

**Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los
suelos**

**Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Gerencia
Agropecuaria**

María Juliana Arango Orozco

Asesor

Luz Adriana Gutiérrez Ramírez

Dra. Sci-Biotecnología MSc Bióloga

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias

Especialización en Gerencia Agropecuaria

Caldas – Antioquia

2017

Dedicatoria

Dedico este gran logro académico a mi hijo Jacobo.

Es el estudio y el trabajo el mejor ejemplo a seguir de tus padres.

Te Amo

Contenido

Abonos orgánicos: Propiedades y características	10
Concepto de abonos orgánicos	10
Suelos.....	11
Los fertilizantes y su uso	11
Retención de nutrientes en el suelo.....	13
Influencia de los abonos orgánicos sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo ...	13
Efectos físicos	14
Efectos químicos.....	15
Efecto biológico	16
Empleo de residuos orgánicos sobre abonos líquidos y sólidos	18
Clasificación de la materia orgánica	19
Clasificación de los abonos orgánicos.....	20
Abonos verdes.....	20
Abonos microbiales	21
Abonos sólidos	21
Compost	22
Bocashi.....	24
Preparación del bocashi.....	26
Factores que pueden afectar el Bocashi	27
Propiedades del Bocashi	28

Atributos agroecológicos	29
Efectos en la producción pecuaria.....	30
Abonos líquidos.....	31
Orina de animales y agua de estiércol	31
Té de estiércol	32
Manejo correcto de abonos líquidos.....	32
Almacenamiento de abonos líquidos	33
Depósitos	34
Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos	35
Efecto de los microorganismos eficientes en la productividad de los abonos	36
El papel bioquímico de los microorganismos.....	37
Modo de acción de los EM.....	37
Tipos de microorganismos presentes.....	38
Efectos del EM sobre los cultivos	39
Efectos en las condiciones físicas del suelo	41
Microorganismos promotores del crecimiento de las plantas (PGPR).....	41
Elaboración de abonos orgánicos	43
Compost.....	43
Biol.....	46
Forma de aplicación del Biol	46
Humus.....	47
Manejo del criadero.....	49
Cosecha.....	49
Caldos	50

Ingredientes para la preparación de caldos	51
Elaboración.....	51
Conclusiones	52
Referencias	53

Lista de Tablas

Tabla 1. Efecto de la incorporación de pajas y rastrojos sobre algunas características del suelo	14
Tabla 2. Contenido de algunos nutrientes en plantas usadas como abonos verdes (tomado de Ruiz, 1996)	20
Tabla 3. Materiales necesarios para la preparación del Bocashi	24
Tabla 4. Composición química de algunos abonos orgánicos.....	30

Resumen

Los abonos orgánicos son una importante alternativa de fertilización edáfica ya que suplen las necesidades biológicas del suelo, poseen propiedades fisicoquímicas que mejoran e incrementan la producción de cultivos, generan resistencia a enfermedades y plagas en los mismos y además son de fácil elaboración pues pueden ser producidos a nivel de finca y representan precios menores en cuanto fertilizantes químicos. Existe una gran variedad de abonos orgánicos, la diferencia entre estos radica en el producto y proceso que se aplica para su transformación en material orgánico. La elección del tipo de material orgánico a producir dependerá de diferentes factores, como la producción agropecuaria que se tenga, las condiciones agroecológicas, el presupuesto, el tiempo y el espacio, entre otros.

Palabras clave:

Abonos, microorganismos eficientes, fertilización, biol

Introducción

Una de los mayores limitantes en la explotación agrícola es el bajo aporte de materiales orgánicos que contiene los productos de uso diario, lo que produce como resultado suelos degradados tanto en su composición física, química y biológica; con el consecuente desgaste del suelo y de la producción.

La aplicación de compuestos orgánicos es la alternativa para el mejoramiento del suelo, estos aumentan a lo largo del tiempo capa orgánica del suelo y con su aplicación frecuente se mejoran características importantes para el manejo productivo: compactación, permeabilidad, aireación, pH, absorción de nutrientes y humedad, entre otros. Sin embargo su uso no es muy generalizado en virtud del tiempo de respuesta que genera sobre el suelo; normalmente más lentas, que las generadas por compuestos químicos.

Es por esto que se hace necesario realizar un estudio-guía para aquellos productores agropecuarios, con el objeto de mejorar sus prácticas de campo, consignado en este todas las ventajas del manejo del suelo por medio de abonos orgánicos y microorganismos eficientes

Objetivos

Objetivo general

Determinar la importancia de los abonos orgánicos en la conservación y fertilidad de los suelos.

Objetivos específicos

Diferenciar los abonos orgánicos, sus propiedades y sus características.

Determinar la influencia de los abonos orgánicos sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Optimizar el empleo de los residuos orgánicos sobre los abonos líquidos y sólidos.

Establecer los efectos de los microorganismos eficientes sobre la elaboración de abonos orgánicos.

Abonos orgánicos: Propiedades y características

Concepto de abonos orgánicos

Antes de que aparecieran los fertilizantes químicos en sus diferentes formas, la única manera de abastecer los nutrientes en las plantas y reponer aquellos extraídos del suelo por los cultivos, era mediante la utilización de abonos orgánicos (Gómez y Vásquez, 2011). Los fertilizantes químicos favorecieron el rendimiento en el aumento de las cosechas, sin embargo con el tiempo de uso disminuía la capa orgánica del suelo. Los abonos orgánicos se han considerado por diferentes autores un elemento productivo para mitigar el efecto desgaste generado por el uso productivo del suelo. Autores como Corlay-Chee et al., (2011) definieron la importancia del abono orgánico por la capacidad fertilizante proveniente de residuos de animales, humanos, restos de vegetales, de alimentos u otra fuente orgánica natural que generaban recambio sobre el suelo, así mismo Gómez y Vásquez (2011) determinó sus ventajas en la recuperación del suelo, fijación de carbono en el suelo y la absorción de agua, entre otras.

En la fertilización orgánica todas las fuentes de nutrientes son válidas: excrementos de vaca, de cerdos, de pollos, desperdicios vegetales, y otros materiales orgánicos, pero para que se empleen como fertilizantes deben ser convertidos en abono y pasar por procesos de descomposición antes de su aplicación en el suelo.

Con el debido proceso de descomposición, ya sea por compost o por fermentación, elementos como el nitrógeno, serán fijados y disponibles para el cultivo posterior.

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico / materia orgánica y fertilizantes minerales, ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo (Gómez Álvarez, Regino. Huerta Lwanga, 2015).

Suelos

Un nivel elevado de fertilidad del suelo está determinado por algunos factores como materia orgánica (incluyendo la biomasa microbiana), textura, estructura, profundidad, contenido de los nutrientes, capacidad de almacenamiento (capacidad de adsorción), reacción del suelo y ausencia de los elementos tóxicos (Herrán, F., Sañudo, J. A., Torres, R. R., Rojo, 2008)

El suelo es la capa superficial de la tierra, la que ha sido transformada muy despacio por la descomposición a través de la acción meteorológica, la acción de la vegetación y del ser humano. El material original del cual un suelo se forma puede ser la roca subyacente o los depósitos de los ríos y de los mares y del viento o suelos de cenizas volcánicas (Mosquera, 2010).

Los fertilizantes y su uso

El suelo da soporte a las plantas para sostener las raíces, los nutrientes y el agua. Dependiendo de su composición, los suelos difieren en

su capacidad para proveer los diferentes nutrientes. El suelo está compuesto de partículas minerales de tamaños diferentes y de materia orgánica, así como de cantidades variables de agua y de aire (Herrán, F., Sañudo, J. A., Torres, R. R., Rojo, 2008).

Las partículas sólidas son clasificadas por tamaño en: piedra y grava, arena, limo y arcilla. La textura del suelo se refiere precisamente a estas estructuras. Dependiendo de su textura, los suelos son descritos como arenas, francos arenosos, francos, francos arcillosos y arcillas entre otros. Los suelos pueden también clasificarse como Suelos ligeros, normalmente formado por arenas y franco arenoso. Suelos medios por ejemplo francos o Suelos pesados formados por francos arcillosos y arcillas.

La agregación de las partículas del suelo conforma la estructura del suelo ya sea en partículas más finas o en fragmentos o unidades más grandes (Bash, 2015).

Ambas características: Textura y estructura son de importancia preponderante para la fertilidad del suelo y, consecuentemente, para el crecimiento de las plantas. Los suelos gruesos (o arenosos) no retienen bien el agua y los nutrientes. Se deben tener cuidados especiales cuando se aplican los fertilizantes para evitar la lixiviación de nutrientes (nitrógeno y potasio) (Agropecuaria & Arroyos, 2005) (Bash, 2015).

Los suelos arcillosos, acumulan humedad y nutrientes, pero pueden tener drenaje y aireación inadecuados. Se puede mejorar la estructura de los suelos suministrándoles enmiendas cálcicas y materia orgánica.

La materia orgánica, genera fortalecimiento de la estructura del suelo, así como la capacidad de almacenamiento.

Retención de nutrientes en el suelo

La descomposición del material rocoso forma los suelos y libera los nutrientes. El contenido mineral original del material rocoso y la naturaleza e intensidad del proceso de descomposición determinan la clase y cantidad de nutrientes que son liberados. La capacidad del suelo para retener una cierta cantidad de nutrientes y fertilizantes determina la fertilidad natural de un suelo. Los nutrientes tienen cargas positivas (+) (cationes) o cargas negativas (-) (aniones). Por afinidad de cargas, estos nutrientes son atraídos por los minerales arcillosos, el agua del suelo juega un papel importante pues contiene los nutrientes en una forma disponible para las plantas; de hecho estas sólo pueden absorber los nutrientes sólo en forma disuelta. De allí que dichos nutrientes deben ser liberados del complejo de adsorción en la solución del suelo para ser efectivamente disponibles para la planta.

En el suelo entonces existe un equilibrio (balance) entre los nutrientes adsorbidos en las partículas del suelo y los nutrientes liberados en la solución del suelo (Restrepo & Ramírez, 2006).

Influencia de los abonos orgánicos sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo

Los abonos orgánicos tienden a influir de manera favorable sobre la fertilidad física del suelo, sobre su estructura, aireación, porosidad, estabilidad de

agregados, infiltración, conductividad hidráulica y sobre la capacidad de retención de agua (Murray et al., 2011).

Efectos físicos

Los abonos orgánicos incrementan la capacidad de retención de humedad del suelo; la materia orgánica, debido a su alta porosidad, es capaz de retener una cantidad de agua equivalente a 20 veces su peso.

Mejora la porosidad del suelo, lo cual facilita la circulación del agua y del aire a través del perfil del suelo; (Murray et al., 2011), atribuyo un efecto importante sobre el aumento en la porosidad, lo cual repercutia positivamente en el suelo por el aumento de retención del agua, lo que a su vez va a incrementar de manera simultánea la velocidad de infiltración del agua. En la tabla 1 se hace referencia al efecto generado sobre las propiedades del suelo una vez se incorporó pajas y rastrojos de cultivos, encontrando que aumento variables tan importantes como humedad, estabilidad de agregados y % de materia orgánica, disminuyendo otras como densidad aparente y resistencia al penetrómetro

Tabla 1. Efecto de la incorporación de pajas y rastrojos sobre algunas características del suelo

Características	Residuos	
	Sin	Con
Humedad aprovechable (%)	22.12	24.10
Densidad aparente (g/cm ³)	1.32	1.27
Resistencia al penetrómetro (kg/cm ²)	3.15	2.20
Agregados estables al agua (mm//hr)	9.04	10.16
Infiltración (mm/hr)	1.45	2.42
Materia orgánica (%)	0.96	1.06

Fuente: Gómez y Vásquez, 2011.

. Estimula el desarrollo radicular de las plantas. A mayor contenido de materia orgánica mayor desarrollo radicular permitiendo a las plantas explorar un mayor volumen de suelo para satisfacer sus necesidades de nutrientes y agua. Mejora la estructura del suelo, dándole una mayor resistencia contra la erosión y una mejor permeabilidad, aireación y capacidad para almacenar y suministrar agua a las plantas. Da color oscuro al suelo aumentando la temperatura y las reacciones bioquímicas que allí se desarrollan (Ansorena & Merino, 2014).

Efectos químicos

La fertilización orgánica tiene un efecto directo sobre la Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo, reflejada en una mayor capacidad para retener y aportar nutrientes a las plantas elevando su estado nutricional; los fertilizantes orgánicos contribuyen a incrementar la fertilidad del suelo mediante la liberación de varios nutrientes importantes para el crecimiento de las plantas: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Azufre (S) y algunos elementos menores, como Cobre (Cu) y Boro (B).

Otra características importantes de los fertilizantes orgánicos es el incremento de la capacidad buffer o amortiguadora del suelo, lo cual se ve reflejado directamente en la habilidad para resistir cambios bruscos en el pH en el caso de que se adicione compuestos con pH diferentes. Una forma de regular estos cambios es cuando la urea y el sulfato de amonio se aplican al suelo de forma simultánea, sobre el suelo se produce nitrógeno amoniacal (NH_4^+) que bajo

condiciones de buena aireación se nitrifican liberando Hidrógenos incrementando la acidez del suelo, es aquí justo cuando la materia orgánica contenida en el abono es un amortiguador disminuyendo la acidez generada por los dos fertilizantes.(Liriano González, Núñez Sosa, Hernández La Rosa, & Castro Arrieta, 2015).

Efecto biológico

Desde la perspectiva biológica se considera que los microorganismos tienen una gran influencia en las propiedades del suelo, además de ejercer efectos directos sobre el crecimiento de las plantas, de hecho, los estiércoles han sido especialmente considerados de gran utilidad por su alto contenido de compuestos y su facilidad de descomposición por lo que, al adicionarlos, se presenta un mayor incremento de la actividad biológica (Mosquera, 2010).

Al existir aumento o incremento en la actividad biológica, hay una mejora notable en la estructura del suelo, debido al efecto de la agregación de los productos de la descomposición ejercidos sobre las partículas del suelo. Como la fertilidad del suelo aumenta, entonces el suelo también aumenta su capacidad para el sostenimiento de un cultivo rentable, generando una correlación positiva entre la cantidad de microorganismos y el contenido de materia orgánica del suelo (Mosquera, 2010).

La actividad biológica del suelo presenta una contribución alta en la oxidación y reducción de los elementos esenciales al convertir las formas no aprovechables en formas aprovechables para las plantas.

Los abonos orgánicos realizan acciones de prevención y control sobre la presencia y severidad de algunas enfermedades del suelo. Estas acciones son:

- Reducen la cantidad de patógenos, ya que establecen una competencia con los microorganismos no patógenos del suelo.
- Presentan un proceso de mineralización del abono orgánico que le permite aumentar el contenido de Nitrógeno amoniacal.
- Aumentan la población de microorganismos eficientes o benéficos disminuyendo notablemente la acción de los patógenos (Bash, 2015)

Empleo de residuos orgánicos sobre abonos líquidos y sólidos

Se entienden por residuos orgánicos todos aquellos restos biodegradables obtenidos tanto de animales como de plantas (verduras y frutas), junto con aquellos que proceden de la poda de plantas. Todos estos desechos son de fácil recuperación y podrán ser utilizados para fabricar fertilizantes que sean eficaces y además beneficiosos con el medio ambiente, que es actualmente la gran preocupación del hombre (Corlay-Chee et al., 2011).

Los abonos orgánicos están conformados por innumerables moléculas de vital importancia: aminoácidos, hormonas, ácidos (especialmente húmicos y fulvicos), enzimas y en general quelantes que como los organismos, ceden lentamente los nutrientes, protegiéndolos de la lixiviación por lluvias y de la erosión (Corlay-Chee et al., 2011).

Su contenido químico está sujeto básicamente a dos grupos: Microelementos y Macro elementos primarios y secundarios.

Los Microelementos son: Fe, Zn, Mn, Mo, Bo, Cl, Cu

Los Macroelementos primarios son: N, P y el K.

Los Macroelementos secundarios son: Ca, Mg, S,

Clasificación de la materia orgánica

De acuerdo al origen la materia orgánica está dividida básicamente en vegetal y en animal.

Los residuos obtenidos de cosecha, son los residuos que se deja sobre el suelo en forma de hojas, tallos, raíces y otros órganos aéreos o subterráneos, estos residuos representan el recambio mas grande de materia orgánica sobre el suelo.

Los residuos s orgánicos de origen animal, normalmente son los estiércoles de ganaderías, guano, humus de lombriz y los subproductos de origen animal como harinas de sangre, de huesos, pescado así como harina de plumas. El estiércol lo forman excrementos y orina de animales de ganadería y en cuya composición también pueden aparecer restos de distintos materiales de sus camas (Murray et al., 2011).

Clasificación de los abonos orgánicos

Dentro de la clasificación de abonos orgánicos se encuentra básicamente la siguiente clasificación:

Abonos verdes Los abonos verdes son plantas que mejoran y le aportan elementos nutritivos sobre el suelo, a menudo muy densos, eliminan la competencia de las malas hierbas y limpian el suelo. Por eso, se utilizan entre las tablas cultivadas y entre las hileras, pero también en suelos nuevos que empiezan a cultivarse, estos forman una cubierta vegetal densa que desacelera la evaporación (FONCODES, 2014).

Así mismo, dentro de los abonos orgánicos, algunas plantas son empleadas como abonos verdes, en ellas se pueden encontrar nutrientes como Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio, que son fundamentales para las condiciones de los suelos, véase la tabla 2.

Tabla 2. Contenido de algunos nutrientes en plantas usadas como abonos verdes (tomado de Ruiz, 1996)

Especie	Contenido (%) de				
	N	P	K	Ca	Mg
Cacahuete, <i>Arachis hipogea</i>	1.72	0.15	1.38	1.23	0.49
Chícharo de vaca, <i>Vigna sinensis</i>	3.10	0.35	2.26	1.40	0.45
Frijol terciopelo, <i>Mucuna deeringiana</i>	2.49	0.13	1.40	1.17	0.27
Guaje, <i>Leucaena glauca</i>	4.30	0.22	1.70	0.50	0.50
Kudzú, <i>Pueraria phaseoloides</i>	3.68	0.29	2.14	0.41	0.41
Lespedeza, <i>lespedeza striata</i>	2.60	0.21	1.12	1.35	0.27
Trébol rojo, <i>Trifolium pratense</i>	3.10	0.38	2.19	2.26	0.51
Veza, <i>Vicia sp.</i>	3.32	0.32	2.32	1.18	0.25

Fuente: (Gómez & Vásquez, 2011).

Abonos microbiales Los microorganismos benéficos más importantes actualmente en la agricultura son micorrizas, lactobacilos, levaduras, rizobios, azobacter, levaduras y trichoderma, bacterias fotosintetizadoras etc. Estos organismos constituyen la base de múltiples preparados orgánicos (Mikán & Castellanos, 2004).

Abonos sólidos

Hacen referencia a aquellos abonos orgánicos constituidos por material natural homogéneo que proviene de residuos vegetales y animales que han sido procesados a través de diversos métodos y que tiene como fin la recuperación, mantenimiento o incremento de la actividad biológica del suelo, con el objetivo de aumentar su fertilidad y sus características físicas (Cajamarca, 2012). Los abonos sólidos son obtenidos a través de la descomposición de los desechos orgánicos de animales o vegetales y la acción conjunta de la macro fauna. Los desechos orgánicos de animales o plantas pueden ser desechos de cocina, trozos de madera, cáscaras, estiércol de ganado, entre otros. En la macro fauna pueden ser lombrices, escarabajos o microorganismos del suelo.

Estos abonos pueden ser producidos en las fincas ganaderas de las actividades cotidianas a través de un buen proceso de transformación y aprovecharlos para darle vigor a los cultivos forrajeros, mantener la fertilidad del suelo o mejorarla (Barrera, Combatt y Ramírez, 2011).

Compost es un abono orgánico que resulta de la descomposición de residuos de origen animal y vegetal. La descomposición de estos residuos ocurre bajo condiciones de humedad y temperatura controlada (Ansorena & Merino, 2014).

Los requerimientos de alimentos normalmente son suministrados por material orgánico destinado al compostaje; así, la materia orgánica se va biodegradando por un lado en compuestos solubles o gaseosos tales como CO₂ (dióxido de carbono), NH₃(amoníaco), NO₃⁻ (nitrato); PO₄-SO₄ y por otro se va transformando en elementos húmicos, que son bastante estables y resistentes a los microorganismos (humificación). El humus es el responsable de mejorar las propiedades físicas del suelo, proporcionar estabilidad a los agregados del mismo, mejorar la porosidad, incrementar su capacidad de retención del agua, mejorar las propiedades químicas y biológicas, constituirse en fuente de elementos minerales para las plantas y contribuir así al crecimiento de vegetales y raíces.

El compost puede elaborarse en un contenedor utilizando ladrillos o madera y su eficacia va a depender de ciertos factores como la aireación, el agua, el tiempo, los nutrientes, microorganismos y la temperatura. Este material es convertido en compost por los invertebrados, los cuales incluyen insectos y lombrices de tierra, también por los microorganismos como las bacterias y los hongos (Corlay-Chee et al., 2011).

También se puede fabricar compost utilizando lombrices, a esto se le llama lombricultura. Las lombrices consumen cada día el 30% de lo que equivale su peso y tienen la capacidad de convertir los residuos orgánicos en un material

semejante a la tierra que por contener una buena cantidad de nutrientes pasa a convertirse en un excelente fertilizante. Otra propiedad de las lombrices es la producción de un líquido de color marrón oscuro que se utiliza como fertilizante líquido (Bash, 2015).

Las lombrices son cultivadas en contenedores poco profundos, estos se colocan unos encima de otros y pueden ser fabricados con plástico o madera, pero entre capa y capa deberán hacerse agujeros. Las lombrices se van moviendo entre estas capas y de esta manera llegan a los residuos orgánicos. Deben tener buenas condiciones de humedad, oscuridad y cantidad adecuada de residuos orgánicos.

El proceso de composting o compostaje puede dividirse en cuatro períodos:

- Mesolítico. La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente, como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

- Termofílico. La temperatura alcanza los 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen bacilos esporulados y actinomicetos. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.

- Enfriamiento. Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvasen el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar

de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente (Barrer, 2009).

Bocashi

Este término hace referencia al abono que resulta de la fermentación aeróbica-anaeróbica de desechos vegetales y animales. En el proceso de elaboración del Bocashi hay dos etapas (Restrepo & Ramírez, 2006):

Primera etapa: Ocurre cuando la fermentación de los componentes del abono puede alcanzar hasta 70-75°C resultado del incremento de la actividad microbiana

Segunda etapa.- Es el momento cuando el abono pasa a un proceso de estabilización y solamente sobresalen los materiales que presentan mayor dificultad para degradarse a corto plazo, hasta su empleo (Herrán, F., Sañudo, J. A., Torres, R. R., Rojo, 2008).

En la tabla 3 se muestra los materiales necesarios para la preparación de 2 toneladas de Bocashi.

Tabla 3. Materiales necesarios para la preparación del Bocashi

Materiales	Cantidades
Gallinaza. Debe ser de aves ponedoras	500 kg
Raquis de plátano finamente picado	250 kg
Pulpa de café o en su reemplazo cascarilla de arroz	250 kg
Tierra de bosque	250 kg
Carbón bien molido	150 kg
Roca fosfórica	150 kg
Polvillo de arroz	50 kg
Humus de lombriz	50 kg

Melaza, miel ya sea de panela o de caña	1 galón
Levadura o microorganismos eficientes	1 kg/gallon
Agua	300-400 litros

Cada uno de ellos aporta características importantes al material fermentado así:

- Cascarilla de arroz.- Mejora la estructura física del abono orgánico, facilitando la aireación, absorción de la humedad de la filtración de nutrientes en el suelo, favorece el incremento de la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra. Además es una fuente rica en sílice, lo que confiere a los vegetales mayor resistencia contra el ataque de plagas insectiles y enfermedades. A largo plazo, se convierte en una constante fuente de humus.
- Raquis de platano .- Esta sustancia favorece a la fermentación de los abonos. El afrecho aporta N, P, K, C, y Mn
- El Carbón.- Mejora las características físicas de suelo en cuanto a aireación, absorción de humedad y calor. Su alto grado de porosidad benéfica la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra; al mismo tiempo funciona como esponja con la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes a la planta.
- Melaza de Caña.- Es la principal fuente de energía de los microorganismos que participan en la fermentación del abono orgánico, favoreciendo la actividad microbiológica. La melaza es rica en potasio, calcio, magnesio y contiene micronutriente, principalmente boro.

- Tierra de bosque o tierra negra.- Puede ocupar hasta la tercera parte del volumen total del abono. Es el medio para iniciar el desarrollo de la actividad microbiológica del abono, tiene la función de dar mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad, sirve de esponja y tiene la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes.
- Cal Agrícola.- Regula el nivel de la acidez durante todo el proceso de fermentación, la cal puede ser aplicada al tercer día después de haber iniciado la fermentación.
- Agua.- El agua crea las condiciones favorables para el desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación, la humedad ideal, se logra gradualmente agregando cuidadosamente el agua a la mezcla de los ingredientes.
- Microorganismos eficientes o en su defecto Levadura para pan (granulada o en barra)
- Harina de Rocas (calcáreas, fosfóricas, potásicas, azufradas) (Restrepo & Ramírez, 2006).

Preparación del bocashi

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

En los tres casos el agua se agrega a la mezcla hasta conseguir la humedad recomendada. s (orgánicos y minerales se van apilando humedeciendo e inoculando con los microorganismos eficientes o la levadura, para luego homogenizar la mezcla agregando agua hasta alcanzar la humedad recomendada (50-60%).

Finalizado este proceso, extender la mezcla formando eras de 1 a 1.50 m de ancho, con una altura de 0.50. Por un día completo, es decir, 24 horas, la mezcla debe ser tapada, con el fin de que se acelere el proceso de fermentación, el cual corresponde a la fase anaeróbica. El paso final es voltear el material en la mañana y en la noche, una vez por cada una, lo que corresponde a la fase aeróbica (Francisco, 2005).

Factores que pueden afectar el Bocashi

- Temperatura. Después de 14 horas de haberse preparado el abono debe de presentar temperaturas superiores a 50°C.
- La humedad. Determina las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica durante el proceso de la fermentación del abono, oscila entre un < 50 y 60 % de peso.
- La aireación. Es la presencia de oxígeno dentro de la mezcla, necesaria para la fermentación aeróbica del abono. Se calcula que dentro de la mezcla debe existir una concentración de 6 a 0% de oxígeno.

- El tamaño de las partículas de los ingredientes. La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, presentan las ventajas de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica, sin embargo, el exceso de partículas muy pequeñas pueden llevar a una compactación, favoreciendo el desarrollo de un proceso anaeróbico, que es desfavorable para la obtención de un buen abono orgánico fermentado.
- El pH. El valor del pH del abono debe estar de 6 a 7.5. Los valores extremos perjudican actividad microbiológica en la descomposición de los materiales.
- Relación carbono-nitrógeno. La relación ideal para la fabricación de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación.

Propiedades del Bocashi

No generan gases tóxicos ni malos olores.

No causan problemas en el almacenamiento y transporte.

Desactivación de agentes patogénicos, muchos de ellos perjudiciales en los cultivos como causantes de enfermedades

El producto se elabora en un período relativamente corto (dependiendo del ambiente en 12^a 24 días).

El producto permite ser utilizado inmediatamente después de la preparación (Agricultura, 2011)

Atributos agroecológicos

Cuando los abonos orgánicos sólidos se aplican con regularidad y en dosis apropiadas, el suelo arenoso o compactado logra recuperar su forma, facilita la circulación de aire, se acelera la infiltración del agua de riego o el agua lluvia por los poros del suelo incrementando su capacidad para retener el agua vital para las plantas en tiempos de precipitación baja (Cajamarca, 2012). Otro aspecto importante de estos abonos es que ayuda al crecimiento de raíces en cultivos forrajeros, disminuye la contaminación del aire, del suelo y del agua que puede ser el resultado de la utilización de fertilizantes químicos.

Los abonos orgánicos sólidos según ICONTEC (2011) permiten que se reduzcan los focos de contaminación, la presencia de riesgos patógenos y vectores de enfermedades en animales y plantas, contaminación del agua, ya que estos son aprovechados en procesos de compostaje para aplicarlos a los pastos, en los sistemas agrícolas, agroforestales y silvopastoriles integrando la producción agrícola y pecuaria, disminuye la emisión de gases con efecto invernadero que son causa directa del cambio climático.

Desde el punto de vista biológico se presentan las siguientes características: favorecen procesos de mineralización que aportan nutrientes y energía a la vida microbiana. Mejoran la cubierta vegetal por las modificaciones químicas y físicas del suelo y por la presencia de agua y elementos propios para su desarrollo. Permiten la reactividad, mecanismos de absorción de sustancias peligrosas y tóxicas para su posterior degradación. Estimulan el crecimiento de las plantas y manteniendo equilibrado el sistema ecológico. Es de anotar que estas

características de los abonos resultan en grandes beneficios para el suelo, ya que la materia orgánica incide favorablemente sobre las propiedades, físicas, químicas y biológicas del suelo, pero se requiere de una aplicación correcta de los residuos orgánicos para evitar efectos contrarios (Gómez Álvarez, Regino. Huerta Lwanga, 2015).

Efectos en la producción pecuaria

Los abonos sólidos presentan aportes positivos relacionados con la disminución de los costos de producción ya que pueden producirse en la finca o afines y posibilitan la recuperación productiva de zonas ganaderas que han sido afectadas por el sobrepastoreo, el fuego o el exceso de mecanización.

La aplicación de materiales orgánicos al suelo, por ejemplo estiércoles, compostas o abonos verdes, es de gran utilidad para promover el crecimiento de raíces, también para favorecer el rendimiento por la absorción de nutrimentos de acuerdo con los estudios de Gómez y Vásquez (2011).

En la tabla 4 se muestra la composición química de algunos abonos orgánicos con su respectivo aporte e nutrientes

Tabla 4. Composición química de algunos abonos orgánicos

Carácter	Tipo de abono orgánico					
	Vacuno	Gallinaza	Vermicomposta	Composta	Pulpa de café	Paja de arroz
Humedad (%)	36.0	30.0				
pH	8.0	7.6	7.6	7.7	5.80	7.20
Materia orgánica (%)	70.0	70.0			89.60	7.70
N total (%)	1.5	3.7	1.1	2.1	1.68	0.50

P (%)	0.6	1.8	0.3	1.1	0.35	0.05
K (%)	2.5	1.9	1.1	1.6	0.36	1.38
Ca (%)	3.2	5.6	1.6	6.5	0.50	0.22
Mg (%)	0.8	0.7	0.5	0.6	0.64	0.11
Zn (ppm)	1.30	575	100	235		
Mn (ppm)	264	500	403	265		
Fe (ppm)	6354	1125	10625	3000		
Relación C/N	16	15	19	15	30.90	9.49
Tasa de mineralización (%/Año)	35	90				

Fuente: Gómez y Vásquez, 2011.

Abonos líquidos

Dentro de los abonos líquidos se encuentran:

Orina de animales y agua de estiércol

Estos abonos comprenden el agua de estiércol y la orina de animales. Son abonos ricos en nitrógeno, su recolección debe hacerse en un establo de piso cementado, deben ser guardados en un recipiente con tapa para evitar los malos olores y la presencia de moscas u otros insectos y para evitar que se pierda su valor fertilizante. Su aplicación, como abono requiere que se diluya un litro de esta

orina con 5 litros de agua fresca y luego asperjarla sobre el follaje de las plantas para obtener resultados en pocos días (Francisco, 2005)

Té de estiércol

Este tipo de abono se refiere a la preparación que convierte el estiércol sólido en abono líquido. Durante este proceso el estiércol libera los nutrientes al agua que deberá aplicarse sobre las plantas, para su preparación se toman 25 libras de cualquier tipo de estiércol en un saco, se le añade peso con una piedra grande, luego el saco se amarra con una cuerda y se introduce en un tanque con capacidad para 200 litros de agua, se tapa y por el lapso de dos semanas se deja fermentar. Después de este tiempo se retira el saco y ya estará listo el Té de estiércol (Coopcoffes, 2009).

Es importante tener en cuenta que cuando se vaya a usar, se diluye una parte de este en agua fresca y limpia y luego se aplica en bandas a los cultivos o también a través de la línea de riego por goteo, es decir, 200 litros por hectárea cada 15 días.

Manejo correcto de abonos líquidos

El usuario debe asegurarse de que el sistema de fertilización funcione de manera correcta, que el tipo de abono a utilizar sea el adecuado, que el equipo de inyección y demás elementos que tengan contacto con el abono concentrado sean

de material resistente a la corrosión. Cerciorarse, además, de que el depósito de almacenamiento del abono esté fabricado con materiales resistentes al abono, que este se encuentre bien cerrado pero con la debida entrada de aire para su vaciado, que la salida del depósito cuente con filtro de control y que sea debidamente limpiado antes de ser aplicado. Es importante contar con un depósito limpio, sin presencia de productos que reaccionen con el abono antes de descargarlo, tener conocimiento de que algunos productos requieren que sean diluidos en invierno, pues se pueden formar cristales en noches frías, considerar también que estos depósitos requieren su instalación sobre una base firme y nivelada para evitar posibles volcamientos del mismo que terminarán dañando el cultivo que se encuentre a su alrededor (FONCODES, 2014).

Si el abono se aplica al suelo de forma directa, es necesario lavar con abundante agua el equipo de aplicación, deben usarse guantes y gafas de seguridad al momento de descarga del abono al depósito y en caso de que el abono moje alguna parte del cuerpo de quien lo está manipulando debe lavarse con abundante agua y de manera inmediata. Finalmente, todo el equipo debe ser limpiado de manera regular.

Almacenamiento de abonos líquidos

El fertilizante puede afectar a los metales debido a las materias primas utilizadas en su fabricación. Se dice que es de solución muy corrosiva cuando puede atacar cualquier tipo de metal, incluyendo el acero inoxidable; cuando ataca

al hierro más no al acero se conoce como solución medianamente corrosiva y cuando no ataca a ninguno de los anteriores se dice que es solución no corrosiva. Cualquier abono que posea un pH inferior a 3.5 será muy corrosivo, si es mayor a este será medianamente corrosivo, si el abono contiene cloro en un medio ácido será de solución muy corrosiva.

Depósitos

Para el abono líquido se requiere un depósito apropiado, por ejemplo en polietileno de alta densidad; ser instalado en superficies horizontales, planas y sin resaltes, con un período de almacenamiento de acuerdo a sus componentes y concentración. La mejor manera de definir su buena gestión es a través de su capacidad de almacenamiento y del momento de consumo (FONCODES, 2014). La figura 3, en la página siguiente, muestra los tipos de abonos sólidos y líquidos.

Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos

Estas respuestas de los cultivos a la aplicación de los abonos orgánicos son más perceptibles cuando existen condiciones temporales o cuando los suelos están sometidos a cultivos tradicionales y prolongados. La sostenibilidad del recurso del suelo requiere de la aplicación de los abonos orgánicos, ya que presenta una serie de ventajas, entre ellas:

Los productos agrícolas aumentan en producción y obtención. Desarrollo de la agricultura orgánica o sistema de producción agrícola para la producción de alimentos de calidad superior sin uso de insumos de síntesis comercial. Productos de mejor calidad nutritiva sin la presencia de contaminantes nocivos para la salud. (Corlay-Chee et al., 2011)

Los abonos orgánicos se presentan en una gran variedad, siendo los más conocidos los estiércoles, las compostas, las vermicompostas, los residuos de las cosechas, los abonos verdes, las aguas negras, los sedimentos orgánicos y los residuos orgánicos industriales (FONCODES, 2014).

Cada uno de estos abonos orgánicos presenta características bien diferenciadas, tanto desde el punto de vista físico como desde su composición química, en lo que respecta, especialmente, al contenido de nutrientes. La aplicación de estos de manera constante produce mejoras en las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo (Dimas López-mtz, Díaz Estrada, Martínez Rubin, & Valdez Cepeda, 2001)

Efecto de los microorganismos eficientes en la productividad de los abonos

Este desarrollo se debe al doctor Teruo Higa (1986), quien se desempeñaba como docente de Horticultura en la Universidad de Ryukyus en Japón, quien sintió inclinación hacia el estudio de las funciones individuales de los microorganismos descubriendo con gran precisión sus efectos potencializadores como resultado de la mezcla (Luis[^]Álvarez, Núñez Sosa, & Liriano González, 2012).

Al descubrimiento de esta tecnología se le conoció como EM o estudio de los microorganismos eficientes. Realmente se trata de una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural utilizados de forma tradicional en la alimentación o que están contenidos en ellos.

Estos organismos beneficiosos encierran principalmente cuatro géneros, que son las bacterias fototróficas, las bacterias productoras de ácido láctico, las levaduras y los hongos de fermentación. Al momento de entrar en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas entre las que se cuentan vitaminas, ácidos orgánicos, sustancias antioxidantes y minerales quelatados (Restrepo & Ramírez, 2006).

Tienen además la capacidad de cambiar la micro y macroflora de los suelos e intervienen en el mejoramiento de equilibrio natural

Los microorganismos eficientes son utilizados junto con la materia orgánica no solo para dar riqueza a los suelos, sino también para activar la flora y las labores de labranza ya que se encuentran en estado latente, lo que le permite que

a través de ellos se puedan desarrollar otros productos secundarios de microorganismos eficientes.

El papel bioquímico de los microorganismos

La transformación de materia orgánica (azúcares, almidón, celulosa) son la fuente principal de energía de los microorganismos; para su desarrollo precisan también de nitrógeno, pues para la descomposición de 30 g de celulosa se precisa 1 g de nitrógeno. Los microorganismos eficientes degradan moléculas complejas de materia orgánica, formando humus. El humus se asocia con las arcillas para formar el complejo arcillo-húmico, que favorece la aireación, el almacenamiento de agua y la fertilidad. El humus será mineralizado posteriormente, liberando el nitrógeno y otros elementos, que se vuelven así disponibles para las plantas (Tencio, 2014).

La solubilización de los minerales. Los elementos contenidos en las materias minerales del suelo (K, Ca, Mn, Mg, etc) pueden también ser solubilizados por los microorganismos edáficos y volverlos asimilables para las plantas. • Fijación de nitrógeno. Diversos grupos de bacterias, tanto libres como simbioses, son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico

Modo de acción de los EM

De acuerdo a los estudios de (Luis[^]Álvarez et al., 2012), los microorganismos eficientes actúan de manera que toman sustancias generadas por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas

por los microorganismos eficientes para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

Al momento en que estos microorganismos eficientes aumentan su población, pasan a formar una comunidad en el medio en el cual se encuentran contenidos, por lo cual la actividad de los microorganismos naturales se incrementa haciendo que la microflora se enriquezca, que los ecosistemas de los microbiales logren un buen balance y que se suprima la existencia de microorganismos patógenos (FONCODES, 2014).

Tipos de microorganismos presentes

Dentro de los microorganismos eficientes se pueden encontrar, en primer lugar, bacterias fototróficas. Pertenecen a ellas las bacterias autótrofas que tienen la facilidad de sintetizar sustancias útiles por medio de secreciones de raíces, gases dañinos y materia orgánicas utilizando como fuente de energía la luz solar y el calor del suelo. Dentro de estas sustancias sintetizadas se encuentran aminoácidos, azúcares, ácidos nucleicos y sustancias bioactivas, encargadas de promover el crecimiento de las plantas, absorben de forma directa los metabolitos actuando como sustrato que les permiten el incremento de otros microorganismos eficientes, siendo este uno de sus aspectos de mayor efectividad ya que le permiten al suelo librarse de ciertas enfermedades dañinas para los cultivos (Liriano González et al., 2015).

En segundo lugar, están las bacterias acidolácticas que son bacterias que a partir de azúcares, lo mismo que de carbohidratos sintetizados por bacterias

fototróficas y levaduras, producen ácido láctico, el cual es considerado un fuerte esterilizador, además de que suprimen microorganismos patógenos y tienen gran capacidad de acelerar la descomposición de materia orgánica. También tienen la característica de aumentar la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, por ejemplo, la lignina y celulosa los cuales son transformados sin causar ningún tipo de influencia negativa durante todo el proceso. Lo esencial es tener un buen conocimiento y control (Agropecuaria & Arroyos, 2005).

En tercer lugar están las levaduras que son microorganismos sintetizadores de sustancias antimicrobiales, poseen gran utilidad para el desarrollo efectivo y crecimiento normal de las plantas, a través de aminoácidos y azúcares que son secretados por la materia orgánica, las raíces de las plantas y las bacterias fototróficas. Las levaduras producen sustancias bioactivas como enzimas y hormonas encargadas de promover la división celular activa, además secretan sustratos de gran importancia para estos microorganismos eficientes, por ejemplo actinomiceto y bacterias ácido lácticas (Gómez Álvarez, Regino y Huerta Lwanga, 2015).

Efectos del EM sobre los cultivos

Los microorganismos eficientes, como inoculantes microbiano, reestablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conservan los recursos naturales, generando una agricultura sostenible (Liriano González et al., 2015).

Son aspectos considerados de gran importancia especialmente dentro de la agricultura sostenible, ya que cuando se mejoran las condiciones del suelo, cualquier tipo de planta tendrá un buen desarrollo, el medio ambiente no sufrirá efectos adversos, como aquellos que pueden producirse al momento de utilizar productos químicos, de ahí que entre los efectos que se presentan para el desarrollo de los cultivos se pueden mencionar los más esenciales (Luis & Ramírez, 1991).

- En los semilleros: hay un aumento considerable de la velocidad y del porcentaje de germinación de las semillas, gracias a los efectos hormonales que se producen con el ácido giberélico. Las raíces y el tallo aumentan su vigor y crecimiento desde la germinación hasta la formación de las plántulas ya que presenta un efecto de rizo bacterias que se consideran promotoras del crecimiento vegetal. Permiten de forma segura que se incremente la supervivencia de las plántulas.
- En las plantas: las plantas se verán beneficiadas ya que son generadores de mecanismos de supresión de insectos y enfermedades que pueden atacar a las plantas, pues inducen la resistencia sistémica de estos cultivos para la gran mayoría sino la totalidad de las enfermedades. Otro aspecto a resaltar es que consumen los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, esto va evitar que se propaguen ciertos organismos patógenos y a su vez el desarrollo de posibles enfermedades. Los cultivos van a incrementar su productividad, calidad y crecimiento, ya que se encuentran libres de

presencia negativa para su normal desarrollo. Tanto la floración como fructificación y maduración se promueven ya que poseen efectos hormonales dentro de zonas meristemáticas. Por último, y no menos importante, es lo que hace referencia a la capacidad fotosintética, ya que esta se incrementa permitiendo un desarrollo foliar mucho mayor y avanzado.

- En los suelos: es algo en lo que se ha hecho mayor referencia, ya que sus efectos en suelo inician con el mejoramiento de sus características físicas, biológicas, además por su poder de suprimir una gran cantidad de enfermedades (Liriano González et al., 2015).

.Efectos en las condiciones físicas del suelo

Los EM tienen importantes repercusiones sobre las condiciones físicas del suelo. Entre las más importantes están que reducen la compactación del suelo, incrementan la estructura y agregación de las partículas del suelo, se produce un aumento considerable de los espacios porosos y la infiltración del agua se mejora notablemente.

Microorganismos promotores del crecimiento de las plantas (PGPR)

En la rizosfera existen gran número de microorganismos que establecen relaciones de simbiosis con las plantas. Estos microorganismos intervienen en el ciclo de algunos elementos minerales como el fósforo, el nitrógeno, el carbono, y el hierro entre otros, favoreciendo la nutrición de las plantas.

A cambio se aprovechan de los exudados de las raíces en forma de ácidos orgánicos, mucílagos, aminoácidos o azúcares. Los PGPR favorecen el crecimiento de las plantas por diferentes mecanismos: síntesis de fitohormonas (fundamentalmente el ácido indolacético), promocionan el crecimiento de la raíz y la proliferación de los pelos radicales, inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y producen sustancias quelantes del hierro (sideróforos) que aumentan su absorción por parte de las plantas. Además intervienen en la fijación del nitrógeno (bacterias fijadoras de nitrógeno) y aumentan la absorción de agua y nutrientes y la absorción del fósforo (micorrizas). (Honrubia, 2009)

Elaboración de abonos orgánicos

Compost

Corresponde a un abono que resulta de la descomposición aeróbica, es decir, en presencia del aire, de los desechos de origen vegetal y animal en un ambiente húmedo y caliente (Ansorena y Merino, 2014).

Es un abono que puede ser reforzado a través de la adición de roca fosfórica, cal agrícola, cal dolomita y *sulpomag*. Su proceso de descomposición de materiales sufre una especie de aceleramiento al inocularse con microorganismos eficientes. La elaboración del compost presenta la siguiente fórmula:

Carbono (C) 30 + Nitrógeno (N) 1 + Agua + Aire

El uso del compost presenta las siguientes ventajas. La materia orgánica del suelo sufre una mejora en cuanto a cantidad, la estructura del suelo cambia de manera positiva y su mejora se hace evidente en un lapso de tiempo corto, tiene la capacidad de que se incremente la retención de la humedad en el suelo, propicia para épocas de pocas lluvias. Los elementos minerales que son requeridos para el desarrollo y crecimiento de las plantas son aportados en cantidad suficiente por este abono.

Como ventajas en el uso del compost, podemos destacar que la capacidad de retención de nutrientes se incrementa, se favorece el desarrollo de la actividad

biológica del suelo pues a la vez que la incrementa, retarda el proceso de cambio de reacción pH, ayuda a corregir las condiciones tóxicas del suelo (Ansorena y Merino, 2014). Para la elaboración del compost se requieren los siguientes materiales:

- Fuente de materia carbonada, la cual es rica en su contenido de celulosa, lignina y azúcares. Se encuentra presente en el aserrín de madera, ramas y hojas verdes de arbustos, desechos de cereales, por ejemplo trigo, cebada, maíz, arroz, entre otros, en los desechos de cocina y en las basuras urbanas.
- Fuente de materia nitrogenada, rica en nitrógeno, comprendida en estiércoles de ganado u otros animales como caballos, ovejas, aves, etc., en la hierba tierna, desechos de leguminosas y sangre.
- Fuente de materia mineral que comprende roca fosfórica, tierra común, ceniza vegetal, agua y cal agrícola.

Entre otros materiales importantes se encuentran los agentes microbiológicos benéficos, la melaza y la levadura de pan. La figura 4, en la página siguiente muestra el proceso de elaboración del compost.

El manejo de la compostera requiere de unos cuidados especiales. Al siguiente día de haber sido elaborada se le deben sacar los palos con el objetivo de facilitar la circulación del aire. Hay que tener el montón preparado humedecido, controlar la temperatura para tener seguridad de que los materiales no se estén descomponiendo, se recomienda una temperatura entre 20 y 25 °C hasta 70 y 80 °C.

Es muy importante que cada 15 días se remueva el montón, también aplicar 2 litros de purín en 20 litros de agua por cada metro cúbico de compostera con el fin de activar la descomposición. Esta actividad también puede ser reemplazada con la aplicación de 250 ml de microorganismos eficientes, 250 ml de melaza en 20 litros de agua por cada metro cúbico de la compostera. Para el buen manejo del compost se requiere:

- Protegerlo del sol, las lluvias y el viento con lo cual se evita que pierda su actividad microbiana, además del lavado y la volatilización de los elementos fertilizantes que contiene la preparación.
- Debe envasarse en sacos de polipropileno con el fin de facilitar su manejo y transporte.
- La preparación deberá ser almacenada en un recinto cerrado, fresco y aireado, alrededor de tres meses únicamente o en un poco menos de tiempo.

Biol

El Biol se define como una fuente de fitorreguladores que resulta de la descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos obtenidos a través de la filtración o la decantación del bioabono (Torres, Quipuzco, & Meza, 2015). El Biol tiene entre sus funciones:

- Promover las actividades fisiológicas de las plantas.
- Actúa en las plantas como un estimulante para su desarrollo.
- Es útil para sus actividades agronómicas ya que ejerce acción sobre el follaje, la floración, el cuajado de frutos, el enraizamiento, además de ser un gran activador de semillas.
- Para su elaboración se requiere de las siguientes fuentes: bovinos y otros, porcino, caprino, avícola (gallinaza).

La figura 5 muestra un cuadro sobre la elaboración del Biol.

Forma de aplicación del Biol

El Biol es aplicado al follaje, al suelo, a la semilla y a los colinos, bulbos, raíces, estacas y tubérculos. En la aplicación al follaje, para una solución del 10% se requieren 2 litros de Biol, por 18 litros de agua para un total de 20 litros. En una solución del 15% 3 litros de Biol por 17 litros de agua, y en una solución del 25%, 5 litros de Biol para 15 litros de agua también da un total de 20 litros. En lo que se refiere al suelo debe aplicarse 1 litro de Biol por cada 100 litros de agua de riego, donde se hace consideración de la gravedad, la aspersion y el goteo. Para la

semilla estas deben inhibirse en una solución de Biol al 12.5, teniendo en cuenta que para las semillas de cutícula suave se requieren 20 minutos y para los de cutícula gruesa un aproximado de 12 horas.

En cuanto a los colinos, bulbos, raíces, estacas y tubérculos sus partes vegetativas deben sumergirse en una solución de Biol al 12.5% sin que exceda los 5 minutos.

Humus

En este apartado haremos referencia a la lombriz de Humus o roja californiana. Esta es una especie que puede alimentarse de cualquier tipo de desechos orgánicos, tiene un aparato digestivo con capacidad para humificar en pocas horas todo aquello que a la naturaleza le toma hasta años realizar. Otra de sus características es que expulsa luego de su digestión el 60% de materia orgánica. La tierra que pasa por la lombriz aumenta en 5 veces su contenido de nitrógeno, 7 veces en potasio y 14 veces en magnesio y calcio.

Su crianza es realizada en camas o lechos de 1 m de ancho por 20 m de largo y a una altura de 0.40 a 0.60 m. No requiere para su construcción de un material específico ya que puede ser de madera rústica, ladrillo, caña, guadua o similares (Corlay-Chee et al., 2011).

Es importante que se deje entre 0.80 a 1 m entre los lechos para facilitar la operación, ya que su crianza es realizada con buena cantidad de estas especies, entre 100 a 1000 por metro cuadrado para iniciar.

Es una especie cuya alimentación se basa en desechos vegetales entre ellos residuos de cosechas y restos de hierbas. Desechos animales como el estiércol, sangre y rumen. Desechos urbanos y de mercado y desechos industriales como papelería, conservas y textiles por nombrar algunos.

En el criadero deben tenerse en cuenta algunas recomendaciones o medidas de control como por ejemplo:

- Probar el alimento.
- Colocar al menos 10 lombrices en una porción apropiada del nuevo alimento que tenga una altura de más o menos 30 centímetros.
- Transcurrido alrededor de 12 horas debe hacerse una revisión para verificar que las lombrices se encuentren distribuidas homogéneamente dentro del montón y entrar a proceder a su completa utilización.
- En caso de que no se encuentren dentro del alimento o que no estén bien distribuidas dentro del mismo, este nuevo alimento no deberá utilizarse.

Para suministrar el alimento, existen dos formas: por capas y por cubrimiento de lechos. Cuando se realiza por capas debe extenderse una capa de 10 a 15 cm de alimento y proceder a sembrar las lombrices. El alimento a consumir debe ser de 40 kg por mes y por metro cuadrado. Cuando ya se ha consumido el alimento se agregará otra capa hasta llegar a cubrir los 25 a 30 cm de lecho, este se riega con un 75% de humedad, antes de proceder a la siembra.

En la forma de cubrimiento de lecho, el lecho debe llenarse hasta los 25 o 30 cm, se continúa con la siembra de lombrices hasta que se consuman todo el alimento. Seguidamente se procede a sacar el humus y las lombrices y se termina con la extensión de un nuevo alimento y realizando nuevamente la siembra de las lombrices.

Manejo del criadero

En cuanto al manejo del criadero, se debe cumplir con las siguientes indicaciones: mantener alimento suficiente y observar de manera frecuente los parámetros de humedad que debe ser de 75%, pH entre 6 a 8,5 y una temperatura de 15 a 25 °C. El objetivo de seguir estas indicaciones de manejo es asegurarse de que las lombrices no se fuguen del criadero.

Cosecha

Al noveno se realiza la primera cosecha, el alimento colocado a las lombrices requiere que sea fresco, antes de extraer el lombricompuesto, las lombrices deben retirarse, a partir del sexto mes se realizarán las siguientes cosechas.

Durante el procesamiento debe extraerse el exceso de humedad del humus, homogenizarlo, cernirlo, empacarlo y etiquetarlo y debe tenerse un buen control de las especies que representan un peligro para la lombriz como las ratas y ratones, hormigas, gorgojos, ciempiés gallinas, pájaros y los parásitos.

Caldos

Pertenecen a la clase de abonos orgánicos líquidos y actúan como repelentes de plagas y enfermedades. Entre los más importantes están:

- **Estiércol de vaca:** este deberá estar fresco y que no haya estado expuesto a los rayos del sol o a las lluvias. Tampoco deberá utilizarse un estiércol si al animal se ha aplicado algún tipo de antibiótico.
- **Agua natural:** en su estado puro, sin que haya sido tratada ya que el cloro mata los microorganismos que son esenciales para su proceso de fermentación.
- **Leche:** importante componente cuya característica fundamental es que permite la proliferación de los microorganismos que realizan la fermentación.
- **Melaza:** esta es la encargada de aportar la energía que se requiere para que los microorganismos puedan alimentarse y realizar su trabajo. También puede ser reemplazada por panela o guarapo de caña.
- **Cal viva:** cumple con la función de regular la acidez de la mezcla. También puede utilizarse en vez de esta, ceniza de fogón.
- **Sales minerales:** hacen relación a los sulfatos que aportan elementos menores como el zinc, hierro, cobre, manganeso, entre otros necesarios en muchos procesos de funcionamiento de la planta, su ausencia no es una limitante ya que si se utiliza la ceniza de fogón, esta también los contiene.

- **Otros elementos:** harina de hueso y de pescado e hígado como optimizadores del proceso de fermentación sin que su adición sea obligatoria o necesaria.

Ingredientes para la preparación de caldos

50 kg de estiércol fresco de vaca, 100 litros de agua natural que no haya sido tratada, 12 litros de leche, 6 litros de melaza, y si se utiliza panela, 4,5 kg, 100 g de cal viva o ceniza. Sales minerales: 1 kg de sulfato de zinc y de magnesio. 300 g de sulfato de manganeso, de hierro y de cobre.

Elaboración

Un tanque de 200 litros para mezclar todos los ingredientes. Cuando se han mezclado debe sellarse el tanque y si se está en una zona de clima cálido deberá dejarse sellado por 30 días, pero si es clima frío entre 45 y 60 días.

Conclusiones

El suelo es el sustrato fundamental para el desarrollo de las especies vegetales y la alta productividad de las mismas, para fertilizarlo el empleo de abonos orgánicos debería ser la opción más viable evitando el desgaste que puede llevar el uso de fertilizantes químicos.

Los abonos orgánicos tienen efectos importantes sobre el mejoramiento y productividad de los suelos; tiene efectos importantes sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

El uso de microorganismos eficientes también constituye una opción de fertilización para incorporar microorganismos con características especiales directamente sobre los abonos o en su defecto directamente sobre el suelo, mejorando ostensiblemente las condiciones de este

Referencias

- Agricultura, M. D. E. (2011). Elaboración y uso del bocashi. *Articulo, 1*, 2–11.
- Agropecuaria, E., & Arroyos, D. T. (2005). “ Recuperando la biofertilidad del suelo ”
- Ansorena, J., & Merino, E. B. D. (2014). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos , enmiendas y abonos orgánicos. *Escuela Agraria Fraisoro*, 1–67.
- Barrer, S. E. (2009). El Uso De Hongos Micorrizicos Arbusculares Como Una Alternativa Para La Agricultura. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 124–132.
- Barrera, J., Combatt, E., & Ramírez, Y. (2011). Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón (Musa AAB). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(2), 186–194.
- Bash, E. (2015). La Materia Organica Del Suelo. *PhD Proposal*, 1(C).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cajamarca, D. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos, 118.
- Corlay-Chee, L., Hernandez-Tapia, A., Robledo-Santoyo, E., Gómez-Tovar, L., Maldonado-Torres, R., & Cruz-Rodriguez, J.-A. (2011). 12790 - Calidad microbiológica de abonos orgánicos. *Cuadernos de Agroecología*, 6(2), 2–4.
- Dimas López-mtz, J., Díaz Estrada, A., Martínez Rubin, E., & Valdez Cepeda, R. D. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra*, 293–299.
- FONCODES. (2014). Producción y uso de abonos orgánicos : biol , compost y humus. *Producción Y Uso de Abonos Orgánicos : Biol , Compost Y Humus*, 9–20.
- Francisco, G. (2005). Relación entre la población microbiológica y el contenido de nutrientes en un abono orgánico fermentado AOF. *Cultura Científica (Fundación Universitaria Juan de Castellanos)*, 5–12.
<https://doi.org/10.4067/S0717-92272005000200002>
- Gómez, D., & Vásquez, M. (2011). Abonos Orgánicos.
- Gómez Álvarez, Regino. Huerta Lwanga, E. (2015). El abono en la base de los cultivos org{á}nicos. *Ecofronteras*, 18–20.

- Herrán, F., Sañudo, J. A., Torres, R. R., Rojo, M. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, 4(1), 57–67. Retrieved from <http://redalyc.org/articulo.oa?id=46140104>
- Honrubia, M. (2009). Las micorrizas: una relación planta-hongo que dura más de 400 millones de años. *Anales Del Jardín Botánico de Madrid*, 66(S1), 133–144. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2226>
- ICONTEC. (2011). *Productos para la industria agrícola. Productos Organicos usados como abonos o fertilizante y enmiendas o acondicionadores de suelo. Instituto colombiano de Normas Técnicas y certificación (ICONTEC)*.
- Liriano González, R., Núñez Sosa, D. B., Hernández La Rosa, L., & Castro Arrieta, A. (2015). Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.). (Spanish). *Evaluation of the Effect of Efficient Microorganisms and Trichoderma Harzianum Application on the Production of Onion Plantlets (Allium Cepa L.)*. (English), 42(2), 25–32.
- Luis^Álvarez, J., Núñez Sosa, D. B., & Liriano González, R. (2012). Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. (Spanish). *Assessment to the Application of Efficient Microorganism to the Cabbage (Brassica Oleraceae L.) Crop in Semi-Greenhouse Conditions*. (English), 39(4), 27–30.
- Luis, L., & Ramírez, M. (1991). Obtencion De Bacterias Acido Lacticas De Ensilajes De Pastos Tropicales Con Fines Inoculativos. *Pastos Y Forrajes*, 14(1), 59–68.
- Mikán, J. F., & Castellanos, D. E. (2004). Screening para el aislamiento y caracterización de microorganismos y enzimas potencialmente útiles para la degradación de celulosas y hemicelulosas Screening for isolation and characterisation of microorganisms and enzymes with usefull potential for degra. *Revista Colombiana De Biotecnología*, VI(1), 58–71.
- Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. *Fonag*, 25.
- Murray, R., Bojórquez, J., Hernández, A., Orozco, M., García, J., Gómez, R., ... Aguirre, J. (2011). Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Revista Biociencias*, 1(3), 27–35.
- Restrepo, R., & Ramírez, R. (2006). Evaluación de la aplicación del abono tipo bocashi en las propiedades físicas de un suelo degradado del municipio de marinilla, Antioquia. *Universiad Nacional de Colombia - Medellín*, 24.

- Tencio, R. (2014). Uso de microorganismos benéficos en la agricultura orgánica en Costa Rica. *Ambientico*, (243), 41. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgii&AN=edsgcl.376206684&lang=es&site=eds-live>
- Torres, A., Quipuzco, L., & Meza, V. (2015). Influencia de la fermentación láctica (abono bokashi) en el pre-compost para la producción de biogás y biol en biodigestores tipo batch. *Revista Del Instituto De Investigación De La Facultad De Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica Y Geográfica*, 16, 62–67.
- Vegetal, S., Gtz, P. S. V.-, & Fermendado, A. O. (2009). Producción de abonos orgánicos. *Producción De Abonos Orgánicos*, 14.