

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



Evaluación de fertilización orgánica y mixta en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.), híbrido H-INTA-991, CNRA, Campus Agropecuario, UNAN – León, 2012.

Autores:

Br. Ruby Melissa Flores Willis

Br. Gustavo Arnulfo Esquivel Berrios

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroecología
Tropical

Tutores:

M.Sc. Miguel Gerónimo Bárcenas

M.Sc. Jorge Luís Rostrán

León, Nicaragua

Noviembre, 2013

DEDICATORIA

A nuestro señor Jesucristo por la sabiduría, entendimiento, fortaleza, bendiciones que derrama sobre mí y los que me rodean.

A mis padres la señora Otilia Willis Alvarado y el señor Pedro Flores Walter por brindarme su apoyo incondicional y por cada una de sus virtudes que me alientan a seguir adelante.

A mis hermanos Liza Flores Willis y Melky Flores Willis que siempre me brindan su cariño y apoyo para que pueda lograr mis metas.

A mi abuelita la señora Ruth Alvarado Pinner que siempre me apoya y me da su cariño.

A mi compañero de trabajo y prometido Gustavo Esquivel Berrios por toda su dedicación y apoyo para lograr culminar nuestro trabajo.

A todos mis amigos y maestros con los que compartí esta parte de mi vida.

Br. Ruby Melissa Flores Willis

DEDICATORIA

A Dios por la fortaleza y valentía que me ha dado, para superar los obstáculos que se presentaron en mis años de estudios.

A mi madre la señora Rosa Clelia Berrios Midence por su apoyo durante esta etapa de mi vida.

A mi prometida y compañera de trabajo, Ruby Melissa Flores Willis por su dedicación y apoyo para lograr culminar nuestro trabajo.

Br. Gustavo Arnulfo Esquivel Berrios.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos las fuerzas, salud, paciencia y sabiduría para seguir adelante enfrentando los retos que se presentan cada día.

A nuestros maestros que nos enseñaron con paciencia las habilidades y actitudes para desarrollar hoy en día este trabajo.

Al M.Sc. Miguel Gerónimo Bárcenas y MSc. Jorge Luis Rostran, quienes nos brindaron todo su apoyo incondicional a cada momento para poder hacer posible la culminación de este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), Campus Agropecuario de la UNAN-León y fue establecido en el período de mayo-agosto del año 2012. Tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro mezclas de abonos orgánicos (T1: Bokashi más Biofermento. T2: Bokashi más Purín de lombriz. T3: Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento. T4: Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz) y dos fertilizaciones mixtas (T5: Bokashi más Urea 46%. T6: Estiércol bovino más Urea 46%), en la producción del cultivo de maíz híbrido (*Zea mays*, L.) H-INTA-991. El diseño metodológico utilizado fue de Bloques completos al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. El área total del ensayo fue de 1534m², con 18 parcelas de 72m², el área por bloque fue de 511m² y el área por tratamiento fue de 216m². Los resultados muestran diferencia significativa con el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), para las variables de crecimiento Altura con promedio de 180.11cm y Área foliar de la hoja bandera con promedio de 125.49cm². Igualmente el mismo tratamiento produjo los mejores promedios para la Biomasa con un promedio de Peso fresco de 397.87g y Peso seco de 172.63g. En Rendimiento del Grano el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3), fue superior en comparación con los otros tratamientos al producir 6498.42kg de maíz por hectárea, superando en un 80.9% el promedio de producción nacional en la misma área, sin embargo el tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6), resultó ser más rentable, obteniendo 4.97 córdobas por cada córdoba invertido.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRAFICAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. MARCO TEÓRICO.....	5
4.1. Generalidades del cultivo de maíz	5
4.2. Descripción botánica de una planta de maíz.....	5
4.3. Fisiología del maíz	6
4.4. Requerimientos agroclimáticos	7
4.5. Manejo agronómico.....	8
4.5.1. Sistema de siembra	8
4.5.2. Fertilización.....	8
4.5.3. Manejo de malezas.....	9
4.5.4. Plagas	9
4.5.5. Enfermedades.....	10
4.6. Abonos orgánicos.....	10
4.6.1. Importancia de los abonos orgánicos.....	11
4.6.2. Abono orgánico mejora la eficiencia de los fertilizantes químicos.....	11
4.6.3. Bokashi.....	12
4.6.4. Estiércol bovino.....	12
4.6.5. Biofermento	13
4.6.6. Purín de Lombriz.....	13
4.7. Urea.....	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
5.1. Ubicación y época del estudio.....	15
5.2. Descripción de los materiales utilizados.....	15
5.3. Diseño Experimental	15
5.4. Descripción de los tratamientos	16
5.5. Manejo del ensayo	17
5.5.1. Preparación de suelo.....	17
5.5.2. Siembra	17
5.5.3. Raleo y aporque	18

5.5.4. Manejo fitosanitario	18
5.6. Métodos de muestreos	18
5.7. Variables evaluadas.....	18
5.8. Análisis estadístico.....	20
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
VII. CONCLUSIONES	37
VIII. RECOMENDACIONES.....	38
IX. BIBLIOGRAFÍA	39
X. ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temperaturas óptimas para el cultivo de maíz.....	7
Tabla 2. Valor nutricional del Bokashi.....	12
Tabla 3. Composición química del Estiércol bovino seco	13
Tabla 4. Contenido de nutrientes del Biofermento.....	13
Tabla 5. Definición de los tratamientos	16
Tabla 6. Aplicación de abonos orgánicos foliares.....	17

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1. Altura de las plantas del cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L.) híbrido H-INTA-991, bajo los diferentes tratamientos. Campus Agropecuario, UNAN – León durante el período de mayo-agosto del 2012	22
Gráfica 2. Diámetro del tallo del cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i> L.) híbrido H-INTA-991, bajo los diferentes tratamientos. Campus Agropecuario, UNAN – León durante el período de mayo-agosto del 2012	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Promedios de las Variables Evaluadas durante el ciclo vegetativo del cultivo de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) híbrido H-INTA-991. Campus Agropecuario UNAN-León, mayo-agosto 2012.....	27
Cuadro 2. Promedio de biomasa producida por el cultivo de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) híbrido H-INTA-991. Campus Agropecuario UNAN-León, mayo-agosto 2012.....	29
Cuadro 3. Promedios de las Variables Evaluadas en la mazorca durante el ciclo de producción del cultivo de Maíz (<i>Zea mays L.</i>) híbrido H-INTA-991. Campus Agropecuario de la UNAN-León, mayo – agosto 2012	32
Cuadro 4. Promedios de las Variables de rendimiento evaluadas en el cultivo de Maíz híbrido (<i>Zea mays L.</i>), H-INTA-991. Campus Agropecuario de la UNAN-León, mayo – agosto 2012	34
Cuadro 5. Relación Costo – Beneficio de los tratamientos para la producción del cultivo de Maíz híbrido (<i>Zea mays L.</i>), H-INTA-991. Campus Agropecuario de la UNAN-León, mayo – agosto 2012	36

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays*, L.), originario del continente Americano, es el cultivo más importante de Nicaragua, lo cual se debe a que el grano es rico en carbohidratos y proteínas. En la dieta de los nicaragüenses, la tortilla de maíz suministra el 59% de la ingesta de energía y el 39% de la ingesta de proteínas, además es consumido en diferentes derivados (INTA, 1999). En Nicaragua, para el ciclo de producción 2011/2012, el MAGFOR (2012), estima que se cosecharon 294,965mz a nivel nacional, con un promedio de producción de 19.8qq/mz.

Antes de la aparición de los fertilizantes químicos en sus diferentes formas, la única manera de abastecer nutrientes a las plantas era mediante la aplicación de abonos orgánicos. El uso de fertilizantes químicos, favoreció los incrementos en la producción de las cosechas. Sin embargo el uso exclusivo de fertilizantes químicos en los cultivos está propiciando que los suelos sufran de un agotamiento acelerado de materia orgánica y un desequilibrio nutricional, que con el transcurso del tiempo pierde su fertilidad, capacidad productiva y valor económico (Martínez *et al.*, 1999).

En Nicaragua la producción de maíz esta principalmente en manos de los pequeños y medianos productores (INTA, 2000), estos han reducido notablemente la aplicación de abonos orgánicos como consecuencia de la aparición de la agricultura intensiva, la cual se caracteriza por el uso intensivo de recursos naturales, maquinaria, pesticidas y fertilizantes químicos hasta un punto en que la utilización de estos se convirtió en un problema ambiental (Fortis *et al.*, 2009). A la vez les trajo un sinnúmero de dificultades, entre los que se mencionan problemas económicos, falta de mano de obra y la escases de insumos agrícolas. A diferencia de ellos, los grandes productores manejan el cultivo de maíz de forma convencional, utilizando todo tipo de productos inorgánicos, los que con el transcurso del tiempo han provocado el desgaste de los suelos, contaminación de las fuentes de agua y la mayor consecuencia es la disminución del rendimiento del cultivo dentro de las áreas productivas (Báez y Marín, 2010).

En nuestro país, uno de los problemas agronómicos más importantes en el cultivo de maíz, es el desconocimiento de dosis correctas de fertilizantes, particularmente los nitrogenados, que unido al mal uso de los suelos se manifiestan en el deterioro de este, causado por un laboreo excesivo y falta de prácticas de conservación (Miranda, 1990).

A nivel mundial existe un marcado interés por alcanzar una agricultura con alto grado de sustentabilidad, bajo un sistema de producción saludable para el medio ambiente, que permita obtener producciones con altos rendimientos, rentables y preservar los recursos naturales (Aguirre y Fernández, 2000).

Los abonos orgánicos tienen un gran valor agrícola, incorporan materia orgánica y proporciona al suelo los nutrientes principales (N, P, K) (Castillo, 2010), aumentan la capacidad que este posee para absorber los elementos nutritivos que se aportan con los fertilizantes químicos (Cervantes, s.f.). Además, influyen favorablemente sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Con la aplicación constante de los abonos orgánicos, se logra mejorar la disponibilidad de nutrientes y obtener altos rendimientos de los cultivos, aumentando así la productividad del suelo (Martínez *et al.*, 1999).

Muy poco se ha escrito sobre la producción orgánica de maíz, generalmente, las recomendaciones que se hacen para la fertilización, son basándose en experiencias particulares de productores o bien de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo (Aguirre y Fernández, 2000).

El uso de fertilizantes químicos representa altos costos de producción, lo que hace necesario recurrir a técnicas y conocimientos que permitan reducir tales costos, mejorar los productos agrícolas y mantener los niveles productivos del suelo.

Dado que está demostrado científicamente que los abonos orgánicos tienen una importancia en el rendimiento de los cultivos, este estudio se realizó para generar nuevos conocimientos sobre la fertilización orgánica, determinar los tipos de abonos orgánicos o la combinación apropiada de ellos, con el fin de buscar viabilidad económica y ambiental.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Evaluar cuatro mezclas de abonos orgánicos y dos fertilizaciones mixtas (abono orgánico más Urea 46%), en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), híbrido H-INTA-991, CNRA, en el periodo de mayo-agosto del 2012.

2.2. Objetivos Específicos

- Comparar el crecimiento del cultivo de maíz híbrido, H-INTA-991 con la aplicación de cuatro mezclas de abonos orgánicos y dos fertilizaciones mixtas (abono orgánico más urea 46%).
- Evaluar el rendimiento del cultivo de maíz híbrido, H-INTA-991 con la aplicación de cuatro mezclas de abonos orgánicos y dos fertilizaciones mixtas (abono orgánico más urea 46%).
- Evaluar el costo-beneficio de los tratamientos en la producción del cultivo de maíz híbrido, H-INTA-991.

III. HIPÓTESIS

H₀: La aplicación de cuatro mezclas de abonos orgánicos y dos fertilizaciones mixtas (abono orgánico más urea 46%) generan efectos iguales estadísticamente en el crecimiento y rendimiento en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

H_a: Al menos una de las cuatro mezclas de abonos orgánicos o fertilizaciones mixtas (abono orgánico más urea 46%) genera un efecto diferente en el crecimiento y rendimiento en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

H_i: Con la aplicación de abonos orgánicos al suelo, se obtiene un rendimiento aceptable en la producción de maíz, por su capacidad de suministrar nutrientes y satisfacer las necesidades de nutricionales del cultivo.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Generalidades del cultivo de maíz

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.), perteneciente a la familia de las Poaceae, ocupa el tercer lugar entre los cereales cultivados (Serratos, 2009). Existen aproximadamente 86 recetas de alimentos a base de maíz entre los que se encuentran refrescos, verduras, sopas, panes, tamales, platos fuertes, postres, pasteles, atoles y destilados (Tapia, 2003; citado por Escobar, 2010). La duración de su ciclo vegetativo depende de la variedad de maíz, oscila entre 80 y 200 días (Parsons, 1990).

4.2. Descripción botánica de una planta de maíz

El sistema radicular está compuesto por las raíces seminales o primarias, que son un grupo de una a cuatro raíces, se originan en el embrión y suministran nutrientes a las semillas en las primeras dos semanas, luego dejan de funcionar y son sustituidas por otras, llamadas secundarias o adventicias, las cuales conforman la mayor parte del sistema radicular de la planta, estas pueden alcanzar hasta dos metros de profundidad. También están las raíces de sostén o soporte que se originan en los nudos, cerca de la superficie del suelo. Estas favorecen una mayor estabilidad y disminuyen los problemas de acame. Las raíces aéreas son las que no logran alcanzar el suelo, estas se originan en nudos que no están muy cerca del suelo (Parsons, 1990).

Las hojas se originan en los nudos, están compuestas por una vaina que forma un cilindro alrededor del tallo. La lígula, que ejerce una función de protección, situada entre la lámina y la vaina. La lámina, está dispuesta a lo largo del tallo en posición alterna, son sésiles y en forma lanceolada (Parsons, 1990).

El tallo está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, los primeros son zonas abultadas a partir de los cuales se produce la elongación de los entrenudos y se diferencia las hojas. Cada nudo es el punto de inserción de una hoja (Parsons, 1990). Su longitud se considera una característica varietal, pudiendo ser de 0.5 hasta 6m. Las variedades cultivadas tienen una altura entre 2 – 3m (Escobar, 2010).

El maíz es una planta monoica que desarrolla inflorescencias con flores de un solo sexo, las que crecen en lugares separados de la planta (FAO, 2001). La flor masculina o panoja, está formada

por un raquis central y presenta ramificaciones donde están dispuestas en pares las espiguillas, una es sésil y la otra pedicelada. La panoja aparece después que la última hoja toma una posición vertical (hoja bandera). La inflorescencia femenina o mazorca, es una ramificación modificada, derivada de una yema axilar en el tallo. Está compuesta por un raquis central o eje esponjoso donde están injertadas las estructuras florales femeninas, dispuestas en pares. De cada óvulo se proyecta un estigma (pelos de elote), apareciendo fresco hasta el momento de la fecundación (Escobar, 2010).

El fruto es una cariósida monosperma, seca e indehisciente, que varía de forma, color y tamaño según la variedad. Está formado por el pericarpio que envuelve al grano y lo protege, el endospermo es considerado la principal fuente de reserva energética y por último está el embrión que se compone de dos partes, el eje embrionario y el escutelo o cotiledón (Escobar, 2010).

4.3. Fisiología del maíz

La fisiología del maíz está determinada, en gran medida, por el factor genético. La forma de crecimiento y desarrollo de la planta dependen de las condiciones ambientales (Parsons, 1990) y las características de la variedad (INTA, 2000).

La germinación y afianzamiento de la plántula inicia con la imbibición e hinchamiento de la semilla debido a cambios químicos que activan el crecimiento del eje embrionario. Si el suelo carece de las condiciones de humedad, la germinación es lenta y la planta puede morir antes de alcanzar la superficie.

El desarrollo vegetativo inicia una vez afianzada la plántula, donde continúa el desarrollo del sistema radicular y la estructura foliar. Durante las primeras 3 – 4 semanas de crecimiento, se da la diferenciación del número total de hojas que tendrá la planta. El punto de crecimiento se encuentra debajo de la superficie del suelo, siendo frecuente que durante este período se presenten síntomas de deficiencias de fósforo, zinc y potasio.

Concluido el crecimiento vegetativo se produce la salida de las partes florales, completando el polen la fecundación de los estigmas e iniciando así la formación del grano. El polen se libera cuando se seca el rocío de la panoja. La polinización es determinante en el rendimiento del cultivo.

En los días que le siguen a la fecundación, no se observan cambios visibles en la espiga fecundada, aunque los estigmas se marchitan tomando un color castaño, desprendiéndose de la mazorca formada.

Siete días después de la fecundación, aparecen unas vejigas acuosas que son los granos en formación. En las siguientes dos semanas, los granos crecen muy rápidamente hasta alcanzar su longitud y diámetro definitivo. En esta etapa la planta se dedica únicamente al llenado del grano.

Al finalizar la tercera semana, los granos se llenan de una sustancia lechosa, con grandes cantidades de azúcares que contienen los principales cuerpos formadores del almidón. Al finalizar la séptima semana, el embrión ha alcanzado su tamaño final. En la octava semana, el grano alcanza su peso seco máximo y fisiológicamente se considera maduro, teniendo aproximadamente 35% de humedad (Escobar, 2010).

4.4. Requerimientos agroclimáticos

El maíz se adapta fácilmente a diversas condiciones de clima, esto se debe en gran parte a la variedad de sus formas. Es capaz de soportar diferentes temperaturas durante su ciclo productivo como lo muestra la Tabla 1 (Monge, 1989).

Tabla 1. Temperaturas óptimas para el cultivo de maíz.

Fase del cultivo	Temperatura (° C)		
	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	10	20 -25	40
Crecimiento vegetativo	15	20 – 30	40
Floración	20	21 – 30	30

Fuente: Parsons, 1990.

El maíz germina sin problemas en la oscuridad, para su crecimiento requiere pleno sol. En cuanto a floración, el maíz es una planta de días cortos, su floración se retarda durante los días largos del año (FAO, 2001).

El cultivo de maíz soporta como mínimo 300mm y un máximo de 1000mm, siendo óptima una precipitación de 550mm (Parsons, 1990). Sin embargo, es conveniente que exista un período con poca humedad luego que el grano se haya llenado, para así facilitar la disminución de humedad de éste, pues la reducción es necesaria para la cosecha (Monge, 1989).

Este cultivo requiere de suelos profundos, mayores de 100 centímetros (Escobar, 2010). El maíz prefiere suelos de textura franca, planos, con buen drenaje, ricos en materia orgánica y con pH de 6 – 7 (FAO, 1961).

4.5. Manejo agronómico

4.5.1. Sistema de siembra

En Nicaragua, el cultivar de maíz puede ser establecido en cinco épocas de siembra: primera (mayo-junio), postrerón (julio), postrera (agosto-septiembre), apante (diciembre) y siembra de riego (febrero) (Escobar, 2010).

En Nicaragua, existen diversas variedades para cultivar: las variedades criollas más utilizadas son: Olotillo, Tuza morada, Maicillo y Cuarenteño. Las variedades mejoradas tienen rendimientos más altos y presentan resistencia a enfermedades como el achaparramiento, las más utilizadas son: NB-6 y NB-NUTRINTA, son de maduración intermedia (CNIGB, 1991). Híbrido: H-INTA-991, es de maduración intermedia, de alto potencial de rendimiento y presenta resistencia a enfermedades como el achaparramiento.

La densidad de siembra puede variar dependiendo de la fertilidad del suelo, la variedad a sembrar y el tipo de producción (chilote, elote, grano o forraje) (INTA, 1999). Según INTA y DSTA (1999), la densidad óptima para las variedades e híbridos de maduración intermedia es de 60,200 plantas por hectárea, la cual se logra dejando las hileras a 0.81m y 0.20m entre planta.

Macías *et al.* (2001), mencionan que al sembrar el cultivo a doble hilera, se logra incrementar la densidad población hasta 100,000 plantas por hectárea, al mismo tiempo se incrementan los valores de índice de área foliar e intercepción de luz y el rendimiento en grano. Por otro lado Salazar *et al.* (2007), confirman que la producción responde a los incrementos de la densidad, sin embargo llega un punto en el que al aumentarla el rendimiento empieza a disminuir por la competencia de luz, humedad y nutrientes.

4.5.2. Fertilización

La fertilización es una forma de complementar las deficiencias de los suelos en cuanto a elementos nutritivos necesarios en el suelo para la producción agrícola. El INTA (2002),

recomienda para el híbrido H-INTA-991 aplicar la fórmula 12 – 30 – 10 de N-P-K a razón de 129.1 kg/ha (2.84 qq/mz) y Urea 46% a los 35 y 40 – 45 días después de la siembra (dds) a razón de 96kg/ha (2.1 qq/mz). Lo anterior refiere que el cultivar de maíz requiere una aplicación de 104kg N/Ha. El cultivar de maíz híbrido H-INTA-991, se caracteriza por su buen potencial de rendimiento de 80 – 90 qq/mz y su tolerancia a la enfermedad conocida como “achaparramiento”, presenta su floración entre los 54 – 56 dds, logra alcanzar un altura entre 230 – 235cm, la mazorca la presenta a una altura de 125 – 130cm, días a cosecha 110 – 115 dds (INTA, 2002).

4.5.3. Manejo de malezas

Las malezas compiten con los cultivos por los nutrientes del suelo, agua y luz, también reducen la eficiencia de los fertilizantes. El cultivo de maíz debe mantenerse libre de malezas durante el periodo más crítico de competencia que es alrededor de 30 a 45 dds (Monge, 1989)

4.5.4. Plagas

El cultivo de maíz es afectado por diferentes insectos plagas, estas pueden ocasionar perdidas en la producción hasta en un 67%. Las plagas que causan daños más importantes en la raíz son gallina ciega (*Phyllophaga spp.*), son larvas grandes que se alimentan de las raíces debilitando y hasta pudiendo causar la muerte de la planta. Falso alambre (*Epitragus sallei*), además de dañar las raíces y hacen galerías en los tallos dejando orificios que permiten la entrada de microorganismos causante de enfermedades.

Las plagas del follaje más importes están el cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se alimenta vorazmente del cogollo, haciendo grandes agujeros e irregulares. Falso medidor (*Mocis latipe*), alcanza niveles de población muy altos, come follaje hasta dejar la vena central de la hoja.

El barrenador del tallo (*Diatraea spp.*), las larvas pequeñas se alimentan dentro del cogollo y a partir del tercer estadio penetran al tallo y la mazorca. Una larva por planta puede reducir el rendimiento del 3 a 6%.

En la mazorca el elotero (*Heliothis zea*), las larvas pequeñas se alimentan de los estigmas de las flores femeninas y las larvas grandes se alimentan de los granos tiernos (INTA, 1999).

4.5.5. Enfermedades

Las distintas enfermedades que atacan al cultivo de maíz de alguna forma afectan el desarrollo normal de las plantas (ICA, 2007). También pueden reducir la densidad de población. Las enfermedades bacterianas y fúngicas como la pudrición del tallo pueden matar las plantas si atacan en temprano ciclo, su ataque más tarde la pudrición del tallo causa el acame (Salazar *et al.*, 2009).

Entre las enfermedades más importantes se mencionan Marchites bacteriana (*Erwinia stewartii*), produciendo lesiones alargadas y acuosas que adquieren un color amarillento con márgenes irregulares paralelas a lo largo de las hojas. Puede llegar hasta el tallo y provocar achaparramiento, marchites y muerte de la planta (Salazar *et al.*, 2009).

Roya sureña (*Puccinia polysora*), se manifiesta principalmente en las hojas, aunque también puede afectar el tallo y la envoltura de la mazorca. Se presentan en forma pústulas circulares o ovaladas de color café canela. Pueden afectar el cultivo induciendo secamiento de las hojas bajas (ICA, 2007).

Marchitez foliar (*Curvularia spp.*), produce pequeñas lesiones cloróticas o necróticas con halo amarillento. Cuando las manchas están completamente desarrolladas alcanzan un diámetro aproximado de 0.5cm (Salazar *et al.*, 2009).

4.6. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son sustancia constituidas por residuos de origen animal y vegetal, de los cuales las plantas pueden obtener una gran diversidad de nutrientes (Martínez *et al.*, 1999).

Con la descomposición de los abonos orgánicos en el suelo, este se enriquece con carbono orgánico e influyen en sus características físicas como su estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, infiltración, conectividad hidráulica y estabilidad de agregados. Además las características químicas como el contenido de materia orgánica aumenta generando mayor porcentaje de nitrógeno total, también aumentan la capacidad de intercambio catiónico, el pH y la concentración de sales. Los abonos orgánicos también benefician las características biológicas del suelo al incorporar microorganismos aumenta la actividad biológica del suelo (SAGARPA, 2000).

4.6.1. Importancia de los abonos orgánicos

La necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. No podemos olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental (Martínez *et al.*, 1999).

Los abonos orgánicos son de gran valor agrícola, además de incorporar materia orgánica, proporcionan al suelo los nutrientes principales (N, P, K), que por su forma lenta de liberación (mineralización), están disponibles por más tiempo en el suelo (Castillo, 2010), aumentando la capacidad que este posee para absorber los elementos nutritivos que se aportan con los fertilizantes químicos (Cervantes, s.f.).

4.6.2. Abono orgánico mejora la eficiencia de los fertilizantes químicos

La materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y retiene más humedad, mejorando significativamente su fertilidad (Cervantes, s.f.).

Con la aplicación de abonos orgánicos a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes químicos. La combinación de abono orgánico y fertilizantes minerales se le ofrece las condiciones ambientales ideales al cultivo, cuando el abono orgánico mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan (FAO e IFA, 2002). Sin embargo, el abono orgánico por sí solo no es suficiente, debido a que no puede ofrecer cantidades suficientes de nutrientes para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente (FAO e IFA, 2002).

4.6.3. Bokashi

El Bokashi es un abono al que se le puede definir como fermentado suavemente, no existe una fórmula para preparar los abonos orgánicos, sólo existen principios básicos y una tecnología que los propios agricultores deben desarrollar utilizando una variedad de alternativas y manejo de recursos naturales que existen en su medio.

Al igual que cualquier otro abono orgánico mejora las características físicas y químicas del suelo, es capaz de reproducir gran cantidad de microorganismos benéficos para los cultivos. Este tipo de abono no solo se puede usar como abono base, sino también como abono adicional. Está compuesto por la mezcla de suelo, gallinaza, carbón, cascarilla de arroz, semolina de arroz, miel de caña o melaza (Rostrán *et al.*, 2009).

El Bokashi producido en el área de abonos orgánicos de la UNAN-León presenta concentraciones de nutrientes como las observadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Valor nutricional del Bokashi.

Elemento	Cantidad (%)
Nitrógeno	2.06
Fósforo	1.03
Potasio	0.60
Calcio	1.06
Magnesio	0.55
Materia orgánica	18.9

Fuente: Rostrán *et al.*, 2009.

4.6.4. Estiércol bovino

El estiércol mejora las propiedades físicas y químicas del suelo. Incrementa la velocidad de infiltración, la retención de agua y absorbe cationes, además incrementa la actividad microbiana del suelo. El reciclado apropiado de este abono orgánico es determinante para mejorar la fertilidad natural del suelo y como consecuencia su calidad, así como incrementar o mantener la producción de un cultivo determinado. La calidad del estiércol está afectada por la forma en que almacena y maneja en el periodo previo a la aplicación (Salazar *et al.*, 2007).

De manera general según el CATIE (2006), el estiércol bovino seco presenta concentraciones de nutrientes promedio como la observada en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición química del Estiércol bovino seco.

%						Ppm				
N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	Zn	Cu	Bo
1	1.2	3.2	3.3	0.71	0.97	560	10960	200	49	390

Fuente: CATIE 2006

4.6.5. Biofermento

Son abonos líquidos elaborados con materiales de bajo costo y de abundancia relativa en los sistemas de producción agropecuarios, algunas veces enriquecidos con sales minerales (principalmente aquellas que contienen los nutrientes esenciales para las plantas), puestos a fermentar por varios días en recipientes plásticos, cerrados herméticamente bajo sistema anaeróbico. La materia prima de mayor abundancia en los sistemas productivos agropecuarios son el estiércol de bovino, leche, suero y melaza.

Al ser aplicado al cultivo como fertilizante foliar este nutre y fortalece a las plantas y al mismo tiempo estimulan la protección de los cultivos contra el ataque de insectos ya que actúa como repelente (Rostrán *et al.*, 2009).

El Biofermento producido en el área de abonos orgánicos de la UNAN-León presenta concentraciones de nutrientes como las observadas en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenido de nutrientes del Biofermento.

Elemento	Cantidad en (%)
Nitrógeno	0.01
Fósforo	0.04
Potasio	1
Magnesio	0.11
Calcio	0.46

Fuente: Rostrán *et al.*, 2009.

4.6.6. Purín de Lombriz

Los purines son fermentos preparados a partir de los desecho de la lombricultura. Según los ingredientes, los purines tienen diversas contribuciones. Básicamente aportan microorganismos,

enzimas, aminoácidos y otras sustancias al suelo y a las plantas aumentando la diversidad y la disponibilidad de nutrientes para las mismas.

El purín debe elaborarse en un recipiente no metálico, pudiendo ser un balde plástico o un envase de vidrio o una tinaja de cerámica. Se coloca desecho de la lombricultura y se completa con agua limpia y se tapa. Todos los días se bate el preparado durante unos minutos para que entre abundante oxígeno y se vuelve a tapar.

La acción que el agua ejerce sobre el material usado comienza a extraer las sustancias del mismo y no hay desarrollo bacteriano. Por acción de hongos, levaduras y bacterias comienza a descomponerse y la composición química del preparado comienza a cambiar, las sustancias iniciales se transforman en enzimas, aminoácidos y otros nutrientes para las plantas. El preparado estará listo cuando el material original se encuentre disuelto completamente, también habrá cambiado su color y presentara un fuerte olor a podrido (Narroyo, 2009).

4.7. Urea

Con 46 por ciento de Nitrógeno, es la mayor fuente de nitrógeno en el mundo debido a su alta concentración y a su precio normalmente atractivo por unidad de Nitrógeno. Sin embargo, su aplicación requiere excepcionalmente buenas prácticas agrícolas para evitar, en particular, las pérdidas por evaporación de amoníaco en el aire. La urea debería ser aplicada sólo cuando sea posible incorporarla inmediatamente en el suelo después de esparcida o cuándo la lluvia se espera en pocas horas después de la aplicación. Está compuesta por gránulos duros, grandes y parejos, por lo que tiene un bajo riesgo de apelmazamiento, tiene mayor resistencia y uniformidad facilitando así su manipulación, almacenamiento, transporte, dispersión mecánica en el suelo y esta apropiada para realizar mezclas con otros fertilizantes (FAO e IFA, 2002).

El Nitrógeno es esencial en la planta, requiriendo grandes cantidades de este nutriente para crecer normalmente. Este elemento es necesario para la síntesis de clorofila y además está involucrado en el proceso de fotosíntesis, también está directamente relacionado con la cantidad de hojas, brotes, tallos, etc. (FAO e IFA, 2002). Los fertilizantes químicos tiene la propiedad de ser hidroscópicos, es decir que pueden absorber agua del medio que los rodea provocando reacciones de hidrólisis y liberación de sales que pasan directamente a la solución del suelo para ser aprovechados por los cultivos (Arzola *et al.*, 1981).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación y época del estudio

Este estudio se llevó a cabo en el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), del Campus Agropecuario de la UNAN- León, que se encuentra ubicado en el kilómetro 1^{1/2}, carretera a La Ceiba, en los meses de mayo - agosto del 2012 (época de primera). Esta zona se caracteriza por poseer condiciones meteorológicas de temperatura promedio de 27.5° C, humedad relativa de 78% y precipitaciones anuales promedio de 1910.20mm. Se encuentra a una altitud de 93m, con una pendiente de 2% (Estación meteorológica Campus Agropecuario).

5.2. Descripción de los materiales utilizados

Para realizar este estudio se utilizaron cuatro abonos orgánicos y un fertilizante químico. Siendo los abonos orgánico que se utilizaron; Bokashi y Biofermento elaborados el mes de abril del 2012 en el área de abonos orgánicos de la UNAN-León. El estiércol bovino se utilizó seco, fue recolectado en el corral del Campus Agropecuario, UNAN-León, y Purín de lombriz. El fertilizante químico que se utilizó fue Urea 46% que puede ser adquirido en cualquier centro de ventas de agroquímicos. El cultivo bajo estudio fue maíz híbrido H-INTA-991.

5.3. Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó fue Bloques Completos al Azar (BCA). Se utilizó este diseño porque es el más usado en el campo agrícola cuando se hacen experimentos como evaluación de variedades de un cultivo, épocas de siembra, distancias de siembra, prueba fertilización, etc. En general este diseño es recomendado para experimentos con un número de tratamientos comprendido entre 3 y 15 (Pedroza y Dicoyski, 2006).

Se establecieron seis tratamientos con tres repeticiones cada uno. Los tratamientos se distribuyeron al azar. Para el estudio se utilizó un área total de 1534m², se dividió en 18 parcelas de 72m², cada una separada por 1m, el área por bloque fue de 511m² y el área por tratamiento fue de 216m² (Anexo 1).

Cada unidad experimental tuvo seis surcos de 10m de largo, sembrados a dos hileras con una separación de 0.20m, cada surco estuvo separado por 1.2m de centro a centro (Anexo 2), con 0.20m de distancia entre plantas para lograr una densidad poblacional de 83,333 plantas por hectárea. La densidad de población al momento de la cosecha fue de 59,166 plantas por hectárea. La parcela útil fueron los dos surcos centrales dejando 1.5m de margen al inicio y al final de cada surco.

5.4. Descripción de los tratamientos

Se evaluaron seis tratamientos los que consisten en cuatro diferentes mezclas de abonos orgánicos y dos fertilizaciones mixtas (abono orgánico más Urea 46%) (Tabla 5). Se utilizó como testigo la fertilización mixta compuesta por Bokashi más Urea 46% (T5), ya que este mismo tratamiento ha sido utilizado anteriormente en otra investigación realizada por Pavón y Zapata (2012) y sus resultados sirven como referencia a este nuevo estudio.

La aplicación del Bokashi y el Estiércol se realizó antes de la siembra, se aplicó en medio de los surcos donde estaban ubicadas las plantas, para ello se abrió una zanja en medio de las hileras y tapó una vez depositada la cantidad de abono de cada tratamiento. Para los tratamientos 3 y 4 los abonos (Bokashi y Estiércol) se mezclaron previamente a la aplicación.

Tabla 5. Definición de los tratamientos.

Tratamientos	Fertilizante	Dosis para 1 ha
T1	Bokashi + Biofermento	3480kg + 48lt
T2	Bokashi + Purín de lombriz	3480kg + 2060lt
T3	Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	1740kg + 1224kg + 48lt
T4	Bokashi + Estiércol bovino + Purín de Lombriz	1740kg + 1224kg + 2600lt
T5	Bokashi + Urea 46%	1740kg + 113kg
T6	Estiércol bovino + Urea 46%	1224kg + 113kg

Para los tratamientos 1, 3 y 2, 4 se hicieron cinco aplicaciones de Biofermento y Purín respectivamente, con bombas de mochila con capacidad de 20 litros. Las aplicaciones se hicieron una vez por semana (Tabla 6). A los tratamientos 5 y 6 se les aplicó Urea 46% en dos momentos: 35 y 42 dds.

Para preparar el purín de lombrices, se pesaron 15 libras de broza de lombriabono, se pasó por una zaranda para eliminar sustancias indeseables (materiales no orgánicos). En un balde de 20 litros de capacidad se mezcló la broza con 15 litros de agua de pozo y se tapó con una malla fina. Se dejó fermentar por 48 horas. Una vez listo se filtró con una malla fina para obtener solamente el líquido. Su aplicación fue inmediata y usando la proporción 1:1 (un litro de purín de lombrices por cada litro de agua).

Tabla 6. Aplicación de abonos orgánicos foliares.

Volumen Aplicado en 72 m ²							
Tratamientos	Abono orgánico foliar (lt)	dds					Total
		21	28	35	42	49	
1, 3	Biofermento	0.4	0.4	0.7	1	1.2	3.7
2, 4	Purín de Lombrices	4	4	4	4	4	20

La dosis de abonos orgánicos se calculó según el contenido de nitrógeno que estos poseen y en el requerimiento de nitrógeno del cultivar de maíz que se utilizó para este estudio.

5.5. Manejo del ensayo

Todas las parcelas tuvieron el mismo manejo agronómico, dejando como única diferencia entre las parcelas el tratamiento aplicado.

5.5.1. Preparación de suelo

La preparación del suelo se realizó utilizando el sistema de labranza convencional, consistiendo en un pase de grada a 20cm de profundidad 15 días antes de la siembra.

5.5.2. Siembra

La siembra del cultivo se realizó el 19 de mayo del 2012, utilizando semilla certificada H-INTA-991. El cultivo se sembró a doble surco, poniendo 10 plantas por metro lineal. Esta labor se realizó de manera manual colocando dos semillas por golpe.

5.5.3. Raleo y aporque

Las dos actividades se realizaron al mismo tiempo, a los 20 dds. Se utilizó un azadón para realizar ambas actividades.

5.5.4. Manejo fitosanitario

Antes de la siembra se eliminaron las malezas con Glifosato. Una vez establecido el cultivo el control de malezas se realizó de forma manual con azadón, a los 10, 20 y 37 dds.

La población de insectos plaga y la incidencia de enfermedades no alcanzaron niveles críticos que justificaran la aplicación de algún método de control. El nivel crítico fue de 40%.

5.6. Métodos de muestreos

Se seleccionaron al azar 10 plantas en cada surco para un total de 20 plantas por parcela, 60 plantas en total para cada tratamiento. Las plantas seleccionadas fueron marcadas y enumeradas. Para seleccionar las plantas primero se delimitó el área de la parcela útil dejando 1.5m de margen y dos surcos de cada lado y se contaron cuantas plantas estaban dentro de la parcela útil. Con papelitos enumerados dentro de una bolsa plástica se sacaron al azar para y seleccionar las plantas.

5.7. Variables evaluadas

Las variables que se midieron fueron seleccionadas según los aspectos fenológicos del cultivo que pueden ser influenciadas por la fertilización, que logren expresar el crecimiento de las plantas y que brindan información sobre la producción del cultivo.

Altura de la planta (cm). Se midió desde la superficie del suelo hasta el cogollo de la planta, donde las hojas forman una “v” cuando se empiezan a separar. Se midió una vez por semana, desde los 14 dds hasta los 49 dds.

Diámetro del tallo (mm). Se midió a cinco centímetros de la superficie del suelo. Se midió una vez por semana a partir de los 14 dds hasta los 49 dds, el instrumento de medición que se utilizó fue un calibrador (pie de rey).

Número de hojas. Se determinó contabilizando las hojas de cada una de las plantas. El conteo de las hojas se empezó a realizarse a los 14 dds.

Altura de la hoja bandera (cm). Se midió desde la superficie del suelo hasta el cilindro que forma la vaina de la hoja alrededor del tallo. Se midió a los 63 dds.

Área foliar de la hoja bandera (cm²). Se determinó en cada planta muestreada, midiendo el largo y ancho de la hoja, se aplicó el índice de Montgomery ($AF = \text{Largo} \times \text{ancho} \times 0,75$) (Montgomery 1911; citado por Camacho *et al.*, 1995). Se midió a los 63 dds.

Altura de inserción de la mazorca (cm). Se midió desde la superficie del suelo hasta la inserción de la primera mazorca.

Biomasa (g). Se determinó tomando el peso fresco y seco de las plantas para la cual, se seleccionaron 10 plantas dentro de la parcela útil en cada parcela a los 90 dds. Luego se pesó en una balanza analítica y se determinó su peso fresco. Después de haberse dejado secar por 30 días se empezó a pesar en una balanza analítica hasta que su peso dejó de variar.

Largo de la mazorca (cm). Se midió con una cinta métrica, de la base del pedúnculo hasta el ápice de la mazorca.

Diámetro de la mazorca (mm). Se midió con un pie de rey, se midió en la base, la parte central y al ápice para obtener un promedio.

Número de hileras por mazorca y el número de granos por cada hilera. Se determinó contabilizando cada uno de ellos.

Número de granos por mazorca. Se determinó multiplicando el número de hileras por mazorca y el número de granos por cada hilera.

Peso de granos por mazorca. Se determinó con una balanza analítica donde se colocó el total de los granos por cada mazorca.

Rendimiento kg/Ha. Se determinó tomando el peso promedio de granos por mazorca y se hizo una estimación por la densidad poblacional, obteniendo así los resultados para cada tratamiento ($R = \text{Promedio de peso de granos por mazorca} \times \text{densidad poblacional}$).

Análisis económico: se calcularon y compararon los costos de producción e ingreso bruto de cada tratamiento utilizado. Para determinar la rentabilidad de los tratamientos la relación costo-

beneficio se determinó usando la fórmula: costo-beneficio= ingreso neto/costo de producción (Zamorano, 2001).

5.8. Análisis estadístico

Los datos fueron procesados con el programa estadístico SPSS 19, los cuales fueron comparados mediante un análisis de varianza (Anova), seguido de un análisis de comparación de medias por Tukey. El nivel de significancia que se utilizó fue de $P=0.05$.

El modelo aditivo lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \dots \dots \dots \text{Dónde:}$$

i: 1, 2, 3, 4, t= tratamientos.

j: 1, 2, 3, r= repeticiones.

Y_{ij} = la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento.

μ = es la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento a estimar a partir de los datos del experimento

β_j = estimador del efecto debido al j-ésimo bloque.

ε_{ij} = efecto aleatorio de variación.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Gráfica 1 muestra el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), con el mayor promedio para la variable altura de la planta con 131.95cm, seguido del tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), con 127.72cm, con el promedio más bajo, el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), con 118.70cm. La prueba estadística de Anova arroja un valor de $P= 0.556 > 0.05$ por lo tanto se acepta la H_0 de igualdad entre los tratamientos (Anexo 3), por lo cual se puede afirmar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Las plantas bajo los diferentes tratamientos aplicados en este ensayo, mostraron un comportamiento estadísticamente igual, notándose un aumento considerable en la altura hasta el último momento de medición a los 49 dds. A pesar de las diferencias entre los componentes de las mezclas de abonos orgánicos y las fertilizaciones mixtas tuvieron el mismo efecto sobre la variable altura de la planta, tal efecto se debe a que todos los tratamientos estuvieron diseñados para aportar 104Kg N/Ha.

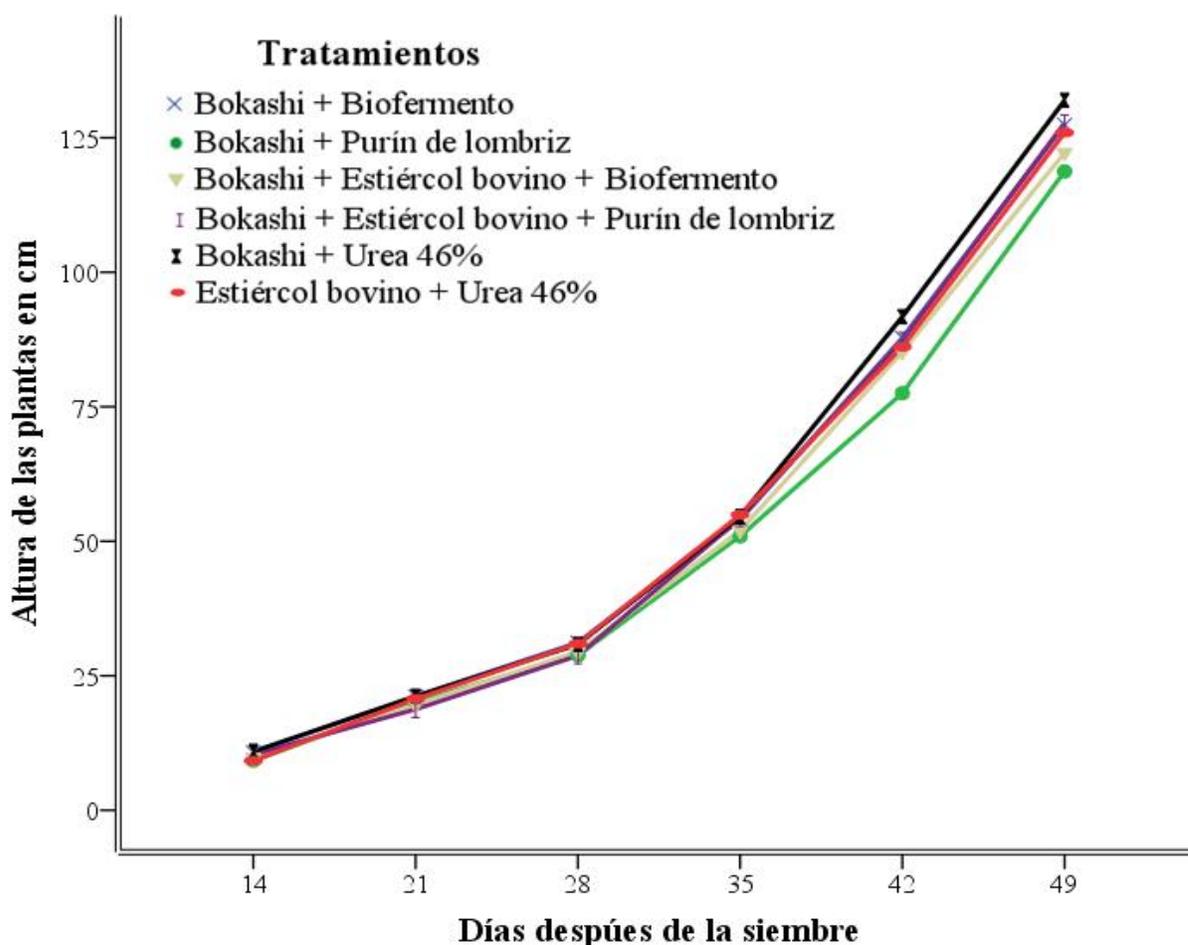
Según Somarriba (1998), la altura de la planta está influenciada por el carácter genético de la variedad, tipo de suelo y manejo agronómico que se le brinda al cultivo, por lo tanto el crecimiento de las plantas se vio favorecido con la aplicación de los abonos orgánicos que son capaces de brindar al cultivo los nutrientes principales (N, P, K) (Castillo, 2010) y de Urea, que al hidrolizarse pasa directamente a estar disponibles para ser aprovechados por los cultivos (Arzola *et al.*, 1981).

Salisbury y Ross (1998), afirman que el crecimiento de las plantas también depende de la presión y de la elasticidad de la pared celular, ya que a medida que las plantas crecen su pared celular tiende a dilatarse y para que continúe su crecimiento debe ablandarse continuamente.

De acuerdo con estos resultados, aunque no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos, las plantas responden mejor al aplicarles Bokashi más Urea 46%, presentando el mayor valor numérico para la altura de la planta. Estos resultados lo confirman Pavón y Zapata (2012), quienes obtuvieron los mismos resultados al aplicar este tratamiento al cultivar de maíz H-INTA-991.

Un estudio realizado por Báez y Marín (2010), demuestran que el tipo de fertilización (orgánica o química) no influye en el crecimiento del cultivo de maíz, encontrando que no existe diferencia significativa al comparar su comportamiento aplicando una mezcla de abonos orgánicos

(compost, humus de lombriz y biofertilizante) y fertilizante químico (completo y Urea 46%) sobre la variedad de maíz NB-6.

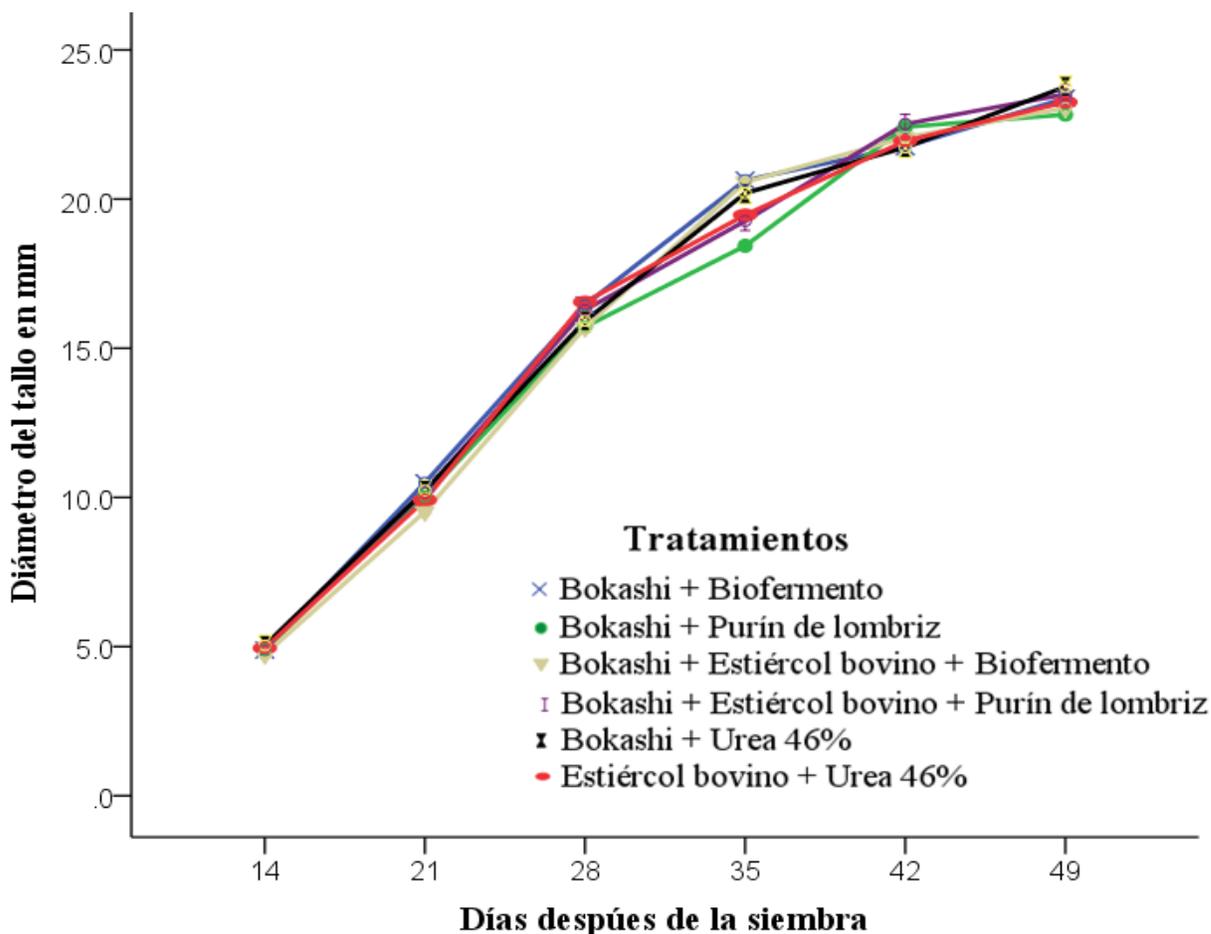


Gráfica 1. Altura de las plantas del cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) híbrido H-INTA-991, bajo los diferentes tratamientos. Campus Agropecuario, UNAN – León durante el período de mayo-agosto del 2012.

En la Gráfica 2, se observa que el tratamiento con el mejor promedio para la variable diámetro del tallo fue Bokashi más Urea 46% (T5), se presentó en primer lugar con 23.70mm, seguido por el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), con 23.50mm, y con el promedio más bajo se muestra el tratamiento Bokashi más Purín de Lombriz (T2), con 22.80mm. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.944 > 0.05$ por lo tanto se acepta la H_0 de igualdad entre los tratamientos (Anexo 3), por lo cual se puede afirmar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

El comportamiento de la variable diámetro del tallo, fue igual para todos los tratamientos mostrando que a partir de los 42 dds su crecimiento casi se detuvo mostrando a los 49 dds un aumento de 1 – 2mm de grosor de tallo.

El diámetro de tallo es una característica de suma importancia en el cultivo de maíz, este puede verse afectado por diferentes densidades de siembra, contenido de nutrientes principalmente el nitrógeno y la competencia de luz, lo que provoca una elongación de los tallos favoreciendo el acame de las plantas (Robles, 1990). Sin embargo en este estudio, la densidad poblacional no puso en competencia a las plantas por luz, agua y nutrientes, lo que es demostrado por el engrosamiento del tallo alcanzado por los tratamientos, principalmente el tratamiento Bokashi más Urea 46% que supero en un 73.3% los resultados que obtuvieron Pavón y Zapata (2012) en su estudio.



Gráfica 2. Diámetro del tallo del cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) híbrido H-INTA-991, bajo los diferentes tratamientos. Campus Agropecuario, UNAN – León durante el período de mayo-agosto del 2012.

En el Cuadro 1, se observa para la variable número de hojas, que el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), presenta el mayor promedio para esta variable con 14.12 hojas, seguido del tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6), con un promedio de 14.02 hojas. El promedio más bajo de hojas lo presentó el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), con 12.97 hojas. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.078 > 0.05$ por lo tanto se acepta la H_0 de igualdad entre los tratamientos (anexo 4), por lo cual se puede afirmar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Las hojas varían en cuanto a tamaño, color y pilosidad. Esta variación se encuentra relacionada con la variedad, la posición de la hoja en el tallo, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998).

El número de hojas por planta está definido por el número de nudos del tallo, ya que cada nudo es el punto de inserción de cada hoja (Parsons, 1990). Según Robles (1990), el número más frecuente de hojas es de 12 a 18, con un promedio de 14 hojas. Además de estar determinado por factores genéticos, también puede estar influenciado por la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas. Según Cortez y Ávila (2004), dosis excesivas de fertilizantes genera plantas con desarrollo de follaje excesivo, lo cual favorece una alta incidencia de plagas insectiles, caso contrario a los resultados obtenidos en este estudio ya que las plantas presentaron números de hojas dentro del rango establecido por Robles (1990).

Los resultados de este estudio también revelan en el Cuadro 1, que en los tratamientos que se incorporó Urea 46% produjo en las plantas un promedio numérico levemente superior al resto de tratamientos, esto se puede atribuir al aporte de Nitrógeno que hace el fertilizante químico.

La FAO e IFA (2002), indican que el Nitrógeno es el principal elemento para el crecimiento de las hojas, además son necesarios otros elementos fundamentales como el Magnesio (Mg), que forma parte de la clorofila y Fósforo (P), que participa en la fotosíntesis (Salisbury y Ross, 1998). Arnesto y Benavides (2003), mencionan en los resultados de su ensayo con el cultivo de maíz, variedad NB-S, que no encontraron diferencias significativas al aplicar fertilizante mineral y abono orgánico (gallinaza). Sin embargo, la aplicación del abono orgánico genera un promedio levemente superior que la aplicación de fertilizante mineral.

En el Cuadro 1, se observa para la variable altura de la hoja bandera que el tratamiento que logró obtener mayor promedio fue Bokashi más Urea 46% (T5), con un promedio de 180.11cm de altura, seguido de Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), con un promedio de

174.21cm de altura, con el menor promedio Bokashi más Purín de lombriz (T2), con 149.03cm de altura. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.000 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 4).

Como se puede observar en el Cuadro 1, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en cuatro categorías estadísticas, mostrando que los tratamientos Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4) y Bokashi más Urea 46% (T5) son diferentes estadísticamente de los tratamientos Bokashi más Purín de lombriz (T2) y Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3).

La última hoja en aparecer es la hoja bandera posicionándose como la más alta, las hojas más bajas mueren primero debido a la sombra, la sequía, las enfermedades, por deficiencia de nutrientes o por madurez normal (Somarriba, 1998).

El tratamiento Bokashi más Urea 46% presentó para esta variable el promedio más alto debido a que también presentó los mejores promedios para la variable altura de la planta. Pavón y Zapata (2012), obtuvieron los mismos resultados para la variable altura de la hoja bandera al aplicar el mismo tratamiento (Bokashi más Urea 46%) al cultivar de maíz H-INTA-991, el cual mostró una mejor respuesta para dicha variable.

Cantarero y Martínez (2002), mencionan en los resultados de su ensayo que la variable altura de la hoja bandera no presenta diferencia significativa entre la aplicación de abonos orgánicos versus el fertilizante químico, sobre el cultivo de maíz, variedad NB-6.

En el Cuadro 1, se muestra que el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), genera el mejor promedio para la variable área foliar de la hoja bandera, con 125.49cm^2 , seguido por el tratamiento Estiércol más Urea 46% (T6), con 118.78cm^2 . El tratamiento con promedio más bajo fue Bokashi más Purín de Lombriz (T2), con 98.61cm^2 . La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.000 < 0.05$, por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 5).

Como se puede observar en el Cuadro 1, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), presenta un promedio diferente estadísticamente a los tratamientos Bokashi más Purín de lombriz (T2) y Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3).

Cantidades bajas de Nitrógeno pueden afectar las tasas de aparición y expansión foliar modificando el área foliar y la interceptación de radiación solar por el cultivo, también conducen a un menor número de hojas por planta y reduce, principalmente, la tasa de expansión foliar, con un leve impacto sobre la tasa de aparición foliar (Uhart y Andrade, 1995; citado por Forero *et al.*, 2010).

Por otro lado, el aporte de Nitrógeno al cultivo de maíz produce un aumento de los compuestos solubles y proteínas, al mismo tiempo del contenido proteico, las hojas crecen y aumentan la superficie del área foliar (Arnesto y Benavides, 2003).

Como se puede observar en el Cuadro 1, el mayor promedio para esta variable lo presentó el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), mostrando que la fertilización mixta es capaz de favorecer el aumento del área foliar. Estos mismos resultados los obtuvieron Pavón y Zapata (2012), en su estudio al aplicar este mismo tratamiento al cultivar de maíz híbrido H-INTA-991.

En el Cuadro 1, se observa que el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), presentó el mejor promedio para la variable altura de inserción de la mazorca con 91.18cm de altura, muy similar en segundo lugar el tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6), presentando 91.13cm de altura. Con el promedio más bajo el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), con 77.63cm de altura. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.000 < 0.05$ (anexo 5), por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 5).

Como se puede observar en el Cuadro 1, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en cuatro categorías estadísticas, mostrando que los tratamientos Bokashi más Urea 46% (T5) y Estiércol bovino más Urea 46% (T6), presentan un promedio diferente estadísticamente a los tratamientos Bokashi más Biofermento (T1), Bokashi más Purín de lombriz (T2) y Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3).

La altura de inserción de la mazorca es una característica agronómica importante al momento de seleccionar una variedad para la producción de grano (Somarriba, 1998).

Esta variable depende directamente de la altura de la planta y es un factor íntimamente relacionado con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas ubicadas a la altura media de la planta, tendrán los mejores rendimientos (Celiz y Duarte, 1996), ya que las hojas superiores y las del medio de la planta son las principales suplidoras de carbohidratos a la mazorca y grano (Robles, 1990).

Cantarero y Martínez (2002), no encontraron diferencia significativa para la variable altura de inserción de la mazorca al aplicar abono orgánico o fertilizante químico al cultivo de maíz variedad NB-6.

Cuadro 1. Promedios de las Variables Evaluadas durante el ciclo vegetativo del cultivo de Maíz (*Zea mays L.*) híbrido H-INTA-991. Campus Agropecuario de la UNAN-León, mayo – agosto 2012.

Tratamientos	N.H	A.H.B (cm)	A.F.H.B (cm ²)	A.I.M (cm)
Bokashi + Biofermento	13.85 a	172.88 ab	117.79 ab	81.85 bc
Bokashi + Purín de lombriz	12.97 a	149.03 c	98.61 b	77.63 c
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	13.62 a	157.94 bc	102.52 b	80.14 bc
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	13.28 a	174.21 a	109.74 ab	87.41 ab
Bokashi + Urea 46 %	14.12 a	180.11 a	125.49 a	91.18 a
Estiércol bovino + Urea 46 %	14.02 a	167.26 ab	118.78 ab	91.13 a

N.H= número de hojas, A.H.B= altura de la hoja bandera. A.F.H.B= área foliar de la hoja bandera. A.I.M= altura de inserción de la mazorca.

Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencia significativa, los tratamientos con diferentes letras presentan diferencia significativa, según Tukey ($P \leq 0.05$).

En el Cuadro 2, se muestra que para la variable peso fresco de las plantas, el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), presentó el promedio más alto con 397.87g. En segundo lugar el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), con 369.93g en promedio. Y con el promedio más bajo el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), con 293.13g. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P = 0.05 = 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 6).

Como se puede observar en el Cuadro 2, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), presenta un promedio diferente estadísticamente al tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2).

El agua es el componente mayoritario en la planta, su peso total cuando aún está fresca se compone por los materiales orgánicos y minerales que conforman la materia seca de las plantas, el resto es el agua que está dentro de la planta.

El agua, permite la difusión y flujo masivo de solutos y por esta razón es especial para el transporte y distribución de nutrientes. También es importante el agua en las vacuolas de las

células vegetales, ya que ejercen presión sobre el protoplasma y la pared celular, manteniendo así la turgencia en hojas, raíces y otros órganos de la planta (Azcón-Bieto y Talón, 2000).

En el Cuadro 2, se observa que el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), produce el mejor promedio para la variable peso seco de las plantas con 172.63g. En segundo lugar el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), con 163.40g en promedio. Con el promedio más bajo Bokashi más Purín de lombriz (T2), con 125.03g. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.026 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 6).

Como se puede observar en el Cuadro 2, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), presentó un promedio diferente estadísticamente al tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2).

El cultivo de maíz produce una gran cantidad de biomasa, de la cual aproximadamente el 50% es cosechado en forma de grano. El resto corresponde a diversas estructuras de la planta (tallos, hojas, raíz, etc.). La proporción entre los componentes del residuo de las plantas de maíz depende principalmente de la variedad, nivel de fertilización y tipo de maíz a cultivar (Monterola *et al.* 1999). Nichiporovich y Strogonova, 1957; citados por García (1994), argumentan que los procesos fisiológicos como la fotosíntesis, nutrición y crecimiento son la base de la acumulación de materia seca total de las plantas; dentro de estos procesos la fotosíntesis es de vital importancia, ya que aporta el 90-95% de los sólidos totales. Fournier (1993), menciona que 5.37% del peso seco de las plantas de maíz lo componen elementos minerales, el 94.63% está compuesto por material orgánico.

Aunque el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), obtuvo un peso promedio en gramos superior estadísticamente ante el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), el porcentaje de fibra que representa el promedio de peso seco de este tratamiento es igual estadísticamente al resto de tratamientos (Cuadro 2).

De manera general podemos observar que al aplicar el tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), las variables de crecimiento y de biomasa medidas para este ensayo en el cultivar de maíz H-INTA-991 presentan los promedios numéricos siempre más altos para todas las variables, esto indica que el crecimiento de las plantas es estimulado con la aplicación de este tratamiento.

Cuadro 2. Promedio de biomasa producida por el cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) híbrido H-INTA-991. Campus Agropecuario UNAN-León, mayo-agosto 2012.

Tratamientos	P.F (g)	P.S (g)	Fibra (%)
Bokashi + Biofermento	351.93 ab	154.60 ab	46.35 a
Bokashi + Purín de lombriz	293.13 b	125.03 b	43.59 a
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	332.20 ab	146.20 ab	44.83 a
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	369.93 ab	163.40 ab	44.44 a
Bokashi + Urea 46 %	397.87 a	172.63 a	43.56 a
Estiércol bovino + Urea 46 %	349.27 ab	159.20 ab	46.81 a

P.F= peso fresco por planta. P.S= peso seco por planta. F= porcentaje de fibra por planta.

Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencia significativa, los tratamientos con diferentes letras presentan diferencia significativa, según Tukey ($P \leq 0.05$).

En el Cuadro 3, se muestra que el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), tiene el mejor promedio para la variable largo de la mazorca con 14.78cm. En segundo lugar el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), con un promedio 14.58cm. Con el promedio más bajo el tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6), con 12.91cm de largo en promedio. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P = 0.000 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 7).

Como se puede observar en el Cuadro 3, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que los tratamientos Bokashi más Purín de lombriz (T2) y Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), presentaron un promedio diferente estadísticamente al tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6).

El largo de la mazorca está influenciado por las condiciones ambientales, el tipo de suelo y su contenido de humedad y la disponibilidad de nutrientes (Centeno y Castro, 1993). Según Betanco *et al.* (1998), en numerosos ensayos de fertilización se ha observado que el tamaño promedio de la mazorca aumenta relativamente cuando se aplica nitrógeno.

El largo de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz debido a que tiene una relación directa, en la obtención de máximos rendimientos, así a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por fila y por consiguiente mayores rendimientos (Adetilaye *et al.*, 1984; citado por Viera, 2004).

En un estudio realizado por Blessing y Hernández (2009), encontraron resultados muy similares para esta variable al aplicar una mezcla de abonos orgánicos (compost y humus de lombriz), donde las mazorcas presentaron un largo de 14.92cm.

En el Cuadro 3, se observa el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), con el promedio más alto para la variable diámetro de la mazorca con 34.71mm de diámetro. En segundo lugar el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), 33.58mm en promedio. En último lugar el tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6), con 31.86mm en promedio de diámetro. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.000 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 7).

Como se puede observar en el Cuadro 3, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2) presentó un promedio diferente estadísticamente a los tratamientos Bokashi más Biofermento (T1), Bokashi más Urea 46% (T5) y Estiércol bovino más Urea 46% (T6).

El diámetro de la mazorca es un parámetro fundamental para medir el rendimiento del cultivo, está directamente relacionado con la longitud de la mazorca. En dependencia del diámetro de la mazorca está dado el número de hileras por mazorca, la variedad es otro factor determinante para esta variable, así como un buen suministro de nitrógeno (Centeno y Castro, 1993).

En el Cuadro 3, se muestra el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), con el promedio más alto para la variable número de filas por mazorca con 13.37 filas. Seguido del tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3), con un promedio de 13.30 filas. Con los promedios más bajos los tratamientos Bokashi más Biofermento (T1) y Estiércol bovino más Urea 46% (T6), con 12.80 filas en promedio. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.120 > 0.05$ por lo tanto se acepta la H_0 de igualdad entre los tratamientos (anexo 8), ya que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Esta variable está relacionada con el largo y diámetro de la mazorca, las variedades del cultivo, así mismo con la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Arnesto y Benavides, 2003). La fisiología del maíz está determinada por el factor genético, el número de filas por mazorca es una variable que teniendo una buena nutrición aumenta la masa relativa de la mazorca (Somarriba, 1998).

Como se puede observar en el Cuadro 3, esta variable no mostró diferencia estadística entre los tratamientos a pesar que para las variables largo y diámetro de la mazorca presentaron promedios estadísticamente superiores para el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), contrario a lo afirmado por Arnesto y Benavides (2003). Por otro lado estos resultados pueden atribuirse a que

el número de hileras por mazorca está influenciado por características propias de la variedad como lo indica Somarriba (1998) y que en este caso los tratamientos no ejercieron ningún efecto sobre esta variable.

En el Cuadro 3, se observa que el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), produce el mejor promedio para la variable número de granos por fila con 34.90 granos. El segundo mejor promedio lo produjo el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3), con 33.71 granos por fila. Con el promedio más bajo para esta variable se mostró el tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6), 31.89 granos por fila. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.027 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 8).

Como se puede observar en el Cuadro 3, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4) presentó un promedio diferente estadísticamente al tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6).

Jugenheimer, 1981; citado por Arnesto y Benavides (2003), argumenta que cuando se le brindan las condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo al cultivo de maíz, no solo aumenta el número de filas, sino que por facilitar la polinización se desarrolla un número mayor de granos por fila y que el número de granos por fila está determinado por el largo de la mazorca.

Contradiendo lo anterior, en nuestros resultados encontramos que a pesar de que el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T3), no presenta los promedios más altos para las variables largo y diámetro de la mazorca, muestra el mayor promedio para la variable número de granos por fila.

En el Cuadro 3, se muestra el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), con el promedio más alto para la variable número de granos por mazorca con 465.33 granos. El segundo mejor promedio lo presentó el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3), con 447.86 granos. Con el promedio más bajo se ubicó el tratamiento Bokashi más Biofermento (T1), con 407.68 granos. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P= 0.000 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 8).

Como se puede observar en el Cuadro 3, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que el tratamiento Bokashi más Estiércol

bovino más Purín de lombriz (T4) presentó un promedio diferente estadísticamente a los tratamientos Bokashi más Biofermento (T1) y Estiércol bovino más Urea 46% (T6).

Tanto el número de filas como el número de granos por fila son los que determinan la formación del número total de granos por mazorca, se definen durante las etapas vegetativas comprendidas entre la hoja seis (V6) y la hoja 12 (V12). El nivel nutricional, particularmente de nitrógeno, que se presenta durante este período es un importante regulador del número total de granos y en consecuencia de la acumulación total de rendimiento (García y Espinosa, 2009).

Cuadro 3. Promedios de las Variables Evaluadas en la mazorca durante el ciclo de producción del cultivo de Maíz (*Zea mays L.*) híbrido H-INTA-991. Campus Agropecuario de la UNAN-León, mayo – agosto 2012.

Tratamientos	L.M (cm)	D.M (mm)	N.F.M	N.G.F	N.G.M
Bokashi + Biofermento	13.56 bc	32.43 b	12.80 a	32.06 ab	407.68 b
Bokashi + Purín de lombriz	14.78 a	34.71 a	13.00 a	33.62 ab	436.41 ab
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	14.55 ab	33.46 ab	13.30 a	33.71 ab	447.86 ab
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	14.58 a	33.58 ab	13.37 a	34.90 a	465.33 a
Bokashi + Urea 46 %	13.95 ab	32.48 b	12.83 a	33.19 ab	424.45 ab
Estiércol bovino + Urea 46 %	12.91 c	31.86 b	12.80 a	31.89 b	408.22 b

L.M= largo de la mazorca. D.M= diámetro de la mazorca. N.F.M= número de filas por mazorca. N.G.F= número de granos por fila. N.G.M= número de granos por mazorca.

Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencia significativa, los tratamientos con diferentes letras presentan diferencia significativa, según Tukey ($P \leq 0.05$).

En el Cuadro 4, se observa que el tratamiento con mayor promedio para la variable peso de granos por mazorca fue Bokashi más Estiércol Bovino más Biofermento (T3), con 109.83g, seguido del tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), con un promedio de 107.20g. Con el promedio más bajo el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), con 91.94g. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P = 0.008 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 9).

Como se puede observar en el Cuadro 4, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que los tratamientos Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3) y Bokashi más Urea 46% (T5) presentan un promedio diferente estadísticamente al tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2).

El peso del grano está determinado por la variedad, por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de materia orgánica a los granos así como el llenado de estos, lo que a su vez está determinado por la eficacia de los procesos desarrollados por las hojas, tallos; también por la nutrición mineral así como las condiciones hídricas durante el llenado de granos (Larios y García, 1999).

Una menor cantidad de Nitrógeno reduce el rendimiento en grano, afectando tanto el número de granos como el peso de los granos. Las deficiencias de Nitrógeno reducen el rendimiento en grano, a través de la disminución de la materia seca total y a la caída en la partición de fotoasimilados que llega al grano directamente (Uhart y Andrade, 1995; citado por Forero *et al.*, 2010). Por otro lado, cuando las aplicaciones de Nitrógeno son excesivas, el crecimiento vegetativo se incrementa y la partición de fotoasimilados hacia el grano también se ve disminuida (Marschner, 2002; citado por Forero *et al.*, 2010).

El Cuadro 4 muestra la producción de granos del cultivo de maíz en kilogramos por hectárea estimada por la densidad poblacional de plantas. El tratamiento Bokashi más Estiércol Bovino más Biofermento (T3), alcanzó el rendimiento más alto con 6498.42kg/Ha, seguido del tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), con un rendimiento de 6343.11kg/Ha. Con el rendimiento más bajo el tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), con 5439.80kg/Ha. La prueba estadística de Anova muestra un valor de $P = 0.008 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la H_0 de igualdad entre los tratamientos y se acepta la H_a ya que existe diferencia significativa entre los tratamientos (anexo 9).

Como se puede observar en el Cuadro 4, según la prueba de Tukey, los tratamientos se pueden separar en tres categorías estadísticas, mostrando que los tratamientos Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3) y Bokashi más Urea 46% (T5) presentan un promedio diferente estadísticamente al tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2).

Martínez *et al.* (1999), manifiestan que el contenido de nutrientes de los abonos orgánicos son importantes para las plantas. Por medio de la actividad de la flora y la fauna presentes en el suelo esos nutrientes son transformados en sustancias inorgánicas y pasan a estar disponibles para las plantas. Por esta razón la aplicación de las diferentes mezclas de abonos orgánicos y fertilizaciones mixtas lograron satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de maíz H-INTA-991. Sin embargo el tratamiento Bokashi más Estiércol Bovino más Biofermento logro un

promedio de producción que supero a los otros tratamientos mostrándose como la mezcla que favorece la producción de granos.

La altura de inserción de la mazorca pudo haber favorecido el rendimiento del tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3), ya que este mismo tratamiento presentó la mazorca entre las hojas del medio y las hojas superiores de las plantas, lo que según Robles (1990), esto favorece el rendimiento del cultivo ya que estas hojas son las principales suplidores de carbohidratos a la mazorca y el grano.

Los resultados obtenidos también demuestran que los abonos orgánicos son una alternativa para sustituir la fertilización química. Esto se debe a que los abonos orgánicos abastecen al suelo de nutrientes como el nitrógeno y los demás elementos esenciales (P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Bo), que estos contienen.

Cuadro 4. Promedios de las Variables de rendimiento evaluadas en el cultivo de Maíz híbrido (*Zea mays L.*), H-INTA-991. Campus Agropecuario de la UNAN-León, mayo – agosto 2012.

Tratamientos	R.P.U (Kg)	P.G.M (g)	Kg/Ha
Bokashi + Biofermento	9.80	100.86 ab	5967.48 ab
Bokashi + Purín de lombriz	9.01	91.94 b	5439.80 b
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	10.76	109.83 a	6498.42 a
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	9.50	96.99 ab	5738.66 ab
Bokashi + Urea 46 %	10.50	107.20 a	6343.11 a
Estiércol bovino + Urea 46 %	10.07	102.81 ab	6083.27 ab

R.P.U= Rendimiento de la parcela útil en kilogramos. P.G.M= Peso de los granos por mazorca en gramos. Kg/Ha= Kilogramo de granos de maíz producidos por Hectárea.

Los tratamientos con letras iguales no presentan diferencia significativa, los tratamientos con diferentes letras presentan diferencia significativa, según Tukey ($P \leq 0.05$)

Análisis económico

Según el precio en el mercado nacional del rubro en el momento de comercialización, el tratamiento que genero mayores ganancias fue Estiércol bovino más Urea 46% (T6), obtuvo un ingreso neto de C\$ 46,129.68, con una relación costo-beneficio de 1:4.49 por cada córdoba invertido. El tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3), logró obtener un ingreso neto de C\$ 44,700.63, con una relación costo-beneficio de 1:2.79 por cada córdoba invertido. El tratamiento Bokashi más Urea 46% (T5), tuvo un ingreso neto de C\$ 44,775.78, con

una relación costo beneficio costo-beneficio de 1:2.63 por cada córdoba invertido. El tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Purín de lombriz (T4), obtuvo un ingreso neto de C\$ 38,564.38, con una relación costo-beneficio de 1:1.90 por cada córdoba invertido. El tratamiento Bokashi más Biofermento (T1), logró un ingreso neto de C\$ 35,443.73, con una relación costo-beneficio de 1:1.50 por cada córdoba. El tratamiento Bokashi más Purín de lombriz (T2), logro obtener un ingreso neto de C\$ 22,052.45, con una relación costo-beneficio de 1:0.79 por cada córdoba invertido. Aunque el tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% no logró la mejor producción, si logró el ingreso neto más alto y en consecuencia también logró una relación costo beneficio muy buena; esto se debió a que este tratamiento requirió menos gastos en insumos y en mano de obra para su aplicación, al mismo tiempo logró una producción aceptable.

Cuadro 5. Relación Costo – Beneficio de los tratamientos para la producción del cultivo de Maíz híbrido (*Zea mays L.*), H-INTA-991. Campus Agropecuario de la UNAN-León, mayo – agosto 2012.

Tratamientos	Rendimiento en Kg/Ha	Chilote (cien)	Precio Por Kg C\$	Precio Por Cien C\$	Ingreso bruto	Costo de Producción en 1 ha	Ingreso neto en 1 Ha	Relación Costo-Beneficio
Bokashi + Biofermento	5967.48		6.13		36,580.65			
		562.07		40	22,483.08			
					59,063.73	23,620	35,443.73	1:1.50
Bokashi + Purín de Lombriz	5439.8		6.13		33,345.97			
		414.16		40	16,566.48			
					49,912.45	27,860	22,052.45	1:0.79
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	6498.42		6.13		39,835.31			
		522.63		40	20,905.32			
					60,740.63	16,040	44,700.63	1:2.79
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	5738.66		6.13		35,177.98			
		591.66		40	23,666.40			
					58,844.38	20,280	38,564.38	1:1.90
Bokashi + Urea 46 %	6343.11		6.13		38,883.26			
		571.93		40	22,877.52			
					61,760.78	16,985	44,775.78	1:2.63
Estiércol bovino + Urea 46 %	6083.27		6.13		37,290.44			
		453.60		40	18,144.24			
					55,434.68	9,305	46,129.68	1:4.49

VII. CONCLUSIONES

- Las plantas que estuvieron bajo el tratamiento Bokashi mas Urea 46% genero los promedios más altos para las variables de crecimiento. Este mismo tratamiento también genero los promedios más altos para las variables de biomasa con 397.87g de peso fresco y 172.63g de peso seco de la planta.
- La mezcla de abonos orgánicos compuesta por Bokashi, Estiércol bovino y Biofermento tiene un mejor efecto en el cultivo de maíz híbrido H-INTA-991 al producir 6498.42kg/Ha, siendo este el mayor promedio de rendimiento de grano en este estudio.
- El tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% (T6), obtuvo la mayor relación costo-beneficio generando 4.49 córdobas de ganancias por cada córdoba invertido.

VIII. RECOMENDACIONES

- Para obtener mayor rendimiento de grano con fertilización enteramente orgánica se recomienda aplicar al cultivo de maíz híbrido (*Zea mays* L.) H-INTA-991, el tratamiento Bokashi más Estiércol bovino más Biofermento (T3).

- En el caso que se desee disminuir los costos de producción para aumentar el beneficio económico se recomienda utilizar el tratamiento Estiércol bovino más Urea 46% en el cultivo de maíz híbrido (*Zea mays* L.) H-INTA-991.

- Se recomienda dar continuación a este ensayo con el mismo diseño experimental para evaluar nuevas combinaciones de abonos orgánicos y fertilizaciones mixtas que no se han probado en la producción del cultivo de maíz.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre, C. y Fernández, N. 2000. Fertilización orgánica en maíz dulce (*Zea mays* var. Saccharata). Cátedra de horticultura y floricultura – Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE, Corrientes, Argentina.
2. Arnesto, G. y Benavides, V. 2003. Evaluación del efecto de la fertilización mineral y orgánica (gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-S en la estación experimental “La Compañía”, época de primera 2002. Tesis. Ing. Agr. UNA – Managua, Nicaragua.
3. Arzola P., N; Fundora H., O. y Machado A., J. 1981. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo Educación. La Habana Cuba. 461p.
4. Azcón-Bieto, J., y Talón, M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, España. Edicions Universitat de Barcelona. p 17-26.
5. Báez, J. y Marín, J. 2010. Evaluación de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), El plantel, Masaya. 2009. 10p. Tesis. Ing. Agr. UNA – Managua, Nicaragua.
6. Betanco, J. A.; Dulcire, M. y Gutiérrez, E. 1998. Informe final de las áreas de S.G.D.T. 1978 – 1998. Región IV Ministerio Agropecuario y Reforma Agraria. Managua – Nicaragua. 65p.
7. Blessing, D. y Hernández, G. 2009. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6 bajo prácticas de fertilización, orgánica y convencional en la finca El Plantel. 2007 – 2008. Tesis Ing. Agr. UNA – Managua, Nicaragua.
8. Camacho, R., Garrido, O. y Lima, M. 1995. Caracterización de nueve genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz. Instituto de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, El Limón, Maracay, Venezuela.
9. Cantarero, R. y Martínez, O. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Variedad NB-6. Tesis. Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 43 p.
10. Castillo, X. 2010. Guías de prácticas profesionales III. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León. 2 p.

11. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2006. Curso de salud de suelo / fertilidad e interpretación del análisis de laboratorio de abonos orgánicos.
12. Celiz, G., F. A.; Duarte C., R. J. 1996. Efecto tipológico (doble surco) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*zea mays* L.) como cultivo principal en asocio con leguminosas (*vigna unguiculata* L. Walph.). Tesis. Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 37p.
13. Centeno, J. y Castro, V. 1993. Influencia de cultivares antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de la maleza y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L.). Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua.
14. Cervantes, M. s.f. Abonos orgánicos. (en línea) Centro de Formación Profesional Agraria E.F.A. CAMPOMAR. Consultado 15 abr. 2012. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.html
15. CNIGB (Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos). 1991. Guía tecnológica para la producción de maíz. Managua, Nicaragua.
16. Cortez, E. y Ávila, J. 2004. Resultados de la evaluación y validación de insecticidas biorracionales para el control de gusano cogollero en maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. 8 p.
17. Escobar, E. 2010. Manejo Ecológico de Cultivos: El maíz.
18. FAO (Food and Agriculture Organization). 1961. Las semillas agrícolas y hortícolas. Producción, control y distribución.
19. FAO (Food and Agriculture Organization). 2001. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y Producción. Fisiología del Maíz tropical (en línea). Depósito de documentos de la FAO, departamento de agricultura. Consultado el 31 de mar. 2012. Consultado 14 mayo. 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s05.htm>
20. FAO (Food and Agriculture Organization) e IFA (Asociación Internacional de la Industria de los fertilizantes). 2002. Fertilizantes y su uso. 4ta ed. Roma.
21. Forero, F., Fernández, J. y Álvarez, J. 2010. Efecto de dosis de cachaza en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). (en línea). Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica. Vol. 13 (1) t, 77-86 p. Consultado 9 set. 2012. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?scrip=sd_serial&pid=0123-4226&lng=en&mrn=iso

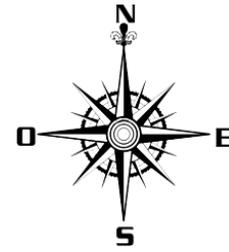
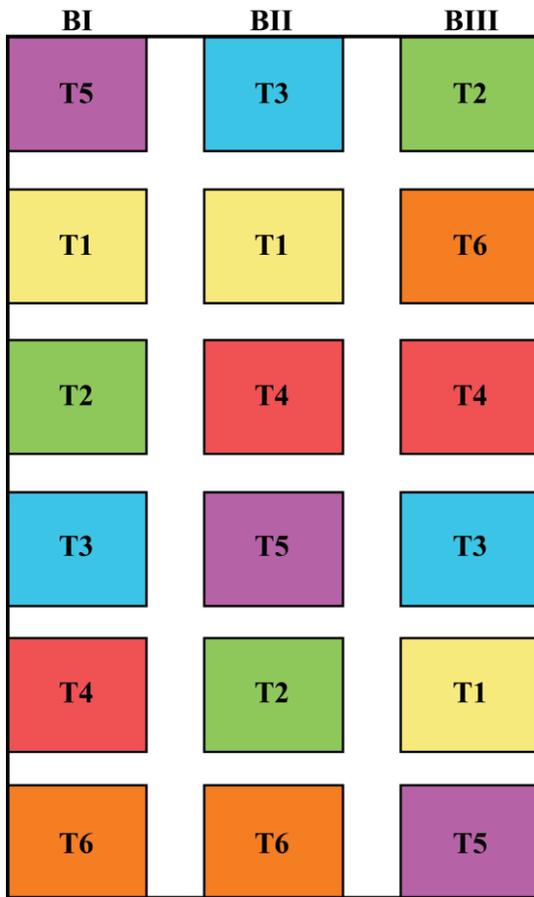
22. Fortis, M., Leos, J., Preciado, P., Orona, I., García, J., y Orozco, J. 2009. Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. TIERRA Latinoamericana, Vol. 27, Núm. 4.
23. Fournier, L. 1993. Recursos naturales. 2ed. Editorial Universidad Estatal a distancia, San José Costa Rica. 16 p.
24. García, J. y Espinosa, J. 2009. Efecto del fraccionamiento de nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. (en línea). Consultado 28 mayo. Disponible en:
[http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/17308e7533d17ae3052575c9004a0fdf/\\$FILE/Efecto%20del%20fraccionamiento.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/17308e7533d17ae3052575c9004a0fdf/$FILE/Efecto%20del%20fraccionamiento.pdf)
25. García, J. 1994. Efecto de PROFIT-G, gallinaza y estiércol bovino sobre la actividad fotosintética y el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en el distrito de riego No. 26 del bajo Río San Juan. Tesis maestría. Facultad de agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León.
26. ICA (Instituto Centroamericano Agropecuario). 2007. Enfermedades del maíz y su manejo. 1 ed. Palmira, Colombia. Editorial Produmedios. 7 – 23 p.
27. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) y DSTA (Departamento de Servicios Técnicos de Apoyo). 1999. Guía tecnológica 4. Cultivo de Maíz. Managua, Nicaragua.
28. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 1999. Informe técnico anual. Programa Granos Básicos CNIA – INTA.
29. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2000. Manejo integrado del cultivo de maíz. Septiembre 2000. Gráfica Editores, S.A. Managua, Nicaragua.
30. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2002. Catálogo de semillas. Híbridos, Variedades.
31. Larios, R. C. y Gracia, C., M. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo de maíz (*Zea mays* l.) var. NB-6. Tesis Ing. Agr. UNA. Managua, Nicaragua. 92p
32. Macías, J., Sifuentes, E., y Luque, E. 2001. Jornada de manejo sustentable del cultivo de maíz. Memoria. La siembra de maíz en doble hilera y surcos angostos: una alternativa para incrementar el rendimiento y rentabilidad.

33. MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2012. Informe de producción agropecuaria. Managua, Nicaragua. (en línea). Consultado 25 jun. 2013. Disponible en:
<http://www.magfor.gob.ni/descargas/2011/estadisticas/InformeAgosto-2011.pdf>
34. Martínez, C., Romero, L., Trinidad, A., y Santoyo, L. 1999. I Simposium Internacional y Reunión Nacional. Lombricultura y abonos orgánicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Subsecretaria de Desarrollo Rural, Unidad de Identificación y Promoción de Mercados, UIPM. Montecillo y Chapingo, México. p. 3 – 20.
35. Miranda, B. 1990. Diagnóstico sobre producción, consumo, generación y transferencia de tecnología para los granos.
36. Monge, L. 1989. Los Cultivos Básicos. Cultivo de Maíz. 2a ed. San José, C. R. EUNED, 1989.
37. Monterola, H., Cerda, D. y Mira J. 1999. Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. Chile. Fundación para la innovación agraria. 36 p.
38. Narroyo. 2009. Los microorganismos Efectivo. Purines Orgánicos.
39. Parsons, D. 1990. Maíz. Series de cuadernos: Manuales para la educación agropecuaria Producción vegetal; 10. 2a ed. Trillas. México.
40. Pavón, J. y Zapata, O. 2012. Comparación de tres fertilizantes orgánicos y un combinado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en el campus Agropecuario de la UNAN – León en el periodo comprendido de abril a julio del 2011. Tesis. Ingeniería en Agroecología Tropical. León, Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.
41. Pedroza, H. y Dicovskyi, L. 2006. Sistema de análisis estadístico con SPSS. IICA (Instituto Iberoamericano de Cooperación para la Agricultura) e INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 61 p.
42. Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forraje. Limusa. México D.F.
43. Rostrán, J., Bárcenas, M., Castillo, X., Escobar, J., Naruo, K. y Tajiri, T. 2009. Manual para la Producción de Abonos Orgánica Bokashi. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-León). León, Nicaragua.
44. SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2000. Abonos orgánicos. (en línea). Consultado 15 oct. 2013. Disponible en:
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf>

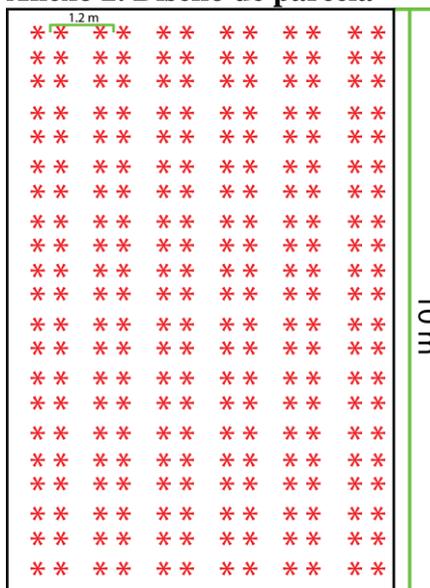
45. Salazar, E., López, J., Zúñiga, R., Vázquez, C., Fórtiz, M., y Vital, J. 2007. Aplicación al suelo de estiércol bovino con y sin solarizar y su impacto en maíz forrajero. Uso y Aprovechamiento de Abonos Orgánicos e Inocuidad. (en línea). Consultado 19 set. 2012. Disponible en: http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort05/uso_estiercol.pdf
46. Salazar, W., Berrios, V., Estrada, V. y Caballero, A. 2009. Enfermedades de hortalizas. Una guía para su identificación y manejo en campo. 1ª ed. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua.
47. Salisbury, Frank B y Ross, Cleon W. Fisiología Vegetal 1998. Impreso en Mexico. 560 p.
48. Serratos, J. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente Americano. 1ed. (en línea) D.F. México. Consultado 9 jul. 2013. Disponible en: Http://www.google.com.ni/gwt/x?gl=NI&hl=es-NI&u=http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2012/9/gporigenmaiz%2520final%2520web.pdf&q=taxonomia+del+maiz+&sa=X&ei=1nfkUaGiPM_lqAHfw4DYAg&ved=oCdoQFjAI
49. Somarriba, R. C. 1998. Texto granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 1 – 57 p.
50. Viera, L. 2004. Caracterización y evaluación de seis híbridos y seis variedades de polinización libre de maíz (*Zea mays* L.) en el Viejo, Chinandega. Tesis Diplomada en Fitotecnia. UNA – Managua, Nicaragua.
51. ZAMORANO, 2001. COSUDE. Escuelas de Campo, Guía de Facilitador, 100 pág.

X. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de los tratamientos.



Anexo 2. Diseño de parcela



Anexo 3. Salida de SPSS para ANOVA de un factor para las variables Altura de las plantas y Diámetro del tallo.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Altura de la planta	Inter-grupos	7594,092	5	1518,818	,791	,556
	Intra-grupos	4133809,949	2154	1919,132		
	Total	4141404,042	2159			
Diámetro del tallo	Inter-grupos	64,983	5	12,997	,241	,944
	Intra-grupos	116206,767	2154	53,949		
	Total	116271,750	2159			

Anexo 4. Salida de SPSS para ANOVA de un factor para las variables Número de hojas y Altura de la hoja bandera.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Número de hojas	Inter-grupos	88,015	5	17,603	1,986	,078
	Intra-grupos	19093,911	2154	8,864		
	Total	19181,926	2159			
Altura de la hoja bandera	Inter-grupos	39808,089	5	7961,618	9,041	,000
	Intra-grupos	311751,067	354	880,653		
	Total	351559,156	359			

Altura de la hoja bandera

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Bokashi + Purín de lombriz	60	149,033		
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60	157,950	157,950	
Estiércol bovino + Urea 46 %	60		167,267	167,267
Bokashi + Biofermento	60		172,883	172,883
Bokashi + Estiércol bovino+ Purín de lombriz	60			174,217
Bokashi + Urea 46 %	60			180,117
Sig.		,569	,067	,169

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 60,000.

Anexo 5. Salida de SPSS para ANOVA de un factor para las variables Área foliar de la hoja bandera y Altura de inserción de la mazorca.

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Área foliar de la hoja bandera	Inter-grupos	32128,789	5	6425,758	3,384	,005
	Intra-grupos	672252,361	354	1899,018		
	Total	704381,150	359			
Altura de inserción de la mazorca	Inter-grupos	9601,589	5	1920,318	8,842	,000
	Intra-grupos	76884,400	354	217,188		
	Total	86485,989	359			

Área foliar de la hoja bandera

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bokashi + Purín de lombriz	60	98.6188	
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60	102.5250	
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	60	109.7438	109.7438
Bokashi + Biofermento	60	117.7900	117.7900
Estiércol + Urea 46 %	60	118.7875	118.7875
Bokashi + Urea 46 %	60		125.4950
Sig.		.117	.356

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 60.000.

Altura de inserción de la mazorca

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Bokashi + Purín de lombriz	60	78,3000		
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60	80,1500	80,1500	
Bokashi + Biofermento	60	81,8500	81,8500	
Bokashi + Estiércol bovino+ Purín de lombriz	60		87,4167	87,4167
Estiércol bovino + Urea 46 %	60			91,1333
Bokashi + Urea 46 %	60			91,1833
Sig.		,774	,078	,727

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 60,000.

Anexo 6. Salida de SPSS para ANOVA de un factor para las variables Peso fresco y Peso seco de las plantas.

ANOVA

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso fresco	Inter-grupos	187144,111	5	37428,822	2,246	,052
	Intra-grupos	2899775,333	174	16665,375		
	Total	3086919,444	179			
Peso seco	Inter-grupos	40843,044	5	8168,609	2,619	,026
	Intra-grupos	542701,933	174	3118,977		
	Total	583544,978	179			

Peso seco

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bokashi + Purín de lombriz	30	125,03	
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	30	146,20	146,20
Bokashi + Biofermento	30	154,60	154,60
Estiércol bovino + Urea 46 %	30	159,20	159,20
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	30	163,40	163,40
Bokashi + Urea 46 %	30		172,63
Sig.		,089	,447

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 30,000.

Anexo 7. Salida de SPSS para ANOVA de un factor para la variable Largo de la mazorca y Diámetro de la mazorca.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Largo de la mazorca	Inter-grupos	155,809	5	31,162	8,368	,000
	Intra-grupos	1318,297	354	3,724		
	Total	1474,106	359			
Diámetro de la mazorca	Inter-grupos	319,758	5	63,952	5,420	,000
	Intra-grupos	4177,167	354	11,800		
	Total	4496,925	359			

Largo de la mazorca

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Estiércol bovino + Urea 46 %	60	12,917		
Bokashi + Biofermento	60	13,568	13,568	
Bokashi + Urea 46 %	60		13,957	13,957
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60		14,550	14,550
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	60			14,583
Bokashi + Purín de lombriz	60			14,783
Sig.		,435	,062	,179

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Diámetro de la mazorca

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Estiércol bovino + Urea 46 %	60	31,8611	
Bokashi + Biofermento	60	32,4389	
Bokashi + Urea 46 %	60	32,4833	
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60	33,4611	33,4611
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	60	33,5833	33,5833
Bokashi + Purín de lombriz	60		34,7167
Sig.		,069	,343

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 60,000.

Anexo 8. Salida de SPSS para ANOVA de un factor para las variables Número de filas por mazorca, Número de granos por fila y Número de granos por mazorca.

ANOVA

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Número de filas	Inter-grupos	19,833	5	3,967	1,764	,120
	Intra-grupos	796,067	354	2,249		
	Total	815,900	359			
Granos por fila	Inter-grupos	381,788	5	76,358	2,561	,027
	Intra-grupos	10555,490	354	29,818		
	Total	10937,278	359			
Granos por mazorca	Inter-grupos	155716,433	5	31143,287	4,706	,000
	Intra-grupos	2342458,669	354	6617,115		
	Total	2498175,101	359			

Granos por fila

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Estiércol bovino + Urea 46 %	60	31,888	
Bokashi + Biofermento	60	32,057	32,057
Bokashi + Urea 46 %	60	33,188	33,188
Bokashi + Purín de lombriz	60	33,622	33,622
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60	33,705	33,705
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	60		34,905
Sig.		,453	,051

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 60,000.

Número de granos por mazorca

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bokashi + Biofermento	60	407,687	
Estiércol bovino + Urea 46 %	60	408,223	
Bokashi + Urea 46 %	60	424,450	424,450
Bokashi + Purín de lombriz	60	436,417	436,417
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60	447,863	447,863
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	60		465,337
Sig.		,077	,068

Anexo 9. Salida de SPSS para ANOVA de un factor para las variables Peso de los Granos por mazorca y Rendimiento en kilogramos por hectárea.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Peso granos	Inter-grupos	12948,021	5	2589,604	3,173	,008
	Intra-grupos	288926,207	354	816,176		
	Total	301874,229	359			
Kg/ha	Inter-grupos	45326044,862	5	9065208,972	3,173	,008
	Intra-grupos	1,011E9	354	2857117,446		
	Total	1,057E9	359			

Peso granos

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bokashi + Purín de lombriz	60	91,9413	
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	60	96,9926	96,9926
Bokashi + Biofermento	60	100,8600	100,8600
Estiércol bovino + Urea 46 %	60	102,8170	102,8170
Bokashi + Urea 46 %	60		107,2087
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60		109,8338
Sig.		,297	,138

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 60,000.

Kg/ha

HSD de Tukey^a

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Bokashi + Purín de lombriz	60	5439,8009	
Bokashi + Estiércol bovino + Purín de lombriz	60	5738,6614	5738,6614
Bokashi + Biofermento	60	5967,4854	5967,4854
Estiércol bovino + Urea 46 %	60	6083,2722	6083,2722
Bokashi + Urea 46 %	60		6343,1118
Bokashi + Estiércol bovino + Biofermento	60		6498,4281
Sig.		,297	,138

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 60,000.