

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**FERTILIZACIÓN ORGÁNICA**

**POR:**

**BLANCA ELIZABETH DE LIRA VILLA**

**MONOGRAFÍA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.**

**FEBRERO 2013.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

MONOGRAFÍA DE LA C. BLANCA ELIZABETH DE LIRA VILLA QUE SOMETE  
A LA CONSIDERACIÓN DEL CUERPO DE ASESORES COMO REQUISITO  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

ASESOR PRINCIPAL

  
\_\_\_\_\_  
M.C. EDGARDO CERVANTES ALVAREZ

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMÓS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO 2013.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

MONOGRAFÍA

POR:

BLANCA ELIZABETH DE LIRA VILLA

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA

  
Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

PRESIDENTE

  
M.C. EDGARDO CERVANTES ALVAREZ

VOCAL

  
M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

VOCAL

  
M.C. FEDERICO VEGA SOTELO

VOCAL

  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

FEBRERO 2013.

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien me ha dado la fortaleza de seguir después de cada tropiezo.

A mis padres, Sanjuana Villa Silerio y Víctor Manuel de Lira Gómez; quienes me brindaron su apoyo moral en todo momento. Personas a quienes admiro y amo profundamente.

A mis hermanos, María Elena, Horacio Cruz, Edna Judith y Tadeo Ángel; así como a mis sobrinas Miranda y Sofía. Todos ellos una motivación esencial para salir adelante.

A mi tío, Víctor Manuel Villa Silerio.

Al señor Fausto Álvarez y a su esposa Carmen, personas que creyeron en mí y me trataron como otro miembro de su familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, quien me ha guiado para llegar aquí.

A mis padres, por inculcarme el seguir mis sueños.

A mi *alma terra mater*, por ser una institución tan noble y permitirme concluir mis estudios.

Al “arbitraje”, bella profesión que me ha forjado el carácter para hacerle frente a las adversidades y, sobre todo me ha dado la posibilidad de estudiar una carrera.

A mis maestros, que de una u otra forma ayudaron a que este sueño se concretara, Ph.D. Juan Guillermo Martínez, Dr. José Prospero Hernández de la Fuente, Dr. Jesús Vásquez Arroyo, M.C. Eduardo Blanco Contreras, al señor Tomas Pérez y al Ing. Fernando Mejía. Además de ser buenos maestros, todos ellos tienen la cualidad de ser excelentes seres humanos.

A mis compañeros y amigos, Por su apoyo y amistad Dalia, Darío, Fer, Agustín, Eliever, Elsita, Isi, Anita, Nurian, Carlitos, Miguelito, Osmar, Martin, Flavio, Obet, Diego, Pedro, Rosario, Vero, Piña, Farlin, Viki, Marissa, Luci y Maguy; muy en especial a mi amiga Marisonia López Guillen, por estar conmigo en las buenas y en las malas apoyándome en todo momento.

A mis asesores: Ph.D. Vicente de Paul Álvarez Reyna, M.C. Edgardo Cervantes Álvarez, M.C. Luz María Patricia Guzmán Cedillo y al M.C. Federico Vega Sotelo; por la asesoría brindada en el presente trabajo.

## RESUMEN

En 2002, se registraron 17 millones de hectáreas dedicadas a la producción orgánica en el mundo, un mercado de alrededor de 25 mil millones de dólares y más de 100 países participando. Se estima que el mercado crecerá hasta alcanzar 100 mil millones de dólares en 2010. La producción mundial crece a un ritmo promedio de 25% anual, 10 veces más que la agricultura convencional (Ind-Alim, 2006). Durante la Revolución verde el uso abusivo de fertilizantes, generó una mejora de la producción agropecuaria, pero también una herencia difícil de ser digerida por el medio ambiente (Ibáñez, 2008). La agricultura orgánica es un proceso de producción diferente, que proporciona un producto de mayor calidad, los incentivos son sociales, medioambientales, y económicos (Blank y Thompson, 2004), basada en el uso de productos naturales, no contaminantes como la composta, utilización de productos autorizados para el control de los organismos dañinos y con el uso de abundante mano de obra. Esta agricultura representa una completa inocuidad alimentaria (Cano *et al.*, 2004). Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan. Con fertilizantes se pueden producir más alimentos, cultivos comerciales, y de mejor calidad, pueden mejorar la baja productividad del suelo que ha sido sobreexplotado. El impulsar la agricultura con abonos orgánicos brindará al suelo la capacidad de proporcionar los distintos elementos nutritivos, así como reducir el uso de insumos externos y proteger la salud del ser humano y la biodiversidad. La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los cultivos obliga a

buscar alternativas fiables y sostenibles. El precio de un saco de abono orgánico es tres dólares, un saco de abono químico oscila entre 30 y 50 dólares dependiendo de la marca y fabricante (FPA, 2010). Existen dos tipos de abonos orgánicos: líquidos de uso directo y sólidos que deben ser disueltos en agua, mezclados con la tierra o pueden ser aplicados en forma directa (FPA, 2010). Se refieren diferentes tipos de abonos como el humus de lombrices, el compost y el bocashi que pueden prepararse, utilizando diversos materiales (Alfonso y Posadas, 2010). Existen distintas variables a considerar en la elaboración de abonos orgánicos sólidos como lo son homogeneidad de los materiales, humedad, tierra, uso de estiércoles, etc. Entre los abonos líquidos podemos encontrar biofertilizantes, té de composta o vermicomposta, así como otros lixiviados.

Para garantizar la calidad de los productos exigida por los consumidores, se establecieron sistemas de certificación orgánica, entre ellos la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) (Soto y Muschler, 2001) y el Codex Alimentarius para elaborar normas, directrices y recomendaciones internacionales en materia de alimentos (OIC, 2007).

En los sistemas orgánicos de producción certificada, la normatividad menciona que debe transcurrir un periodo de tres hasta cinco años, sin aplicación de agroquímicos incluyendo fertilizantes sintéticos (Márquez *et al.*, 2008).

**Palabras clave:** Revolución verde, abonos orgánicos, compost, bocashi, productos naturales.

## **INDICE**

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
RESUMEN.....	iv
1.0 Introducción .....	1
2.0 Antecedentes. ....	3
2.1 Agricultura convencional. ....	3
2.2 Revolución verde. ....	4
2.3 Agricultura orgánica .....	5
2.4 Materia orgánica en el suelo (MOS).....	5
2.5 Fertilizantes. ....	9
2.5.1 Resultados de la fertilización orgánica en diferentes cultivos.....	11
2.6 Nutrición mineral de las plantas. ....	18
2.6.1 Nutrientes minerales de las plantas. ....	18
2.7 Fertilización orgánica. ....	22
2.7.1 Propósitos de la elaboración de abonos orgánicos. ....	23
2.7.2 Ventajas en los alimentos producidos orgánicamente. ....	24
2.7.3 Tipos de abonos orgánicos.....	24
2.7.4 Harina de roca. ....	39
2.7.5 Puntos a considerar para obtener abonos orgánicos sólidos de buena calidad.....	40
2.8 Normativa de la fertilización orgánica. ....	46
2.9 Certificación orgánica respecto a fertilizantes.....	52
3.0 Conclusiones.....	52
4.0 Anexos.....	53
Anexo 1 .....	54
Anexo 2 .....	57
5.0 Bibliografía .....	61

## **1.0 Introducción**

La agricultura moderna ha logrado avances significativos en la producción de alimentos, pero criticada por sus impactos negativos en las comunidades rurales y en el ambiente. Actualmente, ha crecido en el mundo la consideración de sistemas alternativos de producción esto, con el apoyo de ambientalistas, llegando a un mercado cada vez más importante. La agricultura orgánica es un sistema alternativo al convencional o moderno, exige optar por otro sistema de producción desde el punto de vista del productor y por un producto diferente a nivel del consumidor (Gómez, 2000).

Los países de la Unión Europea (UE) han apoyado fuertemente la conversión orgánica del continente, demostrando que hay alternativas de abasto alimentario que no sacrifican la calidad por la cantidad, que es posible estructurar redes de abasto menos masivas, fundamentadas en productores de escala media y pequeña (Ind-Alim, 2006). En el Reino Unido se reporta un aumento de nueve veces la superficie de tierra certificada para orgánicos entre 1996 y 2000 (Lockie y Halpin, 2005).

En México, la agricultura orgánica es relativamente nueva y poco conocida. Sin embargo, en 2002, se registraron 17 millones de hectáreas dedicadas a la producción orgánica en el mundo, un mercado de alrededor de 25 mil millones de dólares y más de 100 países participando. Se estima que el mercado crecerá hasta alcanzar 100 mil millones de dólares en 2010. La

producción mundial crece a un ritmo promedio de 25% anual, 10 veces más que la agricultura convencional, y la demanda no puede satisfacerse (Ind-Alim, 2006).

La agricultura orgánica es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, mercado, desazolve de drenes, entre otros, en un material relativamente estable llamado humus, mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. La calidad del humus dependerá de la materia orgánica utilizada en su producción, teniendo humus con diferentes características fisicoquímicas al igual que microbiológicas, por lo que mientras mayor sea la diversidad de elementos que dan origen a dicho humus mayor será su contenido de nutrientes y microorganismos (Félix *et al.*, 2008).

Son varios los tipos de abonos orgánicos que podemos utilizar. Algunos ejemplos son el compost, biofermentos, bocashi y abonos verdes; la acción de los microorganismos es indispensable para su preparación y funcionamiento. Hoy en día, se presenta nuevamente la necesidad de producir de una forma más sana ya que el mercado así lo demanda. La agricultura orgánica o ecológica es por lo tanto la alternativa (CEDCO, 2005).

## **2.0 Antecedentes.**

### **2.1 Agricultura convencional.**

La agricultura convencional, basada en un patrón químico, moto mecánico y genético, comienza a consolidarse a principios del siglo XX a partir de una serie de descubrimientos científicos y aplicaciones tecnológicas como los fertilizantes químicos, el mejoramiento genético de las plantas y el desarrollo de los motores de combustión interna. Hasta el momento la fertilidad del suelo se mantenía mediante la rotación de cultivos y se integraban la producción animal y vegetal. La introducción de los fertilizantes químicos y posteriormente de plaguicidas o agro tóxicos en forma masiva, utilización de híbridos de alto rendimiento, mecanización de la agricultura, permitieron intensificar los sistemas productivos, abandonar el sistema de rotación y pasar al monocultivo así como divorciar la producción animal y vegetal.

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial parte del equipamiento industrial ocioso fue redirigido para la fabricación de insumos químicos y maquinaria agrícola. Al final de la década del 60 estos avances culminan en uno de los períodos de mayores cambios recientes en la historia agrícola conocido como Revolución Verde (Gómez, 2000).

## **2.2 Revolución verde.**

La Revolución Verde se refiere a un modelo implementado en la agricultura a fin de obtener mayor rendimiento, este modelo nace en Estados Unidos (EU) tras las investigaciones para la creación de semilla híbrida, porque tras la Revolución Industrial con el requerimiento de la producción de alimento para sustentar la industrialización y presencia tanto de eventos climáticos como escasez o inundaciones así como de enfermedades hizo resaltar la importancia de la producción alimentaria (Pichardo, 2006). La finalidad fue generar alta tasa de productividad agrícola sobre la base de una producción extensiva de gran escala y uso de alta tecnología. El caso más obvio de lo anterior fue la rápida fabricación de tractores a partir de la experiencia en el diseño de tanques de combate y fabricación de agro tóxicos como producto colateral de una pujante industria químico-biológica dedicada a la fabricación de armas de ese tipo (Ceccon, 2008). Este modelo no tan solo no acabó con el hambre en el mundo sino que contaminó suelo y agua, empobreció y erosionó suelo, destruyó prácticas agrícolas tradicionales, resultó en la pérdida de cientos de variedades de plantas y expulsó a millones de agricultores hacia los cinturones de miseria de las ciudades (Barg y Armand, 2007). El uso abusivo de fertilizantes, generó una mejora de la producción agropecuaria, pero también una herencia difícil de ser digerida por el medio ambiente. La contaminación de suelo y agua ha

causado estragos, no solo en los ecosistemas agro industrializados, sino también en la biosfera en su conjunto (Ibáñez, 2008). Las investigaciones demuestran que los sembradíos regados con abonos químicos no solo son causantes de problemas de salud sino que producen una seria contaminación del suelo y agua (FPA, 2010).

### **2.3 Agricultura orgánica**

Las raíces del movimiento de agricultura orgánica se remontan a los 1920s, la rápida expansión del sector se ha producido a partir de mediados de 1980 (Greer, 2002). La agricultura orgánica es esencialmente un proceso de producción diferente, en comparación con los métodos convencionales, que proporciona un producto con atributos que los consumidores consideran de mayor calidad y por lo tanto más deseables que los de la forma del producto estándar actual, los incentivos de utilizar métodos orgánicos son muchos (sociales, medioambientales, y económicos), uno de los más importantes son los precios más altos (Blank y Thompson, 2004).

La agricultura orgánica, está basada en el uso de productos naturales, no contaminantes como la composta, utilización de productos autorizados para el control de los organismos dañinos y con el uso de abundante mano de obra. Esta agricultura representa una completa inocuidad alimentaria (Cano *et al.*, 2004).

### **2.4 Materia orgánica en el suelo (MOS).**

El suelo es una parte fundamental de los ecosistemas terrestres. Contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. En él se apoyan y nutren las plantas en su crecimiento y condiciona, por lo tanto, todo el desarrollo del ecosistema. En el suelo viven una gran cantidad de bacterias y hongos, tantos que su biomasa supera, a todos los animales que viven en el suelo.

El suelo está formado por varios componentes: roca, arena, arcilla, humus o materia orgánica en descomposición, minerales y otros elementos en diferentes proporciones (Ibáñez *et al.*, 2004). Consta de cuatro componentes: materia mineral 45% (grava, arena, arcilla, limo), materia orgánica 5% (Los tejidos originales más o menos descompuestos y humus), agua 25% y aire 25% (Anónimo, 2008), como se muestra en la Figura 1.

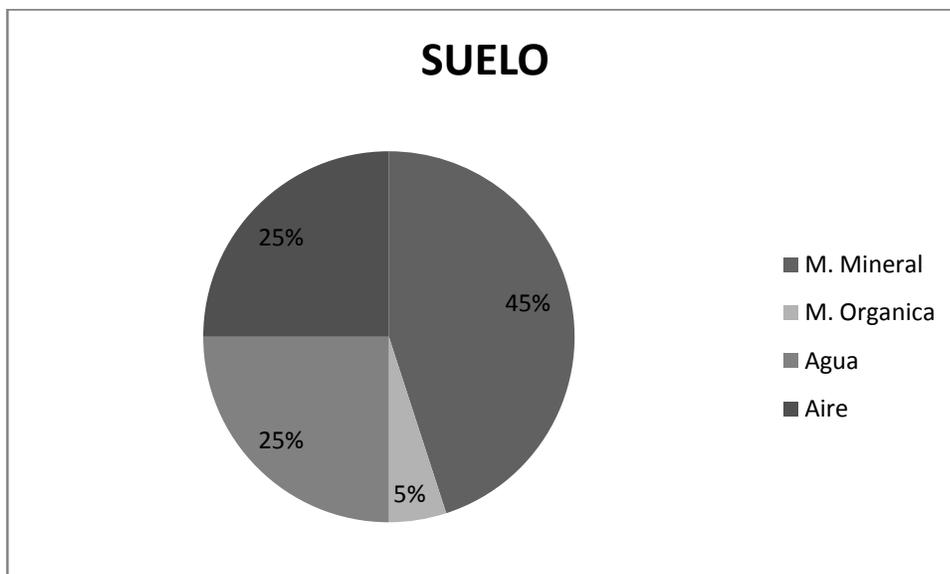


Figura 1. Componentes del suelo.

Fuente: Anónimo, 2008.

La materia orgánica del suelo (MOS), constituida por residuos de plantas y animales en diferentes estados de descomposición, así como la biomasa microbiana, está estrechamente relacionada con las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo. El cultivo del suelo favorece la descomposición de la materia orgánica debido a una mejor aireación, que estimula la actividad de los microorganismos del suelo. La aplicación de fertilizantes, y manejo de los residuos, también influye en las transformaciones de la MOS. El contenido de materia orgánica total en suelo agrícola cambia lentamente a través del tiempo; así, el ciclo de todos sus componentes puede tardar desde décadas a siglos.

Una de las fracciones de la MOS de significancia biológica en el suelo es la biomasa microbiana, que es la masa de organismos que habita en el suelo, cuya proporción respecto de la MOS asciende del 1 a 5%, y es una fracción lábil que contiene cantidades sustanciales de Nitrógeno (N) y Fosforo (P). Es el agente degradador de los residuos de las plantas, cuya actividad contribuye a la liberación de nutrientes y formación de CO<sub>2</sub>. Además de su participación en el ciclo de los nutrientes, también es importante en la agregación del suelo (Zagal y Córdova, 2005).

Los microorganismos (bacterias, hongos, protozoarios, actinomicetes) son autores de un sinnúmero de tareas que hacen posible la vida de los

organismos más grandes (solo una ínfima parte son patógenos). Estos cumplen con la función de descomponer la materia orgánica muerta del suelo. Esta descomposición mineraliza y libera nutrientes que son esenciales para el crecimiento de las plantas (Bizzozero, 2006).

La materia orgánica del suelo representa un sistema complejo de sustancias compuestas por el aporte de residuos orgánicos de diversa naturaleza y su transformación continúa a través de factores biológicos, químicos y físicos, y constituye la base fundamental de los abonos orgánicos (Conpes, 2009).

Los desequilibrios de la materia orgánica hacen que el suelo se torne más frágil a ciertas transformaciones de orden químico, físico y biológico, tales como disminución del poder tampón del suelo, aumento de la susceptibilidad del suelo a la compactación, reducción de la variabilidad y competencia de la biota, favoreciendo poblaciones dañinas a la producción agrícola.

En la medida en que estos fenómenos se acentúan las condiciones para mantener la producción vegetal, se ven afectadas. Si esta producción empieza a reducirse, el aporte de biomasa al suelo será bajo y por ende, la reducción de los contenidos de materia orgánica será más rápida (Cubero y Vieira, 1999).

El humus no es más que materia orgánica en descomposición que se encuentra en la capa superficial de la corteza terrestre como consecuencia de la descomposición de restos vegetales y animales muertos.

Mientras más humus se encuentre en un terreno es más fértil. Pero es importante saber que el humus se agota entre otras razones por la tala, quema, y mala utilización del terreno entre otras (Ibáñez *et al.*, 2004).

La presencia de humus garantiza a las plantas una reserva de sustancias nutritivas; favorece la absorción y retención del agua; facilita la circulación del aire; limita los cambios bruscos de temperatura y humedad que tanto dañan a las plantas; bloquea y desactiva un gran número de compuestos tóxicos y provee alimentos a los animales minúsculos que son la base de toda la cadena alimenticia (Amigos de la tierra, 2004).

Dos componentes importantes en la materia orgánica son los ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales son responsables de muchas de las mejoras que ejerce el humus, las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos al formar complejos arcilla-húmicos, forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta. (Félix *et al.*, 2008). La materia orgánica en forma de abono es indispensable en los sistemas de producción ecológica (CEDECO, 2005).

## **2.5 Fertilizantes.**

Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan. Con fertilizantes se pueden producir más alimentos, cultivos comerciales, y de mejor calidad. Los fertilizantes pueden mejorar la baja productividad del suelo que ha sido sobreexplotado.

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayor rendimiento. Los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que faltan. Con los fertilizantes, el rendimiento de los cultivos puede a menudo duplicarse o más aún triplicarse (Figura 2). Los resultados de miles de demostraciones y de ensayos llevados a cabo en las ranchos de los agricultores bajo el primer Programa de Fertilizantes de la Food and Agriculture Organization (FAO), que cubrió un período de 25 años en 40 países, mostró que el aumento promedio ponderado del mejor tratamiento de fertilizantes para ensayos de trigo era alrededor del 60 por ciento. El aumento del rendimiento varia, por supuesto, de acuerdo a la región (por ejemplo debido a la falta de humedad), cultivo y país (FAO e IFA, 2002).

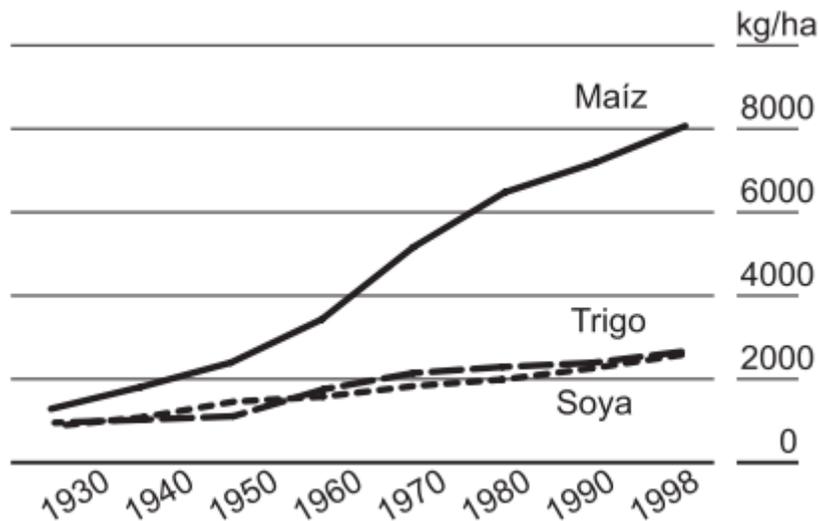


Figura 2. Rendimientos de cultivos en los Estados Unidos de América, de 1930 a 1998.

Fuente: FAO e IFA, 2002.

### 2.5.1 Resultados de la fertilización orgánica en diferentes cultivos.

#### Experimento 1

En investigación realizada en el 2009, llamada “Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo de tomate”, se presentó lo siguiente: tres programas de fertirrigación: una orgánica (té de bocashi) y dos utilizando fertilización química propuestas para ser aplicadas en el sistema de producción del cultivo de tomate. Los programas con fertilización química consistieron en aplicar: fertilización 100% química (programa convencional) y 50% de la fertilización química convencional más una enmienda húmica líquida (ácidos húmicos y fúlvicos). El análisis no detectó diferencia entre tratamientos para las

variables rendimiento total, comercial y peso de frutos promedio general, pero si se detectó diferencia cuando se realizó el análisis para cortes. Los rendimientos totales oscilaron entre 72,005 y 81,381 kg.ha<sup>-1</sup> y los comerciales entre 61,524 y 67,407 kg.ha<sup>-1</sup>, obteniéndose el mayor rendimiento total con la fertilización 100% química, y el comercial con la fertilización 50% química más la enmienda. El análisis para peso y diámetro promedio de fruto, en donde los mayores pesos y diámetro de frutos se obtuvieron con la fertilización orgánica, coincidiendo con el análisis del peso de frutos promedio general, en donde, aunque no se marcaron diferencias entre los tratamientos, el mayor peso de fruto se obtuvo con la fertilización orgánica con un peso de 137 g.

En las Figuras 3 y 4 se presentan los diámetros y pesos promedios de fruto por cada corte (n: 20), en donde se aprecia que los mayores diámetros y pesos de fruto se obtuvieron en el medio ciclo de producción Floradade durante la aplicación de tres programas de fertilización (Ávila et al., 2009).

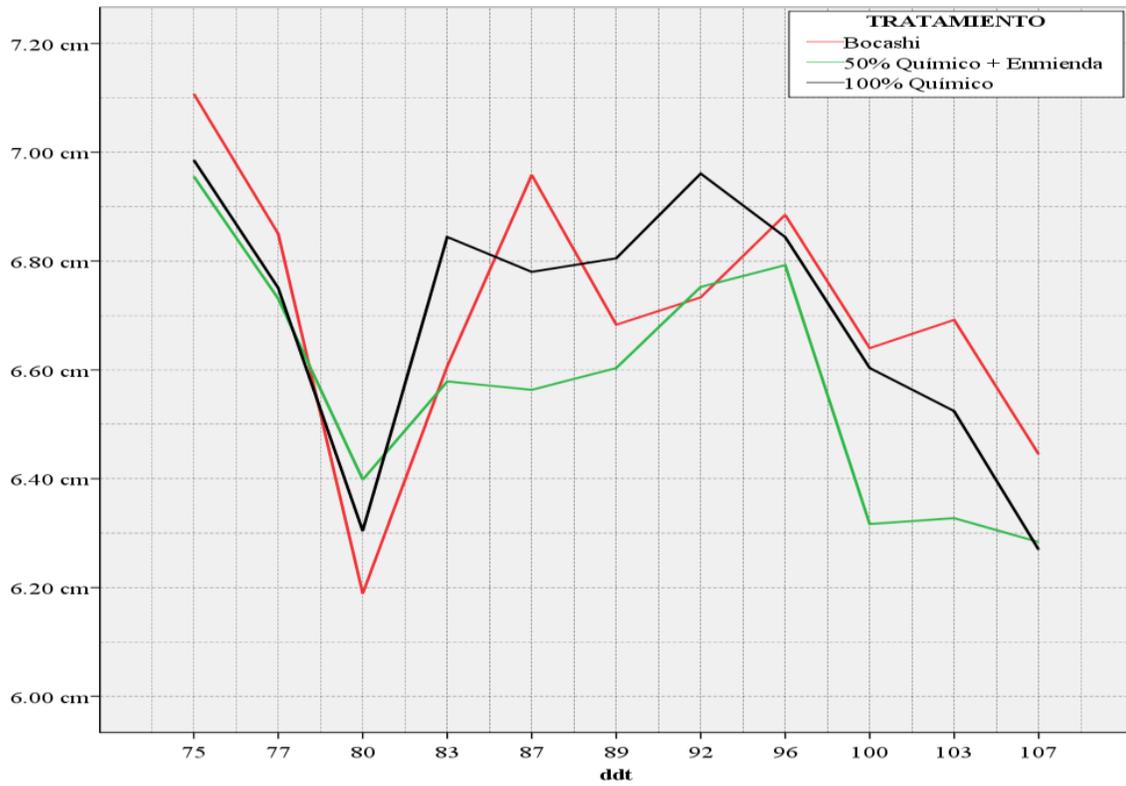


Figura 3. Diámetro de frutos (n: 20) del cultivo de tomate cultivar Floradade

Fuente: Ávila *et al.*, 2009.

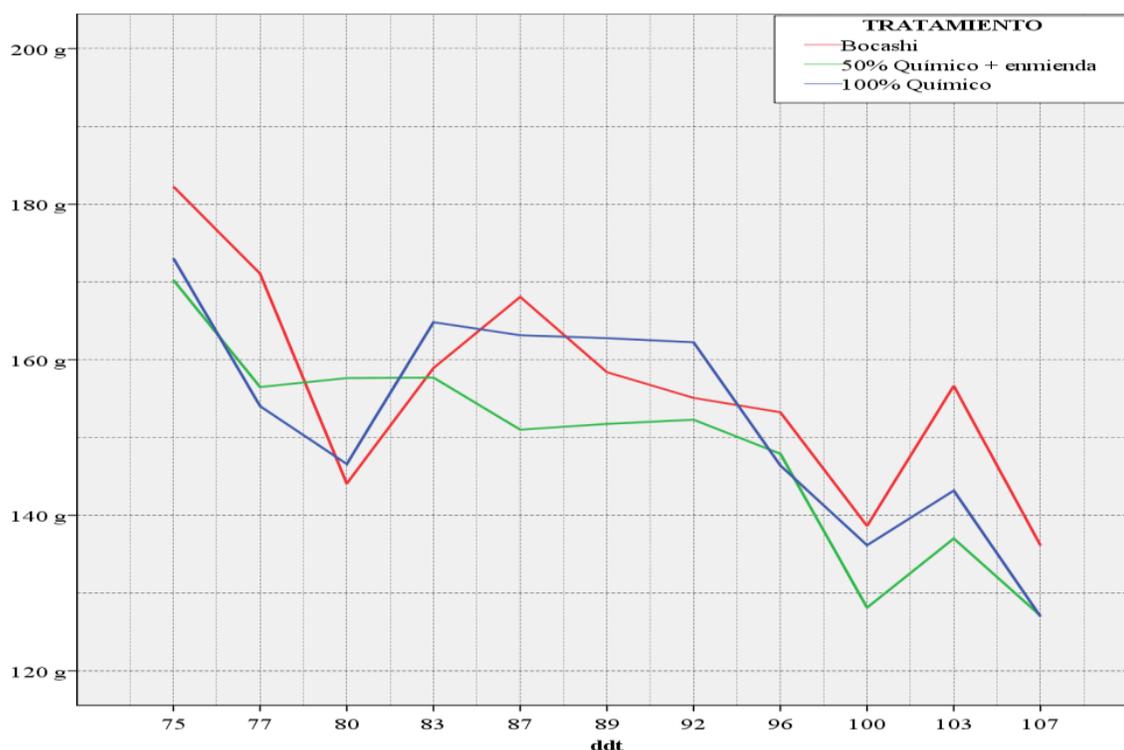


Figura 4. Peso promedio de fruto (n: 20) del cultivo de tomate cultivar Floradade durante la aplicación de tres programas de fertilización.

Fuente: Ávila et al., 2009.

En dicho experimento se tuvieron las siguientes conclusiones:

- ✚ El mayor rendimiento total se obtuvo con la fertilización 100% química, con un rendimiento de  $81,381 \text{ kg.ha}^{-1}$ , mientras que el mayor rendimiento comercial se logró con el tratamiento 50% de la fertilización química, el que reportó un rendimiento  $67,407 \text{ kg.ha}^{-1}$ .
- ✚ Con relación al peso promedio de frutos, la fertilización orgánica utilizando el Té de Bocashi reportó los mayores pesos, tanto para el promedio general como para la muestra (n: 20).

- ✚ El análisis foliar no reportó diferencias nutricionales entre los tratamientos (Ávila et al., 2009).

## Experimento 2

En el proyecto regional agrícola llamado Fertilización orgánica con guano de pollo sobre el rendimiento del cultivo de trigo y fertilidad del suelo. En el 2009-2010, en el experimento se trabajó con una densidad de siembra de de 70 kg/ha. La variedad utilizada fue Buck Guapo. La fertilización de inicio se realizó en la línea de siembra con 45kg/ha., de Nitrocomplex (N:20-P:8,7-K:0). La fertilización con guano de pollo se realizó al voleo, la primera dosis fue de 3000kg/ha., con una humedad del guano del 60%, o sea que el total aplicado fue de 1200kg de materia seca. Los resultados de laboratorio del producto aplicado en base materia seca (Cuadro 1), arrojaron los siguientes datos:

Cuadro 1. Características químicas del guano aplicado (materia seca).

Carbono orgánico	32.2 %
Nitrógeno Total	2.13 %
Fósforo total	1.86 %
Potasio	1.11 %
Calcio	5.21 %
Magnesio	0.78 %
Boro ppm	5.6
pH	7.3
CE (DS/m)	19.6

Fuente: Lauric *et al.*, 2009.

En la Figura 5 se presentan los promedios del contenido de fósforo, en las diferentes submuestras de suelo. Se observa mayor diferencia del elemento con la fertilización orgánica respecto al bloque testigo, con valores de 7 y 22 ppm a las profundidades de 0-5 y 0-15cm., respectivamente.

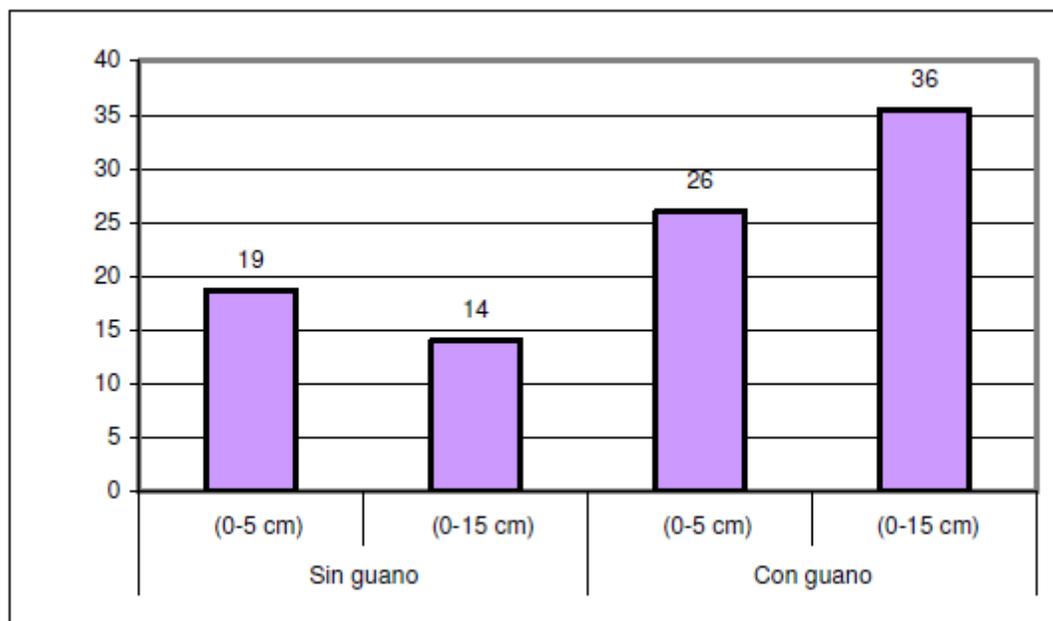


Figura 5. Contenido de fósforo con y sin fertilización con guano (ppm).

Fuente: Lauric *et al.*, 2009.

En rendimiento, en la figura 6 se observa el efecto de la fertilización con guano. El incremento promedio del bloque tratado respecto al testigo fue de 725 Kg/ha. Si bien no se alcanzó significancia estadística para el contenido de fósforo y rendimiento por limitaciones del diseño, el efecto es evidente.

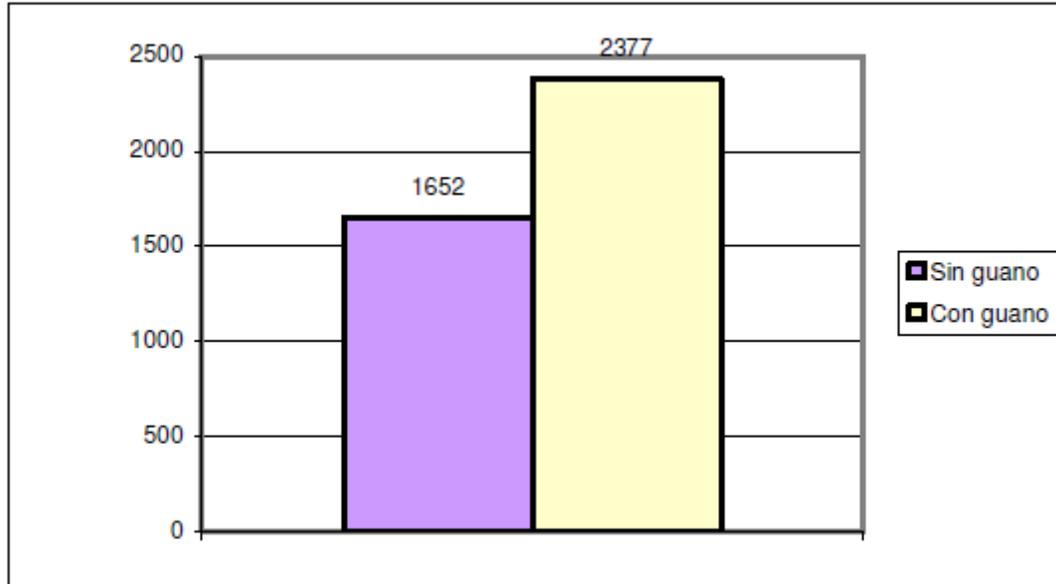


Figura 6. Rendimiento de trigo con y sin la fertilización con guano (Kg/ha).

Fuente: Lauric *et al.*, 2009.

En este estudio se concluye:

- ✚ El aumento de fósforo logrado con el guano (22ppm), fue superior al esperado por una fertilización química convencional en los primeros 15cm., de suelo.
- ✚ El rendimiento de trigo fue mayor al testigo, con un promedio de 725kg, observándose una alta eficiencia en el aprovechamiento de nitrógeno (75%).

## **2.6 Nutrición mineral de las plantas.**

Los elementos químicos que forman parte de la composición de nuestro planeta son poco más de cien, pero solo algunos en virtud de sus características químicas, constituyen la materia viva participando en la formación de las moléculas biológicas complejas y en su funcionamiento.

### **2.6.1 Nutrientes minerales de las plantas.**

Los nutrientes minerales tienen funciones específicas y esenciales en el metabolismo de la planta. Excluyendo el hidrógeno (H), el oxígeno (O) y carbono (C) que son aportados a la planta por el agua y dióxido de carbono, los elementos de la fertilidad se definen de acuerdo a que tan grande sea la cantidad requerida para el crecimiento en elementos principales: Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). Elementos secundarios: Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Microelementos: Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Boro (B), Molibdeno (Mo) y Cobalto (Co) (Valagro, 2004).

#### **2.6.1.1 Elementos principales, elementos secundarios y microelementos.**

##### **ELEMENTOS PRINCIPALES**

Nitrógeno (N).

El Nitrógeno es un elemento esencial, constituyente de aminoácidos, aminos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, muchas enzimas, ATP, alcaloides y muchos otros componentes celulares. El principal efecto de deficiencia de Nitrógeno son las dificultades asociadas a la síntesis de proteínas y crecimiento de la planta.

Fosforo (P).

El Fósforo es un nutriente esencial para el crecimiento de plantas, relacionado con muchos procesos metabólicos, ya que es fundamental en la transferencia de energía a través de esteres de fosfato y fosfatos ricos en energía. Es un constituyente de los ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfoproteínas, fosfoésteres, dinucleótidos y ADP.

Potasio (K).

Este elemento cumple una función importante en la estabilización del pH, turgencia y osmoregulación. Se requiere para sintetizar proteínas, carbohidratos y lípidos; es un activador de enzimas, tiene efectos en el eje de crecimiento y en el control de la apertura estomática (Fagro, 2011).

#### ELEMENTOS SECUNDARIOS:

Azufre (S).

El Azufre es un elemento esencial para la formación de proteínas. Está presente en aminoácidos tales como cisteína y metionina. Es un elemento requerido también para la síntesis de tiamina, coenzima A y sulfolípidos.

Calcio (Ca).

La mayoría del calcio en la planta se localiza en las vacuolas, como oxalato de Calcio y en la pared celular asociada a la formación de pectinas y laminilla media. El Calcio es requerido para mantener estabilidad de la membrana y además es muy importante en la división celular. Tiene un rol importante en la osmorregulación en el balance anión- catión.

Magnesio (Mg).

La principal función de este elemento es la coordinación del metal en la clorofila. También es requerido para la síntesis de proteínas y activar muchas enzimas, regulación de pH celular y balance catión – anión (Fagro, 2011).

#### MICROELEMENTOS:

Hierro (Fe).

Muchas reacciones celulares se asocian al hierro como catalizador de reacciones redox de fotosíntesis y respiración. Se asocia a estados oxidados. Forma parte de la hemoproteína y de pocas Fe-S proteínas (ferredoxinas). El hierro es requerido para la síntesis de clorofila. No se mueve fácilmente en la planta (Fagro, 2011).

Manganeso (Mn).

Activador de enzimas (Mn-proteína y Mn-SOD). Defensa de la planta contra la presencia de radicales activos superóxidos, esencial en la respiración celular y metabolismo del nitrógeno: activador de enzimas del ciclo de Krebs, interviene

en la síntesis de proteínas, ya que participa en la asimilación del amonio, compone parte de ciertas metaloproteínas, interviene en la liberación del O<sub>2</sub> en la fotólisis del agua durante la fotosíntesis, papel estructural en los cloroplastos, influye en la formación de los azúcares (UAM, 2011).

#### Zinc (Zn).

Es constituyente de algunas metaloenzimas, y requerido para la actividad de muchas enzimas y la fotosíntesis. También es requerido para la síntesis de auxinas, hormonas del crecimiento que facilitan la expansión celular.

#### Boro (B).

Las funciones del Boro como elemento en la fisiología vegetal y metabolismo celular aún no están del todo claras. Se puede afirmar que este nutriente es utilizado por las células vegetales en la división celular; crecimiento de las mismas y funciones de las membranas en ápices. Se localiza principalmente en la pared celular.

#### Molibdeno (Mo).

Se requiere para la fijación de Nitrógeno en nódulos radiculares porque este elemento es constituyente de la nitrogenasa y esencial en la acción de la nitrato reductasa (Fagro, 2011).

Cobalto (Co).

Es indispensable para la actividad de las bacterias fijadoras del Nitrógeno (y de las algas azules) (Finck, 1988).

## **2.7 Fertilización orgánica.**

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de gran cantidad de nutrientes, lo que agota la materia orgánica del suelo; por esta razón se debe proceder, permanentemente, a restituir los nutrientes perdidos (FPA, 2010).

Los abonos orgánicos tienen gran importancia Económica, Social y Ambiental; ya que reducen los costos de producción de los diferentes rubros con los cuáles se trabajó, aseguran una producción de buena calidad para la población y disminuyen la contaminación de los recursos naturales en general.

Por otra parte ayudan a que el recurso suelo produzca más y se recupere paulatinamente; su elaboración es fácil, ya que se hace con insumos ó desperdicios locales (Funsalprodese, 2000).

El impulsar la agricultura con abonos orgánicos brindará al suelo la capacidad de absorber los distintos elementos nutritivos, así como reducir el uso de insumos externos y proteger la salud del ser humano y biodiversidad. La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos obliga a buscar alternativas fiables y sostenibles.

En la agricultura ecológica se da gran importancia a los abonos orgánicos y, cada vez más se utilizan en los cultivos intensivos. Dentro de este tipo de agricultura, el manejo del suelo es trascendental y se relaciona con su mejoramiento en las características físicas, químicas y biológicas, en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental; Estos productos, además de los beneficios para el suelo, son económicos: un saco de abono orgánico cuesta tres dólares, un saco de abono químico oscila entre 30 y 50 dólares dependiendo de la marca y del fabricante (FPA, 2010).

Su composición química, el aporte de nutrientes a los cultivos y su efecto en el suelo, varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de patógenos del suelo; además, sirven como fertilizantes y mejoradores del suelo; y presentan una amplia variación de efectos que dependen del material aplicado y de su grado de descomposición. El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de suelos degradados. La adición de residuos vegetales o estiércoles incrementa la actividad y cantidad de la biomasa microbiana del suelo, que en los cultivados varía de 100 a 600 mg kg<sup>-1</sup> (Fortis *et al.*, 2009).

### **2.7.1 Propósitos de la elaboración de abonos orgánicos.**

Al elaborar abonos orgánicos se pretende disminuir los costos sustituyendo parcialmente la aplicación de fertilizantes, aprovechar todos los

residuos de la cosecha y poda, ser amigable con el ambiente aplicando fuentes no contaminantes, enseñar a los productores a utilizar los recursos de su finca (Alfonso y Posadas, 2010).

### **2.7.2 Ventajas en los alimentos producidos orgánicamente.**

Son variados los beneficios y/o ventajas de trabajar con abonos orgánicos como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Ventajas en los alimentos producidos con abonos orgánicos

1. Mantienen y crean la vida de microbios en la tierra,
2. Si la tierra es dura la hace más suave,
3. Si la tierra es arenosa la hace más firme,
4. Ayudan a retener el agua de lluvia,
5. Dan más tipos de nutrientes en un estado en que las raíces los pueden tomar,
6. Aumentan el grueso de los tallos y tamaño de los frutos,
7. Afirman los colores de tallos, hojas y frutos,
8. Aumentan las cosechas,
9. Los nutrientes permanecen por 2 ó 3 años en la parcela,
10. Aumentan y afirma el sabor y el olor de los frutos, y
11. Aumentan la cantidad y calidad de proteínas de los frutos.

Fuente: Téllez, 2001.

### **2.7.3 Tipos de abonos orgánicos.**

Existen dos tipos de abonos orgánicos: líquidos de uso directo y abonos sólidos que deben ser disueltos en agua, mezclados con la tierra o pueden ser aplicados en forma directa (FPA, 2010). Los diferentes tipos de abonos como el humus de lombriz, composta y bocashi que pueden prepararse, utilizando diversos materiales (Alfonso y Posadas, 2010).

### **2.7.3.1 Abonos orgánicos líquidos.**

Preparados orgánicos producto de la fermentación anaeróbica (generalmente de tipo alcohólica) de estiércol fresco de bovino y agua natural enriquecidos con minerales. Las fermentaciones en condiciones anaeróbicas incompletas liberan una serie de moléculas parcialmente degradadas son las que finalmente constituyen los nutrientes en los abonos. Entre los abonos líquidos podemos encontrar biofertilizantes, té de composta o vermicomposta, así como otros lixiviados (Gómez y Tovar, 2008).

#### **a) BIOFERTILIZANTES**

Producto de la disolución y fermentación de sustancias minerales y orgánicas en agua con propiedades nutricionales y/o de estabilización químicas para el cultivo o el suelo donde se desarrolla. Sirven para proporcionar nutrientes y/o bioestimular la nutrición y la resistencia de las plantas a los ataques de insectos y enfermedades. En la elaboración el preparado puede ser enriquecido por compuestos o elementos minerales (FAO, 2009).

Los biofertilizantes son tecnologías limpias apropiadas dentro de los esquemas de certificación nacional e internacional, porque ofrecen soluciones a problemas de deficiencia de nutrientes en el suelo, permiten la sustitución total o parcial de fertilizantes de síntesis con restricciones para su uso en tecnologías

limpias, contribuyen con la disminución de los costos de producción y son compatibles con la protección al ambiente (Corpoica, 2008).

Actualmente, se utilizan diferentes microorganismos con funciones específicas en la agricultura para mejorar la productividad de las plantas. Todos son una fuente facilitadora del manejo de los nutrientes que benefician el funcionamiento de los cultivos y forman parte de una tecnología que garantiza una productividad biológica, económica y ecológica más exitosa y sin contaminación del ambiente y de inocuidad reconocida para el hombre. Los biofertilizantes son recomendados en la agenda 21 como resultado de la llamada Cumbre de la Tierra, firmada en Rio de Janeiro en 1992 (Aguirre *et al.*, 2009).

## **BIOFERTILIZANTES DE LABORATORIO**

Los procedimientos y nombres que podemos encontrar para estos productos biotecnológicos son variados biopreparados, bioestimulantes, microorganismos eficientes, té de compost. A diferencia de los preparados caseros, existe una alta precisión y especialización del tipo de microorganismos utilizados, además de tener sistematizada su preparación y el modo de uso. Existen dos grandes líneas: la selección y la modificación. La selección consiste en aislar y seleccionar del ambiente aquellos microorganismos que se consideren más eficientes para la tarea agrícola, combinarlos, etc. La modificación consiste en cambiar o reinventar mediante modificaciones genéticas la vida de los organismos con la intención de mejorar su desempeño en función de los fines productivos (Bizozzero, 2006).

## **BIOFERTILIZANTES CASEROS**

La presencia de estos seres en la naturaleza, nos brinda la oportunidad de intentar su reproducción a nivel casero, no aislando y seleccionando como lo hace el laboratorio, sino eligiendo los materiales de fermentación dejando la posibilidad de que, si las condiciones del biofertilizante que preparamos fueran apropiadas, reproducir estos microorganismos benéficos. Cualquiera posee la posibilidad de producir un biofertilizante con los elementos que existen alrededor (Bizozzero, 2006).

## **ADHESIVOS ECOLÓGICOS**

La mayoría de los biofertilizantes y preparados naturales precisan de adhesivos que permita romper la tensión superficial de la gota (rompe la gota), mojando mejor y más parejo hojas y partes pulverizadas o regadas. De esta manera la absorción por parte de la planta se hace más efectiva. Otra ventaja de los adhesivos es que no permite posibles daños de tejidos por el efecto lupa o la concentración excesiva de nutrientes en un punto, que genera la gota entera en la hoja. Cuanto más gotas se forman, menor mojamiento y menor eficiencia en los fines perseguidos por la pulverización que hacemos. Cuanto más serosa sea la hoja tratada, más es la tendencia a formarse gotas.

Pueden usarse ralladura de jabón neutro, jugo de aloe o nopal (higo de tuna), harina de trigo, a razón de 200 g cada 10 l de preparado, jabón de grasa y ceniza (Bizozzero, 2006).

## **B) LIXIVIADOS DE COMPOST Y LOMBRICOMPOST**

Los extractos o lixiviados han sido considerados, tradicionalmente, como un fertilizante líquido orgánico. Recientemente, estos materiales están siendo utilizados para el control de plagas y enfermedades. Una vez aplicado el lixiviado a la superficie de la hoja, los microorganismos benéficos ocupan los nichos esenciales y consumen los exudados que los microorganismos patogénicos deberían consumir, interfiriendo directamente en su desarrollo (Larco, 2004).

## **C) TÉ DE COMPOSTA**

El té de composta, es una técnica moderna, donde se coloca material maduro de compost en agua y se recoge un extracto fermentado, alimentado con una fuente energética, que permite un crecimiento de microorganismos benéficos (Larco, 2004).

### **2.7.3.2 Abonos sólidos.**

#### **a) COMPOSTA**

El compostaje es un proceso de descomposición aeróbica que requiere condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. Dichas poblaciones y actividad microbiana varían en función de los

cambios de temperatura, que en el proceso pueden oscilar desde 30-40 °C (fase mesofílica) hasta 70-75 °C (fase termofílica) (Mora, 2006), Figura 7.

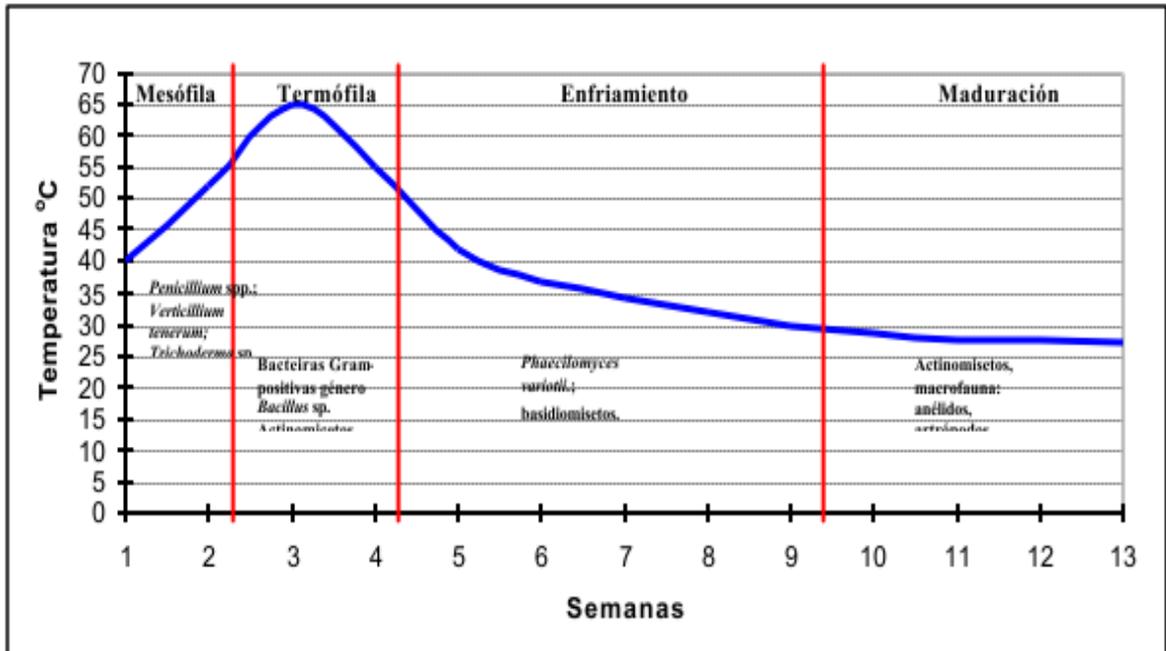


Figura 7: Evolución de la temperatura e interacción con microorganismos frecuentemente reportados en cada estado de evolución hasta maduración del proceso de composteo.

Fuente: (Larco, 2004).

El compostaje se asemeja a una sucesión ecológica, en donde primero hay ciertos organismos que son paulatinamente reemplazados por otros y éstos, a su vez, sucesivamente por otros hasta el agotamiento de todos los nutrientes básicos. Al finalizar el proceso, la composta es estable, esto es, no se descompone, no crecen en ella animales, hongos o bacterias y puede almacenarse largo tiempo sin perder sus propiedades (Rodríguez y Córdova, 2006). El objetivo principal del uso de composta es suministrar los

minerales como en la nutrición inorgánica a los cultivos. En la preparación de 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 (Shintani *et al.*, 2000). Las plantas no pueden tomar los minerales del suelo directamente, necesitan organismos que transformen las sustancias que no son capaces de absorber en asimilables (Márquez y Urquiaga, 2005).

El proceso por el cual se elabora composta se ha denominado “compostaje”. Las tecnologías para el compostaje son variadas y los productos finales también varían en su composición, color, textura, etc., según los residuos y proceso que les dio origen (Rodríguez y Córdova, 2006).

La composta es el resultado de la descomposición aerobia (en presencia de oxígeno) de la materia orgánica en las condiciones adecuadas de humedad, temperatura, oxigenación, pH, cantidad de organismos etc. (Márquez y Urquiaga, 2005).

### **CUIDADOS BÁSICOS DE LAS COMPOSTAS.**

Para que el compostaje se realice eficientemente se deben vigilar aspectos primordiales como son: el aire u oxígeno, el agua, los nutrientes entre otras cosas, los cuales están contenidos en la materia orgánica. Existen algunos otros aspectos como el tamaño de las partículas (desde frutas enteras hasta polvos finos), contenido inicial de agua (desde lodos hasta materiales

totalmente secos), contenido de sales, etc. Procesar cada uno de los distintos sustratos orgánicos puede involucrar diferentes adecuaciones para poder ser más fácilmente procesados. Algunas de estas acciones pueden ser tales como picar, moler, escurrir, airear o mezclar la materia orgánica (SEP, 2008).

## **b) VERMICOMPOSTA**

La vermicomposta se genera como resultado de la transformación bioquímica y microbiológica de los residuos orgánicos, provocadas en el intestino de las lombrices, (*Eisenia foetida*). Los residuos se transforman en un material rico en elementos nutritivos, fácilmente asimilables para las plantas. Además, el vermicompost contiene sustancias biológicamente activas que actúan como reguladores de crecimiento, tiene gran capacidad de intercambio catiónico, elevado contenido de ácidos húmicos, alta capacidad de retención de humedad y porosidad elevada que facilita la aireación y drenaje del suelo y de los medios de crecimiento. Una vez obtenido el vermicompost, éste puede ser utilizado como abono orgánico, mejorador del suelo y sustrato para hortalizas en invernaderos (Moreno *et al.*, 2008). A diferencia de otras técnicas convencionales, el proceso de vermicompostaje toma provecho de las cualidades biológicas y fisiológicas de la lombriz para la descomposición aeróbica de la materia orgánica. El abono de lombriz es el conjunto de excretas o heces fecales, las cuales tienen la misma apariencia y olor de la tierra negra y fresca. Es un sustrato de gran uniformidad, contenido nutrimental y una excelente estructura física, porosidad, aireación y drenaje y

capacidad de retención de humedad y durante el proceso no se generan malos olores (Ancona *et al.*, 2006). El principal efecto de la lombriz sobre los restos orgánicos es acelerar su maduración. La estructura física final del medio de desarrollo de plantas o vermicompost producidos de restos orgánicos depende del material que dio origen al material orgánico de los que fueron producidos. Algunos restos, tales como los estiércoles, son transformados por las lombrices rápidamente, a diferencia de los restos de cosecha que por contener mayor cantidad de fibra tardan más tiempo en ser transformados (Hernández *et al.*, 2008).

### **C) ABONOS VERDES**

Abonos verdes se le llama al cultivo de plantas leguminosas, como el frijol y sus variedades, que se siembran con la finalidad de enterrarla en el suelo durante la época propicia, que es cuando la planta está floreando y cuya descomposición, después de concluido su ciclo vital, sirve de abono al terreno donde han sido plantadas (Funsalprodese, 2000) . Además de servir de cubierta del suelo, protegen al suelo de la erosión y de la compactación por acción de la lluvia, reduce la pérdida de humedad por evapotranspiración (Félix *et al.*, 2008).

### **VENTAJAS DE LOS ABONOS VERDES**

Los abonos verdes presentan muchas ventajas, entre ellas tenemos las siguientes: proporciona de materia orgánica al suelo, contribuye en gran medida a evitar los procesos erosivos en lo suelos, retienen humedad, contribuyen en la

purificación del medio ambiente, son fuente de nitrógeno en el suelo (Funsalprodese, 2000).

### **ABONOS VERDES versus COMPOSTAJE**

Las ventajas del uso de abonos verdes frente al compostaje son: Los abonos verdes tienen poca inversión de mano de obra, manteniendo la diversidad, aportan materia orgánica al suelo, pueden ser alimento animal y humano entre otras (ICPROC, 1998).

### **CARACTERÍSTICAS QUE DEBEN PRESENTAR LOS ABONOS VERDES**

Las características que debe reunir un abono verde son primordialmente: ser resistente a sequía, presentar rápido crecimiento, producción de buena cantidad de follaje, tolerar suelos de baja fertilidad, de fácil establecimiento, produzcan bastante semilla, tenga un sistema de raíz profundo, sea de múltiple propósito (como alimentación humana, animal), que no sean susceptibles a plagas y enfermedades (ICPROC, 1998).

Las especies más utilizadas como abonos verdes han sido agrupadas en tres grandes familias según Martínez (2004):

Gramíneas:

Se siembran asociadas a leguminosas, la masa de su vegetación es mayor que las leguminosas solas.

Leguminosas:

Es la familia más utilizada, gracias a su capacidad de fijación de nitrógeno. En especies como *Pisumsativum* y *Vicia faba* es posible cosechar sus vainas antes ser incorporadas al suelo dando un beneficio económico a la actividad.

Crucíferas:

Presentan un rápido desarrollo que favorece su aplicación en tiempos cortos. Tienen la facilidad de usar reservas minerales del suelo y acumular cantidades importantes en sus partes aéreas, principalmente el potasio.

Otras familias (Gómez y Tovar, 2008).

#### **D) ABONO FERMENTADO TIPO BOCASHI**

El bocashi es un abono orgánico de origen japonés que se produce en un tiempo más corto que el compost. Bocashi es una palabra de origen japonés que significa “materia orgánica fermentada” y una traducción de esta palabra al español es abono orgánico fermentado, aunque en la mayoría de las ocasiones el bocashi se produce en un proceso aeróbico y no vía fermentación (Gómez y Tovar, 2008).

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de semidescomposición aeróbica (con presencia de oxígeno) de residuos orgánicos por medio de poblaciones de

microorganismos, quimioorgano-tróficos, que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra (Restrepo, 2007).

Algunos agricultores invierten en la fabricación del abono orgánico 12 a 24 días. Comúnmente en lugares fríos el proceso dura más tiempo que en lugares cálidos. El tiempo requerido depende del incremento de la actividad microbiológica en el abono, que comienza con la mezcla de los componentes.

A los 10 a 15 días, el abono orgánico fermentado ya ha logrado su maduración y la temperatura del abono es igual a la del ambiente, su color es gris claro, seco, con un aspecto de polvo arenoso y de consistencia suelta (FPA, 2010).

## **VENTAJAS DE LA ELABORACION DE BOCASHI**

Las ventajas que presenta el proceso de elaboración del abono orgánico fermentado son:

- a) No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitándose cualquier inicio de putrefacción.
- b) Se facilita el manejo del volumen de abono, su almacenamiento, su transporte y la disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y con las necesidades de cada productor).

- c) Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- d) Se autorregulan “agentes patógenos” en la tierra, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros.
- e) Se da la posibilidad de utilizar el producto final en los cultivos, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.
- f) Por medio de la inoculación y reproducción de microorganismos nativos presentes en los suelos locales y levaduras, los materiales se transforman gradualmente en nutrientes de excelente calidad disponibles para la tierra, las plantas y la propia retroalimentación de la actividad biológica.
- g) El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitorreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.
- h) Los abonos orgánicos activan una serie de rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas y de bio-protección.
- i) No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.
- j) Los materiales con los que se elaboran son muy conocidos por los productores y fáciles de conseguir localmente.
- k) Los diferentes materiales que se encuentran disponibles en las diversas zonas de trabajo, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las formulaciones o las recetas,

haciéndolas más apropiadas a cada actividad agropecuaria o condición rural.

l) Finalmente, los agricultores podrán experimentar un proceso de conversión de una agricultura envenenada hacia una agricultura orgánica.

## **PROCESO DE LA ELABORACIÓN**

En el proceso de la elaboración del Bocashi hay dos etapas bien definidas: La primera etapa es la fermentación de los componentes del abono cuando la temperatura puede alcanzar hasta 70-75 °C por el incremento de la actividad microbiana, posteriormente, la temperatura del abono empieza a bajar por agotamiento o disminución de la fuente energética. La 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 para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización (Restrepo, 2007).

Tradicionalmente, para la preparación del bocashi, los agricultores japoneses usan compuestos orgánicos como semolina de arroz, torta de soya, harina de pescado y suelo de bosque como inoculante microbiano. Estos suelos contienen varios microorganismos benéficos que aceleran la preparación de abono orgánico (Gómez y Tovar, 2008).

## COMPONENTES EN EL ABONO TIPO BOCASHI

Diversos son los materiales utilizados en la elaboración de Bocashi, como se muestra en el Cuadro 3 donde, se incluye la función de los mismos.

Cuadro 3. COMPONENTES EN EL ABONO TIPO BOCASHI

COMPONENTE	FUNCIÓN
Cascarilla de arroz	Facilita la aireación, absorción de humedad y filtrado de nutrientes, beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica.
Gallinaza	Fuente de nitrógeno, mejora la fertilidad del suelo en especial de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B.
Pulidura de arroz	Favorece la fermentación de los abonos, aporta N, P, Ca, K y Mg.
Melaza	Principal fuente energética para la fermentación y fuente de carbono favoreciendo la actividad microbiológica, es rica en potasio, calcio y magnesio, contiene gran cantidad de boro.
Levadura, tierra virgen o de bosque.	Constituyen la principal fuente de inoculación microbiológica, para la fabricación de abonos orgánicos
Cal agrícola	Regula la acidez que se presenta en todo el proceso de fermentación.
Agua	Homogeniza la humedad de todos los ingredientes.
Material verde	Es el material vegetal que se descompone durante el proceso, aportando materia orgánica para el desarrollo de los diferentes microorganismos presentes.

Fuente: Gómez y Tovar, 2008.

## UTILIZACIÓN DEL BOCASCHI

La utilización del abono orgánico fermentado no se rige por recetas, sino por las necesidades del agricultor en sus cultivos o los nutrientes que necesita el suelo cultivado o a cultivar.

Aplicación a plantas de recién trasplante

Se aplica en la base del hoyo, en donde se coloca la planta a trasplantarse, el abono se cubre con un poco de suelo para que el trasplante no entre en contacto directo con el abono, ya que podría quemarlo y no dejarlo desarrollar en forma normal.

Aplicación a los lados de la plántula.

Este sistema se recomienda en cultivos de hortalizas y sirve para abonadas de mantenimiento de los cultivos. Ya que estimula el rápido crecimiento del sistema radical hacia los lados. El abono debe taparse con suelo, así se evitarán pérdidas por lavado debido a lluvias o riego.

Es necesario que en cualquiera de las formas de aplicación, el abono orgánico y el suelo estén húmedos, de no ser así, no tendría ningún efecto inmediato. También se lo puede aplicar en los surco antes de sembrar algunos cultivos en forma directa, por ejemplo: zanahorias, cilantro, remolacha, etc. El abono orgánico fermentado puede ser aplicado en forma líquida, para tener buenos resultados en corto tiempo (FPA, 2010).

#### **2.7.4 Harina de roca.**

Es un componente que se puede aplicar para darle una mayor diversidad de nutrientes a un abono orgánico, se puede incorporar en el bocashi de siete días. También puede incorporarse dentro de mezclas líquidas de nutrientes (ácidos húmicos, zeolita, entre otros), o bien aplicarse al cultivo. La función de esta harina de roca es la de reducir la necesidad de agua por parte de la planta; por ejemplo un abono orgánico adicionado con harina de roca, tendrá un alto

contenido de materia orgánica y además ayudará a desalinizar los suelos. Al igual que en los abonos orgánicos mientras mayor sea la diversidad de rocas utilizadas en la elaboración de la harina de roca mayor la diversidad de nutrientes minerales tendrá (Félix *et al.*, 2008).

### **2.7.5 Puntos a considerar para obtener abonos orgánicos sólidos de buena calidad.**

Existen distintas variables a considerar en la elaboración de abonos orgánicos como lo son homogeneidad de los materiales, humedad, tierra, uso de estiércoles, entre otras que se observan a continuación.

#### **2.7.5.1 Homogeneidad de los materiales.**

Cuanto más homogéneo sea el tamaño de las partículas de los materiales que se utilizan en los abonos, mejor será la calidad del producto final. El tiempo para que el abono esté listo se puede reducir con ello de unos ocho a diez días. Para mejorar la homogeneidad de algunos materiales, estos se pueden triturar o picar con un molino de martillo (Valero, 1998).

#### **2.7.5.2 Humedad.**

No hay que olvidar que la elaboración de estos abonos orgánicos es aeróbica y por lo tanto, hay que cuidar el agua, la cual no debe saturar la mezcla final con más de un 45% de humedad. De lo contrario, el abono tiende a una putrefacción (con presencia de malos olores), disminuyendo así

notoriamente su calidad. Después de su preparación inicial, en ninguna etapa del proceso debe agregarse agua a la mezcla (Valero, 1998).

### **2.7.5.3 Tierra.**

En muchos casos, la tierra puede ocupar hasta una tercera parte del volumen total de los abonos. Entre otras, la tierra tiene las funciones de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad; además, puede ser un medio propicio y de inóculo para el desarrollo de la actividad microbiológica de la mezcla. En muchos casos los abonos se pueden elaborar sin la misma, lo que permite obtener abonos de nutrición más concentrada. Es bueno recordar que cuanto más seca esté la tierra que utilicemos en la elaboración de los abonos, mejor podrá realizarse el control de la humedad final (prueba del puño) (Valero, 1998).

### **2.7.5.4 Uso de estiércoles.**

La elaboración de un buen abono orgánico depende en gran medida de una buena recolección de los estiércoles que se desean utilizar. Los estiércoles más comunes para elaborar los abonos son los de gallinas, ganado vacuno, cerdos, cabras, conejos y caballos. Cuanto más protegidos estén los estiércoles del sol y de la lluvia, mejor será su calidad (Valero, 1998).

### 2.7.5.5 Relación Carbono-Nitrógeno (C/N).

Al principio del proceso de compostaje los microorganismos consumen 30 veces más carbono que nitrógeno (Márquez y Urquiaga, 2005); La relación teórica e ideal para la fabricación de un buen abono de rápida fermentación se calcula que es de 1 a 25-35. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización; por otro lado, relaciones mayores resultan en una fermentación y descomposición más lenta, y que en muchos casos es conveniente (Restrepo, 2007). Hay que considerar el contenido de carbono y nitrógeno de los materiales a compostear. Cuando la relación C/N está entre 17 y 23 hay un equilibrio adecuado en la producción de humus, pero cuando hay una relación menor a 17, hay una descomposición muy rápida y contiene suficiente nitrógeno para las plantas (SEP, 2008). Los materiales verdes (con abundancia de Nitrógeno) favorecen el aumento de la velocidad de la descomposición, pero no generan gran cantidad de producto. En cambio, los materiales secos o leñosos (con abundante Carbono) sirven para mejorar la aireación del montón y se descomponen más lentamente, pero incrementan el volumen del producto final (Márquez y Urquiaga, 2005). En el Cuadro 4 se menciona la relación Carbono/Nitrógeno en distintas sustancias.

Cuadro 4. Relación Carbono/Nitrógeno

Niveles Altos de Nitrógeno (1-25/1)	de	Carbono/Nitrógeno equilibrado (25-40/1)	Niveles altos de Carbono (40-1000/1)
- Orines, de aves	estiércol	- Estiércol de oveja	- Serrín
- Estiércol	de	- Estiércol de	- Papel y cartón
			- Paja

animales de granja fresco	caballo con cama de paja	- Agujas de pino secas
- Purín de ortigas	- Hierbas al final de su ciclo vegetativo	- Ramas de podas otoñales
- Ortigas frescas	- Hojas de arboles frutales y arbustos	- Ramas de poda muy gruesas
- Césped fresco	- Ramas de podas primaverales finas o trituradas	- Hojas frondosas
- Leguminosas recién cortadas	- Agujas de pino frescas	
- Restos vegetales frescos		
- Posos de café		
- Restos de cocina		

Fuente: Márquez y Urquiaga, 2005.

#### **2.7.5.6 Mezcla del abono, volteo diario y control de la temperatura.**

En el caso del Bocashi, una vez mezclados todos los ingredientes del abono durante el primer día de su preparación, se deja fermentar la mezcla amontonada durante 24 horas. De aquí en adelante se voltea la mezcla dos veces al día (mañana y tarde), regulando la altura del mismo. La temperatura de la mezcla no deberá sobrepasar los 50 grados centígrados; por lo que será necesario ir disminuyendo gradualmente la altura original de la mezcla. Es importante destacar que durante este proceso de volteo no deberá agregarse agua a la mezcla. El abono estará listo para su uso, cuando la mezcla esté totalmente seca y sin temperatura (Valero, 1998). 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 10% de oxígeno (Rodríguez, 2000).

En el caso de la composta, todo el proceso debe realizarse de manera aeróbica, ya que los microorganismos que intervienen respiran oxígeno y expelen bióxido de carbono. Cuando a una composta le falta ventilación, esta puede despedir olores desagradables y pestilentes, provocados por la presencia y metabolismo de otro grupo de microorganismos conocidos como anaeróbicos. En el proceso de composteo, el oxígeno se requiere para el metabolismo aeróbico, necesario para la oxidación de moléculas orgánicas presentes en el material. Por lo anterior, la aireación de las pilas o camas productoras se realiza por volteos periódicos con el propósito de suministrar oxígeno y extraer el calor producido dentro de la misma.

Para determinar algunos intervalos óptimos en días para realizar los volteos se consideran factores como la temperatura y humedad, así surgen algunas recomendaciones como la de realizar el primer volteo a los 7 días de haberla preparada y posteriormente cada 7 o 3 días, según el tipo de materia orgánica que se trate; sin embargo en la práctica esta actividad se debe de realizar cuando la temperatura es cercana a los 70 °C o la humedad es mayor a 60 %. La actividad microbiana produce un incremento en la temperatura, esta fase se llama termofílica que es donde ocurre una descomposición rápida de la materia orgánica. La temperatura óptima que debe alcanzar con la descomposición termofílica es de 50 °C a 60 °C; considerando la producción de bióxido de carbono, en algunas ocasiones la fermentación por la actividad microbiana puede alcanzar 76 °C, situación no deseable, debido que a temperaturas de 64 °C la pérdida de nitrógeno en forma de amoníaco es alta.

Durante los primeros días, la temperatura se eleva a 60 a 70 °C, posteriormente se estabiliza a 40 °C o 50 °C; para sanear el material de la composta se requiere una temperatura de 60 ° a 65 °C, durante 2 o 3 semanas. Si la temperatura no aumenta, indica que hay un defecto en la aireación, baja relación de C/N o un bajo nivel de humedad. Es importante lo siguiente: que cuando el material presenta este rango de temperatura durante 5 o 6 semanas, es indicador de una anomalía en el proceso, lo que ocasiona que la estabilización de la composta se demore, generalmente la temperatura es baja cuando existen deficiencias en el proceso, como aireación insuficiente mezclas no equilibradas, entre otros (SEP, 2008).

#### **2.7.5.7 Nutrientes.**

Todos los residuos orgánicos se derivan directa o indirectamente de las plantas o animales, de tal forma que su composición, su esqueleto o estructura principal están representados por el carbono. El contenido de muchos otros nutrimentos puede variar enormemente; nos referimos a elementos químicos que se pueden convertir en nitratos, amonio, fosfatos, potasio, calcio, magnesio, boro, fierro, zinc, cobre, sulfatos, cloruros, manganeso, etc. (SEP, 2008).

#### **2.7.5.8 Elementos complementarios.**

Existe una serie de elementos que pueden complementar y mejorar la calidad final de los abonos orgánicos, entre ellos destacamos: la roca fosfatada, la harina de huesos, el suero de leche y el mucílago concentrado del café (aguas mieles). La roca fosfatada y la harina de huesos pueden ser

utilizadas en la proporción de 50 kilos de cada una, por cada tonelada que pretendamos elaborar de abono. El suero y el mucílago pueden mezclarse directamente con el agua que se utiliza en la preparación de los abonos (Valero, 1998).

#### **2.7.5.9 Local donde se procesan los materiales.**

El local donde se procesan y guardan los abonos orgánicos debe estar completamente protegido del sol y las lluvias, pues de lo contrario se verán afectados en su calidad, por los aumentos excesivos de temperatura y humedad. Además, el piso debe ser bien firme y no necesariamente debe estar cubierto de cemento (Valero, 1998).

#### **2.8 Normativa de la fertilización orgánica.**

Para garantizar la calidad de los productos exigida por los consumidores, se establecieron sistemas de certificación orgánica que son ampliamente regulados. Un esfuerzo internacional ha sido el desarrollo de la Guía para la Producción, Procesado, Etiquetado y Comercialización de Alimentos Producidos Orgánicamente, desarrollado por el Comité de Etiquetado de Alimentos del Codex Alimentarius que fue aceptado en 1999. Muchos grupos de productores organizados conformaron en 1972 una Federación Internacional de Movimientos Orgánicos llamada IFOAM, donde una de sus áreas prioritarias ha sido, el establecimiento de normas de producción orgánica, adaptadas por muchas otras agencias de certificación y gobiernos del mundo (Soto y Muschler, 2001).

## **a) Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM)**

La “Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica” (IFOAM), en las “Normas Básicas de IFOAM Para Producción y Procesamiento Orgánico” en su apartado 4.4, denominado “Fertilidad de Suelo y Fertilización”, establece:

### **4.4. Fertilidad de Suelo y Fertilización**

#### **Principio general**

La agricultura orgánica le devuelve al suelo material vegetal, microbiano o animal para incrementar o al menos mantener su fertilidad y actividad microbiana.

#### **Recomendaciones**

Material biodegradable de origen microbiano, vegetal o animal producido con prácticas orgánicas, debería ser la base del programa de fertilidad del suelo. Las fuentes de nutrientes deberían ser usadas de manera responsable y sostenible.

Las pérdidas de nutrientes de la finca al ambiente circundante deberían ser minimizadas.

Los nutrientes deberían usarse en el lugar y el tiempo adecuado y de manera tal que se optimice su efecto.

Debería prevenirse la acumulación de metales pesados y otros contaminantes.

Fertilizantes minerales naturales y fertilizantes de origen biológico traídos a la finca, que estén permitidos bajo estas normas, deberían ser vistos solamente como un componente del sistema de nutrición y como un suplemento y no como un reemplazo del reciclaje natural de nutrientes.

Abonos que contengan heces y orina humana no deberían ser usados, a menos que estén libres de patógenos humanos. Se requiere una atención cuidadosa sobre la higiene y es recomendado que no sean aplicados directamente a la vegetación para consumo humano o al suelo que será usado para crecer plantas anuales dentro de los siguientes 6 meses.

#### **Las Normas requerirán que:**

##### **4.4.1.**

Material de origen microbiano, vegetal o animal deberá formar la base del programa de fertilidad.

##### **4.4.2.**

Los nutrientes y productos para la fertilidad deberán ser aplicados de manera tal que se proteja al suelo, al agua y a la biodiversidad. Las restricciones pueden estar basadas en las cantidades, localización, tratamientos en un período determinado, métodos o selección de insumos aplicados.

#### **4.4.3.**

El material aplicado a la tierra o a los cultivos deberá estar en conformidad con el Anexo 1.

#### **4.4.4.**

Los abonos que contienen excremento humano (heces y orina) están prohibidos para ser utilizados en cultivos para consumo humano. Podrán hacerse excepciones donde estén establecidos requerimientos detallados de saneamiento por parte del organismo que establece las normas, para prevenir la transmisión de pestes, parásitos, agentes infecciosos y para asegurar que los abonos no estén mezclados con otros desechos domésticos o industriales que puedan contener sustancias prohibidas.

#### **4.4.5.**

Los fertilizantes minerales deberán ser usados solamente dentro de un programa dirigido a cubrir las necesidades de fertilidad a largo plazo, junto con otras técnicas tales como aplicaciones de materia orgánica, abonos verdes, rotaciones y fijación de nitrógeno por plantas.

#### **4.4.6.**

Los fertilizantes minerales deberán ser aplicados en la forma en que están compuestos y son extraídos naturalmente y no deberán volverse más solubles por algún tratamiento químico, que no sea la adición de agua o la mezcla con otros insumos naturales permitidos.

Bajo circunstancias excepcionales y después de considerar toda la información relevante y de haber considerado el anexo 3, el organismo que establece las normas, puede permitir una excepción a este requerimiento. Estas excepciones no deberán aplicarse a fertilizantes minerales que contengan nitrógeno.

#### **4.4.7.**

Está prohibido el uso de nitrato chileno y todos los fertilizantes sintéticos nitrogenados (IFOAM, 2003).

#### **b) CODEX ALIMENTARIUS**

La Comisión del Codex Alimentarius, el “Codex” en forma abreviada, fue creada en 1961/1963 por la FAO y la OMS para elaborar normas, directrices y recomendaciones internacionales en materia de alimentos con el fin de proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas leales en el comercio alimentario (OIC, 2007). Se incluyen además las sustancias que se emplean para una ulterior elaboración de los alimentos, en la medida en que éstas son necesarias para alcanzar los principales objetivos mencionados en el código: proteger la salud de los consumidores y facilitar prácticas justas en el comercio de alimentos.

Las directrices del Código se refieren a los aspectos de higiene y a las propiedades nutricionales de los alimentos, comprendidas las normas microbiológicas, los aditivos alimentarios, plaguicidas y residuos de medicamentos veterinarios, sustancias contaminantes, etiquetado y

presentación, métodos de muestreo, métodos de ensayo y análisis de riesgos. Tanto las normas como los códigos de prácticas, las directrices y otras medidas recomendadas constituyen una parte importante del código alimentario general.

El Codex Alimentarius es el punto de referencia internacional más importante en los asuntos relativos a la calidad e inocuidad de los alimentos (AIS *et al.*, 2003).

El objetivo de las Directrices es facilitar la armonización de los requisitos para los productos orgánicos a nivel internacional, y pueden también asesorar los gobiernos que desean establecer reglamentos nacionales en esta área.

Las Directrices incluyen secciones generales con respecto al concepto de producción orgánica y el ámbito de aplicación del texto; descripciones y definiciones; etiquetado y declaraciones de propiedades (incluyendo los productos en transición/conversión); reglas de producción y preparación; sistemas de inspección y certificación; y control de las importaciones (Codex Alimentarius, 2010). La Comisión del Codex Alimentarius está integrada por 174 países miembros y una organización miembro (la Comunidad Europea), a fecha de mayo de 2007 (OIC, 2007).

El Codex Alimentarius (2010), emite un documento llamado:

“DIRECTRICES PARA LA PRODUCCIÓN, ELABORACIÓN, ETIQUETADO Y COMERCIALIZACIÓN DE ALIMENTOS PRODUCIDOS ORGÁNICAMENTE”, donde incluye anexos, el anexo 2 es de interés para el tema de la fertilización orgánica.

## **2.9 Certificación orgánica respecto a fertilizantes.**

En los sistemas orgánicos de producción certificada, la normatividad menciona que debe transcurrir un periodo de tres hasta cinco años, sin aplicación de agroquímicos incluyendo fertilizantes sintéticos (Márquez *et al.*, 2008); sin embargo el hecho de que un insumo este autorizado para la producción orgánica no necesariamente implica que se pueda utilizar sin restricciones de la norma bajo la cual se certifica el proyecto (González y Götz, 2008).

## **3.0 Conclusiones.**

La presente revisión muestra que la revolución verde trajo consigo un incremento notable en la producción agropecuaria; sin embargo, el abuso en el uso de fertilizantes químicos, dio por resultado contaminación de suelo y agua, así como deterioro en la salud.

La agricultura orgánica, al constituirse como un proceso de producción diferente al convencional, recibe diversos beneficios, tanto en el orden social, económico y en el medio ambiente.

La agricultura orgánica permite a los pequeños y medianos productores establecer una red de abasto rentable, que en nuestro país tiene un potencial prometedor.

## **4.0 Anexos.**

## **Anexo 1**

### **Fertilizantes y Enmiendas al Suelo**

#### **Descripción de las sustancias, requerimientos de su composición. Origen Vegetal y Animal**

Estiércol, estiércol líquido y orina

Guano

Excremento humano separado de otras fuentes, evaluado para contaminación

#### **Condiciones para su uso**

No puede ser aplicado directamente a las partes comestibles

Humus de lombriz

Harina de sangre, harina de carne, huesos, harina de huesos

Harina de cascos y de cuernos, harina de plumas, pescado y productos de pescado, lana, pelo, pieles, productos lácteos

Subproductos biodegradables de la industria de procesamiento de origen vegetal o animal, tales como los subproductos del procesamiento de alimentos, semillas oleaginosas, cervecería, destilería o textiles.

Residuos de cultivos, coberturas, abono verde, paja madera, aserrín, corteza, virutas, carbón y ceniza de madera

Algas y productos de algas

Turba (prohibida como enmienda al suelo)

### **Condiciones para su uso**

Excluir aditivos sintéticos; permitida como contenido en las mezclas para macetas.

Preparaciones y extractos de plantas

Compost hecho a partir de los ingredientes listados en este anexo.

## **II. Origen Mineral**

Escoria de siderurgia o volcanes

Enmiendas calcáreas y de magnesio

Piedra caliza, yeso, marga, tiza, cal, cloruro de calcio.

Roca de magnesio, kiserita y sulfato de magnesio

Potasio mineral (ej. Sulfato de potasio, muriato de potasio, kainita, silvanita, patenkali)

Fosfatos naturales

Roca pulverizada, harina de roca

Arcilla (ej. bentonita, perlita, vermiculita, zeolita)

Cloruro de sodio

Elementos menores

Azufre

### **Condiciones para su uso**

Deberá ser obtenido por métodos físicos y no puede ser enriquecido por procesos químicos.

### **III. Origen Microbiano**

Subproductos biodegradables del procesamiento de origen microbiano, por ej. Subproductos de la fabricación de cerveza o destilería.

Preparaciones microbiológicas basadas en la multiplicación natural de organismos.

### **IV. Otros**

Preparados biodinámicos (IFOAM, 2003).

## **Anexo 2**

### **SUBSTANCIAS PERMITIDAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS ORGÁNICOS**

#### **PRECAUCIONES**

1. Toda sustancia empleada en un sistema orgánico como fertilizante y acondicionadora del suelo, para el control de plagas y enfermedades, para asegurar la salud del ganado y la calidad de los productos de origen animal, o bien para la preparación, conservación y almacenamiento de un producto alimenticio, deberá cumplir con los reglamentos nacionales pertinentes.
2. Las condiciones para el uso de ciertas sustancias contenidas en las listas siguientes podrán ser especificadas por el organismo o autoridad de certificación, por ejemplo. Volumen, frecuencia de aplicación, finalidad específica, etc.
3. Cuando se requieran sustancias para la producción primaria, éstas deberán emplearse con cuidado y sabiendo que incluso las sustancias permitidas pueden usarse en forma errónea, con el riesgo de que alteren el ecosistema del suelo o de la granja.

4. Las listas siguientes representadas en el Cuadro 5, no pretenden ser completas o excluyentes ni constituir un instrumento regulador definitivo, sino más bien proporcionar orientación a los gobiernos en cuanto a los insumos concertados internacionalmente. Un sistema de criterios de revisión como el detallado en la Sección 5 de estas directrices, para los productos que deben ser considerados por los gobiernos nacionales, debería ser el principal determinante de la aceptabilidad o rechazo de sustancias.

**Cuadro 5. SUBSTANCIAS QUE PUEDEN EMPLEARSE COMO FERTILIZANTES Y ACONDICIONADORES DEL SUELO**

Sustancia	Descripción; requisitos de composición; y condiciones de uso
Estiércol de establo y avícola	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación, si no procede de sistemas de producción orgánica. Fuentes de “agricultura industrial” no permitidas 20.
Estiércol líquido u orina	Si no procede de fuentes orgánicas, necesidad reconocida por el organismo inspector. Emplear de preferencia después de fermentación controlada y/o dilución apropiada. Fuentes de “agricultura industrial” no permitidas.
Excrementos animales compostados, incluido estiércol avícola	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de inspección.
Estiércol y estiércol de granja compostado	Fuentes de “agricultura industrial” no permitidas
Estiércol de establo y estiércol avícola deshidratados	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación. Fuentes de “agricultura industrial” no permitidas.
Guano	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de

	certificación.
Paja	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Compostes de sustratos agotados procedentes del cultivo de hongos y la vermicultura	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación. La composición inicial del sustrato debe limitarse a los productos incluidos en esta lista.
Desechos domésticos surtidos, compostados o fermentados	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Compostes procedentes de residuos vegetales	
Productos animales elaborados procedentes de mataderos e industrias pesqueras	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Subproductos de industrias alimentarias y textiles No tratados con aditivos sintéticos.	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Algas marinas y sus derivados	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Aserrín, cortezas de árbol y desechos de madera	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación, de madera no tratada químicamente después de la tala
Cenizas de madera y carbón de madera	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación, de madera no tratada químicamente después de la tala.
Roca de fosfato natural	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación. El cadmio no deberá exceder 90 mg/Kg P 2 0 5 .
Escoria básica	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Potasa mineral, sales de potasio de extracción mineral (por Ej. cainita, silvinita)	Menos de 60 % de cloro.
Carbonato de calcio de origen natural (por Ej. creta, marga, maerl, piedra caliza, creta fosfato)	
Roca de magnesio	
Roca calcárea de magnesio	

Sales de Epsom (sulfato de magnesio)	
Yeso (Sulfato de calcio)	Solo de fuentes/origen natural.
Vinaza y sus extractos	Vinaza amónica excluida.
Cloruro sódico Sólo de sal mineral.	Fosfato cálcico de aluminio El Cadmio no debe exceder los 90 mg/Kg. P 2 0 5
Oligoelementos (por Ej. boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc)	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Azufre	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Polvo de piedra	
Arcilla ( bentonita, perlita, zeolita)	
Organismos biológicos naturales (gusanos)	
Vermiculita	
Turba	Usos, según lo admita el organismo o autoridad de certificación. Prohibido como acondicionador de suelos
Humus de gusanos e insectos	
Cloruro de cal	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Excrementos humanos	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación. La fuente es separada de los desechos domésticos e industriales que presentan un riesgo de contaminación química. Es lo suficientemente tratada como para eliminar los riesgos de pestes, parásitos, y microorganismos patógenos. y no son aplicables a cultivos para consumo humano o partes comestibles de las plantas.
Subproductos de la industria azucarera (por Ej. vinaza)	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Subproductos de las palmas oleaginosas, del coco y del cacao (incluyendo los racimos de cáscaras de frutas, efluentes de la producción de aceite de palma (pomo), turba de cacao y las vainas vacías	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.

de cacao)	
Subproductos de industrias que elaboran ingredientes procedentes de la agricultura orgánica	Necesidad reconocida por el organismo o autoridad de certificación.
Solución de cloruro de calcio.	Tratamiento foliar en caso de deficiencia probada de calcio.

Fuente: Codex Alimentarius, 2010.

## 5.0 Bibliografía.

- Aguirre, J., M. Irizar., A. Duran., O. Grajeda., M. Peña., C. Loredo y A. Gutiérrez. 2009. Los biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México. INIFAP. Campo Experimental Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México. Pp. 1-86.
- AIS., CODEDCO., IBFAN., FUNAVI Bolivia., WEMOS Holanda y OPS/OMS Bolivia. 2003. Codex Alimentarius y Seguridad Alimentaria: En busca de una buena Salud. Pp. 1-145.
- Alfonso, J. y E. Posadas. 2010. Proyecto gota verde. Elaboración de abono orgánico a partir de cascarilla de piñón (*Jatropha curcas*). Centro de

- Comunicación Agrícola de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). La Lima, Cortés, Honduras, C.A. Pp. 1-5.
- Amigos de la tierra. 2004. ¿Qué es el compost?. Manual básico para hacer compost. Madrid. P. 1.
- Ancona, L., V. Pech y A. Flores. 2006. Perfil del mercado de la vermicomposta como abono para jardín en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Revista mexicana de Agronegocios. (10): 1-15.
- Anónimo. 2008. El Rol de la Agroecología en la satisfacción de los Objetivos Múltiples de la Agricultura Sustentable.
- Ávila, G., J. Marcia y O. Portillo. 2009. Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo de tomate. Informe Técnico 2009 Programa de Hortalizas. Pp. 70-83.
- Barg, R. y F. Armand. 2007. Agricultura Agroecológica-Orgánica en el Uruguay. Montevideo. Pp. 10-45.
- Bizzozero, F. 2006. Biofertilizantes, nutriendo cultivos sanos. Tecnologías apropiadas. Edita: CEUTA. Programa de Agroecología. Montevideo, Uruguay. Pp. 6-27.
- Blank, S y G. Thompson. 2004. Can/should/will a niche become the norm? Organic agriculture's short past and long future. contemporary economic policy (22): 483-503.

- Cano, P., A. Moreno., C. Márquez., N. Rodríguez y V. Martínez. 2004. Producción Orgánica de Tomate bajo Invernadero en la Comarca Lagunera. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Torreón, Coahuila, México.
- Ceccon, E. 2008. La revolución verde tragedia en dos actos. Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Pp. 21-29.
- CEDECO. 2005. Preparación y uso de abonos orgánicos sólidos y líquidos. Serie Agricultura Orgánica No. 8. San José, Costa Rica.
- Codex Alimentarius. 2010. Directrices para la producción, elaboración, etiquetado y comercialización de alimentos producidos orgánicamente. Programa Conjunto FAO/OMS SOBRE Normas Alimentarias. Roma, Italia. Pp. 1-37.
- Conpes. 2009. Política nacional para la racionalización del componente de costos de producción asociado a los fertilizantes en el sector agropecuario. Departamento Nacional de planeación. Bogotá, Colombia. Pp. 7-27.
- Corpoica. 2008. Producción de fertilizantes biológicos para mora a partir de biofertilizantes mixtos. Uso de microorganismos con potencial como biofertilizantes en el cultivo de mora. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia. Pp. 11-59.

- Cubero, D. y M. Vieira. 1999. Abonos orgánicos y fertilizantes químicos... Son compatibles con la agricultura. Memorias del XI Congreso Nacional Agronómico. Pp. 61-62.
- Fagro. 2011. Deficiencias de nutrientes. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~forestal/cursos/proteccion/Deficiencias.pdf>
- FAO e IFA. 2002. Los fertilizantes y su uso. Una guía de bolsillo para los Oficiales de Extensión. Cuarta edición. Roma, Italia.
- FAO. 2009. Convocatoria regional para identificar Bioplaguicidas y Biofertilizantes para el Manejo Sostenible de Plagas y Enfermedades en la Agricultura Urbana. FAO. P.1.
- Félix, J., R. Sañudo., G. Rojo., R. Martínez y V. Olalde. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai (4): 57-67.
- Finck, A. 1998. Sustancias nutritivas en el suelo y en las plantas Fertilizantes y fertilización. Barcelona, España. Pp. 9-14.
- Fortis, M., J. Leos., P. Preciado., I. Orona, J. García-Salazar., J. García y J. Orozco. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. Terra Latinoamericana (27): 329-336.
- FPA. 2010. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Pp. 3-15.

Funsalprodese. 2000. Establecimiento, manejo y aplicación de abono orgánico. San Salvador. Pp. 2-7.

Gómez, A y X. Tovar. 2008. Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum L.*). Trabajo de grado para obtener el título de: Microbiología agrícola y veterinaria; microbiología industrial. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Pp. 1-74.

Gómez, A. 2000. Perfil Ambiental del Uruguay. Agricultura orgánica: una alternativa posible. CEUTA. Montevideo.

González, H. y H. Götz. 2008. Certificación orgánica. evaluación insumos en la producción orgánica. SAGARPA. Pp. 1-28.

Greer, A. 2002. Policy networks and policy change in organic agriculture: a comparative analysis of the uk and irleand. *PublicAdministration* (80): 453-473.

Hernández, J., F. Guerrero., L. Mármol., J. Bárcenas y E. Salas. 2008. Caracterización física según granulometría de dos vermicompost derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de la palma aceitera. *interciencia* (33):668-671.

Ibáñez, C., S. Palomeque y F. Fonturbel. 2004. Elementos principales del suelo, geodinámica y dinámica de los principales componentes del suelo. En Fonturbel, F., C. Ibáñez y G. Bruzzese (eds.). *El Recurso Suelo: Bases*

Edafológicas, Problemática, Administración y Contaminación.  
Publicaciones Integrales, La Paz.

Ibáñez, J. 2008. Fertilizantes y Agricultura: Una Revolución Necesaria.  
Disponible en: [http://  
www.Madrimasd.org/blogs/universo/2008/09/27/101991](http://www.Madrimasd.org/blogs/universo/2008/09/27/101991)

ICPROC. 1998. Abonos verdes. Área de Técnicas agropecuarias sostenibles.  
San Vicente de Chucuri, Santander, Colombia. Pp. 1-13.

IFOAM. 2003. Normas Básicas de IFOAM, Criterios de Acreditación de IFOAM.  
NORMAS Para la Producción y procesado orgánico. Pp. 3-135.

Ind-alim. 2006. Productos Orgánicos en México. Actualidades. ALFA Editores  
Técnicos. México. Pp. 14-22.

Larco, E. 2004. Desarrollo y evaluación de lixiviados de compost y  
lombricompost para el manejo de sigatoka negra  
(*Micosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano. Tesis Magister Scientiae.  
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.  
Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación Escuela de  
posgrado. Turrialba, Costa Rica. Pp. 12-27.

Lauric, A., A. Marinissen y L. Tomás. 2010. Fertilización orgánica con guano de  
pollo sobre el rendimiento del cultivo de trigo y la fertilidad del suelo.  
Campaña 2009-2010. Hoja técnica: Fertilización orgánica en trigo. INTA.  
Buenos aires, Argentina.

- Lokie, S y D. Halpin. 2005. The `conventionalization´ Thesis Reconsidered: Structural and Ideological Transformation of Australian Organic Agriculture. *SociologiaRuralis* (45): 284-307.
- Marqués, M. y R. Urquiaga. 2005. Manual del buen compostador. El compost y el compostaje. Madrid. Pp. 1-16.
- Márquez, C., P. Cano y N. Rodríguez. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México* (34): 69-74.
- Martínez, C. 2004. Lombricultura y abonos orgánicos. abonos orgánicos: origen, usos y aplicación. Primera semana Internacional Agropecuaria. UAAAN. Dpto. De Suelos.
- Mora, J. 2006. Contribuciones del compost al mejoramiento de la fertilidad del suelo. *Luna azul* (1): 1-6.
- Moreno, A., L. Gómez., P. Cano., V. Cueto., J. Reyes., J. Puente y N. Rodríguez. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: arena en invernadero. *Terra latinoamericana* (26):103-109.
- OIC. 2007. Labor del codex en relación con la inocuidad alimentaria del café. Organización Internacional del Café. Roma, Italia.
- Pichardo, B. 2006. La revolución verde en México. *Agraria* (4): 40-68.
- Restrepo, J. 2007. Manual práctico A B C Agricultura orgánica y harina de rocas. Los abonos orgánicos fermentados. Capítulo 1. Pp. 1-80.

- Rodríguez, F. 2000. Proyecto de sanidad vegetal. Producción de abonos orgánicos. SAG., DICTA y GTZ. Honduras. Pp.1-16.
- Rodríguez, M. y A. Córdova y Vázquez. 2006. Manual de compostaje municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos. SEMARNAT. Programa gestión ambiental y manejo sustentable de los recursos naturales, componente gestión de residuos sólidos y sitios contaminados. México. Pp. 17-89.
- SEP. 2008. Manual de lombricultura. Técnica de lombricultura. SEP. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Pp. 3-39.
- Shintani, M., H. Leblanc y P. Tabora. 2000. Bokashi (abono orgánico fermentado). Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos. EARTH. Limón, Costa Rica.
- Soto, G y R. Muschler. 2001. Agricultura orgánica. Génesis, fundamentos y situación actual de la agricultura orgánica. Manejo Integrado de plagas (62): 101-105.
- Téllez, V. 2001. Los abonos agroecológicos. Pp. 1-6.
- UAM, 2011. Manganese. Disponible:  
<http://www.uam.es/docencia/museovir/web/Museovirtual/fundamentos/nutricion%20mineral/micro/Manganese.htm>
- VALAGRO. 2004. Los microelementos en la nutrición vegetal. Lanciano (Ch.), Italia.

Valero, J. 1998. Adecuación del abono orgánico tipo bocashi para el altiplano de México. IIFAP y Fundación Produce. Querétaro, México. Pp. 1-13.

Zagal, E. y C. Córdova. 2005. Soil organic matter quality indicators in a cultivated Andisol. AgriculturaTécnica (1): 186-197.