

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA**



TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE DOSIS Y MOMENTOS DE APLICACION DEL HUMUS DE
LOMBRIZ SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL
AJONJOLI (*Sesamum indicum* L) VARIEDAD CUYUMAQUI**

AUTOR:

Br. José Uriel Amador Altamirano

ASESOR:

Ing. Agr. MSc. NESTOR ALLAN ALVARADO D

MANAGUA, NICARAGUA, 2004

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA**



TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE DOSIS Y MOMENTOS DE APLICACION DEL HUMUS DE
LOMBRIZ SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL
AJONJOLI (*Sesamum indicum* L) VARIEDAD CUYUMAQUI**

AUTOR:

Br. José Uriel Amador Altamirano

ASESOR:

Ing. Agr. 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, 2004

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma a Dios padre todo poderoso quien me dio la vida y me supo guiar durante toda la carrera profesional.

A mi madre **Rosa Maria Altamirano Vega** y a mi padre **José Uriel Amador** quienes me han apoyado con sacrificio, voluntad y sin esperar nada a cambio han hecho en mi una persona valiosa y respetada. A ellos se los debo todo.

A mis hermanas Maria José Amador Altamirano y Rosa Maria Amador Altamirano y mi hermano Edwin José Amador Altamirano que con su apoyo moral han ayudado de una u otra manera en mis estudios universitarios.

José Uriel Amador Altamirano

AGRADECIMIENTO

En especial agradezco al Ing. Msc. Néstor Allan Alvarado Díaz por sus aportes tan valiosos que de una u otra manera me ayudaron a la realización y culminación de este trabajo.

Al Ing. Msc. Guillermo Bendaña que en algún momento de su vida compartió sus conocimientos con voluntad.

Mis más sinceros agradecimientos al personal docente de la Universidad Nacional Agraria quienes impartieron sus enseñanzas y compartieron sus conocimientos durante los cinco años de estudios universitarios, especialmente al técnico Alex Armando Cerrato Cuaresma por su buena voluntad de ayudarme siempre.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron con este trabajo investigativo

José Uriel Amador Altamirano

INDICE GENERAL

Sección	página
INDICE DE TABLAS	iv
RESUMEN	vi
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	5
2.1.3. Descripción del diseño experimental	5
2.1.4. Descripción de los tratamientos	6
2.1.5. Dimensiones del ensayo	6
2.1.6. Variables evaluadas	7
2.2. Manejo agronómico	7
III. RESULTADOS Y DISCUSION	9
3.1. Efecto de diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento del ajonjolí	9
3.1.1. Altura de planta (cm)	9
3.1.2. Diámetro del tallo	12
3.1.3. Número de hojas por planta	14
3.2. Efecto de diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento y sus principales componentes	17
3.2.1. Número de cápsulas por planta	17
3.2.2. Numero de semillas por cápsulas	19
3.2.3. Peso de 1000 semillas	20
3.2.4. Rendimiento en kg ha ⁻¹	22
IV. CONCLUSIONES	25
V. RECOMENDACIONES	26
VI. LITERATURA CITADA	27

INDICE DE TABLAS

Tabla No.		Página
1	Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote, León	5
2	Factores estudiados en el ensayo de ajonjolí, finca La Concepción, Nagarote, León, época de primera, del 2004	5
3	Descripción de los tratamientos del cultivo de ajonjolí. Finca. Finca La Concepción, Nagarote, Época de primera del 2004	6
4	Efecto de diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de planta (cm). Finca La Concepción, Nagarote, León	10
5	Efecto de interacción dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de planta. Finca La Concepción, Nagarote, León	11
6	Efecto de diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el diámetro del tallo en centímetro... Finca La Concepción, Nagarote, León	13
7	Efecto de interacción dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, Nagarote, León	14
8	Efecto de diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nagarote, León	16
9	Efecto de interacción dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nagarote, León	16
10	Efecto de diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el número de cápsulas por planta. Finca La Concepción, Nagarote, León	18

Tabla No.		Página
11	Efecto de interacción dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el número de cápsulas por planta. Finca La Concepción, Nagarote, León	19
12	Efecto de diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el número de semillas por cápsulas. Finca La Concepción, Nagarote, León	20
13	Efecto de interacción dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el número de semillas por cápsula. Finca La Concepción, Nagarote, León	21
14	Efecto de diferentes dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento de grano en kg ha^{-1} . Finca La Concepción, Nagarote, León	23
15	Efecto de interacción dosis y momento de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento de grano en kg ha^{-1} . Finca La Concepción, Nagarote, León	24

RESUMEN

El presente trabajo se planificó con el propósito de determinar la influencia de diferentes dosis (a_2 , a_3 y a_4) de humus de lombriz y dos momentos de aplicación (b_1 y b_2) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L), variedad Cuyumaqui, bajo las condiciones ecológicas de la finca La Concepción, Nagarote, León. El ensayo se estableció en la época de primera del año 2004, utilizándose un diseño de bloques completos al azar con arreglos en parcelas divididas con cuatro repeticiones. Se encontró que las variables número de semillas por cápsulas y peso de mil semillas resultaron no significativas, pero si se encontró diferencias estadísticas para la altura de planta, el diámetro del tallo, el número de hojas por planta, el número de cápsulas por planta y el rendimiento de grano los que mostraron un efecto significativo ante los niveles del Factor A (dosis de humus de lombriz), del Factor B (momento de aplicación) y la interacción dosis de humus de lombriz por momento de aplicación. Para el rendimiento de grano, los niveles nivel a_2 , a_3 y a_4 del Factor A, el nivel b_2 del Factor B y las interacciones a_3b_2 y a_2b_2 indujeron a obtener los mayores rendimiento de grano de 1 161.70 y 1 158.70 kg^{-1} .

I. INTRODUCCION

El cultivo del ajonjolí *Sesamum indicum* L. es originario de Etiopía, África, de donde se distribuyó al Asia Central, Indostán y China. En la actualidad se cultiva en los países de Asia, América, Europa y África, calculándose la producción mundial en más de dos millones de toneladas métricas por año, siendo los principales productores en América Latina, México y Venezuela. Fue introducido en Nicaragua en el año de 1937 a manera de experimento; inicialmente este cultivo fue sembrado en toda la zona del pacífico y central de Nicaragua, por su alta estabilidad a las condiciones edafo climáticas de estas zonas (Vargas & Blanco, 2002).

Los rendimientos mundiales se estiman en un promedio de 913 kg/ha en los países tropicales, considerados los máximos productores en el mundo. A nivel nacional, los rendimientos han fluctuado entre 300 y 450 kg/ha, obteniéndose en el ciclo 2002 / 2003 un rendimiento promedio de 400 kg/ha, (de 7000 ha sembradas) los cuales se consideran muy bajos con relación al potencial genético de las variedades que pueden alcanzar hasta más de 1 000 kg/ha. (MAG, 2003).

Este cultivo se concentra básicamente en manos de pequeños y medianos productores, quienes disponen de una experiencia de más de cincuenta años, pero con una tecnología tradicional, que no ha tenido mejoras sustanciales en los componentes de sus sistemas tradicionales de producción (Olivas & Murguía, 2000). Dentro de los componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí, se pueden mencionar entre otros: La preparación de suelo, variedad utilizada, control de plagas y enfermedades, densidad de siembra, control de malezas y la nutrición. Estos mismos, si carecen de una tecnología adecuada, limitan la producción del rendimiento del ajonjolí (PAAT, 1992).

Con respecto a la nutrición del cultivo, Alvarado (2000) plantea que el ajonjolí responde a la fertilización nitrogenada, y que este elemento puede ser suministrado al suelo por los abonos orgánicos, siendo el humus de lombriz el más recomendado por su alto contenido de

nitrógeno (2.42 %). Al respecto, Perdomo (1991), sostiene el humus de lombriz, contiene 2.42 % de nitrógeno, 2.74 % de fósforo y 1.10 % de potasio, superando en estos contenidos a otros abonos orgánicos, como a la gallinaza (1 % de nitrógeno, 0.80 % de fósforo y 0.40 % de potasio), el estiércol bovino (0.60 % de nitrógeno, 0.15 % de fósforo y 0.45 % de potasio) y el estiércol equino (0.67 % de nitrógeno, 0.25 % de fósforo y 0.55 % de potasio) entre otros; así mismo indica, que una de las mejores e importantes ventajas sobre estos abonos orgánicos es su alto contenido de nitrógeno.

EL nitrógeno juega un rol clave en la etapa de crecimiento vegetativo, floración y formación de cápsulas y semillas en el ajonjolí. Durante la fase vegetativa la actividad central consiste en la formación de más tejido lo que a su vez implica síntesis de proteínas y de carbohidratos, ambos progresan gradualmente hasta el final de la etapa vegetativa. Una nutrición nitrogenada deficiente durante esta etapa, acorta la vida de las plantas, causa madurez precoz, con bajas sensibles en el rendimiento del cultivo (Muñoz & Cruz, 2000).

Así mismo, Vargas & Blanco (2002) dicen que el nitrógeno debe ser suministrado a la planta del ajonjolí pocos días antes del inicio de la etapa de su máximo crecimiento, que se inicia alrededor de los 33 días después de la siembra (dds) y al inicio de la etapa de floración (45 dds), por lo que la aplicación fraccionada de este elemento ya sea con abonos orgánicos o sintéticos es lo más recomendado.

En Nicaragua existen 3,500 pequeños y medianos productores de ajonjolí asociados en cooperativas de base de diferentes regiones de Nicaragua, y asociados en la Cooperativa de Servicios de Importación y Exportación Nicaragüense “Del Campo”, que se dedica a la exportación de sus productos. En la actualidad son uno de los mayores exportadores de productos orgánicos de Nicaragua, y los primeros exportadores de ajonjolí producido con abono orgánico. Estos productores han fertilizado sus campos con abonos orgánicos producidos en aboneras (utilizando como materia prima: rastrojos, estiércol vacuno, cachaza de caña de azúcar y gallinácea) y no se tiene información propia de la dosis y momentos de aplicación de estos fertilizantes y menos aun del humus de lombriz.

El humus de lombriz es un fertilizante bioorgánico que supera a otros abonos orgánicos, ya que contiene nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro, carbono, ácidos húmicos, hongos, actinomicetos, bacterias aeróbicas y bacterias anaeróbicas. El mismo resulta de la digestión de sustancias orgánicas en descomposición por la lombriz. Tiene un aspecto terroso, suave e inodoro, facilitando una mejor manipulación al aplicarlo.

Dada la importancia que tiene el humus de lombriz en la fertilización orgánica, es necesario determinar científicamente la dosis y momento de aplicación para el cultivo del ajonjolí, por lo que es necesario realizar experimentos de campo, mediante los cuales se pueden ir variando las dosis y momentos de aplicación para medir el efecto sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

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

Objetivos generales

- Contribuir a mejorar los rendimientos del cultivo del ajonjolí mediante la aplicación de fertilizante orgánico humus de lombriz.

Objetivos específicos

- Medir el efecto de diferentes niveles y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí.
- 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 presente experimento se realizó en los terrenos de la de la finca La Concepción, Nagarote, la que se encuentra ubicada en el departamento de León, cuyas coordenadas corresponden a 12° 30' latitud norte y 86° 30' longitud oeste, a una altura de 60 msnm. La zonificación ecológica según Holdridge (1982) es del tipo de bosque seco tropical. El ensayo se realizó en la época de Primera, del año 2004. Las condiciones climatológicas (precipitación y temperatura) ocurridas durante el período del ensayo se presentan en la Figura 1.

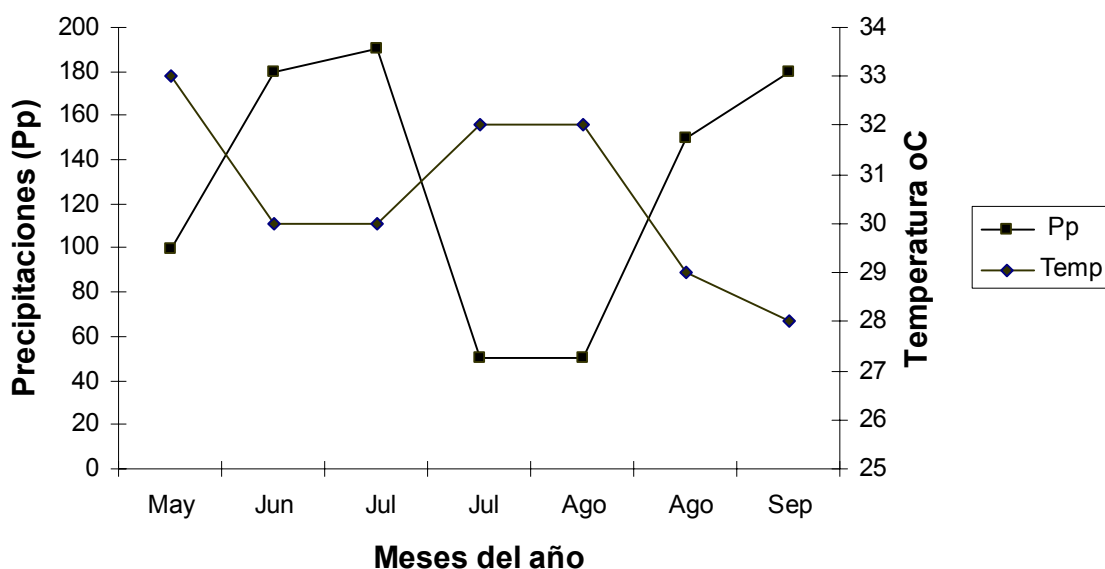


Figura 1. Climatograma de la Finca La Concepción. Nagarote, León. Época de Primera del 2004.

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

2.1.3. Descripción del diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño de parcelas divididas, arregladas en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los factores estudiados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Factores estudiados en el ensayo de ajonjolí, 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 20 dds 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 fórmula 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 de ajonjolí. 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 20 dds
a ₂ b ₂	3 t ha ⁻¹ aplicado 50 % a los 20 dds y 50 % a los 45 dds
a ₃ b ₁	4 t ha ⁻¹ aplicado 100 % a los 20 dds
a ₃ b ₂	4 t ha ⁻¹ aplicado 50 % a los 20 dds y 50 % a los 45 dds
a ₄ b ₁	5 t ha ⁻¹ aplicado 100 % a los 20 dds
a ₄ b ₂	5 t ha ⁻¹ aplicado 50 % a los 20 dds y 50 % a los 45 dds
a ₅ b ₁	192 kg ha ⁻¹ aplicado 100 % a los 20 dds
a ₅ b ₂	192 kg ha ⁻¹ aplicado 50 % a los 20 dds y 50 % a los 45 dds

dds: días después de la siembra.

2.1.5. Dimensiones del ensayo

Las dimensiones del ensayo fueron 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 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	=	966.00 m 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 que se escogieron al azar.

2.1.6. Variables evaluadas

- a) Durante el crecimiento del cultivo se midieron las siguientes características:
 - a.1. Altura de planta (cm): Se tomó la altura de planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la yema terminal del tallo a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds).
 - a.2. Diámetro del tallo (cm): Se midió en la parte media del tallo a los 30, 45, 60 y 75 dds.
 - a.3. Número de hojas/planta: Se contó el número de hojas funcionales a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds).

- b) A la cosecha.
 - b.1. Número de cápsulas/planta.
 - b.2. Número de semillas/cápsulas.
 - b.3. Peso de mil granos en gramos.
 - b.4. Rendimiento de grano en kg/ha.

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 de rangos múltiples de Duncan al 5 % de confiabilidad, utilizando los programas computarizado estadístico de SAS versión 2000.

2.2 - Manejo Agronómico

La preparación del suelo se llevó a través de un pase de arado de disco a 20 cm de profundidad y dos pases de grada, realizándose el último pase de grada 2 días antes de la siembra.

La siembra se realizó de forma manual el 15 de mayo del 2004. La variedad estudiada fue la Cuyumaqui, utilizando una distancia de siembra entre surco de 0.70 metro y de 0.12 metros entre plantas; esta variedad presenta las siguientes características agronómicas: Presenta un ciclo de 90-100 días; produce de 1 a 3 ramas principales, con algunas ramas secundarias; la altura de planta varia de 150 a 200 cm; el tallo es cuadrangular, de color verde. Las hojas inferiores son lobuladas de color verde claro y las hojas superiores son de forma lanceolada, verde oscuro. El pecíolo de estas hojas es corto y sin pelos. Las flores son acampanadas de color blanco lila en la parte externa y blanco con una mancha amarilla en la parte interna. Los frutos son dehiscentes, verdes oscuros, sin pelos y se produce un fruto por axila. Las semillas son de color café claro y la variedad tiene un potencial de producción de 1 000 kg/ha.

La fertilización orgánica se llevó acabo utilizando humus de lombriz de estiércol de ganado vacuno y la misma se aplico tal como se describe en la tabla 3. El control de malezas se realizo de forma manual, manteniéndose el ensayo libre de malezas hasta que el cultivo cerro calle (se realizaron tres limpieas). La cosecha se realizará de forma manual a la madurez fisiológica del cultivo.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

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

3.1.1. Altura de planta

La altura de planta es una variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo. Yagodin *et al.*, (1982) señalaba que esta puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores ambientales: luz, calor, humedad y nutrientes. Esto concuerda con lo señalado por Malespín & Castillo (1993), de que la altura del ajonjolí y el vigor de la planta son de gran importancia por su influencia en el crecimiento, rendimiento, acame y cosecha, y la altura final dependerá del tipo de suelo, la humedad disponible del mismo y el tipo y nivel de fertilización.

En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos para la variable altura de planta. Se puede apreciar que a los 45, 60 y 75 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 ajonjolí es lento en los primeros 30 días de su desarrollo, por lo que es una etapa muy temprana para mostrar el efecto de las dosis y fraccionamiento de los fertilizantes. A los 45 dds 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 55.46, 56.34 y 57.55 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 52.60 cm de altura, y la menor altura la alcanzo el nivel a_1 (testigo) con 49.63 cm. Este comportamiento de la altura de planta se mantuvo durante el crecimiento del cultivo, observándose que a los 75 dds siempre la aplicación de los niveles 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),

desarrollaron las mayores altura de planta con 139.45, 143.88 y 146.82 cm respectivamente y sin diferencias significativas entre los mismos pero si con el resto de los niveles; en segundo lugar quedo el nivel a₅ (aplicación química: 192 kg⁻¹ de urea 46 % de nitrógeno con 137.50 cm de altura, y la menor altura la alcanzo el nivel a₁ (testigo) con 125.50 cm.

Para el Factor B, los resultados indican que hay efecto significativo del fraccionamiento de los fertilizantes a los 45, 60 y 75 dds, y se puede apreciar que existe una tendencia de mayor altura de planta cuando se fraccionó la aplicación de los fertilizantes (nivel b₂) en comparación con el no fraccionamiento (nivele b₁). Esta tendencia se mantuvo desde los 45 hasta los 75 dds, con el nivel b₂ en donde a los 45 dds alcanza una altura de 59.32 cm, a los 60 dds 125.05 cm y a los 75 dds 145.75 cm (tabla 4).

Tabla No. 4. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre la altura de planta. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
a ₁	18.59	49.63 c	108.14 c	125.51 c
a ₂	19.68	55.46 a	123.63 a	139.45 a
a ₃	20.15	56.34 a	125.87 a	143.88 a
a ₄	22.39	57.55 a	128.14 a	146.82 a
a ₅	21.59	52.60 b	118.50 b	137.50 b
ANDEVA	NS	*	*	*
C. V (%)	3.33	6.71	5.69	3.40
Factor B: Momentos de aplicación				
b ₁	19.34	49.31 b	118.45 b	135.19 b
b ₂	22.02	59.32 a	125.05 a	145.75 a
ANDEVA	NS	*	*	*
C. V (%)	11.41	8.26	7.12	6.83

Al analizar el efecto de la interacción de los Factores (Tabla 5), se puede apreciar que los tratamientos difieren estadísticamente a los 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds), y si se analiza la altura final (a los 75 dds) se puede observar que el tratamiento a₃b₂ y a₄b₂ alcanzaron las mayores alturas con 154.82 cm y 153.29 cm respectivamente y sin diferencias estadísticas entre ellos, y si con el resto de los tratamientos. En los tratamientos testigo (a₁b₁ y a₁b₂) se desarrollaron las menores alturas 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. Finca La Concepción, Nagarote León.

45 dds		60 dds		75 dds	
Trat.	Medias	Trat.	Medias	Trat.	Medias
a ₄ b ₂	59,71 a	a ₃ b ₂	125,46 a	a ₃ b ₂	154,82 a
a ₃ b ₂	58,10 a	a ₄ b ₂	124,78 a	a ₄ b ₂	153,29 a
a ₅ b ₂	55,73 ab	a ₅ b ₂	122,36 ab	a ₅ b ₂	141,63 b
a ₂ b ₂	55,16 ab	a ₂ b ₂	122,34 ab	a ₂ b ₂	140,60 b
a ₃ b ₁	54,89 ab	a ₃ b ₁	122,01 ab	a ₂ b ₁	137,32 c
a ₁ b ₂	54,25 ab	a ₄ b ₁	121,60 ab	a ₃ b ₁	136,54 c
a ₅ b ₁	52,52 b	a ₂ b ₁	118,89 b	a ₅ b ₁	136,35 c
a ₄ b ₁	52,49 b	a ₅ b ₁	118,15 b	a ₄ b ₁	136,01 c
a ₂ b ₁	41,95 c	a ₁ b ₁	113,15 c	a ₁ b ₂	130,63 d
a ₁ b ₁	41,03 c	a ₁ b ₂	112,60 c	a ₁ b ₁	130,35 d
ANDEVA	*	ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V. (%)	8.26	C.V. (%)	9.12	C.V. (%)	6.83

Trt. = tratamiento

Estas diferencias de alturas encontradas se deben a la respuesta que da el ajonjolí 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 contribuyó 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 confirman lo planteado por

Flores & García (1998) en un estudio de fertilidad nitrogenada en ajonjolí, en donde encontraron que la falta de humedad en el suelo no permite una disolución completa del fertilizante y por lo tanto no puede ser absorbido por las raíces, conllevando con esto a una disminución de la altura de la planta.

3.1.2. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es una característica de suma importancia para la obtención de altos rendimientos, y la capacidad de las plantas de una misma variedad de permanecer erectas en el campo sin pérdida de grano puede verse afectada por la influencia de factores ambientales, edáficos y manejo que se le de al cultivo (Vargas & Blanco 2002).

En la tabla 6 se presentan los resultados de este descriptor, observándose que se encontró diferencias reales entre el Factor A (testigo, dosis de humus, dosis de urea 46 % nitrógeno) y Factor B (momento de aplicación de los fertilizantes) a los 45, 60 y 75 dds. Si se analiza el comportamiento final del diámetro a los 75 dds, se aprecia (Tabla 6) que con las aplicación de 3, 4 y 5 t ha⁻¹ de humus (nivel a₂, a₃ y a₄ del Factor A) se desarrollaron los mayores diámetros con 1.14, 1.16 y 1.17 cm, y sin diferencias significativa entre los mismos.

Al analizar la tabla 7, se puede observar que el efecto de interacción de ambos factores ejerció su efecto sobre el diámetro del tallo. Los tratamientos a₃b₂ y a₄b₂ resultaron ser las mejores combinaciones para esta variable, alcanzando a los 75 dds grosores de 1.17 y 1.16 cm respectivamente. Estas diferencias de diámetro encontradas se deben al efecto que ejercieron las dosis de humus de lombriz sobre el grosor del tallo, este fertilizante orgánico es rico en nitrógeno, y este elemento es de gran importancia para el crecimiento de la planta, ya que participa en la síntesis de proteína y esta a su vez en la división celular, por lo que una disminución de nitrógeno en el suelo provoca una disminución en el tamaño de las células y especialmente en el ritmo de sus divisiones, afectándose negativamente el diámetro del tallo.

Estos resultados contradicen 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, lo cual viene a corroborar lo planteado por Somarriba & Guzmán (2004) quienes afirman que de los fertilizantes orgánicos que se producen, el humus de lombriz es el que los supera en cuanto al contenido de nitrógeno.

Tabla 6. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el diámetro del tallo en centímetro. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
a ₁	0.33	0.56 c	0.78 c	0.90 c
a ₂	0.32	0.88 a	1.13 a	1.14 a
a ₃	0.35	0.90 a	1.15 a	1.16 a
a ₄	0.31	0.92 a	1.16 a	1.17 a
a ₅	0.30	0.77 b	1.11 b	1.12 b
ANDEVA	NS	*	*	*
C. V (%)	9.88	8.79	7.58	5.99
Factor B: Momento de aplicación				
b ₁	0.33	0.65 b	1.06 b	1.07 b
b ₂	0.32	0.80 a	1.12 a	1.13 a
ANDEVA	NS	*	*	*
C. V (%)	8.92	9.36	7.94	6.66

Tabla 7. Efecto de interacción dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, Nagarote León.

45 dds		60 dds		75 dds	
Trat.	Medias	Trat.	Medias	Trat.	Medias
a ₃ b ₂	0,85 a	a ₄ b ₂	1,18 a	a ₄ b ₂	1,17 a
a ₄ b ₂	0,84 a	a ₃ b ₂	1,14 a	a ₃ b ₂	1,16 a
a ₅ b ₂	0,70 ab	a ₅ b ₂	1,10 ab	a ₅ b ₂	1,14 ab
a ₂ b ₂	0,70 ab	a ₃ b ₁	1,10 ab	a ₃ b ₁	1,13 ab
a ₃ b ₁	0,70 ab	a ₅ b ₁	1,09 ab	a ₅ b ₁	1,10 ab
a ₄ b ₁	0,71 ab	a ₄ b ₁	1,08 ab	a ₄ b ₁	1,10 ab
a ₅ b ₁	0,71 ab	a ₂ b ₂	1,07 ab	a ₂ b ₂	1,09 ab
a ₂ b ₁	0,71 ab	a ₂ b ₁	1,06 ab	a ₂ b ₁	1,09 ab
a ₁ b ₂	0,52 b	a ₁ b ₂	0,75 b	a ₁ b ₂	0,93 b
a ₁ b ₁	0,51 b	a ₁ b ₁	0,73 b	a ₁ b ₁	0,92 b
ANDEVA	*	ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V. (%)	8.96	C.V. (%)	5.80	C.V. (%)	4.60

Trat. = tratamiento

3.1.3. Número de hojas por planta

Las hojas son los principales órganos para la realización de la fotosíntesis, y la concentración de nutrientes, las mismas influyen en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo (Barahona & Gago, 1996).

En la tabla 8, los resultados indican que se encontraron diferencias estadísticas para el Factor A a los 60 y 75 dds, períodos durante el cual se dio la mayor producción de hojas funcionales. A los 60 dds la mayor cantidad de hojas se obtuvo con los niveles a₃ (4 t ha⁻¹ de humus de lombriz ha) y a₄ (5 t ha⁻¹ de humus de lombriz ha) con 62 y 63 hojas por planta respectivamente, sin diferencias estadísticas entre las mismas y si difiriendo significativamente con el resto de los niveles del Factor A. Similar comportamiento se

obtuvo a los 75 dds, donde los niveles a_3 y a_4 indujeron a obtener la mayor cantidad de hojas por planta (65 hojas por planta respectivamente). Para el factor fraccionamiento se encontraron diferencias significativas entre los niveles aplicados a los 45, 60 y 75 dds, obteniéndose el mayor número de hojas por planta cuando se fraccionó la aplicación del fertilizante.

Si se analiza el efecto de la interacción de los factores (Tabla 9), se puede observar que las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se dieron a los 60 y 75 dds y en el máximo período de producción de hojas (75 dds) la combinación a_3b_2 y a_4b_2 inducen a la mayor producción de hojas/plantas (65 y 64 hojas / planta).

La respuesta del cultivo a la fertilización con humus para esta variable es evidente, ya que el ajonjolí para su crecimiento y desarrollo demandando el elemento nitrógeno, lo cual conlleva al cultivo a desarrollar una mayor cantidad de hojas / planta. Por otro lado, la disminución de hojas/planta que se dio en los tratamientos donde no se aplicó el humus se debe a la respuesta de la planta (ante la falta de nitrógeno disponible en el suelo) a disminuir su área foliar por efecto de una clorosis debido a una disminución del contenido de clorofila en las hojas.

Estos resultados confirman lo planteado por Quilantan (1993), Goldsworthy & Fischer (1984) señala que las hojas de las plantas son afectadas por los contenidos de nutrientes del suelo, siendo el elemento nitrógeno el que más las afecta.

Tabla No. 8. Efecto de dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
a ₁	5	22	38 d	39 d
a ₂	6	22	41 c	42 c
a ₃	6	24	62 a	65 a
a ₄	6	23	63 a	65 a
a ₅	6	23	50 b	53 b
ANDEVA	NS	NS	*	*
C. V (%)	4.91	5.74	6.28	9.98

Factor B: Momento de aplicación				
b ₁	6	18 b	34 b	45 b
b ₂	6	24 a	60 a	65 a
ANDEVA	NS	*	*	*
C. V (%)	7.95	4.83	10.03	9.05

Tabla 9. Efecto de interacción dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nagarote León.

60 dds		75 dds	
Tratamientos	Medias	Tratamientos	Medias
a ₃ b ₂	61 a	a ₃ b ₂	65 a
a ₄ b ₂	56 b	a ₄ b ₂	64 a
a ₅ b ₂	55 b	a ₅ b ₂	58 b
a ₄ b ₁	51 b	a ₃ b ₁	55 b
a ₂ b ₂	51 b	a ₂ b ₂	53 b
a ₃ b ₁	50 b	a ₄ b ₁	51 b
a ₅ b ₁	50 b	a ₅ b ₁	50 b
a ₂ b ₁	50 b	a ₂ b ₁	50 b
a ₁ b ₂	38 c	a ₁ b ₂	40 c
a ₁ b ₁	36 c	a ₁ b ₁	40 c
ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V. (%)	11.03	C.V. (%)	10.05

Trat. = tratamiento

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

3.2.1. Número de cápsulas por planta

El número de cápsulas por axila varía de 1 a 3 en dependencia de la variedad. El número de cápsulas/planta está influenciado por factores ambientales y la fertilización del suelo, esto indica que cualquier alteración de éstos, repercute en el número de cápsulas/planta (Sánchez, 1985).

En el análisis estadístico realizado, se encontró diferencias significativas para el Factor A (dosis de humus de lombriz), Factor B (momento de aplicación) y la interacción de los factores estudiados. En la Tabla 10 se puede apreciar que cuando se aplicó 3, 4 y 5 t ha⁻¹ (niveles a₂, a₃ y a₄) de humus de lombriz se obtuvo el mayor número de cápsulas/plantas (148, 150 y 152 cápsulas/planta respectivamente) y difiriendo significativamente con el testigo (nivel a₁: 100 cápsulas / planta) y la aplicación química (nivel a₄: 143 cápsulas / planta) .de los niveles del Factor A.

Para el Factor B (Momento de aplicación), el mayor rendimiento de cápsulas se obtuvo cuando el fertilizante se aplicó fraccionado (nivel b₂: 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds) con una producción de 148 cápsulas/planta y cuando no se fracciono el fertilizante (nivel b₁: 100 por ciento a los 25 dds) la producción de cápsulas / planta disminuyo a 121.

Al estudiar el comportamiento del efecto de la interacción de los tratamientos, se observa en la Tabla 11 que los mismos ejercieron marcadas diferencias significativas en relación a esta variable. Cuando se aplicaron los tratamientos a₄b₂ y a₃b₂ la planta respondió con una producción máxima de 150 y 149 cápsulas / planta respectivamente y diferenciándose estadísticamente con el resto de las combinaciones. Estas diferencias estadísticas encontradas entre los factores y tratamientos se debe al efecto de los nutrientes que contiene el humus de

lombriz, como lo son el nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) elementos esenciales para la planta para la producción de cápsulas / planta.

Estos resultados concuerdan con los de Ochoa & Meza (2000) en un estudio de fertilización nitrogenada en el ajonjolí, en donde encontraron que en las dosis de mayor cantidad de nitrógeno se obtuvieron el mayor numero de cápsulas / planta.

Tabla 10. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de cápsulas por planta a la cosecha. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Numero de cápsulas/planta a la cosecha.
a ₁	100 c
a ₂	148 a
a ₃	150 a
a ₄	152 a
a ₅	143 b
ANDEVA	*
C. V (%)	9.30
Factor B: Momento de aplicación	
b ₁	121 b
b ₂	148 a
ANDEVA	*
C. V (%)	17.74

Tabla 11. Efecto de interacción dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de cápsulas por planta a la cosecha. Finca La Concepción, Nagarote León.

Tratamientos	Medias
a ₄ b ₂	150 a
a ₃ b ₂	149 a
a ₅ b ₂	146 ab
a ₂ b ₂	144 bc
a ₃ b ₁	136 cd
a ₅ b ₁	132 de
a ₄ b ₁	132 de
a ₂ b ₁	131 de
a ₁ b ₂	114 e
a ₁ b ₁	111 e
ANDEVA	*
C.V. (%)	7.74

3.2.2. Número de semillas por cápsulas

El número de semillas por cápsulas es una característica genética propia de cada variedad (Sánchez, 1981). Al respecto, Uriarte & Tapia, (1997). plantean que ésta variable poco puede ser afectada las condiciones ambientales y el manejo que se le de al cultivo.

Se puede apreciar en la Tablas 12 que los factores en estudio y su interacción presentan diferencias estadísticas no significativas, lo que nos induce a inferir que las diferentes dosis de fertilizantes, fraccionamiento y la combinación de ambos factores no modificaron este carácter, dado que el mismo esta determinado por las características genética de la variedad. Estos resultados concuerdan con los encontrados por Téllez & Ramírez (1999) quienes en un

estudio de fertilización con humus de cachaza de caña de azúcar en el cultivo del ajonjolí no encontraron diferencias significativas para esta variable.

Tabla 12. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el número de semillas por cápsulas. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Numero de semillas/cápsulas
a ₁	80
a ₂	84
a ₃	85
a ₄	86
a ₅	82
ANDEVA	NS
C. V (%)	7.51
Factor B: Momento de aplicación	
b ₁	82
b ₂	83
ANDEVA	NS
C. V (%)	7.61
Interacción A x B	NS

3.2.3. Peso de mil semillas

El peso de 1000 semillas es un carácter que está determinado genéticamente. Para el cultivo del ajonjolí, el mismo varía según la variedad en un rango de 2.2 a 3.7 gramos/1000 semillas. Además se ha determinado que las variedades reaccionan fuertemente a la falta de humedad en el suelo (PAAT, 1992).

Al analizar los resultados estadísticos del peso de 1000 semillas (Tablas 13) no se encontraron diferencias significativas para los factores en estudio y su interacción, dado que el peso de mil semillas al igual que el número de semillas por cápsula están esta determinados por las características genética de la variedad. Estos resultados son corroborados por Toruño (1987) y Flores & García (1998) en un estudio similar a este pero con la variedad Mejicana, en donde no encontraron diferencias estadística para la variable peso de mil granos en gramos, ni en los factores en estudio como tampoco en su interacción.

Tabla 13. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el peso de 1000 semillas. Finca La Concepción, Nagarote León.

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Peso de 1000 semillas en gramos.
a ₁	2.92
a ₂	2.82
a ₃	2.85
a ₄	2.85
a ₅	2.90
ANDEVA	NS
C. V (%)	8.11
Factor B: Momento de aplicación	
b ₁	2.87 a
b ₂	2.91 a
ANDEVA	NS
C. V (%)	5.19
Interacción A x B	NS

3.2.4. Rendimiento de grano en kg/ha

El rendimiento de grano es la variable principal en cualquier cultivo y 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, es el resultado de un sin número de factores biológicos, ambientales y manejo que se le dé al cultivo, los cuales se relacionan entre sí para expresarse en producción de grano por hectárea (Alvarado, 2000).

Según el análisis de varianza realizado a esta variable (Tabla 14), demuestra que existe efecto real de los niveles aplicados del factor A (Dosis de humus de lombriz), factor B (Momento de aplicación) y la interacción (Dosis de humus de lombriz x Momento de aplicación). Si se analiza el efecto principal del factor A, según, nos muestra que las dosis de 3, 4, y 5 t ha⁻¹ (niveles a₂, a₃ y a₄) de humus de lombriz fueron las que indujeron a obtener un mayor rendimiento (1 160.50, 1 163.39 y 1 165.66 kg de grano/ha respectivamente); en segundo lugar se puede apreciar la dosis de 1912 kg / ha⁻¹ con un rendimiento de 900.00 kg de grano ha⁻¹, y en último lugar quedo el testigo absoluto (nivel a₁) con 500.00 kg de grano ha⁻¹. Para el efecto principal del factor B (Momento de aplicación) las diferencias encontradas entre las medias del rendimiento fueron estadísticamente significativas, obteniéndose el mayor rendimiento cuando se aplico fraccionado el fertilizante (50 por ciento a los 25 dds; 50 por ciento a los 45 dds), obteniéndose una producción de grano de 1 160.00 kg de grano ha⁻¹.

Al analizar el rendimiento de grano en la interacción de ambos factores, en la Tabla 15, se observa que los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos a₃b₂ y a₂b₂ con 1 161.70 y 1 152.83 kg ha⁻¹ y difiriendo significativamente con el resto de las combinaciones. Estas diferencias encontradas para los niveles del Facto A, B y la interacción A x B se deben a que el cultivo se vio afectado positivamente por el efecto de las diferentes dosis de humus de lombriz y superando significativamente al tratamiento testigo con urea 46 % de nitrógeno. El humus de lombriz es rico en nitrógeno, fósforo y potasio y estos elementos son esenciales para el crecimiento y desarrollo del cultivo. Estos elementos participan en funciones vitales para la planta como son: la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular. Si el nitrógeno,

fósforo y potasio están disponibles en el suelo, la planta ajonjolí responde positivamente, tal como se ha demostrado en esta investigación con las aplicaciones de humus de lombriz que superan en rendimiento a la aplicación con urea 46 % de nitrógeno.

Tabla 14. Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento de grano en kg/ha. Finca La Concepción, Nagarote León

Factor A: Dosis de humus de lombriz	Rendimiento de grano en kg/ha
a ₁	500.00 d
a ₂	1 160.50 a
a ₃	1 163.39 a
a ₄	1 165.66 a
a ₅	900.80 b
ANDEVA	*
C. V (%)	8.40
Factor B: Momento de aplicación	
b ₁	953 b
b ₂	1 160 a
ANDEVA	*
C. V (%)	9.68

Tabla 15 . Efecto de interacción dosis y momentos de aplicación del humus de lombriz sobre el rendimiento de grano en kg/ha. Finca La Concepción, Nagarote León.

Tratamientos	Medias
a ₃ b ₂	1 161.70 a
a ₂ b ₂	1 158.70 a
a ₄ b ₂	1 152.83 ab
a ₃ b ₁	1 058.20 bc
a ₄ b ₁	1 029.33 c
a ₅ b ₂	1 026.90 c
a ₅ b ₁	963.19 d
a ₂ b ₁	859.69 e
a ₁ b ₂	630.00 f
a ₁ b ₁	630.00 f
ANDEVA	*
C.V. (%)	8.26

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 a los 45, 60 y 75 dds.
- El numero de hojas por planta mostró efecto real para 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 a los 60 y 75 dds.
- De los componentes del rendimiento de grano, El número de cápsulas por planta y rendimiento de grano mostraron diferencias significativas ante el efecto de los niveles del Factor A, el Facto B y la interacción A x B. El numero de semillas por cápsula y peso de mil semillas resultaron no significativo para los factores en estudio y su interacción.
- 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 y a_2b_2 indujeron a obtener los mayores rendimiento de grano.

V. 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 ajonjolí 3 t ha^{-1} de Humus de Lombriz fraccionado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds.

VI. LITERATURA CITADA

Alvarado, D., N., 2000. Transformación de tres componentes del sistema tradicional del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad Mejicana, hacia una producción sostenible. JUDC. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.

Barahona, O., W., & Gago, H., F., 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en Soya (*Glicine max* L. Merr) y Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) y su efecto sobre la cenosis de las malezas. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 69 pp.

Flores, M., C., & García, G., K. 1998. Efecto de diferentes niveles y fraccionamientos de nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L) variedad Mejicana y análisis económico de los tratamientos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua. 45 pp.

Goldsworthy, P., R., & Fischer, N., M., 1984. The Physiology of Tropical Field Crops. John y Sons LTD. 213-243 pp.

Holdridge, L., 1982. Ecología basada en zonas de vidas, II CA. San José, Costa Rica. 216 pp.

MAG, 1971. Manual Práctico para interpretación de Suelos. Catastro e Inventario de Recursos Naturales. Managua, Nic. 39 pp.

MAG, 2003. Agricultura y Desarrollo. Managua, Nicaragua. 56 pp.

- Malespín, & Castillo, 1993. Ensayo de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento en los cultivos de soya (*Glycine max* L) y ajonjolí (*Sesamun indicum* L). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua. 75 pp.
- Muñoz L., & Cruz, L., T. 2000. La producción de Humus con la lombriz roja californiana. Recomendaciones técnicas. Editorial Limusa, Méjico. 140 pp.
- Olivas, G., J., & Murguía, M., F., 2000. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* l.) variedad Cuyumaqui. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua. 55 pp.
- PAAT. 1992. Guía Técnica de Manejo Integrado del Cultivo del ajonjolí. Convenio MAG-GTZ. Managua, Nicaragua. 35 p.
- Perdomo, C., L. 1991. Manual de producción de humus de lombriz. Zamorano, Honduras. 150pp.
- Quilantan, V., L., 1993. Logros y aportaciones de las investigaciones agrícolas en los cultivos oleaginosos. S.A.R.H. México, D. F. 100 pp.
- Sánchez, R., R., 1981. Producción de Oleaginosas y Textiles. 2da. Edición. Editorial Limusa S.A. México. 250 pp.
- Somarriba, R., R. & Guzmán, G., G. 2004. Análisis de la Influencia de la cachaza de caña de azúcar y estiércol bovino como sustrato de la lombriz Roja Californiana para la Producción de Humus. Tesis de Ingeniería Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 55 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.
- Toruño, M., V., 1987. Comparación de ocho variedades de Ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) sobre su crecimiento, desarrollo y rendimiento. Centro Experimental del Algodón (CEA). Posoltega, León. 50 pp.
- Uriarte, E., A., & Tapia, O., H., 1997. Estudio del efecto de diferentes densidades de sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) var. Mejicana Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 50 pp.
- Vargas, T., Y., & Blanco, H., F., 2002. Efecto de densidad poblacional y fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad INTA AJ-2000. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 34 pp.
- Yagodin, B., A.; Smirnov, J., & Burgski, P., 1982. Agroquímica. Tomo I. Editorial MIR, Moscú. 260 pp.