Lewis Publishers.USA.
- Herrera V., R. y J. Ruiz . 1994. Evaluación económica de sistemas de Cultivos tradicionales en los Valles Centrales de Oaxaca. México. *Terra* 12: 264-268.
- Hoitink, H.A.J.,Y. Inbar and M.J Boehm. 1991. Status of compost amended-potting mixes naturally suppressive to soilborne diseases of floricultural crops. *Plant Dis*. No.75.USA. pp. 869-873.
- ICPROC. 1998. Abonos Verdes. San Vicente de Cuchuirri.Editorial ICPROC. Perú. Pp 13
- IIRR-CAIDH, 1998. Producción de humus de lombriz. En IIRR-CAIDH. 1998. Guía práctica para su huerto familiar orgánica. Segunda edición.IIRR-CAIDH. Ecuador. pp 61-66.
- INIA. 2008. Preparación y uso de abonos orgánicos. Editorial INIA Estación experimental agraria. Santa Ana, Huancayo. Pp 26
- INIA. 2008. Producción y uso del Biol. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Serie No 2.Perú. pp 11.
- INIFAP. 2001. Componentes del abono orgánico foliar "Supermagro". Editorial INIFAP. México. Pp. 1
- JALDA. 2003. Abonos Verdes. Pp 1-6.Bolivia.
<http://www.green.go.jp/green/gyoumu/kaigai/manual/bolivia/03text/spanish/11.pdf>
- Johnson, M. 2008. Produccion orgánica Compostas, abonos verdes y lombricultura. Nicaragua.
http://www.occidenteagricola.com/info/doc_evaluaciones/pdf/manejo%20organico/Compostas%20Abonos%20Verdes%20Lombricultura.pdf



- Kennedy, A.C. and K. Smith. 1995. Soil microbial diversity and sustainability of agricultural soils., plant soil, 170:75-86.
- Labrador, M. J. (2001). La materia orgánica en los agrosistemas. Segunda edición. Mundi Prensa. Madrid, España. P. 293.
- Lafarga, A., I. Iriñeta, J. Goñi, J. Lezáun and A. Armesto. 2009. Rotación de cultivos en secanos cerealistas de alto potencial productivo. Navarra Agraria. Marzo-abril. Pp 39-42. España
- Lampkin, N. 1998. Agricultura ecológica. Editorial Mundi-Prensa.
- Larrea S.2005.Agricultura, horizonte 2005.editorial Mundi-prensa. México.
- Leblanc H.A., M. Cerrato, A. Miranda and G. Valle. 2007. Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. Segunda edición. Editorial Limusa. México.
- Legall, M. J. R. 1993.Taller de investigación participativa en lombricultura. Escuela de agricultura y ganadería "Francisco Luis Espinoza Pineda". Managua, Nicaragua. pp. 1-20.
- López .C. H.1980. Capacidad de uso y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Residencia de Agrología de la SARH. Mérida, México.
- López, C. H. 1980. Capacidad de uso y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Residencia de Agrología de la SARH. Mérida, México.
- López, M. 1994. Horticultura. Editorial trillas, S.A. de C.V. México. Pp 386
- Luevano. A y E. Velásquez. 2001. Ejemplo singular en los agronegocios, estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Revista Mexicana de Agronegocios. México. Pp 16
- Madejon, E. ,R. Lopez, J.M. Murillo, F. Cabrera. 2001. Agricultural use of three (sugar beet) vinasse compost: Efect on corps and chemical properties of a soil in the Guadalquivir Valley (SW Spain). Agric Ecosyst. Environment. 84: 55-65.
- Marín, C. R. 2003. Manual de café orgánico. Managua, Nicaragua. Pp 260
- Martínez C and J. Martínez. 2001. Lombricultura y agricultura orgánica. En: IV encuentro de agricultura orgánica. ACTAF. La Habana Cuba, 293-294p.
- Martínez, C. y J. Martínez.2001. Lombricultura Técnica Mexicana. México. En: IV encuentro de agricultura orgánica. ACTAF. La Habana, 289-290p.
- MCCH. 2009. Fertilización Orgánica. Editorial MCCH. Quito, Ecuador. Pp 11.
- Meléndez, G. y G. Soto. 2003. Taller de abonos orgánicos. Editado por Glora Melendez y Gabriela Soto.Costa Rica. pp 155.
- Meléndez, G. y G. Soto. 2006. Conociendo los abonos orgánicos. Editorial CIA (centro de investigaciones agroquímicas).Costa Rica. pp 6
- Mena, B. L. 1999. Efecto del compost combinado con fertilizante químico sobre los rendimientos del tomate (*Lycopersicum esculentum* L) y las



- perdidas de suelo en condiciones de laderas. San Isidro de la Cruz Verde, Managua. Trabajo de Diploma, UNA. Managua, Nicaragua. 52. P.
- Meneses, M y Diego. 2007. El compostaje.
http://graeco.iespana.es/biblioteca/EI_Compostaje.pdf
- Monroy O. y G. Viniegra 1990. "Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos". Primera reimpresión. Editorial Calypso, S.A. México. pp. 57.
- Monroy O. y G. Viniegra. 1990. "Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos". Primera reimpresión. Editorial Calypso, S.A. México. pp. 57.
- Morales, M. 2008. Manual de compost y Biol. Editorial FUNDEPERU. Peru. pp 10.
- Morlio A. 1995. "La política forestal en la conservación: antecedentes y propuestas" en El deterioro de las tierras en la República Argentina, Alerta amarillo, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP) / Consejo Federal Agropecuario (CFA) editores, pp 258-63. Buenos Aires: SAGyP.
- Narváz F. 2006. Humus de Lombriz. Chile. pp 5
<http://www.feriasaraucania.cl/UserFiles/File/humus.pdf>
- Nogales, R., Romero, E. y Polo, A. 2002 Reciclaje de residuos orgánicos. Ciencia y Medio Ambiente. Vol 1, 115-124. CCMA-CSIC. Madrid.OIT. San José, Costa Rica. 51 p.
- Pellicer, C, A Pérez, A Abadía, L Rincón, A Paredes y F Carrillo. Resultado del aporte de biofertilizantes a un cultivo de pimiento con fertilización ecológica. 2008. España.
- Peña, E., M. Turruella F. Carrion, M. Martinez, Rodriguez and N. Companioni. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. Edición INIFAT. Cuba. Pp 65.
- Peña-Mendez, E.M., D Fetsch, J. Havel. 2004. Aggregation of humic acids in aqueous solution vapor pressure osmometric, conductivity, spectrophotometric study. Anal. Chim. Acta.
- Pérez, D. 2001. Alternativas bio-orgánicas para mantener rendimientos estables en organopónicos. IV encuentro de agricultura orgánica. ACTAF. La Habana, 106p.
- Pineda, J. 2006. Lombricultura. Editorial Lopez. Honduras. Pp 36.
- Porta, J. M. Lópezacevedo., C. Roquero. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Editorial MundiPrensa. Madrid. 807 pp.
- Regnault-Roger C, B. Philogéne, C. Vicent. 2004. Biopesticidas de origen vegetal. Editorial Mundi-prensa. Madrid, Barcelona, México.



- Restrepo, J. 2007. El a, b, c de la agricultura orgánica y harina de rocas. Editorial SIMAS. Nicaragua. Pp 258.
- Restrepo, J. 1996. Abonos orgánicos fermentados: experiencia de agricultores en Centroamérica y Brasil. Editorial Aportes. CEDECO. Brasil. Pp 24
- Restrepo, J. 1998. El suelo, la vida y los abonos orgánicos. Colección agricultura orgánica para principiantes. Editorial SIMAS. Managua, Nicaragua.
- Restrepo, J. 2002. Biofertilizantes preparados y fermentados a base de mierda de vaca. Editorial Fundación Juquira Candirú. Cali, Colombia. 105 p.
- Röben, E. 2002. Manual de compostaje para municipios. Editorial Ilustre Municipio de Loja. Ecuador. Pp 68
- Robles, S. R. 1981. Produccion de granos y forrajes. Editorial Limusa. 2ª Edicion. México. Pp 591
- Rodríguez, A. R y Pineda, C.R. 1977. Producción y calidad de abobo producido por medio de Eisenia Foetida (lombriz Roja Californiana) su capacidad reproductiva en tres densidades y seis substratos, Memoria XVIII Simposio Latinoamericano de caficultura, IICA /Promecafe, San José, Costa Rica; pp. 109-113.
- Rodriguez, H. M. 1994. Sembradores de esperanza. Editorial Guaymuras y comunica. Pp 149-154.
- Rodriguez. M y G. Paniagua. 1994. Horticultura Orgánica. Fundacion Guilombe. No 1. Vol 2. Costa Rica. pp 76.
- Rodriguez. Y. 2006. Influencia del humus de lombriz foliar sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo del tomate (*Lycopersicum sculentum*). Revista grama ciencia, 10(2). Cuba. Pp 1-8
- Sáenz, P. G. 2003. Abonamiento Orgánico en el cultivo de la mora. Editorial CODICE LTDA. Colombia. Pp 45.
- SAGARPA. 2007. Lombricultura. México. Pp 8
- Salas, A.J. 2006. Produccion orgánica o ecológica de cultivos hortofrutícolas. Editorial PIGAE. Colombia. Pp 13
- Sanchez, V. J. 1995. ¡No más desiertos verdes! Una experiencia en agricultura orgánica. Editorial CODiCE. Costa Rica.
- Sepulveda, C., M. Castro. 2001. Abono orgánicos para una producción sana. Editorial del Norte. Costa Rica. pp 28
- Siqueira, J. 1988. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Min. da Educacao. Brasil. 36 pp.
- Serra, X. 1998. Parametres quimics que informen sobre la maduresa dels adobs organics. Proyecto fin de carrera. Esc. Sup. D´ agricultura de Barcelona. Cataluña España.



- Vazquez, C. and Oromí. 1989. Caracterización de la fracción mineral de fens i composts de diversos orígenes. Proyecto de fin de carrera Esc. Sup. D' agricultura de Barcelona.
- Tellez, V. 2001. Los abonos agroecológicos. Editorial DESMI A.C. México. <http://www.laneta.apc.org/biodiversidad/documentos/agroquim/abonorgadesmi.htm>
- Thompson L, F. Troeh. 2002. Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté S.A. Barcelona, Bogotá, Buenos aires, Caracas, México.
- Tineo, B. A. L. 1991. Estudio preliminar de algunos aspectos reproductivos de tres especies de lombrices de tierra. Ayacucho, Perú; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú, p. 1-20.
- Tisdale, S. L. and W. Nelson. 1996. Soil Fertility and Fertilizers. 2ª edición. Editorial Macmillan Company. USA. pp 694.
- Tun, D. J. 1990. Respuesta del tomate a la aplicación de gallinaza, nitrógeno y fósforo en suelos pedregosos de uso continuo. En "Memorias de la Segunda Reunión Científica forestal y agropecuaria". Centro de Investigaciones forestales y agropecuarias. 21,22 de junio de 1990. 80, Yucatán, México.
- UQROO (Universidad de Quintana Roo). 2001, Programa de manejo integrado de recursos costeros, "Qué es la composta y cuáles son sus beneficios". México. Http://www.crc.uri.edu/download/UQROO_compostPamphlet.pdf
- Urbano Terron P. 1988. Tratado de fitotecnia general,. Editorial Mundi-Prensa. pp. 345-388
- Valcap. 2008. Historia del compostaje. España. <http://valcap.es/html/consejos%20sobre%20jardineria/historia20%del%20compostaje.htm?ObjectID=1252>.
- Vento. P. M. 2000. Tesis. Estudio sobre la preparación del compost estático y su uso. Cuba. pp 55.
- Von, B. W. 2000. Comportamiento agronómico de 2 variedades de Acelga bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz en Walpini; Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición; Vol. 1, No. 5. P.6-13.
- Widman, F., F. Herrera, D. Cabañas. 2005. Uso de composta proveniente de residuos municipales como mejorador del suelo para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares. México. http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd48/el_uso.pdf
- Wild. A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. Pp 1045