

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
FAGRO



TRABAJO DE DIPLOMA

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) BAJO APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS.

AUTOR

Br. ALLAN BLANDÓN VÁSQUEZ

ASESORES

Dr. OSCAR GÓMEZ GUTIÉRREZ

MSc. JUAN JOSÉ AVELARES SANTOS

MSc. ISABEL CHAVARRÍA

MANAGUA, NICARAGUA  
SEPTIEMBRE, 2008.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
UNA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
FAGRO



TRABAJO DE DIPLOMA

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) BAJO APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS.

AUTOR

Br. ALLAN BLANDÓN VÁSQUEZ

ASESORES

Dr. OSCAR GÓMEZ GUTIÉRREZ  
MSc. JUAN JOSÉ AVELARES SANTOS  
MSc. ISABEL CHAVARRÍA

Presentado

A la consideración del honorable tribunal examinador como requisito para optar al grado de ingeniero agrónomo generalista.

MANAGUA, NICARAGUA  
SEPTIEMBRE, 2008.

## ÍNDICE GENERAL

Sección	página
Índice general	i
Índice de tablas	iii
Índice de figuras	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Hipótesis	3
II. MATERIALES Y MÉTODOS.	5
2.1 Ubicación del ensayo	5
2.2 Condiciones agroecológicas de la zona	5
2.3 Diseño experimental	6
2.4 Descripción de los tratamientos	6
2.5 Variables evaluadas	7
2.5.1 Etapa de crecimiento	7
2.5.2 Rendimiento y sus componentes	7
2.6 Determinación de la cantidad de abono a aplicar	8
2.7 Análisis estadístico	9
2.8 Agronomía del cultivo	10
	i

III.	RESULTADOS	11
3.1	Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de una sola medición	11
3.2	Efecto de los diferentes tratamientos sobre variables de medición repetida	13
3.2.1	Patrón de cambios a través del tiempo de los diferentes tratamientos.	14
IV.	DISCUSIÓN	17
V.	CONCLUSIONES	20
VI.	RECOMENDACIONES	21
VII.	REFERENCIAS	22

## ÍNDICE DE TABLAS

	página
1 Análisis de suelo en la parcela donde se estableció el ensayo de campo. El Plantel, ciclo de primera, 2007	8
2 Cantidades aplicadas de los diferentes tipos de abonos orgánicos y su contenido de nitrógeno. El Plantel, ciclo de primera, 2007	9
3 Significancia estadística para las diferentes variables de crecimiento a los 62 días después de la siembra (dds). El Plantel, ciclo de primera, 2007	11
4 Comparaciones apareadas entre los valores promedios de cada uno de los tratamientos, en comparación con el testigo absoluto para las variables de crecimiento a los 62 días después de la siembra (dds). El Plantel, ciclo de primera, 2007	11
5 Significancia estadística para la variable de rendimiento y sus componentes. El Plantel, ciclo de primera, 2007	12
6 Comparaciones apareadas entre los valores promedios de cada uno de los tratamientos, en comparación con el testigo absoluto para la variable de rendimiento y sus componentes. El Plantel, ciclo de primera, 2007	12
7 Significancia estadística en las variables de crecimiento. El Plantel, ciclo de primera, 2007	13

## ÍNDICE DE FIGURAS

	página
1 Condiciones climáticas prevalecientes en la finca El Plantel durante el año en que se estableció el ensayo	5
2 Efecto de los cuatro tratamientos evaluados, sobre la variable altura de plantas en diferentes momentos de evaluación. El Plantel, ciclo de primera 2007	15
3 Efecto de los cuatro tratamientos evaluados, sobre la variable diámetro del tallo en diferentes momentos de evaluación. El Plantel, ciclo de primera 2007	15
4 Efecto de los cuatro tratamientos evaluados, sobre la variable área foliar en diferentes momentos de evaluación. El Plantel, ciclo de primera 2007	16
5 Efecto de los cuatro tratamientos evaluados, sobre la variable número de hojas en diferentes momentos de evaluación. El Plantel, ciclo de primera 2007	16

## DEDICATORIA.

- El presente estudio se lo dedico a Dios, que para comenzar me ha dado la vida, la fuerza de voluntad, la inteligencia y dedicación para salir adelante en cada etapa de mi vida de buena manera, aprendiendo algo nuevo en cada experiencia.
- A mi madre Mayra Vásquez Leiva, quien durante toda mi vida, se ha sacrificado para que no me falte lo necesario para poder vivir, estudiar y superarme.



Allan Blandón Vásquez

## AGRADECIMIENTOS.

- Le agradezco a mis asesores Dr. Oscar Gómez Gutiérrez, MSc. Juan Avelares Santos e MSc. María Isabel Chavarría, por su apoyo, orientación, paciencia y dedicación para la culminación de este proyecto que me acreditará como ingeniero agrónomo.
- A todas las personas que de una manera u otra han colaborado conmigo o me han apoyado en estos seis años de lucha para llegar a este momento tan esperado, compañeros de clase, familiares y amigos.
- En especial a mis amigos Olman Javier Díaz Blandón, Loyman Cáceres Castellanos, Leticia Durán Pérez, Lidia Incer Calero y Reyna Gutiérrez Masís quienes se asolearon conmigo ayudándome en la fase de campo.
- Al personal del Centro Nicaragüense de Investigación y Documentación Agropecuaria (CENIDA) de la UNA por su gentil servicio.
- A los fondos PACI / UNA, a la FAGRO, a la D.P.V.
- A los profesores Sandra Lovo, Alex Serrato, Aldo Rojas, Nicolás Valle, Vidal Marín, Silvio Gómez, Moisés Blanco, Álvaro Benavidez, Miguel Ríos, de quienes aprendí mucho y disfrute de cada clase.

Allan Blandón Vásquez

- RESUMEN

Los abonos orgánicos presentan características como no contaminar el medio ambiente, ni la salud humana, así como mejorar las propiedades del suelo, partiendo de esto, se inició este trabajo en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), bajo fertilización orgánica donde se plantea como objetivo general contribuir con la generación de información referente al uso de abonos orgánicos sobre su influencia en el crecimiento vegetativo y el mejoramiento del rendimiento del cultivo de sorgo. Se realizó este ensayo en el ciclo de Primera 2007, en la finca El Plantel (UNA), estudiando tratamientos correspondientes a: compost, humus de lombriz, biofertilizante líquido y testigo absoluto, se registraron las variables altura de plantas (cm), diámetro del tallo (mm), área foliar (cm<sup>2</sup>), número de hojas, densidad de plantas por hectárea (plantas\*ha<sup>-1</sup>), peso de 100 granos (g), número de granos por panoja, rendimiento (kg\*ha<sup>-1</sup>), el diseño consistió en un experimento unifactorial con arreglo de tratamientos en Bloques Completos al Azar con tres repeticiones, procesando los resultados obtenidos mediante análisis de varianza y análisis multivariado de varianza, al final del ensayo no se encontró diferencias estadística significativas en ninguna de las variables al comparar los diferentes abonos orgánicos con el testigo absoluto, los rendimientos oscilaron entre 4 119 y 3 795 kg ha<sup>-1</sup> y la tendencia de crecimiento durante la fase de crecimiento fue similar entre todos los tratamientos, se concluye que el efecto de los tratamientos con abonamiento orgánico no manifestaron su efecto al inicio de su utilización, por lo que tienen que pasar por un proceso de estabilización del agroecosistema.

Palabras claves: medio ambiente, propiedades del suelo, rendimiento.

## I. INTRODUCCIÓN

El sorgo es una planta tropical, de tallo largo, que se le denominó sorgo por su capacidad de crecer hasta alcanzar una altura elevada, el nombre procede del latín “*surgo*” que significa “surgir”, se presume que su origen se encuentra en el cuadrante nororiental de África, aunque se piensa también que podría ser originario de India (FAO, 1980).

Este cultivo es el quinto en importancia entre los cereales del mundo, después del trigo (*Triticum aestivum* L.), maíz (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.). La planta de sorgo se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano bajo condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales, debido a su resistencia a la sequía, se considera como el cultivo más apto para las regiones áridas con lluvia errática, según Compton (1990).

Según INTA (2006), el sorgo se siembra en diferentes regiones de Nicaragua, principalmente en las del pacífico norte y sur, correspondiente a los departamentos de Chinandega, León, Masaya, Granada, Managua y Rivas; la mayor parte de esta área se siembra con alta tecnología, utilizando híbridos, variedades mejoradas y maquinaria agrícola, otras zonas productoras son los departamentos de Estelí, Madriz, Nueva Segovia, Boaco y Matagalpa. Uno de los principales problemas que en el país se tienen son los rendimientos (2 259 kg ha<sup>-1</sup>, que es el promedio nacional de producción), estos no son satisfactorios, por un conjunto de inconvenientes, como la poca fertilidad de los suelos y el mal manejo de la nutrición del cultivo, lo que incide sobre el rendimiento.

Al establecer el cultivo, la meta principal es obtener los mejores rendimientos posibles, de acuerdo a la zona agroecológica y localidad donde se lleve a cabo. La interacción de factores bióticos y abióticos determina la buena o mala producción del cultivo en el cual se está trabajando. De igual manera se ha comprobado que la mala utilización de los recursos naturales ha dejado como consecuencia la disminución de la calidad de éstos, en este caso la calidad nutricional de los suelos.

Estudios sobre fertilización en sorgo granífero, muestran que variedades híbridas responden a altos niveles de fertilidad, produciendo de 88 a 176 kg de grano por cada kg de nitrógeno aplicado (INTA 2006).

Referente a lo anterior Ramoa y Sánchez (2008), mencionan que con aplicaciones de 153 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 66 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo y 213 kg ha<sup>-1</sup> de potasio son suficientes para obtener un rendimiento de 6 000 kg ha<sup>-1</sup> de grano de sorgo en Argentina; Fontanetto y Keller (2008), encontraron que es necesario para obtener este mismo rendimiento en el mismo país hacer una aplicación de 180 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno.

Partiendo del principio de que el suelo es la base principal para el crecimiento, desarrollo y óptima producción de los cultivos se inició este trabajo en sorgo, bajo fertilización orgánica donde se evaluaron diferentes aplicaciones de abonos orgánicos.

Según Binder (1994), el objetivo general de la aplicación de abonos orgánicos es el compensar las pérdidas de materia orgánica que ocurre al cultivar un suelo, este mismo autor agrega que el nivel de fertilidad y productividad del suelo se mantiene únicamente aplicando dicho tipo de abono, también define a los abonos orgánicos como sustancias de origen animal o vegetal, que al incorporarlas al suelo aumentan el contenido de materia orgánica, y al ser transformadas a humus y durante su descomposición liberan nutrientes.

La materia orgánica se caracteriza por presentar a las plantas, los nutrientes disponibles en forma ideal, en cuanto a variedad y concentración según Kolmans y Vásquez (1996), quienes además agregan que con la agricultura ecológica, que hace uso de los abonos orgánicos, se busca una nutrición lenta y constante, fomentando la nutrición vegetal indirecta a través de los procesos naturales de los nutrientes en el suelo, y no la nutrición directa, que altera los procesos biológicos y el ecosistema en general, como con la utilización de fertilizantes minerales.

El uso de abonos orgánicos presenta virtudes, como ser una tecnología de fabricación sencilla, provienen de recursos naturales locales, lo cual estimula la vida microbiana, mejora la estructura del suelo (González, 1998). Restrepo (1998), agrega que estos abonos eliminan factores de riesgo para la salud humana, el medio ambiente, la flora y la fauna, así como un incremento gradual de la fertilidad del suelo, mayores rendimientos por hectárea, estimulación del ciclo vegetativo de los cultivos, le permite al suelo conservar mayor humedad, mayor permeabilidad y amortiguan los cambios de temperatura, además de ser más rentables; Kolmans y Vásquez (1996), enuncian además que abundante humus fomenta la producción

de antibióticos contra las enfermedades.

Wing *et all* (2004), reportan que la aplicación de niveles crecientes de abonos orgánicos provoca incremento en la producción de materia seca en el sorgo, siendo los abonos orgánicos superiores al tratamiento testigo, y a partir del segundo año se pueden obtener rendimientos del grano igual o mejores que con la aplicación convencional de fertilizante, la aplicación de abonos orgánicos presenta influencia sobre el contenido de proteína del grano, pero no sobre la composición de la pared celular y la cantidad de materia orgánica digestible.

Por tal razón, se hace necesario probar el efecto que puedan tener diferentes tipos de abonos orgánicos elaborados a base de recursos propios de cada unidad de producción, esto para generar una opinión mas sobre el problema que existe de no conocer con exactitud cual de los diferentes abonos orgánicos es el mejor para el cultivo de sorgo en la zona de El Plantel.

#### OBJETIVO GENERAL:

El objetivo de este estudio es contribuir con la generación de información referente al uso de abonos orgánicos sobre su influencia en el crecimiento vegetativo y el rendimiento del cultivo de sorgo aplicando este tipo de abono al suelo.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar si cada uno de los tipos de abonos orgánicos utilizados en comparación con el testigo absoluto afecta de manera diferenciada a las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de sorgo en el primer ciclo de aplicación.
2. Comparar gráficamente el patrón de cambios en las variables de crecimiento de los diferentes tratamientos a través del tiempo.

#### HIPÓTESIS:

Ho: Hipótesis nula

En el presente estudio se plantea que no hay diferencias significativas en el rendimiento del

cultivo de sorgo granífero fertilizado con diferentes abonos orgánicos, en comparación con el testigo absoluto.

Ha: Hipótesis alterna

Se propone que sí hay diferencias estadísticas al comparar los rendimientos del sorgo de cada uno de los tratamientos de abono orgánico con respecto al testigo absoluto, en por lo menos uno de los tipos de abono orgánico.



## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Ubicación del ensayo

El presente estudio que es el ciclo de inicio de un proyecto a largo plazo sobre abonos orgánicos se realizó en la finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 42 de la carretera Tipitapa-Masaya, municipio de Zambrano, a una elevación de 108.53 msnm y entre las coordenadas geográficas: 12° 07' 88" latitud norte y entre los 86° 05' 23.43" longitud oeste.

### 2.2 Condiciones agroecológicas de la zona

La temperatura media anual de la zona es de 26 °C, con una humedad relativa promedio anual de 70%, la precipitación media anual de 835 mm, el suelo es de la serie Zambrano y según Zelaya (1990), se caracteriza por ser moderadamente profundo, bien drenado, con un subsuelo arcilloso de color pardo rojizo oscuro y desarrollado a partir de cenizas volcánicas, según Holdridge (1987), pertenece a una zona de vida de bosque seco tropical.

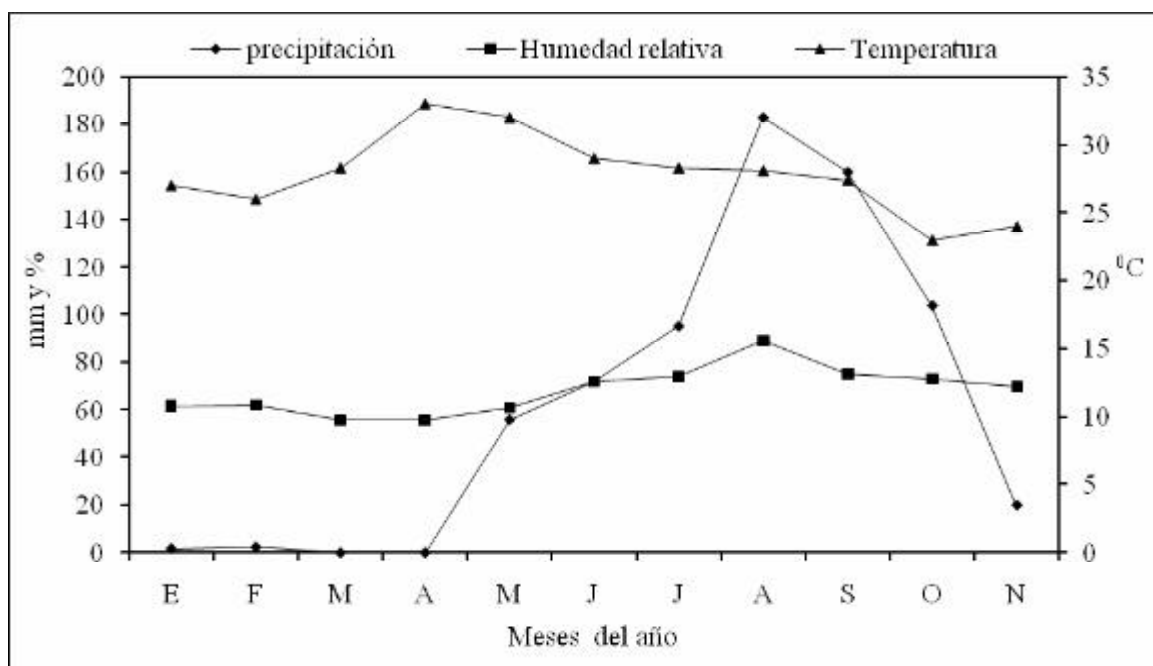


Figura 1. Condiciones climáticas prevalecientes en la finca El Plantel durante el año en que se estableció el ensayo, INETER 2008

### 2.3 Diseño experimental

El presente trabajo de investigación consistió en un experimento unifactorial en un arreglo de Bloques Completos al Azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El área experimental total utilizada fue de 460 m<sup>2</sup>, incluyendo un metro de distancia que se dejó entre parcela y bloque. El área de cada parcela fue de 5 x 6 m equivalente a 30 m<sup>2</sup>, siendo la parcela útil de 11.2 m<sup>2</sup>.

### 2.4 Descripción de los tratamientos

En este estudio se consideraron tres tipos de abonos orgánicos a saber: compost, humus de lombriz y biofertilizante líquido.

El compost se preparó a partir de los componentes siguientes: hojas secas, hojas verdes, estiércol vacuno, cascarilla de arroz en iguales proporciones y agua. Estos materiales se sometieron a un proceso biológico de descomposición completo (descomposición y maduración) de los materiales orgánicos antes mencionados, en un ambiente aeróbico (presencia de oxígeno) y por acción de los microorganismos. Cada uno de los materiales a utilizar se colocó en pequeñas capas y después de cada capa se le agregó aproximadamente 100 litros de agua. Todo el material en compostaje se somete a volteos periódicos para la aireación del mismo (FAO, 1991).

En cuanto al humus, este se obtuvo a partir de los desechos (residuos) de lombrices de tierra alimentadas con estiércol vacuno lavado. Para la cosecha del humus de lombriz se separaron las lombrices lo cual se puede llevar a cabo colocando material fresco (comida) a un lado de la cantera, para que las lombrices se pasen en busca de alimento, otro factor relevante en la lombricultura es el manejo de la humedad, para un buen desempeño de las lombrices, la humedad del material debe ser de 60 a 70 %, para asegurarnos que sea la correcta, se recomienda tomar un puñado del material y apretarlo, si caen aproximadamente diez gotas de agua la humedad es ideal ya que de lo contrario las lombrices pueden morir asfixiadas (Blanco, 1999).

Con respecto al biofertilizante este se preparó de la manera siguiente: se colocó 55 kg de estiércol fresco de ganado vacuno, agua y se enriqueció con 2 litros de leche y 2 litros de melaza. Inicialmente el estiércol se diluyó en 100 litros de agua en un barril plástico con capacidad para 240 litros hasta lograr una mezcla homogénea. El resto de los componentes (leche y melaza) del biofertilizante se disolvieron en ocho litros de agua, los que fueron incorporados al barril conteniendo el estiércol diluido. Por último el nivel de agua del barril conteniendo todos los componentes se llevó a los 180 litros, según lo recomienda Restrepo (2007).

## 2.5 Variables evaluadas

Se registraron variables cuantitativas en diferentes etapas fenológicas. Se consideró utilizar un tamaño de muestra de 10 plantas por parcela útil, equivalentes a los cinco surcos centrales, tomando dos plantas por cada surco.

### 2.5.1 Etapa de crecimiento

*Altura de la planta:* se midió semanalmente a partir de la aparición de las primeras hojas hasta el comienzo del período de floración, desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la última hoja formada, con el cuello completamente visible, se utilizó una regla y los valores fueron tomados en centímetros.

*Diámetro del tallo:* se midió semanalmente con un vernier, desde la primera semana después de la germinación hasta el comienzo del período de floración, en la base del primer entrenudo, en milímetros.

*Área foliar:* esta variable partió de la medición semanal del ancho de la última hoja formada en su punto más ancho y el largo de esta misma hoja multiplicando el resultado por un factor de conversión de 0,75 (según Wall, S. 1975).

*Número de hojas:* se contaron solamente las hojas completamente desarrolladas, esta actividad se realizó durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

### 2.5.2 Rendimiento y sus componentes

*Densidad de plantas por hectárea:* esta variable se calculó respecto a la cantidad de plantas por cada dos metros lineales de surco, posteriormente se extrapoló el resultado a plantas por hectárea.

*Peso de 100 granos:* esta variable se calculó determinando el peso de 100 granos de 10 repeticiones por cada tratamiento. Posteriormente se calculó el valor promedio y este resultado se expresó en gramos.

*Número de granos por panoja:* este valor se obtuvo a partir del rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) por 1 000 gramos que equivale a un kilo, entre la densidad de plantas por hectárea, luego entre el peso de 100 granos por 100 que es el número de granos de la muestra de la que se utilizó el peso.

$$\frac{R (\text{kg ha}^{-1})}{1\ 000 \text{ g} \cdot \text{kg}} = R (\text{g ha}^{-1}) = \frac{R (\text{g ha}^{-1})}{\text{Planta ha}^{-1}} = R (\text{g} \cdot \text{planta}) \div \frac{\text{g}}{100 \text{ granos}}$$

*Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ):* es el valor que se obtuvo de la sumatoria total de todas las panojas de la parcela útil extrapolado a hectáreas, con una humedad en el grano del 13.3%.

## 2.6 Determinación de la cantidad de abono orgánico a aplicar

La aplicación de los abonos se hizo en base a lo aportado por el suelo, que se determinó a través de un análisis de suelo del área donde se llevó a cabo el ensayo, tomando en cuenta la cantidad de nitrógeno demandado por el cultivo, la cantidad de este nutriente aportado por los diferentes abonos orgánicos, para obtener un rendimiento determinado. En el caso estudiado se pretendió alcanzar cuatro toneladas de grano por hectárea.

Tabla 1. Análisis de suelo de la parcela donde se estableció el ensayo de campo. El Plantel, ciclo de primera, 2007

Característica	Unidad de medida	Valor
pH	—	6.50
Materia Orgánica	%	2.23
Nitrógeno	%	0.11
Fósforo disponible	ppm	10.31
Potasio disponible	meq / 100 gramos de suelo	0.71
Calcio	meq / 100 gramos de suelo	24.20
Magnesio	meq / 100 gramos de suelo	9.97

Textura de suelo	—	Franco arcilloso
------------------	---	------------------

Fuente: Laboratorio de suelo y agua (Labsa UNA, 2007).

Tabla 2. Cantidades aplicadas de los diferentes tipos de abono orgánico y su contenido de nitrógeno. El Plantel, ciclo de primera, 2007

Tratamientos	Abonos orgánicos	Cantidad por parcela (kg ha <sup>-1</sup> )	Cantidad por hectárea (kg ha <sup>-1</sup> )	% de nitrógeno
T1	Compost	59.43	19 810	0.87
T2	Humus de lombriz	34.47	11 490	1.5
T3	Biofertilizante	120.23 L	40 076.67	0.43
T5	Testigo absoluto	0	0	0

Fuente del análisis de la cantidad de nitrógeno: Laboratorio de suelo y agua (Labsa UNA, 2007).

## 2.7 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza (ANDEVA) en base al siguiente modelo aditivo lineal:  $Y_{ijk} = \mu + a_i + b_{.j} + e_{ijk}$  en donde:

$Y_{ijk}$ : es el efecto observado del  $i$ -ésimo tratamiento en el  $j$ -ésimo bloque

$\mu$ : media poblacional

$a_i$ : es el efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$b_{.j}$ : es el efecto del  $j$ -ésimo bloque

$e_{ijk}$ : es la sumatoria del error experimental

$i$ : tratamientos (1,2,3,5)

$j$ : bloques (1,2,3)

$k$ : efecto ambiental

$ijk$ : es la interacción del efecto de los tratamientos, el efecto de los bloques y el efecto ambiental

Posteriormente se realizaron comparaciones mediante contrastes ortogonales (prueba t-Student), para todas las variables de crecimiento y el rendimiento y sus componentes.

También se realizó un análisis multivariado de varianza (MANOVA), para el caso de las variables (altura de plantas, diámetro del tallo, número de hojas y área foliar) que se midieron

repetidamente a través del tiempo. El modelo aditivo lineal para el análisis de las variables antes mencionadas fue el siguiente:

$y_{ijk} : m + a_i + b_j + (a \cdot b)_{i,k} + t_k + (b \cdot t)_{j,k} + e_{ijk}$ ; donde:

$m$ : Media Poblacional.

$a_i$ : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$b_j$ : Efecto del  $j$ -ésimo bloque

$(a \cdot b)_{i,k}$ : Interacción del  $i$ -ésimo tratamiento y el tiempo.

$t_k$ : Efecto de tiempo.

$(b \cdot t)_{j,k}$ : Interacción del  $j$ -ésimo bloque y el tiempo.

$e_{ijk}$ : Sumatoria del error experimental.

$i$ : tratamientos (1,2,3,5)

$j$ : bloques (1,2,3)

## 2.8 Agronomía del cultivo

En este ensayo se utilizó la variedad mejorada H8996, la preparación del suelo consistió en dos pases de grada y uno de arado, la aplicación de los tratamientos se hizo una semana antes de la siembra, a excepción del biofertilizante que se aplicó a la cuarta semana después de la germinación, esto debido a que este se debía incorporar sobre los surcos, los tratamientos se aplicaron de manera manual, sobre toda la parcela y posteriormente se incorporaron al suelo utilizando un azadón para esta labor, la siembra se realizó los días 20 y 21 de abril del año 2007, se estableció el cultivo a una distancia entre surco de 0.60 m y 20 semillas por metro lineal. Se aplicó Javeling, (6.4 WG) (*Bacillus thuringiensis*), para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith), utilizando 569 gramos de producto por hectárea, en base al criterio de Obando y Van Huis (1976), quienes recomiendan realizar la aplicación cuando hay más de un 20 % de plantas afectadas. El manejo de las arvenses se realizó de manera mecánica, semanalmente durante todo el ciclo de crecimiento del cultivo y cada quince días cuando se estaban desarrollando los granos en la panoja (llenado de granos). Se contó con un sistema de riego complementario para compensar la poca precipitación

presente durante el establecimiento del experimento, que no fue lo suficiente para el buen desarrollo del cultivo.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de una sola medición

La Tabla 3, muestra los resultados del análisis de varianza de las variables de crecimiento: altura de plantas, diámetro del tallo, área foliar y número de hojas, para la toma de datos a los 62 días después de la siembra (dds).

Tabla 3. Significancia estadística para las diferentes variables de crecimiento a los 62 días después de la siembra (dds). El Plantel, ciclo de Primera, 2007

Fuente de variación	Altura de plantas (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Área foliar (cm <sup>2</sup> ).	Número de hojas
B	0.20	0.18	0.07	0.001
T	0.32	0.64	0.79	0.06
C V (%)	7.35	11.98	5.09	3.41
R <sup>2</sup>	0.59	0.52	0.61	0.93

C.V (%): coeficiente de variación. R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación lineal.

La Tabla 3 muestra que no se encontraron diferencias estadísticas al comparar cada uno de los diferentes abonos orgánicos con el testigo absoluto en las diferentes variables.

Seguido del análisis de varianza se procedió a realizar una descomposición de la suma de cuadrados mediante contrastes ortogonales (comparaciones apareadas de valores promedios). Los resultados de dicho análisis se indican en la Tabla 4.

Tabla 4: Comparaciones apareadas entre los valores promedios de cada uno de los tratamientos, en comparación con el testigo absoluto para las variables de crecimiento a los 62 días después de la siembra (dds). El Plantel, ciclo de primera, 2007

Tratamiento	Altura de plantas (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Area foliar (cm <sup>2</sup> )	Número de hojas
Compost	96.1	23.6	473.32	10
Humus de lombriz	108.6	21.9	437.85	11
Biofertilizante	105.6	24.9	469.22	12
Testigo absoluto	104	23.3	465.64	11



Se observa que no difieren estadísticamente cada uno de los diferentes abonos orgánicos en comparación con el testigo absoluto, (Tabla 4), es notorio también que los valores encontrados se encuentran dentro de valores medios del cultivo de sorgo granífero.

Como se mencionó anteriormente la variable de rendimiento y sus componentes: densidad de plantas por hectárea, número de granos por panoja, peso de cien granos y rendimiento se midieron una sola vez. La significancia estadística de estas variables se aprecia en la Tabla 5.

Tabla 5: Significancia estadística para la variable de rendimiento y sus componentes. El Plantel, ciclo de primera, 2007

Fuentes de variación	Densidad de plantas ha <sup>-1</sup>	Peso de 100 granos	Número de granos*panoja	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
B	0.03	0.10	0.13	0.001
T	0.16	0.66	0.15	0.84
C V (%)	20.18	6.54	24.33	11.14
R <sup>2</sup>	0.77	0.59	0.69	0.96

C V (%): coeficiente de variación. R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación lineal.

En la Tabla 5, se aprecia que no se encontraron diferencias estadísticas en la comparación de los diferentes abonos orgánicos con el testigo absoluto en la variable de rendimiento y sus componentes.

Posteriormente del análisis de varianza se procedió a realizar una descomposición de la suma de cuadrados mediante contrastes ortogonales, como se aprecia en la Tabla 6.

Tabla 6. Comparaciones apareadas entre los valores promedios de cada uno de los tratamientos, en comparación con el testigo absoluto para la variable de rendimiento y sus componentes. El Plantel, ciclo de primera, 2007

	Densidad de plantas ha <sup>-1</sup>	Peso de 100 granos (g)	Número de granos*panoja	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
Compost	124 234	2.7	1 228	4 119.3
Humus de lombriz	178 780	2.8	785	3 930.3
Biofertilizante	166 659	2.7	843	3 795.2
Testigo absoluto	127 267	2.8	1 113	3 967.3

Como se aprecia (Tabla 6) no sobresale estadísticamente ningún abono orgánico con relación al testigo absoluto, si es notoria cierta superioridad numérica del tratamiento compost en la variable rendimiento por hectárea, posiblemente por presentar el mayor número de granos por panoja.

### 3.2 Efecto de los diferentes tratamientos sobre las variables de medición repetida

Posteriormente se efectuó el análisis multivariado de varianza en las variables de mediciones repetidas, para determinar si en los diferentes muestreos se diferenció estadísticamente alguno de los tratamientos con respecto al testigo absoluto.

Tabla 7. Significancia estadística en las variables de crecimiento. El Plantel, ciclo de primera, 2007

Fuente de variación	Altura de plantas (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Área foliar (cm)	Número de hojas
Entre sujetos (tratamientos)				
Bloque	0.01	0.01	0.06	0.30
Tratamiento	0.38	0.05	0.68	0.39
Dentro de sujetos (tratamientos)				
Muestreo	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
Muestro* bloque	0.01	0.02	0.01	0.16
Muestro* tratamiento	0.38	0.60	0.69	0.40

La significancia estadística muestra que entre sujetos no se encontró diferencia estadística en la comparación de cada uno de los diferentes abonos orgánicos en comparación con el testigo absoluto (Tabla 7). El análisis dentro de cada sujeto si muestra diferencia significativa para la fecha de muestreo en todas las variables y para la interacción de la fecha de muestreo por bloques en las variables altura de plantas, diámetro del tallo y número de hojas.

### 3.2.1 Patrón de cambios a través del tiempo de los diferentes tratamientos.

#### *Altura de plantas (cm)*

Los tratamientos se comportaron con la misma tendencia de crecimiento durante el ciclo del cultivo, a los 19 días los tratamientos tuvieron alturas alrededor de los 10 cm. A partir de los 55 días después de la siembra el tratamiento humus de lombriz obtiene las mayores alturas que los otros tratamientos, se puede observar que en los primeros 26 días el crecimiento es lento, a partir del cual incrementa hasta el final de la fase (Figura 2).

#### *Diámetro del tallo (mm)*

Durante toda la fase vegetativa del cultivo todos los tratamientos se comportaron de manera similar, con la misma tendencia, presentando si al final de la fase de crecimiento el biofertilizante, los mayores valores en términos generales en todos los muestreos, además de mejor apariencia, siendo en este tratamiento más uniformes los tallos en cuanto a esta variable, la disminución obtenida en el diámetro del tallo de todos los tratamientos a los 55 días después de la siembra posiblemente es debido a un período de estrés hídrico (Figura 3).

#### *Área foliar (cm<sup>2</sup>)*

La curva de crecimiento en esta variable muestra que los cuatro tratamientos se comportaron bajo el mismo patrón, (Figura 4) siendo el tratamiento biofertilizante el que obtiene los mayores valores numéricos del área foliar en tres de los cinco muestreos (8, 48, 55 días después de la siembra), la disminución de los valores a partir de los 48 días después de la siembra hasta el final del ciclo del cultivo puede deberse a que el tamaño de las hojas superiores de la planta, incluyendo la hoja bandera son de menor tamaño a las hojas de la parte media de la planta.

#### *Número de hojas*

Todos los tratamientos presentaron un mismo patrón de crecimiento (Figura 5), siendo al final del ciclo el biofertilizante el que mostró los mejores tendencias en esta variable, además de crecimiento mas uniforme desde el primer muestreo hasta el último, el tratamiento humus de lombriz muestra un repentino aumento de 5 a 9 hojas en la medición a los 48 días después de la siembra, esto posiblemente a una mayor liberación de nutrientes para esta fecha. También

se puede notar que el tratamiento compost obtiene el menor número de hojas en cuatro de los muestreos realizados.

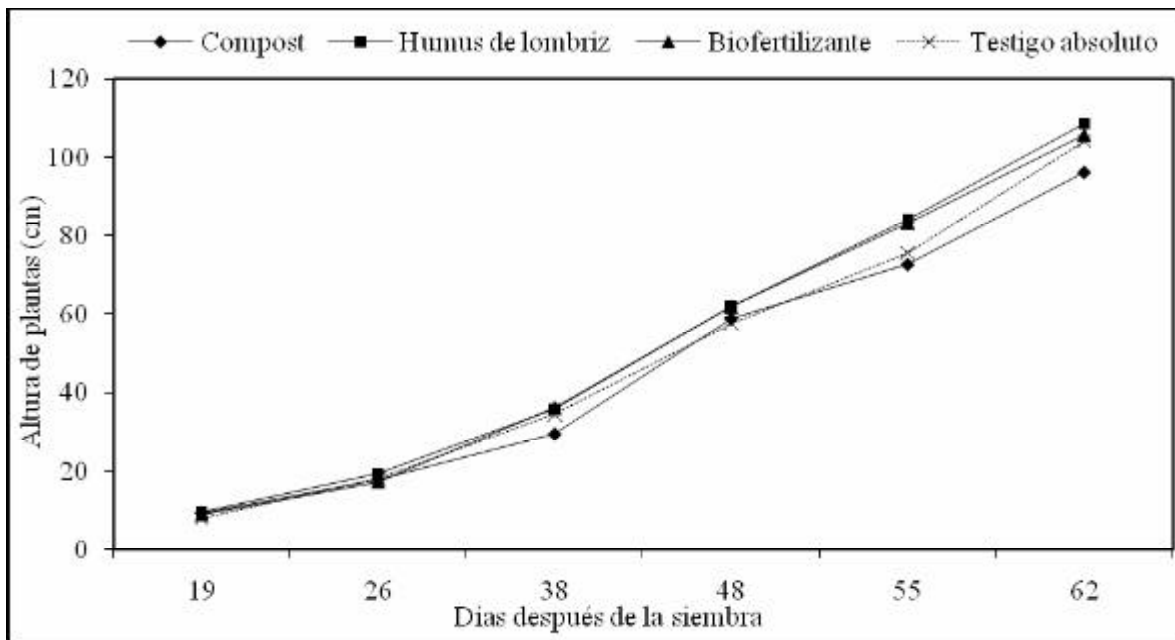


Figura 2. Efecto de los cuatro tratamientos evaluados, sobre la variable altura de plantas en diferentes momentos de evaluación. El Plantel, ciclo de primera, 2007

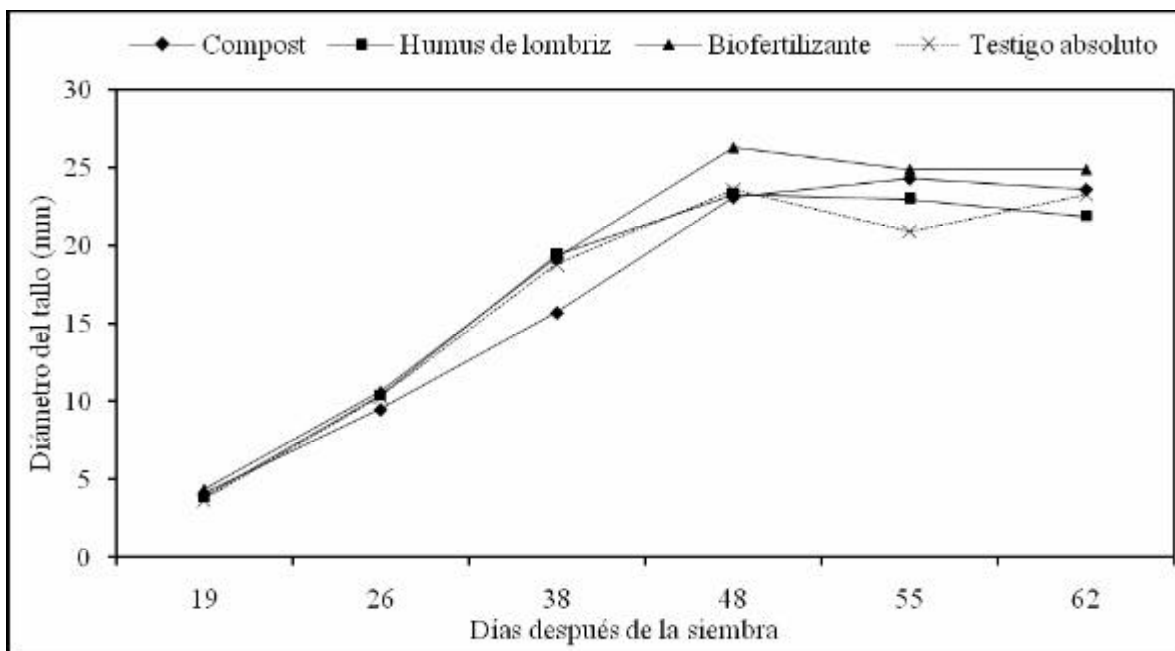


Figura 3. Efecto de los cuatro tratamientos evaluados, sobre la variable diámetro del tallo en

diferentes momentos de evaluación. El Plantel, ciclo de primera, 2007

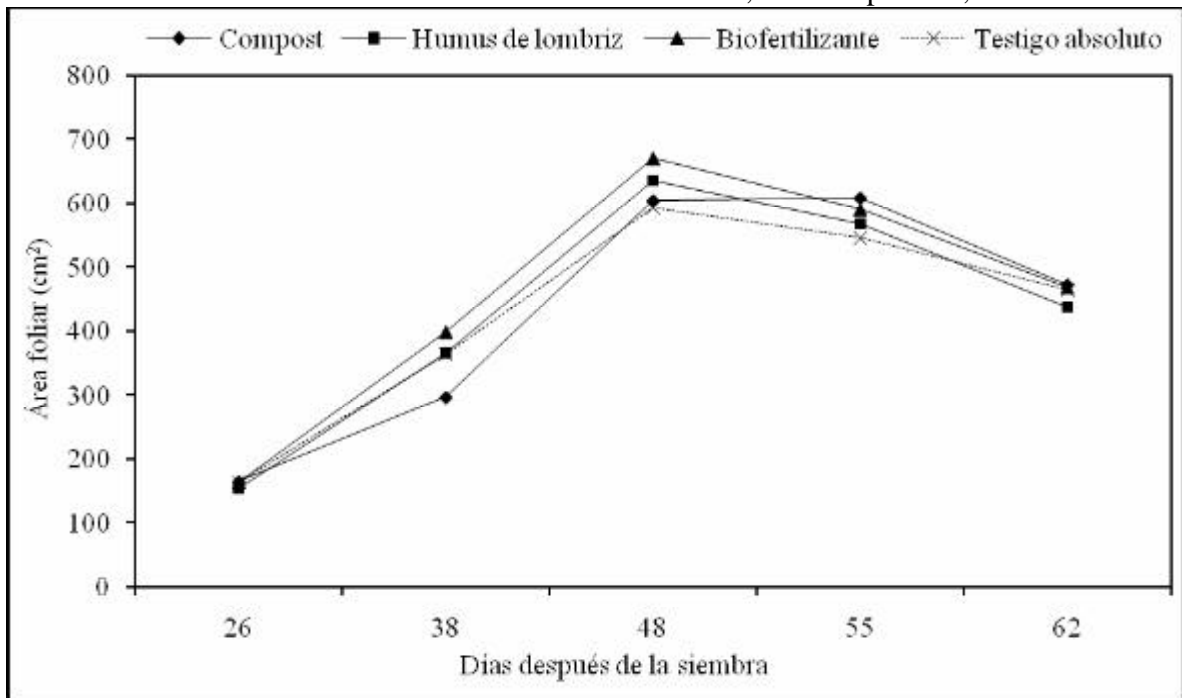


Figura 4 Efecto de los cuatro tratamientos evaluados, sobre la variable área foliar en diferentes momentos de evaluación. El Plantel, ciclo de primera, 2007

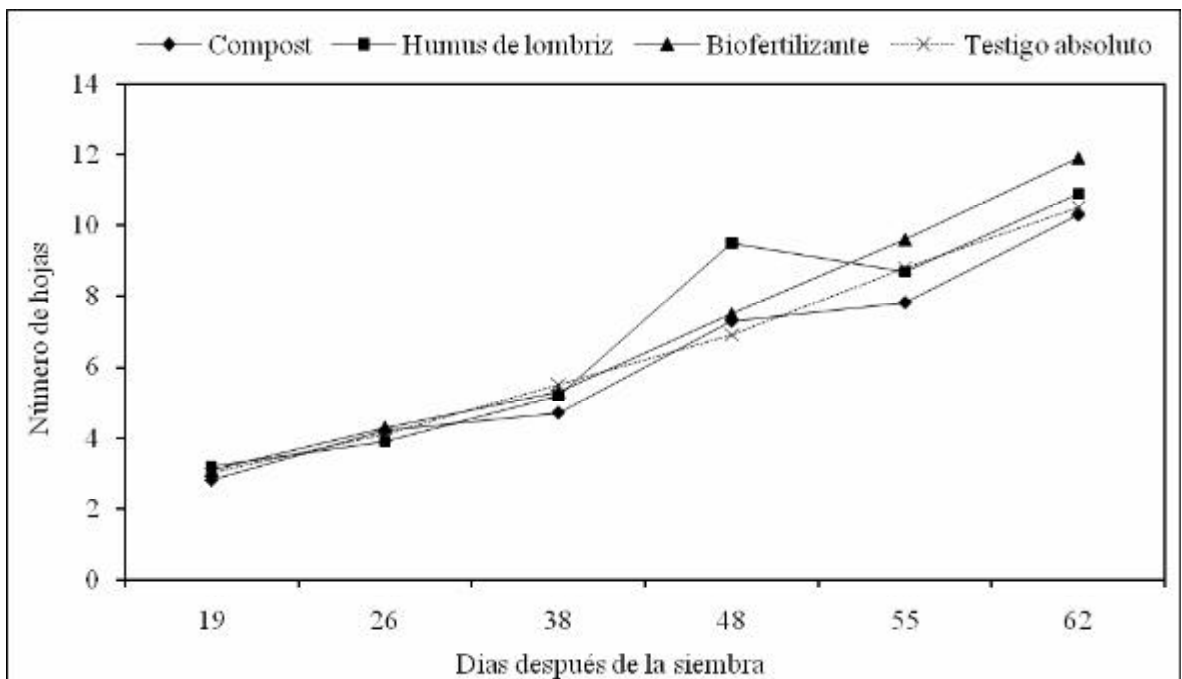


Figura 5. Efecto de los cuatro tratamientos evaluados, sobre la variable número de hojas en diferentes momentos de evaluación. El Plantel, ciclo de primera 2007

#### IV. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se planteó como objetivo general la generación de información referente al uso de abonos orgánicos sobre la influencia en el crecimiento vegetativo y el mejoramiento del rendimiento del cultivo de sorgo. Igualmente se propuso estudiar el patrón de cambios de varias variables a través del tiempo. Los resultados obtenidos apuntan hacia la aceptación de la hipótesis nula, la que expresa la similitud estadística de los valores promedios de cada uno de los abonos orgánicos en comparación con el valor promedio del testigo absoluto.

Estos resultados se deben a que los abonos orgánicos van liberando paulatinamente los nutrientes que contiene y que el efecto de éstos sobre un cultivo para un primer año no es significativo, debido entre otras cosas a que el abono orgánico no va dirigido a liberar grandes cantidades de nutrientes para el cultivo de una sola vez, sino que su propósito es incrementar la materia orgánica del suelo que sirve como alimento a los microorganismos responsables de convertir a los elementos nutritivos a una forma asimilable por la planta, además de restituir el equilibrio natural del suelo como primera acción y ya estos efectos en el cultivo son notorios a un plazo más largo, que puede ser a partir de un tercer año, siendo ya para este momento el agrosistema más estable y menos dependiente de factores externos para mantener una buena productividad. Altieri (1995), plantea que la superioridad de los abonos orgánicos es apreciable a partir de un tercer a cuarto año de producción, para este tiempo la producción se estabiliza y los resultados pueden ser casi o igual de buenos que bajo la aplicación del fertilizante mineral.

Widdowson (1993), sugiere que la liberación de los nutrientes por parte de los abonos orgánicos es de la siguiente manera: 30% para el primer año de aplicación, 15% en el segundo año y en cada año posterior la cantidad disponible es por mitades, esto ayuda a explicar también el porqué no se encontró diferencia estadística en este ensayo, la liberación de nutrientes en un primer ciclo es poca, esto se suma al hecho de que el cultivo utilizado es uno de ciclo anual, que solo está presente en el campo tres meses, además de que sorgo absorbe el 70% del nitrógeno total que necesita en los primeros 60 días después de la siembra (INTA,

2006). Por tanto la cantidad de nutrientes (nitrógeno), que pudo haber utilizado el cultivo de lo que se mineraliza de la materia orgánica aplicada es muy poco, por tal razón no sobresale estadísticamente ningún tratamiento en comparación con el testigo absoluto.

Wing *et al* (2004), en Costa Rica, informan resultados similares con los obtenidos en este estudio, al no encontrar diferencias estadísticas en el cultivo de sorgo al compararlo contra un testigo sin aplicación de ningún tipo de fertilizante, ellos lo atribuyen a problemas con aplicaciones de boñiga de cerdas en lactación en niveles mayores de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de N; debido posiblemente a una toxicidad de amonio, que causa daños a la semilla y a una reducción del proceso de mineralización por la alta relación C:N, esta relación entre estos nutrientes pudo haber influido también en los resultados de este ensayo.

El estudio en Nicaragua de Centeno y Martínez (2002), mencionan que al evaluar tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y fertilizante mineral) en maíz, encontraron diferencia estadística para la mayoría de las variables evaluadas, siendo superior el tratamiento mineral, en este estudio los fertilizantes orgánicos fueron superiores estadísticamente al testigo absoluto. Lários y García (1999), en Nicaragua, reportan que al evaluar tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en maíz encontraron que los tratamientos evaluados no inciden significativamente sobre las variables de crecimiento y rendimiento.

Esto hace sustentar la propuesta de que el grado de disponibilidad de los nutrientes liberados por la materia orgánica, está en dependencia de varios factores, más específicamente en el caso del nitrógeno contenido en la materia orgánica depende del equilibrio entre los procesos de inmovilización y mineralización realizados por la biomasa microbiana, estos procesos dependen de características propias del residuo, como la edad, composición, forma de aplicación, grado de incorporación al suelo y de las características del suelo, como el pH, contenido de nutrientes, actividad biológica, temperatura, contenido de agua (Rivero, 2008), quien atribuye el grado de aprovechamiento del nitrógeno por los cultivos a los factores ya mencionados. Gadea y Altamirano (2005), agrega a estos factores otros como la disponibilidad de agua, la radiación solar, estos dos factores incidieron por igual en todos los tratamientos de este ensayo.

Con los resultados de este estudio se concuerda con lo expuesto por Restrepo (2001), quien menciona que durante el proceso de transición, es difícil determinar con claridad en que nivel y en cuanto tiempo las prácticas orgánicas se vuelven efectivas. Por lo tanto, las prácticas de la agricultura orgánica no se constituyen en un paquete bien definido de prácticas o técnicas de manejo. Más exactamente consiste en una variedad de opciones tecnológicas y de manejo, utilizadas con el objetivo de reducir costos, intensificar las interacciones biológicas y benéficas de los procesos naturales, proteger la salud humana y el medio ambiente.



## V. CONCLUSIONES:

- Con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión de que:
- Se cumplió la hipótesis nula propuesta: no hay diferencias significativas en el rendimiento del cultivo de sorgo granífero fertilizado con diferentes abonos orgánicos en comparación con el testigo absoluto.
- En general los tratamientos biofertilizante y humus de lombriz fueron los que mostraron las mejores tendencias de crecimiento a través del tiempo, sin ser diferentes estadísticamente en ninguno de los muestreos.
- En el caso de las variables de rendimiento sobresale el tratamiento compost con un mayor valor numérico.
- No se recomienda específicamente alguno de los diferentes abonos orgánicos evaluados, debido a que en este primer ciclo no fue posible determinar un nivel de mejoramiento significativo en el rendimiento del cultivo debido al uso de los diferentes abonos, en comparación con el testigo absoluto.

VI.

VI. RECOMENDACIONES:

- Continuar los estudios referentes a esta temática, que permitan ver si las tendencias observadas en este estudio se mantienen a través del tiempo.
- Comparar en un siguiente ensayo, las diferencias en cuanto a contenido de nutrientes y la actividad biológica en el suelo, para hacer mención sobre la mejoría en el suelo en cuanto a fertilidad por causa de los diferentes abonos orgánicos aplicados.
- Incluir otro factor de estudio, por ejemplo densidad poblacional para enriquecer aun más la información, además de otras variables como la germinación, análisis económico.

## VII. REFERENCIAS

- Altieri, M. 1995. Agroecología: creando sinergias para la agricultura sostenible. Universidad de Berkeley y Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo (CLADES). 63 p.
- Binder, U. 1994. Manejo y conservación de suelo. Escuela de agricultura y ganadería.
- Blanco, R. 1999. Manual práctico para la fabricación de abonos orgánicos utilizando lombrices. Primera edición. San José, Costa Rica. Ed. Biomasa. 35 p.
- Centeno, R. y Martínez, O. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizante (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad NB-6. Trabajo de diploma. Managua Nicaragua. 48 p.
- Compton, P. 1990. Agronomía del sorgo. ICRISAT. India. 301 p.
- FAO, 1980. Introducción al control integrado de las plagas de sorgo. Roma, Italia. 148 p.
- FAO, 1991. Manejo del suelo: Producción y uso del compost en ambientes tropicales y subtropicales. Roma. 16 p.
- Gadea, M. y Altamirano, R. 2005. Evaluación agronómica de la variedad de sorgo (*sorghum bicolor*) (L) Moench CNIA-INTA bajo dos fuentes de fertilización nitrogenada en el municipio de San Ramón, Matagalpa. Trabajo de diploma. Managua, Nicaragua. 48 p.
- González, V. 1998. Los abonos orgánicos. ICOAMA-CIEETS. 22 p.
- Holdridge, L. 1987. Ecología basada en las zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). 2008. Managua, Nicaragua.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2006. Guía tecnológica número 5. Cultivo de sorgo. Nicaragua, 31 p.
- Kolmans, E. y Vásquez, D. 1996. Manual de agricultura ecológica. SIMAS-CICUTEC, 222 p.
- Larios, R. y García, C. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad NB-6. Trabajo de tesis. Managua, Nicaragua. 97 p.
- Obando y Van Huise, 1976. Cogollero; umbrales permisibles. Managua, Nicaragua. 16 p.
- Restrepo, J. 1998. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos. Managua, Nicaragua. SIMAS. 151 p.

- Restrepo, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. San José, Costa Rica. IICA. 157 p.
- Restrepo, J. 2007. El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Primera edición. 256 p.
- Wall, S. 1975. Producción y usos del sorgo. Ed Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 399 p.
- Widdowson, R. 1993. Hacia una agricultura holística, un enfoque científico. Ed. Hemisferio sur. Buenos Aires, Argentina. 270 p.
- Zalaya, C. 1990. Los suelos y sus aptitudes agrícolas en la finca el Plantel. Trabajo de diploma. Managua, Nicaragua. 56 p.

Otras referencias:

- Fontanetto, H. y Keller, O. 2008. Consideraciones sobre la fertilización en sorgo granífero, (en línea), consultado el 05 enero 2008. Disponible en: [www.agrosanjusto.com.ar/sorgo7.htm](http://www.agrosanjusto.com.ar/sorgo7.htm)  
Bajo derecho de: © www.agrosanjusto.com.ar
- Ramoa, H. y Sánchez, M. 2008. Cultivo de sorgo granífero. (en línea), consultado 31 enero 2008. Disponible en: [www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo.shtml](http://www.monografias.com/trabajos/sorgo/sorgo.shtml)  
Bajo derecho de: © 1997 Monografias.com S.A
- Rivero, C. 2008. Efecto del uso de residuos orgánicos y fertilizantes sobre el comportamiento del nitrógeno mineral en el suelo. (en línea) consultado el 05 enero 2008. Disponible en: [www.erfa.com.ve/revista/revistas2006/321/31-1art1.pdf](http://www.erfa.com.ve/revista/revistas2006/321/31-1art1.pdf)
- Wing, R.; Rojas, A.; Quan, A.; 2004. Nitrógeno orgánico y químico en sorgo negro con cobertura permanente de maní forrajero. Consultado en línea el 06 marzo 2008. Disponible en: [www.mag.go.cr/rev\\_agr/v29n01\\_029.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v29n01_029.pdf)