

BOKASHI
(Abono Orgánico Fermentado)

**Tecnología Tradicional Adaptada para una Agricultura Sostenible y un Manejo de
Desechos Modernos**

GUÍA PARA USO PRÁCTICO

Masaki Shintani
Humberto Leblanc
Panfilo Tabora

EARTH
Guacimo, Limón, Costa Rica.

Primera Edición
2000

BOKASHI
(Abono Orgánico Fermentado)

**Tecnología Tradicional Adaptada para una Agricultura Sostenible y un Manejo de
Desechos Modernos**

GUÍA PARA USO PRÁCTICO

Primera Edición

Derechos Reservados 2000 – EARTH, Limón, Costa Rica

Este libro presenta una guía para la adaptación de la tecnología de Bokashi tradicional y moderno. Las instrucciones dadas en esta guía no necesariamente deben seguirse al pie de la letra. Deben modificarse y adaptarse con base en las diferencias de medio ambiente, condición económica, recursos disponibles y la proporción de la adaptación.

Para más información por favor contacte:

EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Humedad)
Apartado 4442-1000, San José, Costa Rica.
FAX:506-713-0001

BOKASHI

(Abono Orgánico Fermentado)

Tecnología Tradicional Adaptada para una Agricultura Sostenible y un Manejo de Desechos Modernos

GUÍA PARA USO PRÁCTICO

TABLA DE CONTENIDOS

- 1.0 Introducción**
- 2.0 Importancia de la Materia Orgánica en el Suelo**
- 3.0 Importancia de la Biodiversidad en el Suelo**
- 4.0 Bokashi**
 - 4.1 ¿Qué es Bokashi?
 - 4.2 Diferencia entre Bokashi y Compost
 - 4.3 El Bokashi Tradicional
 - 4.4 Baiyoudo
 - 4.5 Uso de Microorganismos Benéficos para Preparación de Bokashi
 - 4.6 Microorganismos Eficaces (EM)
 - 4.7 Bokashi EM
 - 4.8 Uso de Bokashi
- 5.0 Producción de Bokashi a Gran Escala (Casos)**
 - 5.1. Producción de Bokashi usando Desecho de Banano en EARTH
 - 5.2. Producción de Bokashi en la Lechería de EARTH
- 6.0 Experiencias en la Producción de Cultivos Tropicales con la Utilización de Bokashi en Centro America.**
- 7.0 Referencias Bibliográficas**
- 6. Anexos**

1.0 Introducción.

Una agricultura sostenible **require** un manejo adecuado del ecosistema y de los recursos que se encuentran disponibles en la finca, como agua, suelos y cultivos **y sus sub-productos valiosos que se han catalogados como desechos**

Estos remanentes o desechos, **si no** son tratados apropiadamente, contaminan el medio ambiente, en especial ríos, quebradas, y las comunidades aledañas **y pierden su valor como recurso valioso para la finca.**

La problemática anterior, todavía existe hoy debido a la falta de información que poseen muchos productores. Es necesario ser conscientes de que para alcanzar una agricultura sostenible se deben aprovechar todos los materiales producidos en la finca, evitando que se conviertan en fuentes de contaminación.

Al utilizar los desechos (residuos de cosecha, estiércoles etc.) el agricultor puede beneficiarse económicamente. La concepción del desecho como producto inútil hay que modificarla para hacer un verdadero uso racional de los recursos. En agricultura sostenible, el desecho se conoce como remanente, porque este es parte fundamental del sistema productivo. Su valor no solo es económico sino ecológico pues puede fácilmente ser aprovechado para la fabricación de abonos orgánicos.

El uso de los remanentes en la fabricación de abonos orgánicos en la finca, conducirá a una menor dependencia de los insumos externos a la finca, con un consiguiente ahorro de dinero, y colocará al agricultor en una posición más independiente **y su finca más rentable.** El medio ambiente y en definitiva la comunidad también ganarán con la adopción de esta práctica ya que tendrán **fuentes de agua más limpias**, se librarán muchas áreas de los malos olores y **mejorará las percepciones externas e internas de la comunidad y promoverá mejores relaciones sociales de la comunidad.**

La tecnología de “Bokashi” (abono orgánico fermentado) fue introducida a Costa Rica desde Japón hace unos 10 años como una tecnología alternativa para producir abono orgánico. **Hoy día muchos agricultores, especialmente los que practican agricultura orgánica, conocen la palabra Bokashi y están produciendo y utilizando su Bokashi en las fincas.** Sin embargo, muchos agricultores **todavía confunden entre Compost y Bokashi.** Además **hace falta más** información y datos científicos **sobre** cómo aplicar la tecnología de Bokashi en **zonas tropicales y a gran escala.**

En este libro, el estudiante universitario, el agrónomo, el productor, el empresario y el público en general, encontrará una explicación de Bokashi y **una guía para su**

preparación y uso. También encontrará como usar el preparado microbiano “Microorganismos Eficaces (EM)” para producir Bokashi de buena calidad y a gran escala.

2.0 Importancia de la Materia Orgánica en el Suelo.

La materia orgánica del suelo está compuesta por residuos de plantas, animales y microorganismos que han muerto en ese suelo. La descomposición de estos residuos, especialmente los que contienen lignina, dan origen al humus. El humus es de gran importancia en el suelo porque posee nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micronutrientes. Además, los ácidos poliurónicos, que son un producto intermedio en la formación del humus, son los responsables de mantener la estructura del suelo.

Dada la importancia del humus para la producción agrícola, es necesario destacar que éste no se acumula en proporciones altas en los suelos tropicales, como ocurre en los suelos de las regiones templadas. Según Primavesi (1982), en el suelo de una selva o de una pastura tropical, puede haber entre un 3 – 6% de humus. Cuando estos terrenos son puestos en producción de cultivos, el humus existente puede ser completamente gastado al cabo de uno a tres años debido a las condiciones que imperan en estos suelos.

Ante este panorama, ¿qué podemos hacer?. Lo lógico sería restituir material orgánico al suelo en forma de: Abonos verdes, abonos orgánicos (especialmente los que contengan materiales con alto contenido de lignina), además de mantener la cobertura del suelo tropical.

Las medidas anteriores, a pesar de ser necesarias para un manejo sostenible del suelo, sobre todo de los suelos tropicales, se han olvidado casi por completo en la agricultura moderna. Afortunadamente en la actualidad muchas instituciones y productores han comprendido su vital importancia.

La materia orgánica determina la productividad a largo plazo de un suelo. Según Ana Primavesi (1982), conocida edafóloga líder del movimiento de agricultura orgánica en Brasil, la materia orgánica le da al suelo:

- a. Sustancias agregantes, que le dan una bioestructura estable ante la acción de la lluvias.
- b. Ácidos orgánicos y alcoholes, que durante su descomposición sirven de fuente de carbono para los microorganismos no patogénicos y fijadores de nitrógeno.
- c. Alimento a los microorganismos activos en la descomposición, los cuales producen antibióticos que protegen a la planta de plagas.
- d. Sustancias intermedias producidas en la descomposición, que pueden ser absorbidas por las plantas.

Podríamos añadir a lo expuesto anteriormente, que cuando la materia orgánica es humificada, se logran los siguientes beneficios:

- a. Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- b. Aumenta el poder amortiguador del suelo; **que previene las** variaciones bruscas de pH.
- c. Aumenta el contenido de sustancias como los fenoles. **Un** heterocondensado de sustancias fenólicas contribuye a la respiración, a una mejor absorción del fósforo y a la sanidad vegetal.
- d. **Provee una gran biodiversidad microbiana y mesofaunica que da estabilidad al sistema de suelos.**

3.0 Importancia de Biodiversidad en el suelo

El suelo sano contiene diversos microorganismos, mesofaunas y raíces de plantas o hierbas asociadas con su sistema dinámica de intercambios nutricionales y flujos energéticos. Esta composición del suelo lo referimos como la biodiversidad, una gran diversidad de organismos que da vida al suelo.

En efecto, un suelo sano es la complejidad de los seres vivos pequeños junto con su alimentación, su hospedaje, sus comunidades, y su medio-ambiente especial, que trabaja armoniosamente en un sistema completo. Este pensamiento es lejos del pensamiento común moderno y industrial en donde el suelo esta puesto como un material simplemente físico-químico sin vida, con la casualidad de la presencia de algunos microorganismos y definitivamente sin biodiversidad.

Junto con la pérdida de la materia orgánica, se ha perdido de la biodiversidad. La materia orgánica es la alimentación que sostiene la biodiversidad y sin ella, la biodiversidad esta limitada. Esto promueve la especialización de los microorganismos agresivos causando los daños patogénicos como *Fusarium*. Esta pérdida de biodiversidad trae otras consecuencias al cultivo y se niega los beneficios al cultivo que son difíciles a reemplazar:

- a. **Control biológico a base de equilibrio en el suelo.** Se encuentra diversos microorganismos que son antagonistas a los microorganismos patogénicos. Esta condición se da en “*suelos supresivos de enfermedad*”. Con la presencia de microorganismos como *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Streptomyces* y otros, se puede bajar el patógeno *Fusarium* a menos de 5%, un porcentaje que no afecta el cultivo. También se puede observar la función de anti-oxidantes contra toxinas de algunos microorganismos patogénicos. Los suelos sin biodiversidad son los que más podría ser “*suelos inductores de enfermedad*”. En control biológico se considera las siguientes acciones: **competencia** (en espacio y alimento),

amensalismo (en el cual uno es suprimido e el otro no se afecta), y tambien **el parasitismo y predación** (que son ataques directos de un organismo hacia al otro).

- b. **Zimogénesis.** Es la acción de descomposición o simplificación de las moléculas orgánicas por la presencia de los microorganismos fermentativos. Este zimogénesis ocurre de forma natural con los diversos microorganismos de los remanentes. Con un poco de enmienda y la presencia de los microorganismos benéficos, se activan todo los microorganismos para que produzcan un suelo de buen olor de fermentación y con los efectos al suelo en la permeabilidad, agregación, aereación y suavidad, ademas de la nutritividad.
- c. **Síntesis.** Es la acción de los microorganismos que fijan nitrógeno de la atmósfera y dióxido de carbono para producir amino-acidos, carbohidratos y proteínas que los cultivos reciben en **simbiosis** (la interacción de dos entidades con un resultado en **donde el producto es mayor de la suma** de los dos entidades individualmente actuando) al ser liberado cuando se mueren los microorganismos, u al intercambio continuo durante la vida de las colonias de microorganismos.
- d. **Intercambios y Comunicaciones.** Los microorganismos como las micorizas hacen puentes y caminos para trasladar fósforo de varios metros, incluso hasta 30 metros. Muchos hongos son puentes que penetran algunas raíces y descargan sustancias a los cultivos. Este fenómeno podría ser cualquiera de los siguientes acciones: **mutualismo** (una convivencia sin efectos negativos), **commensalismo** (en donde uno se beneficia, pero no afecta el otro), **proto-cooperación** (donde hay beneficio mutuo sin que la asociación sea obligatoria para que funcione cada uno).
- e. **Bancos de Nutrientes y Reciclaje.** La presencia de la biodiversidad asegura muy poca fuga de los elementos como Nitrógeno y Potasio porque los microorganismos lo utilizan y intercambian continuamente como un banco, un depósito de los elementos esenciales. Estos microorganismos reciclan los elementos a otros seres vivos como parte de la cadena alimenticia y de equilibrio.
- f. **Remoción-y-recomposición de los ingredientes nocivos en el suelo.** La presencia de algunas bacterias con capacidad para utilizar Hidrógeno libre y el azufre en el suelo ayuda a cambiar el pH al utilizar el H para convertirlo en azúcares y también disminuye la formación de metano, hidrosulfito y amoníaco que son dañinos a las plantas y producen malos olores. Estas bacterias son las bacterias fotosintéticas que captan el exceso de iones de Hidrógeno, azufre y amoníaco y producen los compuestos nutritivos a los cultivos. A la vez, producen Oxígeno para las raíces de las plantas. Este efecto ayuda minimizar un grán contaminante a la atmósfera, el metano que vuelve ser útil en el suelo, especialmente en los arrozales anegados.

- g. **Flujo energético en la dinámica del medio suelo.** Todo los procesos fisiológicos y bioquímicos de los microorganismos liberan electrones en el medio del suelo que dinamiza las varias sustancias en la rizósfera para mover y acercarse a las raíces de las plantas y luego entrar a los poros de las raíces. Este dinamismo es clave para que los micronutrientes con poca movilidad podrian ser disponible a las raíces. La liberación de los electrones significa un suelo vivo con posibilidades de circular en su sistema los diferentes compuestos y iones para agilizar los procesos varios dentro del suelo y los otros seres vivos.
- h. **Construcción y mejoramiento del suelo.** Muchos microorganismos producen ácidos sulfhídricos y ácidos orgánicos que disuelven los elementos como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, calcio, etc. atrapado en las partículas finas proveniente de las rocas basales. El carbonato de calcio podría ser convertido a sulfato de calcio que es más soluble que la forma carbonato de calcio.
- i. **Reconstrucción y Reparación Continua del Suelo.** La presencia de diversos microorganismos permite una cadena de vida que incluye las mesofaunas que ayuda a perforar los suelos y producir un sistema de drenaje, almacenamiento de agua y aireación. Esto además de la reparación de la estructura física del suelo con la fermentación de las ligninas que trae las cadenas carbónicas largas de los ácidos húmicos clave en la agregación de los suelos.

Esta biodiversidad es lo que llamamos **la biodiversidad activa**, utilizando los procesos de los diferentes seres vivos además de utilizar sus subproductos. La biodiversidad activa es clave para la salud de suelo con todo sus procesos dentro de un sistema completo. En fin, **la biodiversidad es la vida del suelo sano**, pero se ha eliminado con los impactos desequilibrantes por un sistema dominado por los agrotóxicos (herbicidas, nematicidas, fungicidas, y otros biocidas), todos insumos sintéticos con un efecto de especialización y proliferación de algunos organismos más agresivos que vuelven ser patogénicos.

Los efectos de la eliminación de la biodiversidad y la eliminación de materia orgánica se han visto en las siguientes observaciones en el cultivo del banano:

- a) formación de una capa dura impermeable de los suelos descubiertos de unos 20 años, promoviendo la migración y concentración de las partículas finas arcillosas en esta capa dura.
- b) Especialización de los organismos patogénicos más agresivos y virulentos como en las varias razas de mal de Panamá en el suelo.
- c) Mayor ataque de nemátodos en las raíces de banano, que (sin la biodiversidad) es ahora la única materia orgánica para hospedarse y alimentarse.

- d) Erosión o lavado continuo de las capas superficiales que son los más fértiles del suelo con un efecto de siltación en otras partes.
- e) Concentración de los insectos en los tallos y cormos por no tener otras vegetaciones disponibles, como en el caso del picudo negro.

No hay duda que la biodiversidad del suelo es más necesario ahora despues de ver todas las consecuencias graves que se han presentado al eliminar esta biodiversidad! Esta biodiversidad podemos restituir al incrementar la materia orgánica, especialmente la aplicación de Bokashi.

4.0 Bokashi

4.1 ¿Qué es Bokashi?

“Bokashi” es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada¹”; una traducción de esta palabra al Español (refiriéndonos al abono) es abono orgánico fermentado.

Tradicionalmente, para la preparación del Bokashi, los agricultores japoneses usan materia orgánica como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelo de los bosques como inoculante de microorganismos. Estos suelos contienen varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación del abono. El Bokashi ha sido utilizado por los agricultores japoneses como un mejorador del suelo que aumenta la diversidad microbiana, mejora las condiciones físicas y químicas, previene enfermedades del suelo y lo suple de nutrientes para el desarrollo de los cultivos.

4.2 Diferencia entre Bokashi y Compost.

El objetivo principal del uso del Compost es suministrar los minerales como en la nutrición inorgánica a los cultivos. En la preparación del Compost, los minerales que atrapados en la materia orgánica fresca se vuelven de fácil absorción para las plantas y se eliminan los patógenos que podrían estar en la materia orgánica fresca y causar daño al cultivo. Se recomiendan temperaturas relativamente altas, (50°C - 70°C) para asegurar que mueran los microorganismos patogénicos.

El objetivo principal del Bokashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo. El suministro deliberado de

¹ Definiciones de “fermentación” y “putrefacción” en ciencias alimentos

Fermentación: El fenómeno de generar sustancias útiles (como alcohol, aminoácido, ácidos orgánicos, sustancia antioxidantes) para humanos y ganados por el metabolismo de microorganismos.

Putrefacción: El fenómeno de generar sustancias nocivos para humanos y ganados (como ácido sulfhídrico, mercaptane, amoniaco, sustancias oxidantes.)

microorganismos benéficos asegura la fermentación rápida y una mayor actividad de estos microorganismos benéficos **elimina** los organismos patogénicos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica **con** una temperatura **entre** 40-55°C.

a. Ventajas del Compost.

Es seguro para aplicarlo al cultivo porque es relativamente libre de patógenos y no causa la inanición de nitrógeno. En el Compost la mineralización total asegura un suministro de minerales en estado iónizado y la temperatura alta en el proceso asegura la eliminación de microorganismos que podrían competir por los nutrientes.

b. Ventajas del Bokashi.

Se mantiene un mayor contenido energético de la masa orgánica **pues al no alcanzar temperaturas tan elevadas hay menos pérdidas por volatilización**. Además suministra organocompuestos (vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico, enzimas y sustancias antioxidantes) directamente a las plantas y al mismo tiempo activa los micro y macroorganismos benéficos durante el proceso de fermentación. También ayuda **en la formación de** la estructura de los agregados del suelo.

El Bokashi se puede preparar **en** corto tiempo y no produce malos olores ni moscas.

c. Desventajas del Compost.

Se necesita gran cantidad de materia orgánica para producir un volumen suficiente para la finca; además **se** necesita mucho tiempo para su producción y en el proceso de descomposición se pierde **gran parte del** contenido nutricional y energético.

d. Desventajas del Bokashi.

Si no se maneja bien el proceso de producción se puede tener las mismas desventajas que el “Pre-compost”. Algunos microorganismos patogénicos y malos y insectos no deseables podrían **desarrollarse**. Se generan malos olores y la inanición del nitrógeno. Los materiales inmaduros producen gases y ácidos nocivos **que** queman **las** raíces de **los** cultivos.

4.3 El Bokashi Tradicional.

4.3.1. Bokashi tradicional

Como se mencionó anteriormente, el Bokashi es una técnica usada por agricultores japoneses hace muchos años. Por esta razón este Bokashi se conoce como Bokashi Tradicional en comparación con otras técnicas más modernas para preparar este abono.

El Bokashi Tradicional posee algunas características que permiten diferenciarlo fácilmente:

- a. El uso de altos volúmenes de suelo de bosque o montaña (suelo que contiene microorganismos benéficos, y a la vez no contiene patógenos).
- b. El uso de materia orgánica de alta calidad de como semolina de arroz, gallinaza y torta de soya.
- c. El proceso se realiza solo bajo condiciones **principalmente** aeróbicas.
- d. Hay una diversidad de recetas de Bokashi Tradicional, porque cada agricultor lo prepara a su manera.

Los siguientes son ejemplos de materiales a usar en la preparación de Bokashi Tradicional. Más adelante se presentan algunos ejemplos de materiales usados actualmente en la zona tropical húmeda para la elaboración de Bokashi.

Ejemplo nº 1:

| | |
|---------------------------|--------|
| Suelo del bosque | 300 kg |
| Gallinaza | 60 kg |
| Torta de soya | 20 kg |
| Semolina de arroz | 20 kg |
| Roca fosfórica | 15 kg |
| Carbón de granza de arroz | 40 kg |

Ejemplo nº 2:

| | |
|-------------------|---------|
| Suelo del bosque | 2 sacos |
| Semolina de arroz | 1 saco |
| Carbón molido | 1 saco |
| Granza de arroz | 1 saco |
| Gallinaza | 1 saco |

(Algunos productores agregan **levaduras** comerciales que se encuentran en el supermercado. Otros agregan diferentes materiales **como leche pasado, yoghurt** y otros fermentadores como los **sedimentos de fermentación** alcohólica.)

En los años recientes se han adaptada prácticas antes de cosechar el bokashi. Se incorporan cultivos de *Trichoderma*, *Bauveria*, *Paecilomyces*, etc. para asegurar la presencia de algunos microorganismos antagonísticos a enfermedades comunes.

4.3.2. Preparación del Bokashi Tradicional.

El proceso de preparación del Bokashi Tradicional es bastante sencillo, pero se debe tener cuidado de seguir las indicaciones para evitar que el proceso fracase. A continuación se presenta una secuencia a seguir para la preparación de Bokashi Tradicional.

1. En un lugar bajo techo, coloque los materiales en capas uno sobre el otro, hasta formar un montículo.
2. Agregue agua para humedecer hasta alcanzar entre 30 - 40% de humedad y mezcle los materiales. Revise el contenido de agua; no debe haber exceso de humedad. Para verificar, comprima un puñado de la mezcla en la mano; esta debe quedar como una unidad sin desmoronarse y sin que gotee líquido. Sin embargo, al tocar el puñado con el dedo, debe desmoronarse fácilmente.
3. Cubra la mezcla con bolsas, sacos, paja, etc. Esto tiene la finalidad de mantener la temperatura.

Una vez preparado el Bokashi, es necesario seguir controlando el proceso. Lo primero a tener en cuenta, si no hay exceso de humedad, es que en condiciones aeróbicas la mezcla se fermenta muy rápido y la temperatura aumenta en cuestión de horas, por lo cual podría sobre calentarse. La temperatura se debe mantener entre 35°C - 50°C. Para medir esto, se puede usar un termómetro normal o introducir un machete a la pila; si es posible mantener la hoja de metal entre las manos, la temperatura es adecuada. Si la temperatura sobrepasa los 50°C, se debe mezclar bien la pila para reducir la temperatura y oxigenar la mezcla. Si la temperatura todavía se mantiene alta, trate de extender la pila para reducir la altura y conseguir con esto la reducción de la temperatura.

El proceso de fermentación dura entre 7 – 30 días, dependiendo de los materiales que se utilicen y de la temperatura ambiente. El Bokashi está listo para ser utilizado cuando libera un olor dulce fermentado y aparecen hongos blancos en su superficie. Si la pila libera un olor a podrido, el proceso ha fracasado.

El “bokashi” se debe utilizar lo antes posible luego de su elaboración. Si es necesario almacenarlo, dispérselo sobre un piso de cemento, séquelo bien bajo la sombra y luego colóquelo en una bolsa plástica.

4.4 Baiyoudo

En la finca Ohito del Centro Internacional de Investigación y Desarrollo de Agricultura Natural en Ohito, Japón, el Bokashi se llaman “Baiyoudo”. Este Bokashi se deja fermentar más tiempo que el bokashi tradicional. Las características del Baiyoudo son las siguientes: 1) Uso de altos volúmenes de suelo de montaña, 2) Uso de materia orgánica de alta calidad de como semolina de arroz, gallinaza, torta de colza y harina de

hueso. (Sobre todo, se debe usar semolina de arroz para acelerar la propagación de los microorganismos). 3) El Baiyoudo se fermenta y descompone en 6 semanas (12 semanas en invierno) hasta que madura bien.

A continuación, algunos ejemplos de materiales usados para la elaboración del Baiyoudo:

Ejemplo nº1:

| | |
|-------------------|-------------------|
| Suelo de montaña | 60 % (en volumen) |
| Semolina de arroz | 30 % |
| Granza de arroz | 10 % |

Ejemplo nº2:

| | |
|-------------------|-------------------|
| Suelo de montaña | 50 % (en volumen) |
| Semolina de arroz | 20 % |
| Granza de arroz | 20 % |
| Torta de colza | 8% |
| Harina de hueso | 1% |
| Zeolite | 1% |

El Baiyodo es como un Compost que contiene un alto volumen de suelo y microorganismos benéficos. La función del Baiyoudo es similar a la del “Bokashi de suelo” o “Tsuchi Kouji” que se menciona en Anexo1. El Baiyoudo es como un suelo rico en nutrientes y microorganismos, por lo que se puede usar no solo abono, sino como sustituto del suelo para almácigo.

4.5. Uso de Microorganismos Benéficos para la Preparación de Bokashi

El Bokashi Tradicional es una tecnología adecuada para agricultores pequeños. Sin embargo, cuando se quiere producir gran cantidad de bokashi, es poco práctica porque el costo de sacar y transportar el suelo es generalmente muy alto. Por esa razón en Japón, el bokashi comercial utiliza preparados microbianos como inóculo en lugar del suelo. En la actualidad en Japón se pueden conseguir varios libros que informan cómo coleccionar y cultivar los microorganismos benéficos en la finca. Además, es posible comprar muchos preparados microbianos como inóculo para producir bokashi, por ejemplo, Coran, Bimfood, VS-kin, Cofuna, EM, Nu-Soil, etc.

En la EARTH se ha probado y aplicado el preparado microbiano EM (Microorganismos Eficaces) para manejar los desechos orgánicos. EM es un producto certificado para agricultura orgánica (California Certified Organic Farmers (CCOF), 1997), y es seguro para seres humanos y animales (Kitazato Environmental Scientific Center, 1994). La aplicación de EM ha sido estudiada y comprobada en el campo de la agricultura, ganadería y conservación del medio ambiente desde la década los 80 en

países asiáticos como Japón, Tailandia, Corea e Indonesia y países americanos como Brasil, Estados Unidos de América y Costa Rica.

4.6. Microorganismos Eficaces (EM).

EM fue desarrollado por el Dr. Teruo Higa, profesor de agricultura de la Universidad de Ryukyus en Japón. Inicialmente EM fue desarrollado como un inoculante microbiano para aumentar los microorganismos benéficos y la diversidad microbiana del suelo. Con esto se pretendía mejorar la calidad y salud del suelo, para aumentar el crecimiento, producción y la calidad de los cultivos. Después de muchos estudios y prácticas, los efectos de EM fueron comprobados en gran cantidad de fincas. Hoy en día la tecnología EM es bastante popular en la agricultura natural (orgánica) (Kyan et al, 1999).

EM es una solución que contiene varios microorganismos benéficos tanto aeróbicos como anaeróbicos, los cuales tienen diferentes funciones. Entre estos se encuentran bacterias ácido lácticas y fotosintéticas, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores. Estos microorganismos existen en todos los ecosistemas naturales y son usados para el procesamiento de alimentos y de comida animal fermentada. Son totalmente seguros para los seres humanos y animales (Higa, 1995. 1996).

Como EM está compuesto por microorganismos, es una entidad viviente. Esto hace del EM una tecnología diferente de los fertilizantes químicos y otros agroquímicos. Por esta razón, al ser aplicado, EM no trabaja de la misma forma como un fertilizante químico inerte. Es importante mencionar que EM aumenta la población de microorganismos benéficos en el suelo y todos estos microorganismos necesitan tener alimento, agua y un medio para vivir y prosperar (Kyan et al, 1999).

En EARTH se están llevando a cabo estudios, prácticas y demostraciones sobre las aplicaciones de la tecnología EM bajo condiciones de trópico húmedo.

4.7. Bokashi EM.

4.7.1. El Bokashi preparado con EM

El Bokashi EM es un abono orgánico tipo Bokashi, donde se usan EM como inoculante microbiano en lugar de suelo del bosque. EM mejora la calidad del Bokashi y facilita la preparación de éste usando toda clases de desechos orgánicos. El Bokashi EM se puede preparar aeróbico o anaeróbico, dependiendo de los materiales y de las necesidades de cada situación en particular.

El Bokashi EM puede ser utilizado entre 5 a 21 días después de preparado. Este abono puede ser utilizado en la producción de cultivos, aún cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo. Cuando el Bokashi EM es aplicado al suelo, además de proveer nutrientes y sustancias bioactivas a las plantas, la materia orgánica en el Bokashi es utilizada como alimento por los microorganismos benéficos, los que

continuarán descomponiéndola, mejorando la vida del suelo, **y compitiendo contra los microorganismos que causan enfermedades a los cultivos.** (Kyan et al, 1999)

4.7.2. Materiales Utilizados en la Preparación de Bokashi EM.

En la preparación del EM “Bokashi” se puede utilizar cualquier tipo de material orgánico, si se maneja adecuadamente el proceso de producción de este abono. Se podrían utilizar materiales como:

Si se maneja adecuadamente el proceso de producción, cualquier tipo de material orgánico puede ser utilizado para la producción de Bokashi EM. Algunos de los materiales que se han usado con éxito son:

Materiales de origen vegetal:

Semolina de arroz (maíz, trigo), harina de maíz, granzas de arroz, desecho de frijol, paja de arroz, torta de soya, torta de semilla de algodón, bagazo de caña de azúcar, malezas picadas, fibra de coco, aserrín, residuos vegetales y desechos del procesamiento de alimentos, desechos de banano, naranja, ñame y yuca.

Materiales de origen animal:

Harina de pescado, harina de huesos, estiércol de cualquier animal, desechos de la cocina, caparazón de cangrejo u otro material similar.

Se **recomienda** adicionar carbón o **granza** de arroz carbonizada, ya que estos materiales porosos mejoran las condiciones físicas del suelo, aumentan la capacidad de retener nutrientes y sirven como “hogar” para los microorganismos eficaces.(Kyan et al, 1999)

4.7.3. Algunos Ejemplos en la Preparación de Bokashi EM.

El productor podrá elegir la **forma (aeróbico o anaeróbico)** de preparación del Bokashi que más convenga a sus intereses. **La decisión también** se debe basar en los materiales que se encuentren a su alcance.

A continuación algunos ejemplos de la variación en materiales usados en la preparación de Bokashi en Japón, Tailandia y la zona atlántica de Costa Rica. (Estos son solo algunos ejemplos pero se debe tener en cuenta que las posibles combinaciones de materiales son infinitas).

Ejemplo de Japón: (tipos aeróbico y aneróbico)

| | |
|-------------------|----------------|
| Semolina de arroz | 2 sacos |
| Torta de Soya | 1 saco |
| Harina de pescado | 1 saco |
| EM, melaza y agua | * ¹ |

Ejemplo de Tailandia: (solo tipo aeróbico)

| | |
|---------------------------|---------|
| Semolina de arroz | 2 sacos |
| Granza de arroz | 1 saco |
| Gallinaza | 1 saco |
| Carbón de granza de arroz | 1 saco |
| EM, melaza y agua | |

Ejemplo de la zona bananera, Costa Rica: (solo tipo aeróbico)

| | |
|-----------------------------|---------|
| Banano de desecho y pinzote | 8 sacos |
| Aserrín | 2 sacos |
| EM, melaza y agua. | |

*¹ **Nota:** Si no se tiene melaza, cualquier tipo de azúcar puede ser utilizado. Algunos de los materiales que pueden utilizarse como sustitutos **de la melaza** son: caña de azúcar madura, jugo de cualquier fruta, agua de coco y agua de desperdicio de la industria licorera (vinaza).

La cantidad de agua añadida dependerá del contenido de humedad de los materiales utilizados. La cantidad ideal de agua es aquella que humedezca los materiales, sin que escurra el agua (**igual que para el Bokashi Tradicional**) Si se hace necesario aumentar o disminuir la cantidad de agua proporcionada, se debe ajustar la cantidad de EM y de melaza, para mantener una relación de 1: 1: 100 de EM, melaza y agua respectivamente.

4.7.4.. Bokashi EM Aeróbico y Anaeróbico.

El EM Bokashi puede ser clasificado como EM bokashi aeróbico y EM Bokashi anaeróbico. Esta clasificación se basa en el **método de elaboración**. Las ventajas y desventajas de estos dos tipos de “Bokashi” son las siguientes:

a. Tipo aeróbico.

- **Ventajas:** se puede producir a gran escala. El período de fermentación ocurre en un lapso más corto al compararlo con el tipo anaeróbico.
- **Desventajas:** la energía de la materia orgánica se puede perder por las altas temperatura durante el proceso de fermentación y el material puede pudrirse, **si el proceso** no es manejado adecuadamente. Hay que revolver **la masa** de materiales regularmente para su aireación. Este trabajo requiere **de** mano de obra.

b. Tipo anaeróbico.

- **Ventajas:** Mantiene la energía (**valor nutricional**) de la materia orgánica. No se necesita revolver para su aireación. Poco riesgo de contaminación. El

producto final puede usarse también como alimento fermentado para el ganado.

- **Desventajas:** Se tiene que utilizar solo materia orgánica de buena calidad y pulverizada como la semolina de arroz, harina de pescado o de hueso y torta de soya. El proceso de fermentación es más lento que el aeróbico.

4.7.5. Preparación del Bokashi EM aeróbico.

Para la preparación del EM bokashi aeróbico, se pueden seguir los siguientes pasos:

- Pique y mezcle los materiales.
- Disuelva la melaza en agua (melaza:agua = 1:100), la mezcla se facilita si se hace con agua caliente (40 °C).
- Agregue EM (EM:solución de melaza = 1:100) a la solución de melaza con agua, cuando baje la temperatura si calentó el agua.
- Vierta la mezcla de EM y melaza sobre la materia orgánica y mezcle bien. Vierta la solución de EM y melaza en una forma gradual y mezcle bien mientras monitorea el contenido de humedad. No debe escurrir agua; el contenido de humedad debe estar entre 30 y 40%. Para verificar, comprima un puñado de la mezcla en la mano; esta debe quedar como una unidad sin desmoronarse y sin que gotee líquido. Sin embargo, al tocar el puñado con el dedo, debe desmoronarse fácilmente. (Kyan et al. 1999)
- Coloque la mezcla sobre un piso de cemento o suelo, bajo un área techada. Luego cúbrala con sacos, bolsas, paja o algún material similar. (Se recomienda preparar la mezcla sobre un piso de cemento para facilitar el volteo).
- Bajo condiciones aeróbicas, la mezcla se fermenta muy rápido. La temperatura aumenta en cuestión de horas y el Bokashi puede necesitar una revisión constante. Idealmente la temperatura se debe mantener alrededor de 35°C a 45°C; por lo tanto se hace necesario revisarla regularmente, para lo cual se puede usar un termómetro normal. Si la temperatura sobrepasa los 60 °C, se debe revolver bien la pila de Bokashi. Si la temperatura permanece alta, extienda la pila para reducir la altura y permitir la entrada de aire fresco.
- El período de fermentación es 3 - 21 días y su duración depende de los materiales que usan. El Bokashi está listo para ser utilizado cuando este libera un olor dulce producto de la fermentación y cuando se pueden apreciar mohos blancos en su superficie. Si la pila emite olor a putrefacción, el proceso ha fracasado.

- h. El **Bokashi** se debe utilizar lo antes posible luego de su elaboración. Si es necesario almacenarlo, dispérselo sobre un piso de cemento, séquelo muy bien bajo la sombra y luego colóquelo en bolsas plásticas.

4.7.6. Preparación de **Bokashi EM anaeróbico**.

La preparación del bokashi anaeróbico es poco conocida en Latinoamérica, aunque es muy popular en Japón. Como mencionamos anteriormente tiene sus ventajas y desventajas. A continuación los pasos a seguir para la elaboración de este tipo de Bokashi:

- a. Suministre y mezcle el afrecho de arroz, la torta de soya y la harina de pescado.
- b. Disuelva la melaza en agua (melaza:agua = 1:100), esta dilución se facilita calentando el agua.
- c. Agregue el EM (EM:solución de melaza = 1:100) a la solución de melaza con agua.
- i. Vierta la mezcla de EM y melaza sobre la materia orgánica y mezcle bien. Vierta la solución de EM y melaza en una forma gradual y mezcle bien mientras monitorea el contenido de humedad. **No debe escurrir agua**; el contenido de humedad debe estar entre 30 y 40%. **Para verificar, comprima un puñado** de la mezcla en la mano; esta debe quedar como una unidad sin desmoronarse **y sin que gotee líquido**. Sin embargo, al tocar **el puñado** con el dedo, debe desmoronarse fácilmente.(Kyan et al. 1999)
- d. Coloque la mezcla en una bolsa que no permita el movimiento del aire (por ejemplo bolsas de papel o polietileno). Coloque la primera bolsa dentro de otra bolsa de plástico (prefiere el color negro); la bolsa doble sirve para prevenir la circulación de aire. **Cierre** la bolsa ajustadamente para mantener una condición anaeróbica; esta se coloca en un lugar **donde** no le pegue la luz directamente.
- e. El período de fermentación en las zonas tropicales es de 7 – 21 días. El EM bokashi anaeróbico está listo para ser utilizado cuando **libere** un olor dulce producto de la fermentación. El **Bokashi EM anaeróbico** está listo para ser utilizado cuando libera un olor dulce producto de la fermentación. Si se produce un olor a putrefacción, el proceso ha **fracasado**.

Preparar buen Bokashi no es fácil, y debe practicarse varias veces. La clave para producir buen Bokashi es mantener niveles adecuados de humedad y temperatura.

5.0 Uso de Bokashi

La cantidad de bokashi a utilizarse en una hectárea depende **de los siguientes factores**:

- Disponibilidad de materia orgánica en la finca (abono verde o desechos en la finca)
- Calidad y [valor nutricional](#) del bokashi
- Clima
- Tipo de cultivos
- Espacio físico para producción
- Cultivo anterior
- Manejo de producción (usando agroquímicos o no)

En general, se puede aplicar [Bokashi EM](#) en una [proporción](#) de 200 gramos por metro cuadrado (2 toneladas por hectárea), en la superficie de [suelos](#) en los cuales exista una gran cantidad de materia orgánica o en los cuales se haya aplicado compost o vermicompost. Se puede aplicar más, hasta un máximo de 2 kilogramos por metro cuadrado (20 toneladas por hectárea por año), cuando la fertilidad del suelo es baja o el suelo tiene poca materia orgánica. [Después de incorporar el Bokashi, es necesario esperar alrededor de 10 días en zonas tropicales, \(hasta 20 en zonas templadas\) antes de plantar, período en que la fermentación continúa en el suelo y se evita afectar a las plantas. En plantaciones de cultivos perennes se pueden agregar el Bokashi al suelo en cualquier momento, evitando que haga contacto directo con el tallo.](#)

6.0 Casos de Producción de Bokashi a [Gran Escala](#)

6.1. Producción de Bokashi a partir de Desechos de Banano.

La finca comercial de EARTH, tiene una bananera de 280 ha. En el proceso de empaque se producen aproximadamente sesenta (60) toneladas de remanentes (desechos) de banano a la semana. Los remanentes son pinzote ([ráquiz](#)) y el banano que no [clasifica](#) para la exportación. Se utilizan [unas 10 toneladas de remanentes para la alimentación de ganado, lo que resulta en 50 toneladas semanales de remanentes que de no ser usados generan contaminación ambiental.](#)

Después de muchas pruebas y demostraciones exitosas a menor escala, la finca comercial de EARTH introdujo [la tecnología del Bokashi EM](#), logrando buenos resultados. Actualmente la finca comercial está produciendo unas 20-25 toneladas de Bokashi a la semana sin tener problema de mal olor ni moscas. El proceso para convertir al desecho de banano en Bokashi tarda 14 días. Los pasos a seguir para lograr el [manejo de estos remanentes y convertirlos en abono orgánico se detallan a continuación:](#)

Lugar de Preparación:

[Galpón](#) de (15m x 35m) con techo y con piso de cemento.

Materiales y Proporción de [la Mezcla](#) (en volumen):

Banano y pinzote picados (65%)
Aserrín seco (20%)

Bokashi maduro (10%)

Gallinaza (5%)

Forma de Preparación:

1. El banano de rechazo y pinzote se pasan por una picadora eléctrica en la propia salida de la planta empacadora y luego se transportan al lugar donde se fabrica el Bokashi.
2. Colocar una capa de aserrín y encima colocar los remanentes picados.
3. Se aplica el EM (EM activado) diluido (1 parte de EM activado en 10 partes de agua) a la mezcla. El EM activado es una forma de hacer rendir más la solución primaria EM. EM activado se prepara mezclando 1 parte de EM con una 1 de melaza con 100 partes de agua y se mantiene en un contenedor plástico con tapa bien cerrada durante 7 días. Esta solución debe usarse en un lapso de una semana.
4. Mezclar todos los días el producto en proceso con la máquina rotadora. La fermentación empieza dos a tres días después de la preparación y se va a notar una elevación de temperatura en la pila de 50–55°C. Durante la fermentación no hay mal olor (hay olor de alcohol fermentado) y casi no hay moscas.
5. Después de que han transcurrido 10 días se adiciona la gallinaza para los cuatro últimos días de fermentación.
6. El día 14 se cosecha el bokashi. El 10% del bokashi maduro se mezcla con material fresco como inóculo para acelerar el proceso de fermentación.

Los resultados de la aplicación de la tecnología se mencionan a continuación:

- Ahora existe un manejo adecuado de los remanentes de la finca bananera, sin causar contaminación. Absolutamente todo el remanente orgánico del banano se recicla.
- Se producen de unas 20-25 toneladas de Bokashi a la semana.
- El Bokashi producido se usa para cultivar banano orgánico y también para mejorar el suelo de la finca de banano convencional.
- Los resultados de los experimentos en banano orgánico en la EARTH indican que el Bokashi es un controlador de poblaciones del nemátodo *Radophulos similis* y mantiene las raíces de banano sanas.

6.2 Producción de Bokashi en el Establo para el Engorde de Ganado (Semiconfinado) en la EARTH.

La finca comercial de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), tiene un proyecto de cría de ganado vacuno en semi-confinamiento. El

proyecto consta de 155 cabezas de ganado que pastorean la mayor parte del día, pero permanecen tres horas diarias en el establo para recibir una ración suplementaria de alimento.

La estadía de estos animales en el establo, generaba un gran cantidad de excretas que tenían que ser lavadas diariamente o de lo contrario se tenían grandes problemas de malos olores y moscas. Por esta misma razón, un trabajador lavaba el área todos los días gastando unas 25 toneladas de agua potable al mes y unas 26 horas de mano de obra mensuales. Esta agua con excretas (boñiga) y orina se botaba al campo **sin ser tratada, convirtiéndose en una fuente de** contaminación ambiental.

Para lograr controlar la contaminación, reciclar las excretas y reducir costos; en el establo de semi-confinamiento se implementó la producción de **Bokashi**, pero de una forma muy particular, **la cual está descrita** a continuación:

- a. En lugar de coleccionar las excretas diariamente y amontonarlas o lavarlas. Se **pone** aserrín, por su gran capacidad de absorber líquidos, **sobre** el piso del establo (30 sacos de aserrín por cada 100 m²). A diario se aplica EM diluido (1 parte de EM en 50 partes de agua) durante 15 días.
- b. A los 15 – 20 días se recolecta con pala el **Bokashi** compuesto de aserrín, orina y boñiga. Esta es la única ocasión en que se mueve el **Bokashi** ya que durante los 15 días las vacas se encargan de moverlo con sus patas.
- c. **Una vez recolectado, el Bokashi** se deja secar por dos o tres días. Una vez pasado este período, este abono se puede usar directamente, o mezclarlo con otro **Bokashi** que **contenga** mayor **cantidad** de material vegetal rico en ligninas y sin estiércol.

Los resultados de la introducción de esta tecnología han sido fabulosos, debido a que ahora:

- a. No se necesita lavar el establo, es decir se ahorran agua 26 toneladas de agua potable y 26 horas de mano de obra al mes.
- b. No hay malos olores ni moscas.
- c. Se producen dos toneladas de **Bokashi** al mes por cada 50 vacas (150 vacas producen seis toneladas de **Bokashi** por mes, con un valor de \$ 458).
- d. No se necesita mano de obra para lavar el establo, y no se necesita mano de obra para revolver la boñiga y el aserrín, porque el ganado los revuelve con las patas.
- e. Se ha evitado la contaminación de los ríos y del ambiente en general.

Experiencias en la producción de cultivos tropicales con la utilización de bokashi en Costa Rica.

1. En la producción de maíz en Guacimo, Costa Rica en 1998 se compararon en la masa verde y las mazorcas entre el compost, bokashi, fertilizante químico y un testigo sin aplicación. Se pudo ver que el bokashi produjo 10% más masa que el compost y 20% más masa que el fertilizante químico y 25% más que el testigo. Todo esto con iguales cantidades de los elementos de N-P-K a la hora de aplicar. En las mazorcas fueron igual el tratamiento de bokashi y el fertilizante químico con los mejores diámetros y longitud comparado con el compost y el testigo.

2. En frijol, se compararon la calidad de granos, la masa verde y el crecimiento con los siguientes resultados: (a) el tratamiento de bokashi produjo los mejores granos seguido por el compost, seguido por el abono químico u por último el testigo; (b) en masa verde el compost produjo un poco más que el bokashi, y estos dos seguidos por el abono químico y por último el testigo; (c) en crecimiento el bokashi y compost tuvieron el mismo comportamiento con mayor crecimiento y el abono químico seguido por el abono químico y por último el testigo.

Estos resultados demuestran los diferentes efectos de las diferentes abonos y clarifica las acciones de cada uno en el suelo. El bokashi tiene un suministro continuo pero de forma regulada, entonces sus efectos no esta en la masa vegetal, pero esta en los productos finales, especialmente en frijol, que es de corto ciclo. En cambio, el compost y el abono sintético tiene un efecto más rápido pero es un efecto a la masa vegetal y no en los granos. Sin embargo, en maiz, con un crecimiento más largo, se puede ver un efecto mayor del bokashi en la masa vegetal.

En tomate se han visto los acciones diferentes tipos de abonos con sus efectos. Se puede ver que al abono sintético es el material que tiene la respuesta más rápida, pero tambien no tiene un efecto sostenido. Con el tiempo se va lixiviando y se pierde de 50% hasta 75% del abono en base a la lixiviación y la evaporación. El compost tambien tiene un efecto muy rápido al igual del abono sintético, y tambien se pierde su efecto rápidamente. Esto lo podemos contrastar con el efecto reverso del Bokashi, que es un suministro lento pero continuo. La disponibilidad lenta se puede corregir al aplicar bokashi más temprano o sea antes de la siembra para permitir la actividad en el suelo de antemano.

4 Referencias Bibliográficas

Referencias

California Certified Organic Farmers, 1997. Certification Handbook. California Certified Organic Farmers Inc. California. USA. 72 p.

Ogura. H. 1995. Test Report of Oral Toxicity by Single Administration. Kitasato Research Center of Environmental Science. Kanagawa. Japan.

Kyan. T., Shintani. M., Kanda. S., Sakurai, M., Ohashi. H., Fujisawa. A. and Pongdit. S., 1999. Kyusei Nature Farming and the Technology of Effective Microorganisms. Asia Pacific Natural Agriculture Network. Bangkok. Thailand. 2-19 p.

Higa. T. and Parr. J. 1995. Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. International Nature Farming Research Center. Atami. Japan.

Higa. T. 1996. An Earth Saving Revolution I. Sanmark Inc. Tokyo. Japan.

5 Anexos

1. Preparación de Bokashi tradicional.

