

**UNIVERSIDA NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE DOSIS Y MOMENTOS DE APLICACION DEL HUMUS DE
LOMBRIZ SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL
MAIZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD NB-S**

**AUTORES: Br. DARWING SAÚL DÍAZ RIVERA
Br. WINSTONG NAZARENO MONTENEGRO RUGAMA**

ASESOR: Ing. MSc. NESTOR ALLAN ALVARADO D

MANAGUA, NICARAGUA

Enero, 2005

**UNIVERSIDA NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**



TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE DOSIS Y MOMENTOS DE APLICACION DEL HUMUS DE
LOMBRIZ SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL
MAIZ (*Zea mays* L.) VARIEDAD NB-S**

**AUTORES: Br. DARWING SAÚL DÍAZ RIVERA
Br. WINSTONG NAZARENO MONTENEGRO RUGAMA**

ASESOR: Ing. MSc. NESTOR ALLAN ALVARADO D

**Presentada a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito
final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo**

MANAGUA, NICARAGUA

Enero, 2005

DEDICATORIA

“He alcanzado una meta mas en mi vida, y ha sido gracias a Dios”

Este trabajo de Diploma se lo dedico a:

- A Dios Omnipotente por la fortaleza y valentía que me ha dado para superar el obstáculo que se presentaron en mis años de estudio. Gracias Señor por ser la luz y guía en mi camino y especialmente por haberme dado vida.
- A mis padres Gloria Francisca Rivera y Diógenes Díaz Úbeda, quienes con mucho amor y sacrificio siempre estuvieron a mi lado durante mis logros y tropiezos, por todo su amor y especialmente por confiar siempre en mi.
- A mis abuelitos, tíos y hermanos a quienes quiero mucho y me han brindado su apoyo incondicional.
- A Aydalina Siles P., persona muy especial, por su apoyo y fortaleza para seguir adelante.

Darwing Saúl Díaz Rivera

DEDICATORIA

- Este Trabajo de Diploma se lo dedico a Dios todo poderoso, por ser el creador del mundo y por haberme dado la existencia.
- A mis padres, Jesús Montenegro Zeledón y Cristela Rugama Aráuz, por ser los pilares fundamentales en mi formación espiritual, integral y mi formación como profesional.
- Al Señor de Esquipulas y al Padre Odorico por ser los intercesores en mis oraciones.

Winstong Montenegro Rugama

AGRADECIMIENTO

- A Dios, todo poderoso por darnos la vida y guiarnos por el camino del conocimiento.
- A nuestro asesor Ing. MSc. Néstor Allan Alvarado Díaz, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible la realización de este trabajo de investigación.
- A todas aquellas personas que se vieron ligada a nuestra formación y nos ayudaron a concluir nuestros estudios profesionales.
- A todos los maestros involucrados en nuestro proceso de aprendizaje, por sus consejos y manifestaciones de amistad, haciendo esta meta más fácil de cumplir.
- A la Dirección de Servicios Estudiantiles, y muy en especial a la Lic. Idalia Casco por brindarnos su ayuda.
 - A nuestra casa de estudio, la Universidad Nacional Agraria por brindarnos el apoyo y los conocimientos necesarios para formarnos como profesionales.

Darwing Saul Diaz Rivera
Winstong Montenegro Rugama

INDICE GENERAL

<u>Sección</u>		<u>Página</u>
INDICE GENERAL		i
INDICE DE TABLAS		ii
INDICE DE FIGURA		iv
RESUMEN		v
I	INTRODUCCION	1
II.	MATERIALES Y METODOS	4
2.1.	Descripción del lugar y experimento	4
2.1.1.	Clima	4
2.1.2.	Suelo	4
2.1.3.	Descripción del diseño experimental	5
2.1.4.	Descripción de los tratamientos	6
2.2.	Variables a evaluar	7
2.3.	Análisis estadísticos	8
2.4.	Manejo Agronómico	9
2.5.	Características del Humus de lombriz	10
III.	RESULTADOS Y DISCUSION	12
3.1.	Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento del maíz	12
3.1.1.	Altura de planta	12
3.1.2.	Diámetro del tallo	15
3.1.3.	Altura de inserción de mazorca	17
3.2.	Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento y sus principales componentes	19
3.2.1.	Número de plantas acamadas	19
3.2.2.	Número de plantas cosechadas	20
3.2.3.	Número de mazorcas cosechadas	22
3.2.4.	Número de mazorcas podridas	24
3.2.5.	Diámetro de la mazorca en cm	27
3.2.6.	Longitud de la mazorca en cm	28
3.2.7.	Número de granos por hilera	30
3.2.8.	Número de hileras por mazorca	32
3.2.9.	Peso de mil granos	33
3.2.10.	Rendimiento	35
IV.	CONCLUSIONES	37
V.	RECOMENDACIONES	38
VI.	LITERATURA CITADA	39

INDICE DE TABLAS

<u>Tabla No.</u>		<u>Página</u>
1.	Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote, León.	5
2.	Factores estudiados en el ensayo del maíz. Finca la Concepción, Nagarote, León. Época de Primera de 2004.	5
3.	Descripción de los tratamientos del cultivo del maíz. Finca La Concepción, Nagarote, León. Época de Primera del 2004.	6
4.	Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de maíz a los 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds). Finca La Concepción, Nagarote León.	13
5.	Efecto de interacción dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de planta en maíz a los 50 y 75 dds. Finca La Concepción, Nagarote León.	14
6.	Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el diámetro del tallo en centímetro en el cultivo del maíz, a los 30, 45 y 60 dds. Finca La Concepción, Nagarote León.	16
7.	Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de inserción de mazorca de maíz a los 60 dds. Finca La Concepción, Nagarote León.	18
8.	Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de plantas acamadas de maíz al momento de la cosecha. Finca La Concepción, Nagarote León.	20
9.	Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de plantas cosechadas de maíz por ha ⁻¹ . Finca La Concepción, Nagarote León.	22
10.	Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de mazorcas cosechadas de maíz por ha ⁻¹ . Finca La Concepción, Nagarote León.	24
11.	Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de mazorcas podridas de maíz por ha ⁻¹ . Finca La Concepción, Nagarote León.	26

<u>Tabla No.</u>	<u>Página</u>
12. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el diámetro de mazorcas de maíz. Finca La Concepción, Nagarote León.	28
13. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la longitud de mazorca de maíz. Finca La Concepción, Nagarote León.	30
14. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de granos por hilera. Finca La Concepción, Nagarote León.	31
15. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de hilera / mazorca. Finca La Concepción, Nagarote León.	33
16. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el peso de mil granos en gramos. Finca La Concepción, Nagarote León.	34
17. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento de grano del maíz. Finca La Concepción, Nagarote León.	36

INDICE DE FIGURA

<u>Figura No.</u>	<u>Página</u>
1. Climatograma de la Finca La Concepción. Nagarote, León. Época de Postrera del 2004.	4

RESUMEN

El presente trabajo se planificó con el propósito de determinar la influencia de diferentes dosis (3, 4 y 5 t ha⁻¹) de humus de lombriz y dos momentos de aplicación (100 % a los 25 dds y 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L), variedad NB-S, bajo las condiciones ecológicas de la finca La Concepción, Nagarote León. El ensayo se estableció en la época de Primavera del año 2004, utilizándose un diseño de bloques completos al azar con arreglos en parcelas divididas y estableciéndose cuatro repeticiones. Se encontró que las variables altura de planta y diámetro del tallo, mostraron efecto significativo para el Factor A (Dosis de Humus de lombriz), Factor B (Momento de aplicación) y la interacción de ambos factores solamente a los 45 y 60 dds; así mismo, el diámetro del tallo y el peso de 1000 granos en gramos mostraron efecto no significativo para el efecto de los niveles de los Factor A (Dosis de Humus de lombriz), B (Momento de aplicación) y la interacción dosis de humus de lombriz y momento de aplicación; los resultados para las variables altura de inserción de mazorca, plantas acamadas, plantas cosechadas, diámetro de la mazorca, longitud de mazorca y el número de hileras por mazorca mostraron diferencias estadísticas ante el efecto de las dosis de humus de lombriz y la interacción dosis fraccionamiento. Para el rendimiento de grano, los niveles a₂ (3 t ha⁻¹), a₃ (4 t ha⁻¹) y a₄ (5 t ha⁻¹) del Factor A (dosis de humus de lombriz), b₂ (momento aplicación: 50 por ciento a los 25 dds y 50 % a los 45 dds) del Factor B y la interacción a₃b₂ indujeron obtener los mayores rendimientos de grano, y cuando se aplicaron 3, 4 y 5 t ha⁻¹ de humus de lombriz, fraccionado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds (tratamientos a₃b₂, a₄b₂ y a₂b₂) se obtuvieron rendimientos de grano de 4 600, 4 580 y 4 500 kg ha⁻¹.

I INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L), es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial ocupando el tercer lugar después del trigo y el arroz. Representa uno de los alimentos de mayor consumo popular, sobre todo en el continente americano de donde es originario, así como también es materia prima básica del sector agroindustrial (Tapia, 1983). Por su contenido nutritivo constituye la base alimenticia de los pueblos latinoamericanos. La semilla contiene aproximadamente el 77 por ciento de almidón, 2 por ciento de azúcar, 9 por ciento de proteínas, 5 por ciento de aceite y 2 por ciento de cenizas (Jugenheimer, 1990).

A nivel nacional, el maíz ocupa el primer lugar entre los granos básicos cultivados y es un elemento básico en la dieta del nicaragüense, pudiéndose consumir de diversas formas: tortilla, atol, chicha, tiste, posol, etc. Además, fortalece la actividad pecuaria al ser base en la fabricación de alimentos para animales principalmente en el área avícola (Hernández, 1999).

Para el ciclo agrícola 2001-2002, se sembraron en Nicaragua 326,950 ha de maíz, con rendimientos promedios de grano de 1,290 kg⁻¹, concentrándose la mayor producción en manos de pequeños y medianos productores (MAG, 2002). Estos rendimientos son bajos en comparación con el rendimiento potencial de las variedades, que oscila entre 3 860 - 4540 kg⁻¹. Dentro de los problemas que limitan la baja de estos rendimientos, se puede mencionar la poca eficiencia en el uso de los fertilizantes nitrogenados (Somarriba, 1997). Con relación a estos, Garcías (2002) plantea que para elevar los rendimientos de este cultivo, se hace necesario aplicar fertilizantes nitrogenados, ya que este elemento es muy importante como complemento de la fertilidad natural del suelo y que el mismo puede ser suministrado a través de los abonos orgánicos.

Así mismo, Pinares (2000), plantea que una de las principales medidas para un mejor aprovechamiento del nitrógeno contenido en el abono orgánico humus de lombriz es su fraccionamiento, y que este debe de ser aplicado en el momento en que las plantas más lo necesiten, por lo que es necesario aplicarlo fraccionadamente, para lograr un buen aprovechamiento del nitrógeno contenido en el humus por el cultivo.

En Nicaragua no hay antecedentes con relación a la fertilización orgánica en el maíz y menos aún con el humus de lombriz. Sin embargo, en otros países se ha comprobado que la rentabilidad de los cultivos es mucho mejor en las plantas abonadas con humus de lombriz frente a la acción de los abonos químicos utilizados principalmente en los cultivos. El humus de lombriz aumenta la productividad en los cultivos porque es un abono orgánico, al ser un producto natural, este se adapta a cualquier tipo de cultivo. La principal ventaja es que el abono humus de lombriz es que aumenta la calidad de las cosechas y presenta ácidos húmicos y fúlvicos que mejoran las condiciones del suelo, esto hace que el suelo retenga la humedad, estabilizan el pH del suelo y desintoxica los suelos contaminados con productos químicos (Somarriba & Guzmán, 2004).

El Humus de Lombriz es uno de los abonos orgánicos más utilizado en los últimos años por Estados Unidos, Europa y América del Sur. En estos países, la rentabilidad del cultivo del maíz ha sido incrementada con la utilización del humus frente a la acción de otros abonos orgánicos, esto se da porque el humus de lombriz es 5 veces más rico en nitrógeno, 2 veces en calcio asimilable; 2,5 veces en magnesio, 7 veces más en fósforo, y 11 veces más en potasio (Somarriba & Guzmán, 2004).

Dado que el rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración. Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el maíz debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente 5-6 hojas desarrolladas), asegura un buen crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada (Andrade *et al.*, 1996).

De los nutrientes disponible para la planta en el suelo, el nitrógeno se destaca dentro de los elementos esenciales en el desenvolvimiento y crecimiento de las plantas por sus funciones relevantes en la producción y síntesis de aminoácidos, que son el componente básico de proteínas, enzimas y vitaminas (Demolón, 1975). Según Parson (1991), el maíz necesita una

buena cantidad de nitrógeno para alcanzar su máximo rendimiento, ya que este elemento es considerado como el componente más esencial para mejorar la calidad y rentabilidad del cultivo del maíz.

En nuestro país, existen muchos pequeños y medianos productores de este cultivo que no gozan de políticas crediticias ni de asistencia técnica privada, por lo que hacen uso de técnicas poco desarrollada en sus sistemas tradicionales de producción (La preparación de suelo, variedad utilizada, control de plagas y enfermedades, densidad de siembra, control de las malezas y la nutrición del suelo, etc.) que conllevan a obtener bajos rendimientos.

Enmarcándonos específicamente en la nutrición del suelo, ésta si la manejaran con humus de lombriz en la dosis correcta, permitiría mejorar la fertilidad del suelo, lo cual traería como resultado el incremento de los rendimientos del cultivo del maíz, conllevando con esto a mejorar los ingresos económicos del campesino y su entorno social.

En vista de que las dosis de aplicación del fertilizante orgánico humus de lombriz en el cultivo del maíz son desconocidas por los pequeños y medianos productores de maíz en Nicaragua, se realizó la presente investigación para cumplir los siguientes objetivos:

- Medir el efecto de diferentes dosis y fraccionamiento del humus de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz.
- Determinar la dosis, el fraccionamiento y la interacción dosis por fraccionamiento que induzcan al mayor aumento de los rendimientos del cultivo.

II MATERIALES Y METODOS

2.1. Descripción del lugar y experimento

2.1.1. Clima

El experimento se realizó en áreas de la finca La Concepción, Nagarote, la cual se encuentra ubicada en el departamento de León. Las coordenadas geográficas corresponden a 12° 30' latitud norte y 86° 30' longitud oeste, a una altura de 60 msnm. La zonificación ecológica según Holdridge (1976) es del tipo de bosque tropical seco. El ensayo se realizó en la época de Primera, del 10 de mayo al 20 de agosto del año 2004. Las condiciones climatológicas (precipitación y temperatura) ocurridas durante el período del ensayo se presentan en la Figura 1.

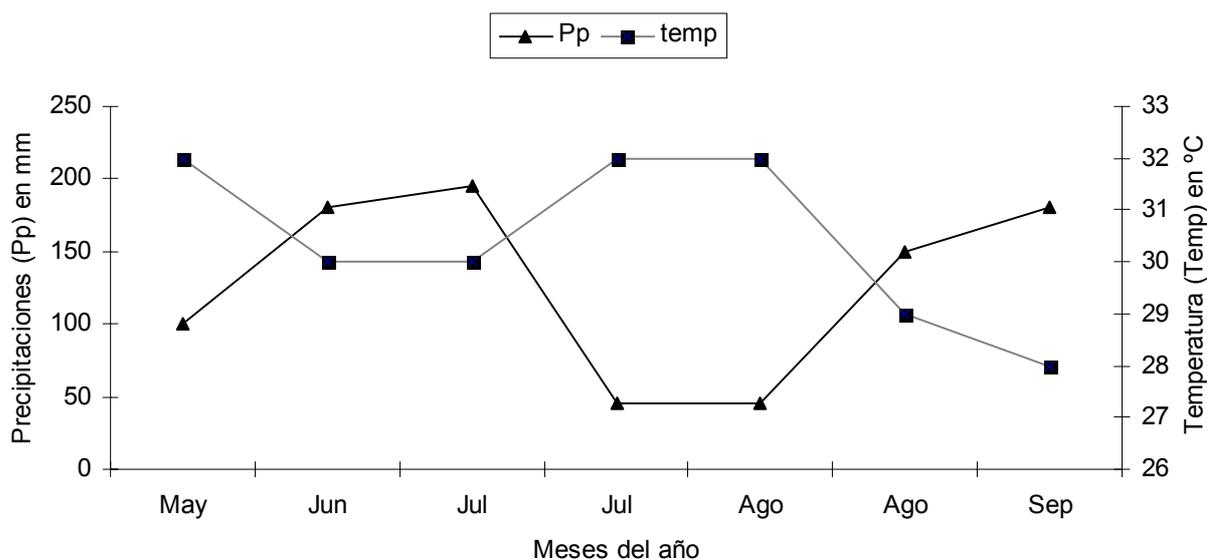


Figura 1. Climatograma de la Finca La Concepción. Nagarote, León. Época de Postrema del 2004.

2.1.2. Suelo

El suelo donde se estableció el ensayo pertenece a la serie Nagarote y se caracterizan por ser profundos a moderadamente superficial, bien drenados y derivados de ceniza volcánica reciente (MAG, 1971). Las propiedades químicas del mismo se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote, León.

Propiedades químicas	pH (H ₂ O)	M.O. (%)	N total (%)	P (ppm)	K (meq/100g)
Valor	6.8	4.40	0.22	29	2.23

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, UNA.

2.1.3. Descripción del diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño en bloques completos al azar con arreglos en parcelas divididas, con cuatro repeticiones (Pedroza, 1993). Los factores estudiados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores estudiados en el ensayo del maíz. Finca la Concepción, Nagarote, León. Época de Primera de 2004.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Factor B: Momentos de aplicación
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo sin aplicación de humus)	b ₁ : 100 % a los 25 dds.
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	b ₂ : 50 % a los 25dds y 50 % a los 45 dds.
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ formula completa (10-30-10) 192 kg. ha ⁻¹ urea 46 % de nitrógeno (testigo con aplicación química tradicional)	

2.1.4. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos se constituyeron combinando todos los niveles del Factor A con todos los niveles de cada uno del Factor B, tal como se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos del cultivo del maíz. Finca La Concepción, Nagarote, León. Época de Primera del 2004.

Tratamientos	Descripción
a ₁ b ₁	Testigo absoluto
a ₁ b ₂	
a ₂ b ₁	3 t ha ⁻¹ aplicado 100 % a los 25 dds
a ₂ b ₂	3 t ha ⁻¹ aplicado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds
a ₃ b ₁	4 t ha ⁻¹ aplicado 100 % a los 25 dds
a ₃ b ₂	4 t ha ⁻¹ aplicado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds
a ₄ b ₁	5 t ha ⁻¹ aplicado 100 % a los 25 dds
a ₄ b ₂	5 t ha ⁻¹ aplicado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds
a ₅ b ₁	192 kg ha ⁻¹ aplicado 100 % a los 25 dds
a ₅ b ₂	192 kg ha ⁻¹ aplicado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds

dds: días después de la siembra.

Las dimensiones del ensayo serán las siguientes:

a) Área de la parcela útil	1.4 m	x	4 m	=	5.60 m ²
b) Área de la sub-parcela	4.2 m	x	5 m	=	21.00 m ²
c) Área de la parcela grande	8.4 m	x	5 m	=	42.00 m ²
d) Área de una repetición	42.00 m	x	5 m	=	210.00 m ²
e) Área de 4 repeticiones	210.00 m ²	x	4 bloques	=	840.00 m ²
e) Área entre repeticiones	42 m ²	x	3	=	126.00 m ²
f) Area total	840.00 m ²	+	126.00 m ²	=	966.00m ²

Cada sub-parcela constó de seis surcos de 5 metros de largo y se tomó como parcela útil el área de los dos surcos centrales, la cual constituyó el área de cálculo donde se tomaron todas las observaciones de las variables evaluadas en 10 plantas escogidas al azar.

2.4. Variables evaluadas

- a) Durante el crecimiento del cultivo se evaluaron las siguientes características a los 30, 45 y 60 días después de la germinación:
 - a.1. Altura de planta (cm): Se tomó la altura de la planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la yema apical.
 - a.2. Diámetro del tallo (cm): Se midió en el entrenudo bajo la inserción de la mazorca (parte media de la planta).
 - a.3. Altura de inserción de la mazorca: Se estimó en cm desde la superficie del suelo hasta la base de inserción de la mazorca, al momento de llenado de grano.

A la cosecha.

- a.4. Número de plantas acamadas: Se contó todas las plantas que presenten un ángulo de inclinación menor de 45° en relación de la superficie del suelo en la parcela útil.
- a.5. Plantas cosechadas: Se contó el número total de plantas cosechadas en la parcela útil.
- a.6. Número de mazorcas cosechadas: Se contabilizó el total de mazorcas cosechadas en la parcela útil, tomando en cuenta las mazorcas sanas y mazorcas podridas.
- a.7. Número de mazorcas podridas: Se contabilizó el total de mazorcas podridas en la parcela útil.

- a.8 Diámetro de mazorca en cm: Se midió en la parte media de las mazorcas sanas cosechadas en la parcela útil.
- a.9 Longitud de la mazorca en cm: Se estimó desde la base de la mazorca hasta la punta de la misma.
- a.10 Número de hileras/mazorca: Se tomaron 6 mazorcas al azar de la parcela útil y se les contó el número de hileras.
- a.11 Número de granos/hilera: Se contabilizaron 6 mazorcas al azar de la parcela útil y se les contó el número de granos/hilera.
- a.12 Peso de mil granos: se tomaron 1 000 granos de cada tratamiento y se pesaron con 12 por ciento de humedad (el 12 por ciento de humedad se determinó en un laboratorio de semilla, luego se procedió a pesar cada tratamiento).
- a.13 Rendimiento de grano (kg/ha): la producción de cada tratamiento fue pesada al 12 por ciento de humedad. (el 12 por ciento de humedad se determinó en un laboratorio de semilla, luego se procedió a pesar cada tratamiento).

2.5. Análisis estadísticos

La evaluación estadística de los datos obtenidos de las variables en estudios se realizó por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de confiabilidad.

2.4. Manejo Agronómico

La preparación del suelo se llevó a cabo a través de un pase de arado de disco a 20 cm de profundidad y dos pases de grada y surcado del terreno a una distancia de 0.80 m entre surco. La siembra se realizó de forma manual, dejando 4 plantas por metro lineal (50 000 plantas/ ha⁻¹). La variedad utilizada fue NB-S, presentando las siguientes características agronómicas: Variedad de polinización libre; altura promedio de planta de 180 cm; altura promedio de inserción de mazorca 90 cm; días a flor femenina: 48-50; mazorca de forma cónica; cobertura de la mazorca buena; grano de color blanco y potencial genético de rendimiento de 3 220 kg ha⁻¹.

La fertilización orgánica se llevó a cabo utilizando humus de lombriz de estiércol de ganado vacuno y la misma se aplicó en las sub parcelas de cada bloque de la siguiente forma : a₂b₁: 3 t ha⁻¹ de humus de lombriz aplicado el 100 % a los 20 dds; a₂b₂: 3 t ha⁻¹ de humus de lombriz aplicado el 50 % a los 20 dds y 50 % aplicado a los 45 dds; a₃b₁: 3 t ha⁻¹ de humus de lombriz aplicado el 100 % a los 20 dds; a₃b₂: 3 t ha⁻¹ de humus de lombriz aplicado el 50 % a los 20 dds y 50 % aplicado a los 45 dds; a₄b₁: 5 t ha⁻¹ de humus de lombriz aplicado el 100 % a los 20 dds; a₄b₂: 5 t ha⁻¹ de humus de lombriz aplicado el 50 % a los 20 dds y 50 % aplicado a los 45 dds. En las sub parcelas a₅b₁ y a₅b₂ se aplicó la fertilización química con urea 46 % de nitrógeno a razón de 129 kg ha⁻¹, la cual se aplicó así: En las sub parcelas a₅b₁ y a₅b₂ al momento de la siembra se aplicó 129 kg ha⁻¹ de fertilizante químico de fórmula completa (10-30-10), posteriormente se aplicó la urea, aplicando en la sub parcela a₅b₁ 129 kg ha⁻¹ de urea 46 % de nitrógeno 100 de la dosis a los 25 dds y en las sub parcelas a₅b₂ se aplicó 129 kg ha⁻¹ de urea 46 % de nitrógeno 50 % de la dosis a los 25 dds y 50 % de la dosis a los 45 dds.

No se presentaron plagas del suelo ni del follaje y el control de malezas se realizó de forma manual, manteniéndose el ensayo libre de malezas hasta que el cultivo cerro calle (se realizaron tres limpiezas). La cosecha se realizó de forma manual a la madurez fisiológica del cultivo.

2.5. Características del humus de lombriz

El humus de lombriz es el resultado de la excreta de lombriz alimentada con materia orgánica, estiércol bovino, cachaza de caña, desechos de alimento, maleza en fin todo lo que contenga materia orgánica lo que después de su manejo y análisis que se considera listo para ser empleado a la agricultura.

(Perdomo 1991), sostiene que el humus de lombriz, está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, encontrándose también una gran cantidad de micro nutriente y microorganismos y que las cantidades de estos elementos dependen de la calidad de los diferentes sustratos que dieron origen a la alimentación de las lombrices. Así mismo una de las mejores e importantes ventajas radica en la economía con respecto al uso de fertilizantes y el efecto en el tiempo así como en las condiciones del mismo, hacemos mención que el empleo irracional de humus en ningún momento nos dará problemas, así mismo, sostiene que el humus de lombriz presenta las siguientes características: Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, alta carga microbiana 40 mil millones por gramo seco, opera en el suelo mejorando la estructura haciéndolo más permeable al agua y al aire, es un fertilizante bioorgánico activo, su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas, es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque, es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana, aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos, inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan las plantas, su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas, debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento, desarrollo y diversificación de la microflora y micro fauna del suelo, facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos, transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras, protege al suelo de la erosión, aporta e incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Azufre, Boro y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa, absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por comprensión natural o artificial, mejora las características estructurales del terreno, desligando

los arcillosos y agregando los arenosos, aumenta la porosidad de los suelos aumentando la aireación su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórico, neutraliza eventuales presencia contaminadora; herbicidas, ésteres fosfóricos debido a su capacidad de absorción, facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico en el terreno y por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento del maíz

3.1.1. Altura de planta

La altura de planta es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento, esta determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado de grano. Además, esta fuertemente influenciada por condiciones ambientales (temperatura, humedad, luz solar, etc.) y manejo que se le de al cultivo (Moran & Perezardon 2000)

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos para la variable altura de planta. Se puede apreciar que a los 45 y 60 días después de la siembra existen diferencias significativas entre los niveles del factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno) y niveles del Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes); no así, a los 30 dds que ambos factores resultaron ser no significativo. Esta no significancia obtenida a los 30 dds se debe a que el crecimiento del maíz es lento en los primeros 30 días de su desarrollo, por lo que es una etapa muy temprana para mostrar el efecto de los factores en estudio. Si se analiza el comportamiento de la altura final (60 dds) para el Factor A (Dosis de humus) se aprecia que las mayores alturas se alcanzaron cuando se aplicaron los nivel a_2 (3 t ha^{-1} de humus), nivel a_3 (4 t ha^{-1} de humus) y nivel a_4 (5 t ha^{-1} de humus), con 175.3, 178.9 y 180.8 cm respectivamente y sin diferencias significativas entre los mismos pero si con el resto de los niveles; en segundo lugar quedo el nivel a_5 (aplicación química: 192 kg^{-1} de urea 46 % de nitrógeno) con 165.1 cm de altura, y la menor altura la alcanzo el nivel a_1 (testigo) con 95.0. Para el Factor B (Momento de aplicación), los resultados indican que hay efecto significativo del fraccionamiento de los fertilizantes a los 45, y 60 dds, y se puede apreciar que existe una tendencia de mayor altura de planta cuando se fraccionó la aplicación del humus (nivel b_2) en comparación con el no

fraccionamiento (nivel b_1). Esta tendencia se mantuvo desde los 45 hasta los 75 dds, con el nivel b_2 en donde a los 45 dds alcanza una altura de 118.90 cm y a los 60 dds 163.6 cm.

Tabla 4. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de maíz (cm) a los 30, 45 y 60 días después de la siembra (dds). Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	30 dds	45 dds	60 dds
a_1 : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	24.0 a	85.10 c	95.0 c
a_2 : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	27.0 a	127.85 a	175.3 a
a_3 : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	29.0 a	126.75 a	178.9 a
a_4 : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	28.0 a	129.30 a	180.8 a
a_5 : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	26.5 a	104.25 b	165.1 b
ANDEVA	NS	*	*
C. V (%)	3.61	5.52	5.60
Factor B: Momentos de aplicación			
b_1 : 100 % 25 dds	28.0 a	110.4 b	154.5 b
b_2 : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	25.8 a	118.9 a	163.6 a
ANDEVA	NS	*	*
C. V (%)	4.21	6.25	7.82

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

Al analizar el efecto de la interacción de los Factores (Tabla 5), se puede observar que los tratamientos difieren estadísticamente a los 45 y 60 días después de la siembra (dds), y si se analiza la altura final (a los 75 dds) se puede observar que los tratamientos a_4b_2 , a_3b_2 y a_2b_2 alcanzaron las mayores alturas con 185.2, 182.4 y 180.2 cm respectivamente y sin diferencias estadísticas entre ellos y si con el resto de los tratamientos. En los tratamientos testigo (a_1b_1 y

a₁b₂) se desarrollaron las menores alturas (92 y 90 cm) y sin diferencias significativas entre las mismas.

Tabla 5. . Efecto de interacción dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de planta en maíz a los 45 y 60 dds. Finca La Concepción, Nagarote León.

45 dds		60 dds	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
a ₂ b ₂	135.2 a	a ₄ b ₂	185.2 a
a ₄ b ₂	132.2 a	a ₃ b ₂	182.4 a
a ₃ b ₂	130.7 ab	a ₂ b ₂	180.2 a
a ₄ b ₁	126.4 b	a ₄ b ₁	176.4 b
a ₃ b ₂	122.8 b	a ₃ b ₂	175.4 b
a ₂ b ₁	120.5 b	a ₂ b ₁	170.5 b
a ₅ b ₂	110.5 bc	a ₅ b ₂	170.2 b
a ₅ b ₁	98.0 c	a ₅ b ₁	160.0 bc
a ₁ b ₂	85.7 c	a ₁ b ₂	92.0 c
a ₁ b ₁	84.5 c	a ₁ b ₁	90.0 c
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V. (%)	8.12	C.V. (%)	7.83

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

Estas diferencias de alturas encontradas se deben a la respuesta que dio el maíz a las diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz, en donde aplicaciones fraccionadas del humus con dosis de 3, 4, y 5 t ha⁻¹ desarrollaron las mayores alturas. Esto es posible, ya que el humus de lombriz contribuyo a aumentar la altura de planta, debido a que presenta ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales contribuyen a retener la humedad del suelo conllevando con esto a una mejor absorción del nitrógeno por parte de la planta, elemento indispensable para el crecimiento del cultivo.

Estos resultados superan a los planteados por Benavides & Siles (1990) en un estudio del efecto de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo del maíz, en donde encontraron que con aplicaciones de 192 kg. ha^{-1} urea 46 % de nitrógeno, fraccionado 50 % a los 20 dds y 50 % a los 45 dds obtuvieron una altura de planta de 160 cm, la cual fue superada con los tratamientos a_4b_2 (5 t ha^{-1} fraccionada 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds), a_3b_2 (4 t ha^{-1} fraccionada 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds) y a_2b_2 (2 t ha^{-1} fraccionada 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds), con 185.2, 182.4 y 180.2 cm de altura respectivamente, tal como se muestran estos resultados en la Tabla 5 a los 60 dds.

3.1.2. Diámetro del tallo

EL diámetro del tallo es una característica de suma importancia en el cultivo del maíz, este puede ser afectado por condiciones ambientales y manejo que se le da a la plantación. Un mal manejo en la fertilización del cultivo puede provocar una disminución del grosor del tallo, favoreciendo con esto el acame de las plantas (Fuentes, 1998).

Los resultados de este descriptor se muestran en las Tablas 6. Según los datos obtenidos del Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por Duncan, no se encontró diferencias reales entre el Factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno), Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) y los tratamientos (interacción A x B). Sin embargo, si se analiza el comportamiento numérico de las medias del Factor A (Dosis de Humus) a los 45 y 60 dds se observa una tendencia de un diámetro mayor en donde se aplicó el humus de lombriz, pudiéndose observar que a los 60 dds los mayores diámetros se obtuvieron cuando se aplicaron los niveles nivel a_2 (3 t ha^{-1} de humus), nivel a_3 (4 t ha^{-1} de humus) y nivel a_4 (5 t ha^{-1} de humus), con 2.9, 3.1 y 3.1 cm respectivamente. Para el Factor B (Momento de aplicación), el mayor diámetro se obtuvo cuando se fraccionó la aplicación del humus (2.8 cm) aunque sin diferencia significativa con el nivel b_1 (100 a los 25 dds).

Es posible que la no significancia encontrada para esta variable, se deban a que las mínimas diferencias encontradas entre los niveles del Factor A (Dosis de humus de lombriz) y Factor B (Momentos de aplicación) no pudieron ser detectadas por el diseño experimental.

Estos resultados concuerdan a los encontrados por Téllez & Ramírez (1999), en un estudio de fertilización orgánica con cachaza de caña de azúcar en el cultivo del ajonjolí, en donde no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para el diámetro del tallo,

Tabla 6. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el diámetro del tallo en centímetro en el cultivo del maíz, a los 30, 45 y 60 dds. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	30 dds	45 dds	60 dds
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	0.97 a	1.5 a	1.5 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	1.15 a	1.7 a	2.9 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	1.08 a	1.9 a	3.1 a
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	1.15 a	2.1 a	3.1 a
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	1.15 a	1.6 a	3.0 a
ANDEVA	NS	NS	NS
C. V (%)	4.45	5.42	6.24
Factor B: Momentos de aplicación			
b ₁ : 100 % 25 dds	1.1 a	1.7 a	2.6 a
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	1.1 a	1.9 a	2.8 a
ANDEVA	NS	NS	NS
C. V (%)	4.30	5.80	6.24
Interacción A x B	NS	NS	NS

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.1.3. Altura de inserción de mazorca

La altura de inserción de mazorca, según Somarriba (1997) es una característica de importancia agronómica al momento de seleccionar una variedad para la producción de grano. Aunque no existen valores definidos para una altura óptima, se considera que para la recolección mecanizada esta no debe ser muy alta ya que los rodillos del mecanismo de cosecha recorrerían una gran longitud del tallo, pudiendo producir atasco en la cosechadora.

Al respecto, Maya (1995) plantea que mientras menor sea la altura de inserción de la mazorca, esta tendrá más hojas que las provea de nutrientes y por ende un mayor rendimiento del cultivo. Así mismo, Reyes (1990), considera que las hojas superiores y las del medio son las principales contribuyentes de carbohidratos de la mazorca y llenado de grano.

Los resultados indican (Tabla 7) que se encontraron diferencias estadísticas para el Factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno) y la Interacción A x B. no así para el Factor B (Momento de aplicación) en donde no se encontró diferencias significativas entre los dos momentos de aplicación. Se observa para el Factor A que los niveles nivel a₂ (3 t ha⁻¹ de humus), nivel a₃ (4 t ha⁻¹ de humus) y nivel a₄ (5 t ha⁻¹ de humus) con alturas de 87.7, 89.5 y 90.4 cm respectivamente no difiere con el niveles nivel a₅ (testigo químico tradicional), con una altura de 82.6 cm, pero si, estos difieren con el nivel a₁ (Testigo sin aplicación de humus). Al analizar el comportamiento del Factor B, se aprecia que la altura de la inserción de la mazorca resulto no significativa ante el efecto de los dos momentos de aplicación, donde el nivel b₁ (100 % a los 25 dds) y nivel b₂ (50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds). Al analizar el efecto de los tratamientos (Interacción A x B), se observan diferencias significativas entre las combinaciones de los niveles del Factor A y B, observándose que la menor altura de inserción de la mazorca se obtuvo con el testigo absoluto donde no se aplico humus de lombriz.

Tabla 7. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de inserción de mazorca de maíz a los 60 dds. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	60 dds	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	45.5 b	a ₄ b ₂	92.6 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	87.7 a	a ₃ b ₂	91.2 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	89.5 a	a ₂ b ₂	90.1 a
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	90.4 a	a ₄ b ₁	88.2 a
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	82.6 a	a ₃ b ₁	87.7 a
ANDEVA	*	a ₂ b ₁	85.3 a
C. V (%)	4.91	a ₅ b ₂	85.1 a
Factor B: Momento de aplicación		a ₅ b ₁	80.0 a
b ₁ : 100 % 25 dds	77.2 a	a ₁ b ₂	46.0 b
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	81.8 a	a ₁ b ₁	45.0 b
ANDEVA	NS	ANDEVA	*
C. V (%)	7.95	C. V (%)	6.35

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento y sus principales componentes

3.3.1. Número de plantas acamadas

El número de plantas acamadas es un factor de suma importancia ya que influye en el rendimiento del cultivo. Un mal manejo en la fertilización del cultivo puede provocar un desorden en la producción de tejidos y el peso de la planta, conllevando con esto a una disminución del grosor del tallo, lo cual favorece el acame de las plantas (Cuadra, 1988).

En la Tabla 8 se presentan los resultados obtenidos para la variable número de plantas acamadas. Se puede apreciar que existen diferencias significativas entre los niveles del factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno) y los tratamientos (Interacción A x B), no así, para los niveles del Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes). Si se analiza el comportamiento de los niveles del Factor A (Dosis de humus de lombriz) se aprecia que con la aplicación del nivel a_1 (0 t ha⁻¹ de humus) se obtuvo el mayor número de plantas acamadas (21 186 plantas acamadas) y difiriendo significativamente con el resto de los niveles. En los niveles a_2 (3 t ha⁻¹ de humus de lombriz), a_3 (4 t ha⁻¹ de humus de lombriz), a_4 (5 t ha⁻¹ de humus de lombriz) y el nivel a_5 (fertilización química) el número de plantas acamadas fue de 7071, 7085, 7088 y 8964 respectivamente y sin diferencias significativas entre estos niveles. Para el Factor B, en los dos momentos de aplicación, el número de plantas acamadas fue de 10 309 para el nivel b_1 y 10 247 para el nivel b_2 y sin diferencias significativas entre los mismos.

Las diferencias estadísticas encontradas entre los niveles del Factor A (Dosis de humus) se debe a la variación del acame que se dio entre el nivel a_1 (Testigo sin aplicación de humus) con el resto de los niveles del Factor A. En el nivel a_1 , a las plantas de maíz no se les aplicó ningún tipo de fertilización, por lo que las mismas crecieron con la fertilidad natural del suelo, siendo este pobre en nitrógeno, por lo que las plantas crecieron raquíticas, con tallos delgados que favorecieron el acame de las mismas ante el efecto de los vientos. Al existir diferencias significativas entre los niveles del Factor A, donde se aplicó humus y fertilizante con el testigo

absoluto, es de esperar que existan diferencias significativas entre la Interacción A x B, tal como se puede observar en la tabla, en donde la combinación sin aplicación de humus de lombriz obtuvo el mayor número de plantas acamadas con 21 188 plantas.

Tabla. 8. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de plantas acamadas de maíz al momento de la cosecha. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Plantas acamadas	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	21 186 b	a ₁ b ₂	21 188 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	7 071 a	a ₁ b ₁	21 184 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	7 085 a	a ₅ b ₂	9 000 b
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	7 088 a	a ₅ b ₁	8 928 b
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	8 964 a	a ₃ b ₁	7 150 b
ANDEVA	*	a ₄ b ₁	7 145 b
C. V (%)	6.35	a ₂ b ₁	7 142 b
Factor B: Momento de aplicación		a ₄ b ₂	7 030 b
b ₁ : 100 % 25 dds	10 309 a	a ₃ b ₂	7 020 b
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	10 247 a	a ₂ b ₂	7 000 b
ANDEVA	NS	ANDEVA	*
C. V (%)	7.85	C. V (%)	9.53

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3.2. Número de plantas cosechadas

El número de plantas cosechadas es un factor de gran importancia en la evaluación del rendimiento del maíz, ya que de él depende el rendimiento de grano del cultivo. Un mal manejo de la fertilización del maíz puede provocar un desarrollo deficiente de la planta, con el resultado de plantas con mazorcas pequeñas, incremento de plantas que no producen mazorcas, facilita el acame de los tallos y por lo tanto se reduce los rendimientos del cultivo (Acuña & Castro 2001).

Los resultados de esta variable se presentan en la Tabla 9, donde se puede observar diferencias significativas entre los niveles del factor A (testigo, dosis de humus, dosis de uréa 46 % nitrógeno) y los tratamientos (Interacción A x B), no así, para los niveles del Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes). Si se analiza el comportamiento de los niveles del Factor A (Dosis de humus de lombriz) se aprecia que con la aplicación de los niveles a_2 (3 t ha^{-1} de humus de lombriz), a_3 (4 t ha^{-1} de humus de lombriz), a_4 (5 t ha^{-1} de humus de lombriz) y el nivel a_5 (fertilización química) se obtuvo el mayor número de plantas cosechadas (50 069, 50 055, 50 052 y 48 176 plantas respectivamente), y en el nivel a_1 (0 t ha^{-1} de 35 956 plantas) y difiriendo significativamente con el resto de los niveles. Para el Factor B, en los dos momentos de aplicación, el número de plantas cosechada fue de 46 83 para el nivel b_1 y 46 893 para el nivel b_2 y sin diferencias significativas entre los mismos.

Las diferencias estadística encontradas entre los niveles del Factor A (Dosis de humus) se debe a la variación del número de plantas cosechadas que se dio entre los niveles a_2 (3 t ha^{-1} de humus de lombriz), a_3 (4 t ha^{-1} de humus de lombriz), a_4 (5 t ha^{-1} de humus de lombriz) y el nivel a_5 (fertilización química) donde se obtuvieron el mayor número de plantas cosechadas (50 069, 50 055, 50 052 y 48 176 plantas respectivamente) como producto del efecto positivo que se dio en el crecimiento y desarrollo de la planta de maíz a la aplicación del humus de lombriz y la fertilización química. Tanto el humus de lombriz y la fertilización química aportaron los nutrientes necesarios (N-P-K) al suelo y estos al ser absorbidos por las plantas crecieron fuerte y vigorosas conllevando a un mayor número de plantas cosechadas. Para el Factor B (Momento de Aplicación) el número de plantas cosechadas fue de 46 830 plantas para el nivel b_1 y 46 893 plantas para el nivel b_2 y sin diferencias significativas entre ambos. Al existir diferencias significativas entre los niveles del Factor A, donde se aplicó humus y fertilizante con el testigo absoluto, es de esperar que existan diferencias significativas entre la Interacción A x B, tal como se puede observar en la tabla 9, en donde la combinación sin aplicación de humus de lombriz obtuvo el menor número de plantas cosechadas con 35 956 plantas.

Tabla 9. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de plantas cosechadas de maíz por ha⁻¹. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Plantas Cosechadas	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	35 956 b	a ₂ b ₂	50 140 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	50 069 a	a ₄ b ₂	50 140 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	50 055 a	a ₃ b ₂	50 120 a
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	50 052 a	a ₂ b ₁	49 998 a
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	48 176 a	a ₄ b ₁	49 995 a
ANDEVA	*	a ₃ b ₁	49 990 a
C. V (%)	11.25	a ₅ b ₁	48 212 a
Factor B: Momento de aplicación		a ₅ b ₂	48 140 a
b ₁ : 100 % 25 dds	46 830 a	a ₁ b ₁	35 956 b
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	46 893 a	a ₁ b ₂	35 956 b
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C. V (%)	10.35	C. V (%)	9.25

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3.3. Número de mazorcas cosechadas

En el cultivo del maíz, el número de mazorcas cosechadas va a estar afectada por las condiciones ambientales y el manejo agronómico que se le de al cultivo. Buenas condiciones ambientales y buen manejo agronómico asegura un buen desarrollo de yemas vegetativas como reproductivas, lo que asegura un mayor número de mazorcas a cosechar (Pérez, 1993).

Así mismo, Tananka (1984) considera que el número de mazorcas esta estrechamente vinculado con la cantidad de plantas que existan en un área determinada al final del ciclo, y la disponibilidad de nitrógeno, ya que si hay una provisión adecuada de este elemento, el número de mazorcas por unidad de área aumenta.

En la Tabla 10 se presentan los resultados obtenidos para la variable número de mazorcas cosechadas. Se puede apreciar que existen diferencias significativas entre los niveles del factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno) y niveles del Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) y la interacción A x B. Si se analiza el comportamiento de los niveles del Factor A (Dosis de humus) se aprecia que el mayor número de mazorcas cosechadas se alcanzaron cuando se aplicaron los niveles a_2 (3 t ha⁻¹ de humus) con 65 040 mazorcas, nivel a_3 (4 t ha⁻¹ de humus) con 65 040 mazorcas, nivel a_4 (5 t ha⁻¹ de humus) con 65 051 mazorcas y el nivel a_5 (fertilización química) con 62 688 y sin diferencias significativas entre los mismos pero si con el nivel a_1 (Testigo sin aplicación de humus), quien obtuvo 46 242 mazorcas cosechadas. Para el Factor B (Momento de aplicación), los resultados indican que hay efecto significativo del fraccionamiento del humus de lombriz, y se puede apreciar que existe un mayor número de mazorcas cosechadas cuando se fraccionó la aplicación del humus (nivel b_2) en comparación con el no fraccionamiento (nivel b_1).

Estas diferencias encontradas entre el número de mazorcas cosechadas se deben a la respuesta que dio el maíz a las diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz, en donde aplicaciones fraccionadas del humus con dosis de 3, 4, y 5 t ha⁻¹ desarrollaron el mayor número de plantas cosechadas. Esto es posible, ya que el humus de lombriz es un fertilizante orgánico con alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. La absorción del fósforo a través de las raíces de la planta de maíz permite el desarrollo de un buen sistema radicular, lo cual es fundamental para una buena absorción del nitrógeno y el potasio, elementos esenciales para una buena producción de mazorcas.

El nitrógeno es un elemento determinante en la formación de mazorcas. Por otra parte, este nutriente tiene como función la formación de ácidos nucleicos, fosfolípidos y aminoácidos, activando de esta manera los procesos enzimáticos de la planta de maíz, tan esenciales para la producción de clorofila, lo cual es determinante para la formación de mazorcas. En relación al fósforo, este elemento está relacionado directamente con el proceso energético de la planta y es bien determinante en la absorción de nitrógeno por parte de la planta.

Tabla 10. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de mazorcas cosechadas de maíz por ha⁻¹. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Mazorcas Cosechadas	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	46 242 b	a ₂ b ₂	65 180 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	65 040 a	a ₄ b ₂	65 180 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	65 040 a	a ₃ b ₂	65 100 a
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	65 051 a	a ₃ b ₁	64 980 a
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	62 688 a	a ₄ b ₁	64 922 a
ANDEVA	*	a ₂ b ₁	64 900 a
C. V (%)	8.23	a ₅ b ₂	62 700 a
Factor B: Momento de aplicación		a ₅ b ₁	62 675 a
b ₁ : 100 % 25 dds	60643,8 a	a ₁ b ₁	45 742 b
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	60980,4 b	a ₁ b ₂	45 742 b
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C. V (%)	6.35	C. V (%)	6.35

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3.4. Número de mazorcas podridas

El número de mazorcas podridas es una variable que puede estar influenciada por factores ambiente, tales como la temperatura y las precipitaciones, así mismo como del manejo que se le de al cultivo y a los componentes de su sistema de producción: densidad de siembra, control de plagas, control de enfermedades y la nutrición que se le de al cultivo. Cualquier alteración de estos componentes repercute en el número de mazorcas podridas (Acuña & Castro, 2001).

En la Tabla 11 se presentan los resultados obtenidos para la variable número de mazorcas podridas. Se observa que existen diferencias significativas entre los niveles del factor A (testigo, dosis de humus, dosis de uréa 46 % nitrógeno) y la interacción A x B, no así, para los niveles del Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) que resultaron no significativos. Si se analiza los resultados de los niveles del Factor A (Dosis de humus) se

aprecia que el mayor número de mazorcas podridas se alcanzaron cuando no se aplicó humus de lombriz (nivel a_1 : Testigo sin aplicación de humus) en donde se produjeron el mayor número de mazorcas podridas (14 637 mazorcas dañadas) y difiriendo significativamente con el resto de los niveles del Factor A. En segundo lugar y sin diferencias significativas entre los mismos quedaron las aplicaciones de los niveles a_2 (3 t ha⁻¹ de humus) con 7 394 mazorcas podridas, nivel a_3 (4 t ha⁻¹ de humus) con 7 449 mazorcas podridas, nivel a_4 (5 t ha⁻¹ de humus) con 7 470 mazorcas podridas y el nivel a_5 (129 kg ha⁻¹ de fórmula completa (10-30-10); 192 kg ha⁻¹ de urea 46 % de nitrógeno) con 7 523 mazorcas podridas.

Para el Factor B (Momento de aplicación), los resultados indican que no hay efecto significativo del fraccionamiento del humus de lombriz, sin embargo, se puede apreciar que en el comportamiento numérico de las medias existe un mayor número de mazorcas podridas cuando no se fraccionó la aplicación del humus (nivel b_1 : 91 07 mazorcas podridas) en comparación con el fraccionamiento (nivel b_2 : 8 681 mazorcas podridas). Al analizar el efecto de los tratamientos (Interacción A x B) se puede apreciar que el mayor número de mazorcas podridas se obtiene en la combinación a_1b_1 y a_1b_2 (testigo sin aplicación de humus) con 14 637 mazorcas podridas y difiriendo significativamente con el resto de los tratamientos.

Estas diferencias encontradas entre el número de mazorcas podridas confirman lo planteado por Cuadra (1988) y Benavides & Siles (1988), quienes plantean que la no aplicación de nitrógeno en el cultivo del maíz aumenta el número de mazorcas podridas, lo cual ha sido corroborado en los niveles del Factor A, donde el nivel donde no se aplicó humus de lombriz se obtuvo el mayor número de mazorcas podridas. El humus de lombriz es un fertilizante orgánico rico en nitrógeno, por lo que el efecto del nitrógeno contribuyó a disminuir el número de mazorcas podridas al igual que el tratamiento químico. Esto se confirma al observar el comportamiento de los tratamientos (interacción A x B) en donde la interacción a_1b_1 y a_1b_2 donde no se aplicó ningún tipo de fertilizante, el número de mazorcas podridas aumentó a 14 637 y en el resto de los tratamientos donde se aplicó el humus de lombriz y la fertilización química, el número de mazorcas podridas osciló entre 7 000 y 7 790 mazorcas y sin diferencias significativas entre los mismos.

Tabla 11. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de mazorcas podridas de maíz por ha⁻¹. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Mazorca podridas	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	14 637 a	a ₁ b ₁	14 637 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	7 394 b	a ₁ b ₂	14 637 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	7 449 b	a ₂ b ₁	7 788 b
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	7 470 b	a ₂ b ₂	7 000 b
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	7 523 b	a ₃ b ₁	7 798 b
ANDEVA	*	a ₃ b ₂	7 100 b
C. V (%)	6.35	a ₄ b ₁	7 790 b
Factor B: Momento de aplicación		a ₄ b ₂	7 150 b
b ₁ : 100 % 25 dds	9107 a	a ₅ b ₁	7 524 b
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	8681 a	a ₅ b ₂	7 521 b
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C. V (%)	4.23	C. V (%)	3.23

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3.5. Diámetro de la mazorca en cm

El diámetro de la mazorca es un parámetro fundamental para medir el rendimiento del cultivo y esta relacionado con la longitud de la mazorca. Según Andrade (1996), el diámetro de mazorca forma parte de la fase reproductiva de la planta, en la que se requiere una eficiente actividad fotosintética, gran absorción de agua y nutrientes. Si esas condiciones son adversas se obtendrá un diámetro menor de estas y repercutirá en un bajo rendimiento de grano. Esa variable esta determinada por factores genéticos e influenciada por factores ambientales y nutricionales (Celiz & Duarte, 1996).

En la Tabla 12 se muestran los resultados del análisis estadístico para la variable diámetro de mazorcas. Se percibe que existen diferencias significativas entre los niveles del factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno) y la interacción A x B, no así, para los niveles del Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) que resultaron no significativos. Si se analiza los resultados de los niveles del Factor A (Dosis de humus) se aprecia que el mayor diámetro de mazorcas se consiguieron cuando se aplicaron los nivel de a_2 (3 t ha⁻¹ de humus), nivel a_3 (4 t ha⁻¹ de humus), nivel a_4 (5 t ha⁻¹ de humus) y el nivel a_5 (129 kg ha⁻¹ de formula completa (10-30-10); 192 kg ha⁻¹ de urea 46 % de nitrógeno) con 5.33, 5.47, 5.50 y 4.40 cm de diámetro respectivamente y sin diferencias significativas. Para el Factor B (Momento de aplicación), los resultados señalan que no hay efecto significativo del fraccionamiento del humus de lombriz, no obstante, se puede percibir que en el comportamiento numérico de las medias existe un mayor diámetro de mazorcas cuando se fraccionó la aplicación del humus (nivel b_2 : 4.75 cm) en comparación con el nivel b_1 (4.75 cm de diámetro). Al comparar el efecto de los tratamientos (Interacción A x B) se puede valorar que el menor diámetro de mazorcas se consigue en la combinación a_1b_1 y a_1b_2 (testigo sin aplicación de humus) con 2.50 cm de diámetro de mazorcas y con diferencias significativamente con el resto de los tratamientos.

Tabla. 12. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el diámetro de mazorcas de maíz. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Diámetro de mazorca (cm)	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	2,50 b	a ₃ b ₂	5,60 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	5,33 a	a ₄ b ₂	5,60 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	5,47 a	a ₂ b ₂	5,45 a
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	5,50 a	a ₄ b ₁	5,40 a
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	4,40 a	a ₃ b ₁	5,34 a
ANDEVA	*	a ₂ b ₁	5,20 a
C. V (%)	7.21	a ₅ b ₂	4,60 a
Factor B: Momento de aplicación		a ₅ b ₁	4,20 a
b ₁ : 100 % 25 dds	4,53 a	a ₁ b ₁	2,50 b
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	4,75 a	a ₁ b ₂	2,50 b
ANDEVA	NS	ANDEVA	*
C. V (%)	5.23	C. V (%)	4.25

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3.6. Longitud de la mazorca en cm

La longitud de la mazorca es uno de los componentes más importante del rendimiento del cultivo, debido a que a mayor longitud de mazorca, mayor numero de granos por hileras y por lo tanto mayor rendimiento de grano. La máxima longitud de mazorca dependerá de la radiación solar, la humedad presente en el suelo y su nutrición (Adetiyote et al, 1984).

Al observar los resultados de esta variable (Tabla 13) se nota que los resultados logrados para los niveles del factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno) y niveles del Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) y la interacción A x B fueron estadísticamente diferentes. Si se examina el efecto de los niveles del Factor A (Dosis de humus) se estima que la mayor longitud de mazorcas se lograron cuando se aplicaron los nivel a₂ (3 t ha⁻¹ de humus) con 16.3 cm, nivel a₃ (4 t ha⁻¹ de humus) con 16.53 cm y el nivel a₄ (5 t ha⁻¹ de humus) con 15.32 cm de longitud de mazorca. En segundo lugar quedo la aplicación del

nivel a_5 (fertilización química) con 13.01 cm de longitud, y la menor longitud se desarrollo con el nivel a_1 (Testigo sin aplicación de humus), con 5.45 cm de longitud de mazorca. Para el Factor B (Momento de aplicación), los resultados indican que no hay efecto significativo del fraccionamiento del humus de lombriz; sin embargo, se puede apreciar que existe una mayor longitud de mazorcas cuando se fraccionó la aplicación del humus (nivel b_2) en comparación con el no fraccionamiento (nivel b_1).

Cuadra (1988) en un estudio del efecto de diferentes niveles nitrógeno, espaciamiento y población sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz en la variedad NB-6 , encontró que el elemento nitrógeno fue determinante para alcanzar máximas longitudes de mazorca, lo cual se confirma en esta investigación, ya que en los niveles donde se aplico el humus de lombriz las longitudes de mazorca fue mayor que donde se aplico la urea 46 % de nitrógeno, lo cual viene a confirmar lo planteado por Somarraba (2004) de que el humus de lombriz es un fertilizante orgánico rico en nitrógeno y que si este se aplica fraccionado se aprovecha mejor la absorción de este elemento por parte de la planta, tal como lo podemos observar en las interacciones a_2b_2 , a_4b_2 y a_3b_2 (Tabla 13) en donde se obtuvieron la mayor longitud de mazorcas con 17.55, 17.40 y 17.25 cm de largo.

Tabla 13. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la longitud de mazorca de maíz. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Longitud de mazorca (cm)	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	6,45 c	a ₂ b ₂	17,55 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	16,33 a	a ₄ b ₂	17,40 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	16,53 a	a ₃ b ₂	17,25 a
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	15,32 a	a ₃ b ₁	15,80 ab
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	13,01 b	a ₂ b ₁	15,10 ab
ANDEVA	*	a ₅ b ₂	13,50 b
C. V (%)	8.15	a ₄ b ₁	13,24 b
Factor B: Momento de aplicación		a ₅ b ₁	12,52 b
b ₁ : 100 % 25 dds	13,63 a	a ₁ b ₁	6,50 c
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	14,42 a	a ₁ b ₂	6,40 c
ANDEVA	NS	ANDEVA	*
C. V (%)	4.36	C. V (%)	3.56

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3.7. Número de granos por hilera

El número de granos por hilera aumenta al mantener libre al cultivo de malezas, ya que facilita la polinización, conllevando con esto un mayor número de granos por hilera. Así mismo, esta variable está fuertemente influenciada por el suministro de nitrógeno al suelo y está determinada por la longitud y el número de hileras por mazorca (Acuña & Castro 2001).

En la Tabla 14 se presentan los resultados del análisis estadístico para la variable número de granos por hilera. Se aprecia que existen diferencias significativas entre los niveles del Factor A (testigo, dosis de humus, dosis de uréa 46 % nitrógeno), Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) y la interacción A x B. Si se analiza los resultados de los niveles del Factor A (Dosis de humus) se aprecia que el mayor número de granos por hilera se dio cuando se aplicaron los niveles de a₂ (3 t ha⁻¹ de humus), nivel a₃ (4 t ha⁻¹ de humus), nivel a₄ (5 t ha⁻¹ de humus) con 33, 34 y 33 granos por hileras respectivamente, superando

estadísticamente al nivel a_5 (129 kg ha⁻¹ de fórmula completa (10-30-10); 192 kg ha⁻¹ de uréa 46 % de nitrógeno) en donde se desarrollaron 26 granos por hileras, y donde no se aplicó el humus de lombriz (nivel a_1), el número de granos por hilera disminuyó a 13. Para el Factor B (Momento de aplicación), los resultados señalan que hay efecto significativo del fraccionamiento del humus de lombriz, pudiéndose apreciar que cuando se fraccionó la aplicación del humus de lombriz (nivel b_2) el número de hileras por mazorca se incrementó a 31, superando estadísticamente al nivel b_1 (26 hileras por mazorca). Al comparar el efecto de los tratamientos (Interacción A x B) se puede valorar que cuando se fraccionó la aplicación del humus en las dosis de 3, 4 y 5 t ha⁻¹ (a_4b_2 , a_3b_2 y a_2b_2) el número de granos por hilera se incrementó en 38, 37 y 36, sin diferencias estadística entre las mismas, pero si difiriendo significativamente con el resto de los tratamientos.

Tabla 14. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de granos por hilera. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Número de granos/ hilera	Interacción A x B	
a_1 : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	13 c	a_4b_2	38 a
a_2 : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	33 a	a_3b_2	37 a
a_3 : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	34 a	a_2b_2	36 a
a_4 : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	33 a	a_3b_1	32 ab
a_5 : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	26 b	a_2b_1	31 ab
ANDEVA	*	a_5b_2	27 b
C. V (%)	6.25	a_4b_1	27 b
Factor B: Momento de aplicación		a_5b_1	26 b
b_1 : 100 % 25 dds	26 b	a_1b_1	13 c
b_2 : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	31 a	a_1b_2	13 c
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C. V (%)	4.25	C. V (%)	4.80

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3.8. Número de hileras por mazorca

Esta variable esta relacionada con la longitud, diámetro de la mazorca y la variedad del cultivo. así mismo, con una buena nutrición en el suelo, aumenta la masa relativa de la mazorca y por ende el número de hileras por mazorca (Pastora, 1996).

En la Tabla 15 se muestran los resultados estadístico para la variable número de hileras por mazorca. Se aprecia que existen diferencias significativas entre los niveles del factor A (testigo, dosis de humus, dosis de uréa 46 % nitrógeno) y la interacción A x B, no así, para los niveles del Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) que resultaron no significativos. Si se analiza los resultados de los niveles del Factor A (Dosis de humus) se observa que el mayor número de hileras por mazorca se consiguió cuando se aplicaron los niveles de a_2 (3 t ha⁻¹ de humus), nivel a_3 (4 t ha⁻¹ de humus) y nivel a_4 (5 t ha⁻¹ de humus) quienes indujeron a desarrollar 13 hileras por mazorca, en segundo lugar quedo el nivel a_5 (129 kg ha⁻¹ de formula completa (10-30-10); 192 kg ha⁻¹ de urea 46 % de nitrógeno) con 10 hileras por mazorca y en el nivel a_1 (Testigo sin aplicación de humus) se dio el menor numero de hileras por mazorca (6).

Para el Factor B (Momento de aplicación), los resultados señalan que no hubo efecto significativo del fraccionamiento del humus de lombriz, no obstante, se puede percibir que en el comportamiento numérico de las medias existen 12 hileras por mazorca en el nivel b_2 (50 % 25 dds; 50 % a los 45 dds) y cuando no se fraccio el humus (nivel b_1) el numero de hileras por mazorca disminuyo a 11.

Al comparar el efecto de los tratamientos (Interacción A x B) se puede apreciar cuando se fraccio el humus (tratamientos a_3b_2 , a_4b_2 y a_2b_2 el numero de hileras por mazorca se incremento a 14 y con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Tabla 15. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de hilera / mazorca. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Número de hileras / mazorca	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	6 c	a ₃ b ₂	14 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	13 a	a ₄ b ₂	14 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	13 a	a ₂ b ₂	14 a
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	13 a	a ₃ b ₁	13 ab
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	10 b	a ₄ b ₁	13 ab
ANDEVA	*	a ₂ b ₁	13 ab
C. V (%)	8.36	a ₅ b ₂	12 b
Factor B: Momento de aplicación		a ₅ b ₁	11 b
b ₁ : 100 % 25 dds	11 a	a ₁ b ₁	6 c
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	12 a	a ₁ b ₂	6 c
ANDEVA	NS	ANDEVA	*
C. V (%)	3.87	C. V (%)	4.65

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.3.9. Peso de mil granos

Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva, su movilización contribuye al rendimiento de grano, que difiere con las variedades y las condiciones del medio ambiente (López, 1991). Los granos de maíz (Cariópside), se desarrollan mediante la acumulación de los productos de la fotosíntesis, la absorción de nutrientes del suelo a través de las raíces y el metabolismo de la planta de miasen la inflorescencia femenina, llamada espiga (FAO, 1993)

Los resultados de este descriptor se presentan en la Tabla 16. Según los datos obtenidos del Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por Duncan, no encontró diferencias estadísticas entre el Factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno), Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) y los tratamientos (interacción A x B). Sin embargo, si se analiza el comportamiento numérico de las medias del Factor A

(Dosis de Humus) se observa una tendencia de un mayor peso en donde se aplicó el humus de lombriz, pudiéndose observar que en los niveles nivel a_2 (3 t ha^{-1} de humus), nivel a_3 (4 t ha^{-1} de humus) y nivel a_4 (5 t ha^{-1} de humus), el peso de los mil granos fue de 296 gramos, en el nivel b_5 el peso de los mil granos fue de 293 gramos y en el nivel b_1 (testigo sin aplicación de humus) se obtuvo el menor peso de los mil granos (290 gramos) Para el Factor B (Momento de aplicación), el efecto de los niveles sobre esta variable fue no significativo; no obstante, se observa una tendencia en el valor numérico de las medias de aumentar el peso de mil granos cuando se fraccionó el humus de lombriz (295 gramos) aunque sin diferencia significativa con el nivel b_1 (100 a los 25 dds), en donde el peso de los mil granos fue de 293 gramos. Es posible que la no significancia encontrada para esta variable, se deban a que las mínimas diferencias encontradas entre los niveles del Factor A (Dosis de humus de lombriz) y Factor B (Momentos de aplicación) no pudieron ser detectadas por el diseño experimental, dando como resultado que el efecto de de la Infracción A x B sea no significativa.

Tabla. 16. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el peso de mil granos en gramos. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Peso de 1000 granos (gr)
a_1 : 0 t ha^{-1} (Testigo absoluto)	290 a
a_2 : 3 t ha^{-1} de humus de lombriz	296 a
a_3 : 4 t ha^{-1} de humus de lombriz	296 a
a_4 : 5 t ha^{-1} de humus de lombriz	296 a
a_5 : 129 kg ha^{-1} de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha^{-1} uréa 46 % de nitrógeno	293 a
ANDEVA	NS
C. V (%)	8.50
Factor B: Momento de aplicación	
b_1 : 100 % 25 dds	293 a
b_2 : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	295 a
ANDEVA	NS
C. V (%)	5.50
Interacción A x B	NS

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

3.2.10. Rendimiento

El rendimiento de grano es el principal objetivo a alcanzar, y es la principal variable de cualquier cultivo, la cual determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético de la variedad. Por lo tanto, el rendimiento de grano es el resultado de un sin número de factores biológicos, ambientales y de manejo que se le da al cultivo, los cuales al relacionarse positivamente entre sí, dan como resultado una mayor producción de grano por hectárea (Alvarado, 2000).

En la Tabla 16 se presentan los resultados del análisis estadístico para la variable rendimiento de grano. Se observa que existen diferencias significativas entre los niveles del Factor A (testigo, dosis de humus, dosis de uréa 46 % nitrógeno), Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) y la interacción A x B. Si se analiza los resultados de los niveles del Factor A (Dosis de humus) se percibe que el mayor rendimiento de granos se dio cuando se aplicaron los niveles de a_2 (3 t ha⁻¹ de humus), nivel a_3 (4 t ha⁻¹ de humus), nivel a_4 (5 t ha⁻¹ de humus) con 4 400, 4 425 y 4 430 kg de granos por hectárea respectivamente, superando estadísticamente al nivel a_5 (129 kg ha⁻¹ de fórmula completa (10-30-10); 192 kg ha⁻¹ de uréa 46 % de nitrógeno) en donde se obtuvo 3 300 kg ha⁻¹ de granos, y donde no se aplicó el humus de lombriz (nivel a_1), el rendimiento disminuyó a 595 kg ha⁻¹ de granos. Para el Factor B (Momento de aplicación), los resultados señalan que hay efecto significativo del fraccionamiento del humus de lombriz, pudiéndose apreciar que cuando se fraccionó la aplicación del humus de lombriz (nivel b_2) el rendimiento fue de 3 554 kg ha⁻¹, superando estadísticamente al nivel b_1 (3 306 kg ha⁻¹). Al comparar el efecto de los tratamientos (Interacción A x B) se aprecia que cuando se fraccionó la aplicación del humus en las dosis de 3, 4 y 5 t ha⁻¹ (a_3b_2 , a_4b_2 y a_2b_2) se dio el mayor rendimiento de granos (4 600, 4 580 y 4 500 kg ha⁻¹ de granos respectivamente) y sin diferencias estadística entre las mismas, pero sí difiriendo significativamente con el resto de los tratamientos.

Estos resultados indican que los mayores rendimientos de granos obtenidos, se deben al efecto positivo del fertilizante orgánico humus de lombriz sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo del maíz, ya que el rendimiento del maíz está determinado en cierto grado por el

potencial genético de la variedad, sin embargo, este potencial llega a lograr un máximo siempre que la planta logre recibir un buen manejo agronómico y una buena nutrición, lo cual se ha comprobado en esta investigación, en donde aplicaciones de 3, 4 y 5 t ha⁻¹ de humus de lombriz, aplicadas en dos momentos, superaron la fertilización química tradicional del maíz significativamente.

Tabla 17. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento de grano del maíz. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Interacción A x B	
a ₁ : 0 t ha ⁻¹ (Testigo absoluto)	595,0 c	a ₃ b ₂	4 600 a
a ₂ : 3 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	4 400,0 a	a ₄ b ₂	4 580 a
a ₃ : 4 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	4 425,0 a	a ₂ b ₂	4 500 a
a ₄ : 5 t ha ⁻¹ de humus de lombriz	4 430,0 a	a ₂ b ₁	4 300 ab
a ₅ : 129 kg ha ⁻¹ de la fórmula 10-30-10 192 kg. ha ⁻¹ uréa 46 % de nitrógeno	3 300,0 b	a ₄ b ₁	4 280 ab
ANDEVA	*	a ₃ b ₁	4 250 ab
C. V (%)	8.32	a ₅ b ₂	3 500 b
Factor B: Momento de aplicación		a ₅ b ₁	3 100 b
b ₁ : 100 % 25 dds	3 306,0 b	a ₁ b ₁	600 c
b ₂ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	3 554,0 a	a ₁ b ₂	590 c
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C. V (%)	5.31	C. V (%)	4.25

Medias con igual letras no difieren estadísticamente

IV. CONCLUSIONES

- Las variables altura de planta y diámetro del tallo, mostraron efecto significativo para el Factor A (dosis de humus de lombriz), Factor B (momento de aplicación) y la interacción de ambos factores solamente a los 45 y 60 dds.
- El diámetro del tallo y el peso de 1000 granos en gramos mostraron efecto no significativo para el efecto de los niveles de los Factor A (dosis de humus de lombriz), B (momento de aplicación) y la interacción dosis de humus de lombriz y momento de aplicación.
- Las variables altura de inserción de mazorca, plantas acamadas, plantas cosechadas, diámetro de la mazorca, longitud de mazorca y el número de hileras por mazorca mostraron diferencias estadísticas ante el efecto de las dosis de humus de lombriz y la interacción dosis fraccionamiento.
- El número de mazorcas cosechadas, mazorcas podridas, granos por hileras y el rendimiento de grano sus resultados fueron estadísticamente diferentes ante el efecto de los niveles del Factor A (dosis de humus de lombriz), Factor B (momento de aplicación) y la interacción dosis de humus de lombriz y momento de aplicación.
- Para el rendimiento de grano, los niveles a_2 (3 t ha^{-1}), a_3 (4 t ha^{-1}) y a_4 (5 t ha^{-1}) del Factor A (dosis de humus de lombriz), b_2 (momento aplicación: 50 por ciento a los 25 dds y 50 % a los 45 dds) del Factor B y la interacción a_3b_2 indujeron obtener los mayores rendimiento de grano.
- Cuando se aplicaron 3, 4 y 5 t ha^{-1} de humus de lombriz, fraccionado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds (tratamientos a_3b_2 , a_4b_2 y a_2b_2) se obtuvieron rendimientos de grano de 4 600, 4 580 y $4 500 \text{ kg ha}^{-1}$.

IV. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, se presentan las siguientes recomendaciones:

- Para las condiciones en que se llevo a cabo este experimento, se recomienda aplicar en el cultivo del maíz 3 t ha^{-1} de humus de lombriz fraccionado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds.
- Continuar el establecimiento de este tipo de ensayos en otras localidades del país para confirmar o negar los resultados obtenidos en este trabajo.

VI. LITERTURA CITADA

Acuña, D., R., A., & Castro, H., O., A. 2001. Efectos de diferentes arreglos Topológicos de maíz (*Zea mays* L), sobre la dinámica de las malezas, el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 50 pp.

Adetiyote, P., O.; Okigio, B., N. & Ezedinma, E., O. 1984. Rasonce maize and ear shoot characters growth. Factors in southern Nigeria. Field crops research on international journal. EEUU. Pp 265-277.

Alvarado, N., A., 2000. La fertilización orgánica del cultivo del maíz (*Zea mays* L), y mejoramiento de tres componente de su sistema tradicional de producción. Investigación realizada por del Ing. MSc. Néstor Allan Alvarado. Investigador Docente de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 25 pp.

Andrade J., L., Pérez, A., L. & Castro, A., T. 1996. Fisiología del cultivo del maíz. Editorial Limusa. México, D. F: 180 p.

Benavides, C., & Siles, G., R., 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo del maíz (*Zea mays* L). Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua. 40 pp.

Celix, F., & Duarte, R., 1996. Efecto de arreglos topológicos sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L) como cultivo principal, en asocio con leguminosas (*Vigna unguiculata* L. Walp). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 37 pp.

- Cuadra, M., R., 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L). Variedad NB6. Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Managua, Nicaragua. 24 pp.
- Demolón, A. 1975. Crecimiento de los vegetales cultivados. Edición revolucionaria. La Habana, Cuba. 199 pp.
- FAO. 1993. El maíz en la nutrición humana. Editorial FAO, Roma, Italia. 70 p.
- Fuentes, E., X., 1998. Evaluación de niveles de nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L) Var. NB-12. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua. 36 pp.
- García, S., H. 2002. Evaluación de diferentes prácticas culturales sostenible y su impacto sobre la cenosis de las malezas, granos básicos y leguminosas. Trabajo de Diploma. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 85 pp.
- Hernández, A. E. 1999. Efecto de dos sistemas de labranza (mínima y convencional) y tres métodos de control de malezas sobre la dinámica de las malezas, crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L) primera 1994. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 56 pp.
- Holdridge, R. 1976. Ecología basada en zonas de vida (traducción al inglés por Jiménez, S.H.). Primera edición. San José, Costa Rica. Editorial IICA. 216 pp.
- Jugenheimer, R. 1990. Maíz, variedades mejoradas. Métodos de cultivo de semilla. Editorial Noriega Limusa. México, 833 pp.
- López, B., L., 1991. Cultivos herbáceos, cereales. Volumen 1. Ediciones mundi prensa, España. 305-391 pp.

- MAG, 1971. Manual Práctico para interpretación de Suelos. Catastro e Inventario de Recursos Naturales. Managua, Nic. 39 pp.
- MAG, 2002. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Los Granos Básicos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Managua, Nicaragua. 12 pp.
- Maya, N., C., 1995. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L). Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua. 80 pp.
- Moran, E., J., & Perezardon, M., A. 2000. Efecto de diferentes arreglos topológicos de maíz (*Zea mays* L) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, CENIDA, Managua, Nicaragua. 45 pp.
- Pastora, R., 1996. Evaluación de arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) y maíz (*Zea mays* L) en asocio y monocultivo, sobre la cenosis de malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 43 pp.
- Pedroza, P., H., 1993. Fundamentos de Experimentación Agrícola. Centro de Estudio de Ecodesarrollo para el Trópico. 210 p.
- Perdomo, A., L., J. 2000. Recomendaciones técnicas acerca del uso del humus de lombriz en los cultivos de ciclo corto: maíz, sorgo y hortalizas... Editorial Pueblo y Educación, La Habana Cuba. 180 p.
- Pérez, R., S., 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de control sobre la cenosis de malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz *Zea mays* L). Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 42 pp.

- Pinares, A. J. 2000. Aplicación fraccionada de los abonos orgánicos. Editorial Pueblo y Educación, La Habana Cuba. 180 p.
- Parson, D. 1991. Maíz. Manual para la educación Agropecuaria Segunda Edición, Editorial Trilla, 59 pp.
- Reyes, C., P., 1990. EL maíz y su cultivo. AGT Editor. Méjico, D: F: Tercera Edición. 460 pp.
- Somarraba, R., R., J., & Guillermo Guzmán G., G. 2004. Análisis de la influencia de la cachaza de caña y estiércol bovino como sustrato en lombriz roja californiana para producción de humus. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 60pp.
- o
- OSomarriba, C. 1997. Conferencias sobre Granos Básicos. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 140 pp.
- Tananka, A., J. 1984. Producción de materia seca, componentes del rendimiento del maíz (*Zea mays* L) Colegio de Post-grado, Chapingo. Méjico. 180 pp.
- Tapia, H. 1983. Técnicas para la producción de maíz en Nicaragua. Dirección General de Tecnología Agropecuaria-PAN. Ediciones Culturales. Managua, Nicaragua. 95 pp.
- Téllez, C., O. & Ramírez, H., F., 1999. Efecto de la fertilización orgánica utilizando humus de cachaza de caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L) en el cultivo del ajonjolí (*Sesamun indicum* L). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 46 pp.