

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**Tesis de Grado presentada al H. Consejo
Directivo previo a la obtención de Título de
Ingeniero Agropecuario**

TEMA:

"Efectos de la incorporación de materia orgánica al suelo, sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zeamays L.*), en la zona de Babahoyo".

AUTOR:

RUBÉN DARÍO ASTUDILLO CORNEJO

DIRECTOR:

ING. EDUARDO COLINA NAVARRETE

BABAHOYO - LOS RÍOS- ECUADOR

2011

I. INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal.

En efecto, la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas 2/.

Históricamente en el país se ha manejado la cifra de 250.000 hectáreas, aproximadamente.

El año pasado se reportaron 270.000 hectáreas sembradas, de las cuales el 50% se ubica en la provincia de Los Ríos, 40% en Manabí y el resto en Guayas. El 90% de la siembra de maíz tiene lugar en invierno.

En la época de verano se sembraron 25.000 hectáreas con un promedio de 1.82 toneladas por hectárea 1/.

En la actualidad el uso de nuevas fuentes para restablecer los niveles de materia orgánica en los suelos, han llevado a todo un proceso de investigación que en muchos casos no han logrado los resultados esperados.

Este problema es más visible en lugares donde el desconocimiento de nuevas fuentes o formulaciones, es más frecuente.

Además de N, P, K, las plantas necesitan de otros elementos del suelo, los cuales son requeridos en menor proporción. Entre ellos, los más utilizados con el calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S).

1/ Anuario Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. MAGAP, 2009

2/ Revista Sector Industrial. Noviembre, 6-2009

El calcio y el magnesio pueden formar parte de materiales de encalado, los cuales se recomiendan para suelos ácidos. El magnesio y el azufre también pueden estar presente en algunas fórmulas y en su conjunto constituyen los macroelementos.

Adicionalmente un suelo que provee deficiencias en las cantidades de materia orgánica disponible, sobre la cantidad de microorganismos que ayuden a descomponer los fertilizantes aplicados para la nutrición de los suelos.

En la actualidad los problemas en la cantidad de materia orgánica en los suelos, se han producido por: mal laboreo del mismo, exceso de fertilización o uso adecuado de agroquímicos.

La aplicación de materia orgánica activa la capacidad de los suelos, para descomponer los elementos debido a la influencia de los microorganismos y sobre todo mejorar las condiciones físicas del mismo. Así como reduce los procesos de erosión de los suelos, al incentivar la formación de agregados más estables.

Por esto, la importancia de realizar este estudio basado en la necesidad de conocer fuentes y dosis de materia orgánica, para mejorar los suelos y por ende la responsabilidad del agricultor.

1.1. Objetivo General

Demostrar el efecto de la incorporación de materia orgánica al suelo, sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz, en la zona de Babahoyo.

1.2. Objetivos Específicos

1. Determinar el efecto de la materia orgánica sobre el comportamiento agronómico del cultivo de maíz.
2. Evaluar la o las dosis de materia orgánica más eficientes.
3. Indicar la fuente más adecuada de materia orgánica.
4. Realizar el análisis económico en relación al beneficio/costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Materia Orgánica y Fertilización

Bernad, Thompson y Silke (2000), indican que la mayoría de los suelos contienen materia orgánica que deriva principalmente de la descomposición parcial de residuos vegetales. En menor cantidad pueden originarse también en restos de animales y deyecciones. Las proporciones de la materia orgánica varían desde cero, como en el caso de algunos depósitos arenosos, hasta un 95 % o más de algunas turberas, en suelos agrícolas, comunes su proporción rara vez excede del 15 %. La materia orgánica es el asiento de la mayoría de los procesos microbiológicos que se operan en el suelo, de los cuales uno de los más importantes es el de oxidación de la materia orgánica, proceso que depende en la mayor parte de la actividad metabólica de bacterias y hongos, aunque probablemente también exista una limitada cantidad de descomposición puramente química, en condiciones excepcionalmente

favorables para la actividad de los microorganismos, la materia orgánica del suelo se oxida, completamente y desaparece .

Cobos (2000), manifiestas que la materia orgánica es un importante componente natural de los suelos agrícolas en pequeñas cantidades actúa como agente físicas, químico biológico, mejorando la estructura y fertilidad, se dice que el máximo efecto benéfico de la materia orgánica se define cuando esta alcanza un avanzado grado de descomposición y da origen a las sustancias húmicas, ácido húmico, ácido fulvico y ácido húmico o innato melánico. Las corrientes ecológicas preocupadas siempre por preservar sano el ambiente han motivado el desarrollo de tecnología de producción que permiten obtener altos rendimientos de la cosechas sin degradar o detener los recursos naturales, por lo que hoy nuevamente como en los orígenes de la agricultura, existe una mayor preocupación por la existencia orgánica como fuente de fertilidad productiva y sostenible de los suelos.

Jativa (2001), dice que la utilización frecuente de abonos orgánicos permite resolver los problemas de fertilidad del suelo, mejoraran la capacidad de retención de agua y circulación del aire, favorecen el desarrollo y vigorización de las plantas; aumenta la capacidad de controlar naturalmente insectos, ácaros, nematodos como patógenos.

Sea cual fuere el abono que se va a utilizar, su aplicación debe responder a un análisis previo del suelo (nutrimentos, relación C/N y microorganismos) pudiendo aplicarse de acuerdo a su riqueza hasta el doble del requerimiento en términos de elementos minerales puros, pues su asimilación y posterior absorción es bastante lenta.

Chabousson, Welsh y Gilbert (2006), consideran la importancia de los organismos del suelo, sobre todo del microorganismo de la rizosfera, en los fenómenos de cambio.

La formación de materia orgánica por parte de los microorganismos tienden a satisfacer dos tipos de

necesidades: síntesis polisacáridos y de aglomerantes con motivos estrictamente estructurales y síntesis de sustancias proteicas con fines biológicos, es decir producción de microenzimas protegidas por sustancias fenólicas por razones de orden metabólico.

Cooke (2002), indica que algunos de los meritos que se atribuyen a los fertilizantes orgánicos son los siguientes: el nitrógeno y el fosforo presente no son solubles en agua a medida que el fertilizante se descompone en el suelo, esos nutrientes pueden liberarse con lentitud, en una tasa equiparable a la absorción por las plantas. El proceso también impide la lixiviación de los nutrientes.

Carretero, Ibañez y Murillo (2002), indican que numerosos microorganismos, principalmente bacterias y hongos, junto con algunos componentes de la mesofauna, como las lombrices, son capaces de mejorar la estructura y la estabilidad estructural de los suelos, estos efectos son debidos a que, por ellos

mismos o a través de sustancias producidas por ellos, son capaces de ligar las partículas de suelo formando agregados.

Selke (2008), señala que el nitrógeno que contienen los abonos orgánicos en mayor o menor proporción, es una fuente lenta pero continua de materias nutritivas, y por tanto idóneo. Para mantener y favorecer la « fuerza intrínseca » del suelo que es una parte muy esencial de la fertilidad del suelo. Aunque las materias nutritivas contenidas en los abonos orgánicos estén disponibles para las plantas solo después de haber sido mineralizadas, algunas de las sustancias que contienen (hormonas, enzimas, auxinas, antibióticos) pueden absorberse directamente, y tienen por ello una importancia decisiva sobre el desarrollo y el rendimiento.

2.2. Abonos Orgánicos

Para Suquilanda (2003), la agricultura orgánica respeta las adaptaciones naturales de los cultivos a su medio, como también respeta las complejas relaciones existentes entre el

suelo, la microbiología, las plantas y la atmosfera. Por el contrario, la agricultura convencional con fertilizaciones programadas viola los ritmos y la velocidad del metabolismo de las plantas y del microorganismo del suelo.

Altieri (2004), expresa que el abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de la materia de origen vegetal, animal y mixto, que tienen la capacidad de mejorar la fertilidad y estructura del suelo, la capacidad de retención de la humedad, activa su capacidad biológica, y por ende mejorar la producción y productividad de los cultivos.

Rivera (2008), asegura que entre algunas fuentes orgánicas tenemos el "humus", que entre sus características están, facilita la absorción de elementos fertilizantes a través de la membrana celular; mejorar las características físicas del suelo; el humus contiene y produce estimulantes de crecimiento (fitohormonas) siendo productivo y por ende posibilitando

mejores cosechas gracias a la buena adaptabilidad de este material por su composición neutral y la facilidad de su manejo sin ningún temor.

Para Gros y Domínguez (2004), las principales fuente de humus en las explotaciones son muy variadas, su importancia depende de la densidad de ganado y de alternativas de cultivos que se sigan, al contrario de lo que tan frecuentemente se cree que el estiércol, no es ni mucho menos, la única fuente de humus que se dispone en la finca.

La cuatros principales fuentes de humus de una finca son:

- Los estiércoles.
- Los residuos de las cosechas.
- Las pajas enterradas.
- Los abonos verdes.

Acuña, López y Urquiaga (2002), manifiestan que se llama Bioabono a un compuesto natural obtenido por el trabajo de organismos de diferentes tipos y cuya acción sobre el suelo estimula la nutrición de muchos organismos y aporta nutrientes útiles para ellos para cumplir esta función, debe estar libre de tóxicos y materiales artificiales que promuevan funcionamientos no naturales en el ecosistema. El Bioabono al cual se hace referencia (Bioabono de estiércol vacuno) es un biofertilizante líquido obtenido por la acción de microorganismos, sobre un material inorgánico, la utilización de este bioabono especialmente en potreros de suelos ácidos y de fertilidad baja ayuda al mejoramiento de sus condiciones físicas, químicas y biológicas cuando se emplea junto con aportes de materia orgánica.

2.3. Descripción de Producto

Según BIOECO (2006), el BIOABOR® es un es fertilizante orgánico, natural, balanceado, biodegradable y asimilable para todo tipo de suelo. Además es un tonificante y vigorizante de suelo, a partir de fermentos orgánicos elaborados con bacterias de fermentación láctica y fototrópicas, levaduras y actinomicetes, de inmediata disponibilidad y fácil absorción por las plantas.

BIOABOR® tiene un efecto residual sobre el suelo de más de 18 meses, por ser un abono orgánico.

Produce liberación lenta y estable de nutrientes que mantienen la humedad y la temperatura confort creando un microclima adecuado. También se puede mencionar que BIOABOR® es un activador de materia orgánica, por su alto contenido microbial.

Según BIOECO, el BIOABOR presenta la siguiente composición química:

Análisis	Contenido Promedio
PH (al 10%)	6.73 %
Materia Orgánica	75.3 %
Carbono	43.7 %
Relación Carbono Nitrógeno	25.70 %
Humedad	40.74 %
Nitrógeno (N)	1.70 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.85 %
Potasio (K ₂ O)	0.40 %
Magnesio (Mg)	0.21 %
Calcio (CaO)	1.85 %
Azufre (S)	0.77 %
Hierro (Fe)	0.85 %
Boro (B)	280 ppm
Zinc (Zn)	137 ppm
Cobre (Cu)	30 ppm
Manganeso (Mn)	357 ppm
Cobalto (Co)	< 0.10 ppm
Molibdeno (Mo)	< 0.10 ppm
Capacidad de intercambio Cationico	152.6 meq/kg
Peso por Volumen	1.5278 g/ml

Según Narváez (2009), el humus es la sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la

descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias).

Se caracteriza por su color negruzco debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica.

Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables.

El mismo autor sostiene que el humus:

- Incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo
- Da consistencia a los suelos ligeros y a los compactos; en suelos arenosos compacta mientras que en suelos arcillosos tiene un efecto de dispersión.
- Hace más sencillo labrar la tierra, por el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.
- Evita la formación de costras, y de la compactación

- Ayuda a la retención de agua y al drenado de la misma
- Incrementa la porosidad del suelo

Además:

- Regula la nutrición vegetal
- Mejora el intercambio de iones
- Mejora la asimilación de abonos minerales
- Ayuda con el proceso del potasio y el fósforo en el suelo
- Produce gas carbónico que mejora la solubilidad de los minerales
- Aporta productos nitrogenados al suelo disgregado
- Aporta microorganismos útiles al suelo
- Sirve a su vez de soporte y alimento de los microorganismos
- No tiene semillas perjudiciales (p.ej. malas hierbas) por la temperatura que alcanza durante la fermentación
- Mejora la resistencia de las plantas.

Shintani (2000), explica que el Bocashi, es un término japonés que significa abono fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos beneficios, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra.

Restrepo (2009), detalla el proceso que se debe seguir para la elaboración del abono orgánico Bocashi, utilizando los siguientes componentes:

- 2 Sacos de suelo sano, preferentemente de montañas.
- 1 Saco de carbón vegetal.
- 1 Saco de gallinaza.
- 1 Saco de remolina.
- 1 Saco de granza.
- 2 Sacos de miel de purga.

Pomares (2007), señala que el bocashi es un abono orgánico resultado de la descomposición y transformación de la materia vegetativa animal como: estiércoles, desechos de cosechas y residuos industriales. Proviene de una tecnología tradicional japonesa, es un abono casero muy seguro y eficiente que contiene, todos los elementos necesarios y muchos microorganismos benéficos. El método de producción es variable; cada agricultor puede inventar algo mejor utilizando los recursos locales.

Según SUMMER ZONE (2009), el Pacha mama es una fuente de materia orgánica que en su composición química contiene: ácidos húmicos, fulvicos y úlmicos en un 88% de concentración. Además incrementa la fertilidad del suelo, aumenta la CIC, mejora progresivamente la calidad del suelo y su estructura. Ayuda en la reproducción de microorganismos benéficos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y Descripción del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la granja experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Kilómetro 7 $\frac{1}{2}$ de la Vía Babahoyo Montalvo. Con coordenadas geográficas de longitud Oeste 79° 32', latitud sur 01°49', Altitud 8 msnm.¹

La zona presenta un clima tropical húmedo según clasificación de Holdribge, con temperatura anual de 25.7° C, precipitación de 2791.4 mm/año, humedad relativa de 76% y 804.7 horas de heliofanía de promedio anual.

¹/ Datos tomados en la estación meteorológica U T B- FACIAG, 2010.

3.2 Factores de Estudio

Variable Independiente: Dosis y fuentes de materia orgánica.

Variable dependiente: Comportamiento del cultivo de Maíz.

3.3 Material de Siembra

Se utilizó el híbrido de maíz trueno NB-7443.

Características

Altura promedio de planta	: 2.1 m
Altura promedio de inserción de la mazorca	: 1.1 m
Días promedio a la floración femenina	: 52 días
Ciclo vegetativo promedio	: 120 días
Longitud promedio de mazorca	: 16 cm
Número de hilera promedio por mazorca	: 16
Cobertura de la mazorca	: excelente
Acame raíz	: Tolerante
Acame Tallo	: Tolerante
Índice de desgrane promedio	: 83%
Color de grano	: Anaranjado
Tipo de grano	: Semicristalino
Rendimiento kg/ha	: 8.687

3.4 Tratamientos

Tratamientos	Producto	Dosis kg/ha	Aplicación
T1	Humus	1000	A la siembra, 20 d.d.s
T2	Humus	2000	A la siembra, 20 d.d.s
T3	Bocashi Urbano	2000	A la siembra, 20 d.d.s
T4	Bocashi Urbano	4000	A la siembra, 20 d.d.s
T5	Bioabor	500	A la siembra, 20 d.d.s
T6	Bioabor	1000	A la siembra, 20 d.d.s
T7	Pacha Mama	10	Al momento de la siembra y después de segunda fertilización
T8	Pacha Mama	20	Al momento de la siembra y después de segunda fertilización
T9	Testigo Químico	Fertilización basada en análisis químico de suelo (150 kg N, 40 kg P, 80 kg K, 30 kg S, 2 kg Zn, 1 kg B)	Aplicación realizada según análisis.
T10	Testigo Agricultor	Fertilización del productor: 92 kg N, 23 kg P, 60 kg K	Aplicación realizada según agricultor

d.d.s.: días después de la siembra

3.5 Diseño Experimental

Para la realización de este trabajo se utilizó el diseño de bloques completos al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones.

Para la evaluación y comparación de las medias, se realizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

ANDEVA

Fuente de variación	Grados libertad
Tratamientos	9
Repeticiones	3
Error experimental	27
Total	39

3.6 MANEJO DE ENSAYO

3.6.1 Análisis de suelo y Materia Orgánica.

Este análisis se realizó previo a las labores de preparación de suelo, tanto físico como químico.

3.6.2 Preparación de suelos

La labranza de suelo se realizó con 1 pase de romplow y 2 de rastra cruzados, para dejar el suelo suelto, en buenas condiciones para el trabajo de siembra.

3.6.3 Siembra

Se realizó con semilla certificada de maíz NB-Trueno 7443, a la cual se le impregnó Thiodicarb en dosis de 300 cc/20 kg semilla.

El distanciamiento entre plantas fue de 0,2 m. y entre hileras de 0,8 m., dando una población aproximada de 62.500 plantas/ha.

3.6.4 Control de malezas

Después de la siembra se realizó la aplicación de herbicidas post emergentes. Los productos utilizados fueron: Átrazina 1 kg/ha, Pendimentalin 2 l/ha y Paraquat 1/ha. Adicionalmente se aplicó 500 cc/ha de Clorpirifos para el control de insectos trozadores de plantas. Se realizó la aplicación de

paraquat dirigido para el control de malezas entre los tratamientos e hileras en dosis de 1 l/ha. También se realizó la un control manual de hierbas.

3.6.5 Control de insectos y enfermedades

El control de insectos se realizó con clorpirifos 750 cc/ha para el control de gusano cogollero. También se realizó la aplicación de fipronil para el control de insectos chupadores como *Dalbolus*. No se aplicó fungicidas debido a la no presencia de enfermedades.

3.6.6 Riegos

Se realizaron dos riegos por aspersion en el desarrollo del cultivo. El primero a la siembra y el segundo 30 días después de la misma a razón de 24 mm en cada uno de ellos.

3.6.7 Fertilización - abonamiento

El programa de fertilización edáfica estuvo basado en el análisis del suelo previamente realizado, el mismo que se

fraccionó en 3 dosis generales (40 % - 30 % - 30 %) aplicados a los 20, 35 y 45 días después de la siembra. Todos los tratamientos fueron fertilizados con las mismas fuentes y a la misma dosis (150 kg N, 40 kg P, 80 kg K, 30 kg S, 2 kg Zn, 1 kg B), con excepción del testigo agricultor.

3.6.8 Cosecha

Se realizó de forma manual, cuando el cultivo presente un 80% de secado en grano.

3.7 Datos Evaluados

3.7.1 Altura de planta 30 días después de la siembra y cosecha

Se evaluó a los 30 días y cosecha, después de la siembra, en 10 plantas al azar por tratamiento se midió desde el nivel del suelo hasta la última hoja emergida, se expresará en cm.

3.7.2 Altura de inserción a la primera mazorca

Se evaluó en 10 plantas al azar por tratamiento, midiendo desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca. Se expresó en cm.

3.7.3 Días floración masculina

Se tomó desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo tuvo un 50% de inflorescencia masculina emergida, en 10 plantas al azar por tratamiento.

3.7.4 Días cosecha

Se evaluó en cada tratamiento, midiendo los días transcurridos desde la siembra, hasta la cosecha.

3.7.5 Longitud de mazorca

Se evaluó en 10 plantas al azar por cada tratamiento, midiendo desde su base hasta la punta de la misma, se expresó en cm.

3.7.6 Número de mazorca por planta

Se tomó en 10 plantas al azar por tratamiento, contando el número de mazorcas comerciales en las mismas.

3.7.7 Peso de 100 granos

Se escogió 100 granos por tratamientos y se procederá a pesar, expresando este valor en gramos.

3.7.8 Rendimiento de grano.

Se realizó la cosecha y posteriormente se hizo un ajuste de humedad al 14%, con la siguiente fórmula:

$$Pu = \frac{Pa(100 - Ha)}{(100 - Hd)}$$

Pu = Peso uniformado

Pa = Peso actual

Ha = Humedad actual

Hd = Humedad deseada

3.7.9 Análisis económico

Se evaluó los tratamientos según los costos de producción y se realizó un análisis de beneficio/costo.

IV RESULTADOS

4.1 ALTURA DE PLANTA

Los promedios de altura de plantas evaluadas a los 30 días después de la siembra, se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianzadeterminó alta significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.44%.

Los tratamientos Bocashi 2000 Kg/ha; Humus 2000 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha con plantas de 55.6; 54.5 y 54.32 cm de altura, respectivamente, se comportaron superiores e iguales estadísticamente; difiriendo con los restantes tratamientos. El testigo agricultor mostró las plantas de menor altura con 52.27 cm.

En el mismo Cuadro 1, se pueden apreciar los promedios de altura de planta evaluada al momento de la cosecha;

existiendo alta significancia estadística para repeticiones y tratamientos. El coeficiente de variación fue 1.42%.

La prueba de Tukey, determinó igualdad estadística entre los tratamientos Bocashi; 2000Kg/ha; Humus 2000 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha, con promedios 191.55; 187.69 y 187.10 cm respectivamente; difiriendo significativamente con los restantes tratamientos. Mientras que, el tratamientos testigo agricultor presentó las plantas de menor altura con 180.17 cm.

4.2 ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA

En el Cuadro 2, se registran los promedios de altura de inserción a la primera mazorca del maíz híbrido 'Trueno NB - 7443'. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.45%.

Según la prueba de Tukey, los tratamientos Bocashi 2000 Kg/ha; Humus 200 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha, se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí; pero diferentes a los restantes tratamientos. El tratamiento testigo donde se utilizó el programa de fertilización química utilizado por los agricultores 92 - 23 - 60 Kg/ha NPK, presentó el menor promedio 104.67 cm, siendo igual estadísticamente con los tratamientos Bocashi 4000 Kg/ha; Biabor 500 Kg/ha, Pacha Mama en dosis de 10 y 20 Kg/ha y tratamientos químicos.

4.3 FLORACIÓN MASCULINA

Los promedios de días a la floración masculina del maíz híbrido 'Trueno NB - 7443', se pueden observar en el Cuadro 3. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.43%.

Los tratamientos Bocashi 2000 Kg/ha; Humus 2000 Kg/ha; Biabor 1000 Kg/ha y Humus 2000 Kg/ha florecieron más tardíamente con promedios 59.15; 57.97; 57.75 y 57.59 días respectivamente; siendo iguales estadísticamente entre sí; difiriendo con los restantes tratamientos, que a su vez se comportaron iguales estadísticamente. Cabe indicar, que el testigo agricultor floreció más temprano a los 55.59 días.

4.4 DÍAS A LA COSECHA

En el Cuadro 4, se pueden observar los valores promedios de días a la cosecha del maíz híbrido 'Trueno NB - 7443'. El análisis de variancia determinó alta significancia estadística sólo para los tratamientos y repeticiones; cuyo coeficiente de variación fue 1.43%.

El tratamiento Bocashi 200 Kg/ha presentó el mayor promedio de días a la cosecha con 127.75 días, seguido de los tratamientos Humus 2000 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha con 125.29 y 124.77 días, respectivamente, sin diferir significativamente; pero si con los restantes tratamientos. El tratamiento testigo agricultor se cosechó más temprano a los 120.2 días.

4.5 LONGITUD DE MAZORCA

Los valores promedios de la longitud de las mazorcas, se aprecian en el Cuadro 5. El análisis de varianza detectó significancia estadística para los coeficientes de variación; cuyo coeficiente de variabilidad fue 1.49%.

La prueba de Tukey, determinó igualdad estadística entre los `tratamientos de mayor promedio Bocashi 2000 Kg/ha, Humus 2000 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha con

mazorcas de 23.20; 22.70 y 22.60 cm respectivamente; diferenciando con los restantes tratamientos. El tratamiento testigo agricultor presentó las mazorcas de menor tamaño 21,8 cm; testigo químico mostró mazorcas de 23.3 cm de longitud; estos últimos se comportaron iguales estadísticamente.

4.6 MAZORCAS POR PLANTA

En el Cuadro 6, se pueden observar los valores promedios del número de mazorcas por planta en el maíz híbrido 'Trueno NB - 7443'. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística sólo para las repeticiones; siendo el coeficiente de variación 2.94%.

La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los tratamientos; cuyos promedios fluctuaron de 1.05 mazorcas por planta, correspondientes a los

tratamientos Biabor 500 Kg/ha, Pacha Mana 10 Kg/ha y testigo agricultor a 1.10 mazorcas por planta de los tratamientos Humus 2000 Kg/ha y Bocashi 2000 Kg/ha. El testigo químico presentó 1.07 mazorcas por planta.

4.7 PESO DE 100 GRANOS

Los pesos promedios de 100 granos o semillas del maíz híbrido ensayado, se registran observar en el Cuadro 7. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para los componentes de variación; siendo el coeficiente de variabilidad 1.41%.

Con el tratamiento Bocashi 2000 Kg/ha se obtuvo el mayor peso de 100 gramos; siguió Humus 2000 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha con pesos de 25.27; 24.75 y 24.67 gramos, respectivamente; siendo iguales estadísticamente, pero diferente a los restantes tratamientos. Mientras que

el testigo agricultor logró el menor peso 23.77 gramos, siendo iguales estadísticamente con Bocashi 4000 Kg; Biabor 500 Kg/ha; Pacha Mama en dosis de 10 y 20 Kg/ha y testigo químico.

4.8 RENDIMIENTO DE GRANO

Los valores promedios del rendimiento de grano del maíz híbrido 'Trueno NB - 7443', se registran en el Cuadro 8. Realizado el análisis de varianza, se detectó alta significancia estadística para repeticiones y tratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 1.42%.

La prueba de Tukey, determinó igualdad estadística entre los tratamientos de mayores rendimientos Bocashi 2000 kg/ha, Humus 2000 Kg/ha, Biabor 1000 Kg/ha y Humus 1000 Kg/ha con 4796; 4699; 4684 y 4676 Kg/ha respectivamente; difiriendo con los restantes

tratamientos que a su vez se comportaron iguales estadísticamente, con promedios variando de 4511 a 4605 Kg/ha, correspondientes a los tratamientos testigo agricultor y Pacha Mama 20 Kg/ha.

4.9 ANALÍISIS ECONÓMICO

En el Cuadro 9, se presenta el análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos. Se observó que todos los tratamientos reportaron utilidades económicas, variando de \$340.501 del tratamiento Biabor 500 Kg/ha a \$417.15 del tratamiento Bocashi 2000 Kg/ha. El testigo químico obtuvo la utilidad de \$346.53 por hectárea. La relación beneficio/costo fluctuó de 1.42 correspondiente a los tratamientos Biabor 500 Kg/ha y testigo químico a 1.56 del tratamiento Pacha Mama 10 Kg/ha. El tratamiento de

mayor rendimiento de grano Bocashi 2000 Kg/ha presentó la relación de 1.53

4.10 ANÁLISIS FOLIAR

En el Cuadro 10, se presentan los resultados del análisis foliar en el maíz híbrido 'Trueno NB 7443'. Los niveles de los elementos nitrógeno y boro fueron excesivos en los tratamientos que contenían Humus, Bocashi, Biabor y Pacha Mama; y se presentó un nivel adecuado para fósforo y potasio, calcio, cobre y manganeso; y diferentes para magnesio y azufre.

V DISCUSIÓN

En la presente investigación se probaron diferentes fuentes y dosis de materia orgánica en el cultivo de maíz, como complemento de un programa de fertilización química.

En base a los resultados experimentales, se determinó que las fuentes de materia orgánica influyeron significativamente en las variables evaluadas, a excepción del número de mazorcas por planta; lo cual se debe a que los fertilizantes orgánicos mejoran la estructura y fertilidad de las semillas, capacidad de retención de agua y circulación del aire, favoreciendo el crecimiento y desarrollo de las plantas; originando incrementos en el rendimiento de las cosechas; coincidiendo con Cobos (2000) y Játiva (2001).

Los tratamientos Bocashi 2000 Kg/ha; Humus 2000 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha, se comportaron superiores e iguales estadísticamente en los caracteres altura de planta, inserción de mazorcas; floración masculina, días a la cosecha; longitud de mazorcas; peso de 100 gramos y rendimiento de grano; difiriendo estadísticamente con los tratamientos químicos carentes de materia orgánica; demostrándose el efecto positivo de dichas fuentes orgánicas en cultivo del maíz híbrido 'Trueno NB - 7473': lo cual se debe a la presencia de la materia orgánica; coincidiendo con Altieri (2004), quien expresó que el abono orgánico es un producto natural proveniente de la descomposición de la materia de origen vegetal, animal y mixto, que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad y estructura del suelo, activar su capacidad biológica y por ende mejorar la producción y productividad de los cultivos.

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento Bocashi 2000 Kg/ha con 4796 Kg/ha; mientras que el testigo químico carente de abono orgánico produjo 4620 kg/ha; existiendo una diferencia de 176 Kg/ha que representó un incremento del 3.81%. Así mismo, se comportaron los tratamientos Humus 2000 Kg/ha y Biobor 1000 Kg/ha con el testigo químico, existiendo incrementos del 1.71% y 1.38% respectivamente; estos incrementos bajos posiblemente se deben a que dichos abonos orgánicos necesitan de mayor tiempo para descomponerse en el suelo, y así originar mejoras en la fertilidad de los suelos; coincidiendo con Selhe (2008). Cabe mencionar, que el abono Pacha Mama en dosis de 10 y 20 Kg/ha obtuvieron rendimientos de grano inferiores al testigo químico, deduciéndose que no existió ningún efecto positivo.

Al comparar el rendimiento de grano del testigo químico 4620 Kg/ha con el testigo agricultor con 4511 Kg/ha, existió un incremento del 2.42%, debido a los diferentes niveles nutricionales; demostrándose la importancia de la aplicación de un equilibrado programa de fertilización química.

El análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de cada tratamiento, determinó mayor utilidad cuando se aplicó Bocashi 200 Kg/ha, como consecuencia del mayor rendimiento de grano; reflejándose las bondades del Bocashi sobre la producción del maíz; por consiguiente, es de mucha utilidad el empleo del Bocashi en los cultivos.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se delinear las siguientes conclusiones:

1. Las fuentes de materia orgánica Bocashi, Humus y Biabor influyeron significativamente en las variables evaluadas, a excepción de la variable mazorca por planta.
- 2.
3. Los tratamientos Bocashi 2000 Kg/ha, Humus 2000 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha, se comportaron superiores e iguales estadísticamente en los caracteres evaluados; difiriendo con los restantes tratamientos.
- 4.
5. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento Bocashi 2000 Kg/ha con 4796 Kg/ha,

superando en un 3.81% al testigo químico carente de abono orgánico.

6. El tratamiento químico que incluye 150 -40 - 80 - 30 - 2 - 1 Kg/ha de N P K S Zn Bo, logró un rendimiento de grano de 4620 Kg/ha.
7. El tratamiento que incluye 92 - 23 -60 Kg/ha de N P K, utilizado por los agricultores, obtuvo el menor rendimiento de grano de 4511 Kg/ha.
8. El abono orgánico Pacha Mama no presento efectos positivos en el rendimiento de grano, pues rindió menor que el testigo químico.
9. La mayor utilidad económica por hectárea, se obtuvo con el tratamiento Bocashi 2000 Kg/ha, con un valor de \$417.15.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. Emplear el abono orgánico Bocashi en dosis de 2000 Kg/ha para mejorar el rendimiento de grano, en forma complementaria al programa de fertilización química.
2. Utilizar un equilibrado programa de fertilización química.
3. Realizar investigaciones utilizando diferentes fuentes y dosis de abonos orgánicos en forma incorporada, en diferentes cultivos.

VII RESUMEN

En los terrenos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicados en el Km. 7.5 de la vía Babahoyo - Montalvo, Provincia de Los Ríos; se estableció un ensayo en el maíz híbrido 'Trueno NB - 7443', evaluando la respuesta del cultivo a la aplicación de fuentes de materia orgánica en conjunto con un programa de fertilización química; con la finalidad de evaluar los efectos de las dosis de productos sobre el comportamiento agronómico del maíz; evaluar las dosis más adecuadas de los productos; y realizar el análisis económico del rendimiento en función del beneficio - costo.

Se utilizó el diseño experimental Bloques completos al azar con cuatro repeticiones y diez tratamientos. La parcela experimental tuvo un área de 28.8 m²; mientras que, el área

útil de la parcela estuvo determinada por las 4 hileras centrales, dando un área de 26.8 m².

Se evaluaron las variables: días a la floración; altura de planta a los 30 días después de la siembra y cosecha; altura de inserción de mazorca; días a floración; días a cosecha; número de mazorcas planta; peso de 100 semillas; longitud de mazorcas y rendimiento por hectárea. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y se aplicó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos.

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se concluyó:

1. Los tratamientos Bocashi 2000 Kg/ha, Humus 2000 Kg/ha y Biabor 1000 Kg/ha, se comportaron superiores e iguales

estadísticamente en los caracteres evaluados; difiriendo con los restantes tratamientos.

2. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento Bocashi 2000 Kg/ha con 4796 Kg/ha, superando en un 3.81% al testigo químico carente de abono orgánico.
3. El tratamiento químico que incluye 150 -40 - 80 - 30 - 2 - 1 Kg/ha de N P K S Zn Bo, logró un rendimiento de grano de 4620 Kg/ha.
4. El tratamiento que incluye 92 - 23 -60 Kg/ha de N P K, utilizado por los agricultores, obtuvo el menor rendimiento de grano de 4511 Kg/ha.
5. El abono orgánico Pacha Mama no presento efectos positivos en el rendimiento de grano, pues rindió menor que el testigo químico.

6. La mayor utilidad económica por hectárea, se obtuvo con el tratamiento Bocashi 2000 Kg/ha, con un valor de \$417.15.

Se recomienda:

1. Emplear el abono orgánico Bocashi en dosis de 2000 Kg/ha para mejorar el rendimiento de grano, en forma complementaria al programa de fertilización química.
2. Utilizar un equilibrado programa de fertilización química.
3. Realizar investigaciones utilizando diferentes fuentes y dosis de abonos orgánicos en forma incorporada, en diferentes cultivos.

VII SUMMARY

On the grounds of the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Babahoyo, located at Km 7.5 of the way Babahoyo - Montalvo, Los Rios Province, was established on maize hybrid trial 'Thunder NB - 7443', assessing crop response to application of organic matter sources in conjunction with a chemical fertilizer program, with the aim of evaluating the effects of doses of the agronomic performance of corn to evaluate the appropriate dose products, and perform the economic analysis of performance in terms of benefit - cost.

Experimental design was used randomized complete block with four replications and ten treatments. The experimental plot had an area of 28.8 m², while the useful area of the plot was determined by the 4 central rows, giving an area of 26.8 m².

Variables were evaluated: days to flowering, plant height at 30 days after sowing and harvesting, insertion of ear height, days to flowering, days to harvest, number of ears plant, 100 seed weight, length pods and yield per hectare. The variables were subjected to analysis of variance and Tukey test was applied to 95% chance to determine the statistical difference between treatment means.

Based on statistical analysis and interpretation of experimental results, it was concluded:

1. Bocashi treatments 2000 kg / ha, Humus 2000 Kg / ha and Biabor 1000 Kg / ha, and equal behaved statistically superior in all traits evaluated, differing with the other treatments.

2. The highest grain yield was obtained with treatment Bocashi 2000 Kg / ha to 4796 kg / ha, exceeding by 3.81% to the chemical control devoid of organic fertilizer.

3. The chemical treatment that includes 150 -40 to 80 - 30 - 2 to 1 kg / ha of Zn NPKS Bo, achieved a grain yield of 4620 kg / ha.

4. The treatment involving 92 to 23 -60 kg / ha of NPK, used by farmers, had the lowest grain yield of 4511 kg / ha.

5. Compost Pacha Mama did not present positive effects on grain yield, it paid less than the chemical control.

6. The greatest economic benefit per hectare was obtained with treatment Bocashi 2000 kg / ha, with a value of \$ 417.15.

Recommended:

1. Bocashi use the compost in a dose of 2000 kg / ha to improve grain yield as a complement to chemical fertilization program.

2. Use a balanced program fertilization.

3. Conduct research using different sources and doses of organic fertilizers be embodied in different cultures.

VII. LITERATURA CITADA

Acuña, J.Lopez, G.Urquiaga,S. (2002). Importancia del nitrógeno en la acumulación de materia orgánica del suelo en sistemas agrícolas bajo siembra directa y labranza convencional. EC. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. Boletín Informativo No. 23. p 7

Altieri, W. (2004). Nutrición mineral de las plantas. Fitosan S.A. Guayaquil- Ecuador. p 5.

Bernard, J.Thompson, L.Silke, K. (2000).Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté, S. A. España. pp 229 - 231.

BIOECO. (2006). Portafolio de Productos, fertilizantes y bioabonos. Boletín divulgativo. pp 1-4.

Carretero, I.Ibañez, J. Murillo, G.(2002). Tomo 1 Editorial Cultural S.A Madrid - España. pp 80 - 465.

Chabousson,C.Welsh, C. Gilbert, F.(2006).Manejo orgánico de los cultivos y fosforo en el suelo. Informaciones Agronómicas, EC. no. 67: 13.

Cobos, M. (2000). Elaboración de EM BOKASHI y su evaluación en el cultivo de maíz *Zeamays* L. bajo riego en Bramaderos. Tesis Ing. Agr. Loja, Ec. Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 80p.

Cooke, G. (2002). Fertilización para rendimientos máximos. Compañía Editorial Continental S.A de CV MÉXICO p. 63

Gros, A. y Domínguez, A. (2004). Abonos guía práctica de la Fertilización. 8va. edición. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. 450 p.

Játiva, M. (2001). FLOR Y FLOR. Revista Cultivos Controlados Internacionales, EC 3(6):27.

Narvárez, K. (2009). Los desechos orgánicos agrícolas y urbanos: sus usos futuros. En www.terraviva.com

Pomares, M. (2007). Producción orgánica de hortalizas en la parte central del valle andino peruano. Universidad Nacional La Molina. www.emagister.com.p 48.

Restrepo, J. (2009). Fertilizantes, abonos orgánicos y agricultura sostenible: Caso Colombia. En www.organicos ecuador.com

Rivero, F. (2008). Fertilizantes: Nutrición vegetal, conceptos. Editorial Limusa. México. P. 125

Selke, W. (2008). Los Abonos. Editorial Académica León, Universidad de León. España. pp. 58-59.

Shintani, M. (2000). Manejo de desechos de la producción bananera. Bokashi: abono orgánico fermentado. Revista El Agro. Quito, ec, 20-65p

SUMMER ZONE. (2009). Catalogo de productos y Afines. www.bioeco.com

Suquilanda. M, (2003). Producción orgánica de hortalizas en la sierra norte y central del ecuador. Universidad Central del Ecuador - 2003. p 240.

ANEXO





5

