

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES Y FRACCIONAMIENTO DE NITROGENO  
SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJONJOLI (*Sesamun  
indicum* L.) VARIEDAD CUYUMAQUI**

**AUTORES:**

**Br. LEONEL MARIANO OCHOA VIDEA**

**Br. ERICK ANTONIO MEZA JIMÉNEZ**

**ASESOR: Ing. Agr. Néstor Allan Alvarado D.**

**MANAGUA, NICARAGUA –2000**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES Y FRACCIONAMIENTO DE NITROGENO  
SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJONJOLI (*Sesamun  
indicum L.*) VARIEDAD CUYUMAQUI**

**AUTORES:**

**Br. LEONEL MARIANO OCHOA VIDEA  
Br. ERICK ANTONIO MEZA JIMÉNEZ**

**ASESOR: Ing. Agr. Néstor Allan Alvarado D.**

**Presentada a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito final para  
optar al grado de Ingeniero Agrónomo.**

**MANAGUA, NICARAGUA – 2000**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a :

### **DIOS:**

Por darme inteligencia, fé y através de estos, guiar mis pasos hasta llegar alcanzar la meta propuesta.

### **MIS PADRES:**

Eliseo Ochoa Herrera

Carmela Videa Melendez

Por brindarme su apoyo incondicional tanto en lo económico como en lo espiritual, para así llegar acoronar mi carrera.

### **MIS HERMANOS:**

Maritza Epifania Ochoa Videa

Digno Eliseo Ochoa Videa

Manuel de Jesus Ochoa Videa

Por el apoyo, ayuda y colaboración que me han brindado en todo este tiempo.

**A toda mi familia en general**, por cooperar de una u otra manera y hacer de mi una persona respetada y útil dentro de nuestra sociedad.

Leonel Mariano Ochoa Videa

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico con mucho cariño y amor :

**A DIOS** sobre todas las cosas, por guiarme e iluminar mi camino.

**A mi padre:** Felix Pedro Meza Tinoco. **A la memoria de mi madre:** Felicita Jiménez R., quienes con su apoyo moral hicieron posible mi formación con una feliz terminación de mi carrera.

**A mis hermanos:**

Pedro Javier Meza Jiménez

Yanire Meza Jiménez

Wildo José Meza Jiménez

Alma Iris Meza Jiménez

Quienes me han alentado, ayudado y apoyado de diferentes manera para terminar con éxito mi carrera profesional.

**A:** Isela Maria Fajardo Pineda.

**A mi hija:** Erika Celimar Meza Fajardo.

**A toda mi familia:** Por confiar y hacer de mi una persona de valor y moral.

Gracias.

Erick Antonio Meza Jimenez

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro mas sincero agradecimiento al Ingeniero Agrónomo Néstor Allan Alvarado Díaz, por su valioso apoyo como asesor de este Trabajo de Diploma, sin cuya ayuda, no se hubiera hecho posible la realización de este trabajo.

Nuestra gratitud a la técnica Betsaida Medal M. quien con sus valiosos conocimientos nos apoyo en el montaje y conducción del experimento de campo.

A la dueña y productora de la finca La Concepción, doña Concepción Medal, por facilitar el terreno para el montaje de esta investigación.

A todos los profesores de la Universidad Nacional Agraria, que a lo largo de los 5 años de la carrera compartieron todos sus conocimientos con nosotros, especialmente a los docentes de la Facultad de Agronomía.

A los bibliotecarios del CENIDA por facilitarnos el material bibliográfico.

A nuestros compañeros de clase, con los los cuales compartimos los momentos buenos y difíciles que conllevo la realización de esta carrera.

Leonel Mariano Ochoa Videa  
Erick Antonio Meza Jimenez

## INDICE GENERAL

Sección	página
<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iv</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II. MATERIALES Y METDOS</b>	<b>3</b>
2.1. Descripción del lugar y experimento	3
2.1.1. Clima	3
2.1.2. Suelo	4
2.1.3. Descripción del diseño experimental	4
2.1.4. Descripción de los tratamientos	5
2.1.5. Dimensiones del ensayo	5
2.1.6. Variables evaluadas	6
2.1.7. Análisis económico	6
2.2. Manejo agronómico	8
<b>III. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>9</b>
3.1. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el crecimiento del ajonjolí	9
3.1.1. Altura de planta	9
3.1.2. Diámetro del tallo	11
3.1.3. Número de hojas por planta	13
3.2. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendimiento y sus principales componentes	15
3.2.1. Número de cápsulas por planta	15
3.2.2. Número de semillas por cápsulas	17
3.2.3. Peso de 1000 semillas	18
3.2.4. Rendimiento de grano en kg/ha	20
3.3. Análisis económico	22
3.3.1. Presupuesto parcial	22
3.3.2. Análisis de domonancia	24
3.3.3. Análisis Marginal	25
<b>IV. CONCLUSIONES</b>	<b>27</b>
<b>V. RECOMENDACIONES</b>	<b>28</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA</b>	<b>29</b>

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla No.</b>		<b>Página</b>
1	Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	4
2	Factores estudiados en el ensayo. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	4
3	Descripción de los tratamientos. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	5
4	Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre la altura de planta. Finca La Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	10
5	Efecto de interacción diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre la altura de planta. Finca La Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	11
6	Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el diámetro del tallo. Finca La Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	12
7	Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el diámetro del tallo. Finca La Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	13
8	Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	14
9	Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de hojas por planta Finca La Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	14
10	Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de cápsulas por planta a la cosecha. Finca La Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	16

<b>Tabla No.</b>		<b>Página</b>
11	Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de cápsulas por planta. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	16
12	Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de semillas por cápsulas. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	17
13	Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número semillas por cápsulas. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	18
14	Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el peso de 1000 semillas. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	19
15	Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el peso de 1000 semillas. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	19
16	Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendimiento de grano en kg/ha. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	21
17	Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendimiento de grano en kg/ha. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	22
18	Presupuesto parcial de los tratamientos. Ensayo de niveles y Fraccionamiento del nitrógeno. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	23
19	Análisis de dominancia de los tratamientos. Ensayo de niveles y Fraccionamiento del nitrógeno. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	24
20	Análisis marginal . Ensayo de niveles y Fraccionamiento del nitrógeno. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	25



**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura No.</b>		<b>Página</b>
1	Climatograma de la finca La Concepción. Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	3
2	Curva de beneficios netos. Ensayo de niveles y Fraccionamiento del nitrógeno. Finca la Concepción, Nagarote, León. Epoca de postrera de 1999.	26

**RESUMEN**

El presente trabajo se planificó con el propósito de determinar la influencia de diferentes niveles de nitrógeno ( 0, 29.62, 59.24 y 88.86 kg/ha) y fraccionamiento (100 % 25 dds; 50 % 25 dds; 50 % 45 dds y 100 % 45 dds) del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L), variedad Cuyumaqui y análisis económico de los tratamientos en estudio, bajo las condiciones ecológicas de la finca La Concepción, Nagarote, León. El ensayo se estableció en la siembra de Postrera de 1999 (13 de Septiembre al 22 de Diciembre de 1999), utilizándose un diseño de bloques completos al azar con arreglos en parcelas divididas y estableciéndose cuatro repeticiones. Los resultados estadísticos mostraron efecto real de los niveles del Factor A (dosis de nitrógeno) para las variables altura de planta, diámetro del tallo, hojas por planta, cápsulas por planta y rendimiento de grano. Para el Factor B (fraccionamiento del nitrógeno) no se encontró diferencias estadísticas para el diámetro del tallo, número de hojas por planta y peso de mil semillas. El efecto de la interacción de los factores en estudio (AxB) mostró diferencias significativas en todos los caracteres evaluados, a excepción del peso de mil semilla que resultó ser no significativo. Los resultados del análisis económico indican que cuando se aplicó toda la dosis de 59.24 kg/ha de nitrógeno a los 25 días después de la siembra (dds), se obtuvo la más alta rentabilidad e económica ( $a_3b_1$ ), con un rendimiento de 1089.30 kg de grano por hectárea y una tasa de retorno marginal de 439.29 por ciento.

## I INTRODUCCION

El cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) es un cultivo oleaginoso, originario de Etiopía, Africa, de donde se distribuyó al Asia Central, Indostán y China. En la actualidad se cultiva en los países de Asia, América, Europa y Africa, calculándose la producción mundial en mas de dos millones de toneladas métricas por año. En América Latina, México y Venezuela son los principales productores (Fonseca, 1996).

Por su adaptabilidad a las condiciones climáticas, el ajonjolí se siembra en todos los países de Centro América, y su semilla es muy apreciada en el mercado internacional por su alto contenido de aceite. Se puede decir que la semilla contiene el 50 por ciento de aceite, 25 por ciento de proteína, 11 por ciento de carbohidratos, 5 por ciento de cenizas, 4 por ciento de fibra y 5 por ciento de humedad (Robles, 1985).

En Nicaragua, el ajonjolí fue introducido en el año de 1938, y la exportación de la semilla ha constituido un factor importante en la economía nacional. Se debe considerar que la demanda de la semilla de ajonjolí va en aumento, ya que el interés comercial e industrial despertado por la misma se debe a su alto contenido de aceite, el cual es utilizado para una diversidad de productos tanto cosméticos como de consumo humano y animal (Fonseca, 1996).

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 96/97 un rendimiento promedio de 400 kg/ha, los cuales se consideran muy bajos con relación al potencial genético de las variedades que pueden alcanzar hasta mas de 1 000 kg/ha. (MAG, 1998).

Este cultivo se concentra básicamente en manos de pequeños y medianos productores, los cuales disponen de una experiencia de más de cincuenta años, pero con una tecnología tradicional, que no ha tenido mejoras sustanciales que permitan elevar la eficiencia del

proceso productivo y el incremento de la productividad y la producción (Uriarte & Tapia, 1997).

Estos productores cultivan al ajonjolí en tierras frágiles con baja productividad y baja fertilidad de los mismos, siendo estos suelos pobres en nitrógeno disponible para la planta. Por lo tanto, con aplicaciones de fertilizantes nitrogenados se pueden incrementar los rendimientos del cultivo (Alvarado, 1999).

Crat (1976), 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 para satisfacer las necesidades de este elemento a la planta.

Así mismo, Fonseca (1996) reporta que el ajonjolí responde bien al uso de fertilizantes nitrogenados, por lo que recomienda su uso para obtener mejores rendimientos.

Tomando en cuenta lo antes señalado, se realizó el siguiente trabajo para cumplir los siguientes objetivos:

1. Estudiar el efecto de diferentes dosis y fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento del cultivo del ajonjolí.
2. Determinar la dosis y momento óptimo de aplicación del nitrógeno que induzca al mayor aumento de los rendimientos del cultivo del ajonjolí.
3. Evaluar la rentabilidad de los tratamientos en estudio, en función de los costos variables y beneficios netos para determinar el tratamiento mas rentable económicamente.

## 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 cual 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 Postrera, del 13 de Septiembre al 22 de Diciembre de 1999. Las condiciones climatológicas (precipitación y temperatura) ocurridas durante el período del ensayo se presentan en la Figura 1.

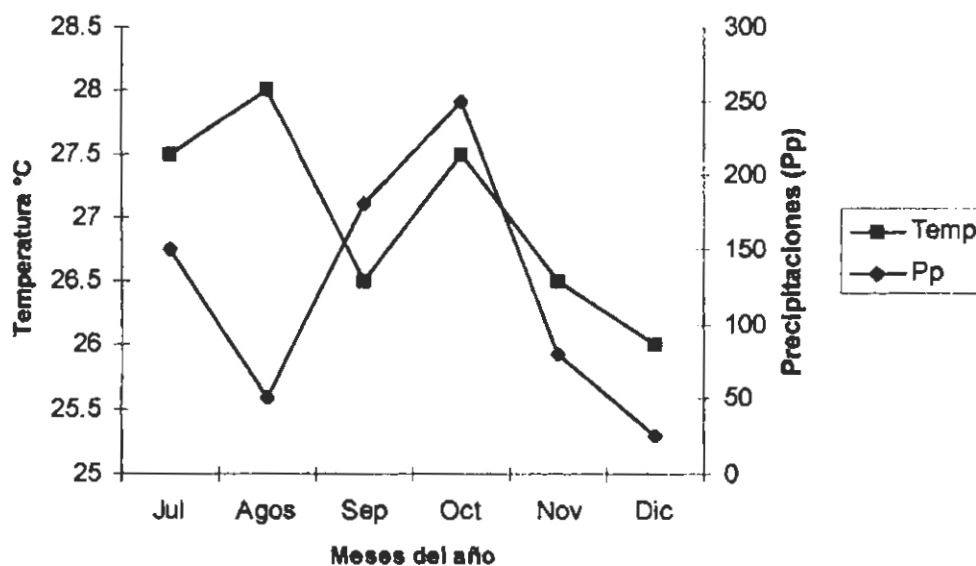


Figura 1. Climatograma de la Finca La Concepción. Nagarote, León. Época de Postrera de 1999.

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

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, UNA.

### 2.1.3. Descripción del diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño bifactorial en parcelas divididas, arregladas en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones (Pedroza, 1993). 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 postrera de 1999.

Factor A: Dosis de nitrógeno en Kg/ha	Factor B: Fraccionamiento del nitrógeno
a <sub>1</sub> : 0 kg	b <sub>1</sub> : 100 % a los 25 dds.
a <sub>2</sub> : 29.62 kg	b <sub>2</sub> : 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds.
a <sub>3</sub> : 41.80 kg	b <sub>3</sub> : 100 % a los 45 dds
a <sub>4</sub> : 88.86 kg	

Nota: dds significa días después de la siembra.

#### 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 postrera de 1999.

Tratamientos	Descripción
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Testigo absoluto sin aplicación de Nitrógeno (N)
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Testigo absoluto sin aplicación de Nitrógeno (N)
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Testigo absoluto sin aplicación de Nitrógeno (N)
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	29.62 kg/ha de N aplicado 100 % a los 25 dds
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	29.62 kg/ha de N aplicado 50 % a los 25dds y 50 % a los 45 dds
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	29.62 kg/ha de N aplicado 100 % a los 45 dds
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	59.24 kg/ha de N aplicado 100 % a los 25 dds
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	59.24 kg/ha de N aplicado 50 % a los 25 dds y 50 % a los 45 dds
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	59.24 kg/ha de N aplicado 100 % a los 45 dds
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	88.86 kg/ha de N aplicado 100 % a los 25 dds
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	88.86 kg de N aplicado 50 % a los 20dds y 50 % a los 45 dds
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	88.86 kg de N aplicado 100 % a los 45 dds

#### 2.1.5. Dimensiones del ensayo

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

- a) Área de la parcela útil : 5.60 m<sup>2</sup>
- b) Área de la sub-parcela : 21.00 m<sup>2</sup>
- c) Área de la parcela grande : 63.00 m<sup>2</sup>
- d) Área de una repetición : 252.00 m<sup>2</sup>
- e) Área entre repetición : 151.20 m<sup>2</sup>
- f) Área de 4 repeticiones : 1008.00 m<sup>2</sup>
- g) Área total del experimento : 1159.20 m<sup>2</sup>

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 rangos múltiples de Duncan al 5 % de confiabilidad.

#### **2.1.7. Análisis económico**

Los resultados obtenidos en el ensayo se sometieron a un análisis económico para evaluar la rentabilidad de los tratamientos, con el fin de brindar información acerca de cual de los tratamientos es más rentable. La metodología empleada para la realización de este análisis fue a través del presupuesto parcial y el análisis marginal, según la metodología propuesta por el CIMMYT (1988), que a continuación se describe:



- **Presupuesto parcial:** Organiza los datos del experimento para obtener los costos y beneficios netos de cada uno de los tratamientos, tomando en cuenta los siguientes componentes:

**Rendimiento medio (kg/ha):** Se toman en cuenta todos los rendimientos medios de los tratamientos que se están evaluando.

**Rendimientos Ajustados (kg/ha):** Se ajusta el rendimiento medio de cada uno de los tratamientos evaluados al 10 %, para reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con los tratamientos.

**Beneficios brutos de campo (C\$/ha):** El beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo del producto por el rendimiento ajustado.

**Precio de campo del producto:** El precio de campo del producto se define como el valor que tiene para el agricultor una unidad adicional de producción en el campo, antes de la cosecha. Para calcularlo se toma el precio que el agricultor recibe (o podría recibir) por el producto cuando lo vende y se le restan todos los costos relacionados con la cosecha y venta que son proporcionales al rendimiento, es decir, los costos que se pueden expresar por kilogramo del producto.

**Costos que varían (C\$/ha):** Los costos que varían son los costos (por ha) relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.

**Beneficios netos C\$/ha):** Los beneficios netos para cada tratamiento se calcula restando el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo.

- **El análisis marginal:** El análisis marginal compara los costos que varían con los beneficios netos de cada tratamiento y contempla los siguientes análisis:

**Análisis de dominancia:** Examina los costos que varían, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de los costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo que varían más bajos.

**La curva de beneficios netos:** En la curva de beneficios Netos se grafican todos los tratamientos, identificando cada tratamiento con un punto, según sus beneficios netos y el total de los costos que varían. Las alternativas que no son dominadas se unen con una línea.

La tasa de retorno marginal: La tasa de retorno marginal nos revela exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida y se calcula dividiendo los beneficios netos marginales entre los costos marginales expresado en por ciento.

## **2.2 - 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, se realizó el último pase de grada 2 días antes de la siembra.

La siembra se realizó de forma manual, el 13 de Septiembre de 1999. 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: ciclo de 90-100 días; produce de 1 a 3 ramas principales, con algunas ramas secundarias; la altura de planta varía de 150 a 200 cm; el tallo es cuadrangular, de color verde claro, sin pelos y la parte inferior es gruesa y fuerte. Las hojas inferiores son lobuladas de color verde claro, sin pelos, con borde dentado y pecíolo largo sin pelo. Las hojas superiores son de forma lanceolada, verde oscuro, sin pelo y bordes lisos. 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. La floración comienza entre los 38 y 40 días después de la germinación. Los frutos son dehiscentes, verdes oscuros, sin pelos y se produce un fruto por axila. Cada planta tiene un promedio de 123 cápsulas. Las semillas son de color café claro y la variedad tiene un potencial de producción de 1 000 kg/ha.

La fertilización se llevó a cabo utilizando la fórmula completa 10-30-10 al momento de la siembra, a razón de 129 kg/ha y la fertilización nitrogenada se realizó con urea (46 % de nitrógeno) aplicándose según lo descrito en la Tabla 2.

Para el control de plagas del suelo se aplicó al momento de la siembra Carbofuran (Furadán al 5 %) a razón de 16.3 kg/ha. Se realizaron controles de plagas a los 40 y 65 días después de la siembra aplicando Monocrotopos CS 40 (Nuvacron) a razón de 1.5 lt/ha. La cosecha se realizó de forma manual a los 100 días después de la siembra.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno 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, fertilidad y la humedad disponible del mismo.

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos para la variable altura de planta. Se puede apreciar que las distintas dosis aplicadas ejercieron efecto significativo a los 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds), no así, a los 30 dds que 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 tanto, las dosis de nitrógeno aplicada no pueden mostrar su efecto. A los 45 dds la mayor altura la alcanzó el nivel  $a_3$  (59.24 kg/ha) y con diferencias significativas con el resto de los niveles, en segundo lugar quedaron las dosis de 29.62 y 88.86 kg/ha y sin diferencias significativas entre ellas, y la menor altura la alcanzó el nivel  $a_1$  (0 kg/ha) con 49.63 cm. A los 60 dds los niveles no tienen diferencias significativas, y finalmente, a los 75 dds la dosis de 59.24 kg/ha de nitrógeno indujo a la mayor altura (143.88 cm) y cuando se aplicó 29.62 y 88.86 kg/ha de nitrógeno, las alturas resultaron ser no significativas (139.45 y 136.82 cm respectivamente). Cuando no se aplicó nitrógeno, la respuesta de la planta fue de menor altura, tal como se puede observar en el nivel  $a_1$  en donde la altura fue de 125.51 cm.

Para el Factor B (Tabla 4), los resultados indican que hay efecto significativo del fraccionamiento del nitrógeno hasta los 75 dds. No obstante a la no significancia encontrada a los 30, 45 y 60 dds, se puede apreciar que existe una tendencia de mayor altura de planta cuando se

fraccionó la aplicación del nitrógeno (nivel  $b_2$ ) a los 45 y 60 dds en comparación con el no fraccionamiento (niveles  $b_1$  y  $b_3$ ). Esta tendencia se mantiene a los 75 dds, el nivel  $b_2$  alcanza la mayor altura (139.75 cm) pero sin diferencias significativas con el nivel  $b_1$  (137.19 cm). Cuando se aplicó todo el nitrógeno a los 45 dds la altura disminuyó a 132.31 cm.

Tabla No. 4. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre la altura de planta. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

<b>Factor A: Niveles de N (kg/ha)</b>	<b>30 dds</b>	<b>45 dds</b>	<b>60 dds</b>	<b>75 dds</b>
$a_1$ : 0	18.59 a	49.63 b	108.14 b	125.51 b
$a_2$ : 29.62	19.68 a	51.46 ab	122.63 a	139.45 ab
$a_3$ : 59.24	20.15 a	57.34 a	121.87 a	143.88 a
$a_4$ : 88.86	22.39 a	52.55 ab	118.14 a	136.82 ab
ANDEVA	NS	*	*	*
C. V (%)	13.33	22.71	15.69	13.40
<b>Factor B: Fraccionamiento</b>				
$b_1$ : 100 % 25 dds	19.45 a	52.43 a	120.15 a	137.19 a
$b_2$ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	20.49 a	53.86 a	119.05 a	139.75 a
$b_3$ : 100 % 45 dds	20.65 a	51.94 a	114.47 a	132.31 b
ANDEVA	NS	NS	NS	*
C. V (%)	11.41	18.26	7.12	3.83

Al analizar el efecto de la interacción de los Factores (Tabla 5), se puede apreciar que los tratamientos difieren estadísticamente a los 30, 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  $a_3b_2$  alcanzó la mayor altura con 148.16 cm y sin diferencias estadísticas con los tratamientos  $a_2b_2$  y  $a_3b_1$  (148.03 y 146.56 cm respectivamente). En los tratamientos testigo donde no se aplicó nitrógeno ( $a_1b_3$ ,  $a_1b_2$  y  $a_1b_1$ ) se desarrollaron las menores alturas y sin diferencias significativas entre las mismas.

Tabla 5. . Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre la altura de planta. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

30 dds		45 dds		60 dds		75 dds	
Trat.	Medias	Trat.	Medias	Trat.	Medias	Trat.	Medias
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	23.60 a	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	65.89 a	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	126.77 a	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	148.16 a
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	22.85 ab	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	56.30 ab	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	125.77 ab	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	148.03 a
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	22.03 ab	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	54.12 ab	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	125.10 ab	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	146.56 a
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	21.20 abc	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	53.07 ab	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	124.70 ab	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	141.06 ab
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	20.73 abc	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	52.07 ab	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	123.27 ab	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	138.13 b
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	20.06 abc	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	51.62 ab	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	119.52 abc	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	138.13 b
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	19.50 bc	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	51.30 ab	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	117.65 abcd	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	136.96 bc
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	18.78 c	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	51.25 ab	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	114.75 abcd	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	134.20 bcd
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	18.68 c	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	50.10 ab	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	112.75 abcd	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	129.26 cde
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	18.36 c	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	45.70 c	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	105.20 d	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	123.66 e
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	18.33 c	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	46.70 c	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	106.85 d	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	124.66 e
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	18.30 c	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	47.90 c	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	104.82 d	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	123.00 e
ANDEVA	*	ANDEVA	*	ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V. (%)	11.41	C.V. (%)	18.26	C.V. (%)	7.12	C.V. (%)	3.83

Estas diferencias de alturas encontradas se deben a la respuesta que da el ajonjolí a las diferentes dosis y momento de aplicación del nitrógeno. Este elemento, es de gran importancia en el crecimiento de la planta, ya que participa en la síntesis de proteína y esta a su vez en la división celular. Basándose en los resultados anteriores (Tabla 4 y 5) se puede suponer que una disminución del nitrógeno disponible en suelo debe provocar una disminución consecuente en la síntesis de proteína, lo cual provoca a su vez una disminución en el tamaño de las células y especialmente en del ritmo de sus divisiones, afectándose negativamente el crecimiento de la planta.

Estos resultados concuerdan con los de Blanco & Mairena (1993) en un estudio similar, pero con diferente variedad de ajonjolí (Turen), en donde la altura de planta se vio afectada por las diferentes dosis y momento de aplicación del nitrógeno.

### 3.1.2. Diámetro del tallo

Sánchez (1985), afirma que el diámetro del tallo del ajonjolí es una característica varietal, pero entre las plantas de una misma variedad, el diámetro varía por la influencia de diversos factores, tanto ambientales como edáficos.

Los resultados de este descriptor para el efecto principal de ambos Factores en estudio se muestran en las Tablas 6 y el efecto de los tratamientos se presentan en la Tabla 7. Según los datos obtenidos del Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por Duncan, se encontró diferencias reales solamente entre el Factor A (dosis de nitrógeno) y los tratamientos (interacción  $A \times B$ ). Para el Factor B (Fraccionamiento del nitrógeno) los resultados del ANDEVA indican que no hay diferencias significativas entre los diferentes momentos en que se aplicaron las dosis de nitrógeno. Al analizar el comportamiento del diámetro a los 75 dds (Tabla 6), se puede observar que donde no se aplicó nitrógeno se obtuvo el menor diámetro (0.92 cm) y en la medida que se incrementaron las dosis de nitrógeno el grosor del tallo se incremento, hasta alcanzar 1.13 cm de diámetro con la dosis de 88.86 kg/ha de nitrógeno.

Al analizar la Tabla 7, se puede observar que el efecto de interacción de ambos factores ejerció su efecto sobre el diámetro del tallo y el tratamiento  $a_3b_2$  resulto ser la mejor combinación para esta variable. Así, a los 30 dds alcanza un grosor de 0.35 cm quedando en segundo lugar y difiriendo estadísticamente con la combinación  $a_3b_1$  quien alcanzó el mayor diámetro (0.48 cm); a los 45, 60 y 75 dds este tratamiento ( $a_3b_2$ ) se destaca en el primer lugar con 0.86, 1.20 y 1.19 cm de diámetro respectivamente.

Resultados similares para esta variable encontraron Flores & García (1998), en un estudio de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno para la variedad Mejicana, en donde la dosis de 88.86 kg/ha y el tratamiento  $a_3b_2$  alcanzaron los mayores diámetros (0.97 y 1.15 cm respectivamente).

Tabla 6. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el diámetro del tallo en centímetro. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

Factor A: Niveles de N (kg/ha)	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
a <sub>1</sub> : 0	0.33 a	0.66 b	0.92 c	0.92 c
a <sub>2</sub> : 29.62	0.32 a	0.76 a	1.00 b	1.03 b
a <sub>3</sub> : 59.24	0.38 a	0.80 a	1.13 a	1.12 ab
a <sub>4</sub> : 88.86	0.31 a	0.78 a	1.10 a	1.13 a
ANDEVA	NS	*	*	*
C. V (%)	29.88	11.79	6.58	9.99
<b>Factor B: Fraccionamiento</b>				
b <sub>1</sub> : 100 % 25 dds	0.36 a	0.77 a	1.06 a	1.06 a
b <sub>2</sub> : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	0.33 a	0.75 a	1.06 a	1.06 a
b <sub>3</sub> : 100 % 45 dds	0.32 a	0.70 b	0.99 a	1.03 a
ANDEVA	NS	*	NS	NS
C. V (%)	18.92	7.36	8.94	5.66

Tabla 7. Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

30 dds		45 dds		60 dds		75 dds	
Trat.	Medias	Trat.	Medias	Trat.	Medias	Trat.	Medias
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	0.48 a	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	0.86 a	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	1.20 a	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	1.23 a
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	0.35 b	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	0.83 ab	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	1.15 ab	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	1.19 a
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0.34 b	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	0.82 abc	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	1.27 ab	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	1.15 ab
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	0.34 b	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	0.81 abc	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	1.10 bc	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	1.11 abc
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0.33 b	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0.77 cd	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	1.06 bcd	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	1.09 bc
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0.33 b	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	0.75 cd	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	1.05 bcd	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	1.03 cd
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	0.32 b	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	0.73 de	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	1.03 bcde	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	1.03 cd
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	0.32 b	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	0.70 ef	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	0.99 de	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	1.03 cd
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0.32 b	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	0.69 ef	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	0.95 de	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	1.02 cd
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	0.31 b	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	0.67 ef	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	0.93 e	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	0.91 e
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	0.31 b	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0.63 f	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0.92 e	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	0.92 e
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	0.31 b	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	0.62 f	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0.90 e	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	0.89 e
ANDEVA	*	ANDEVA	*	ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V. (%)	18.92	C.V. (%)	18.96	C.V. (%)	15.80	C.V. (%)	14.60

### 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 en las mismas influyen en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo (Barahona & Gago, 1996). Al respecto, 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 mas las afecta.

Los resultados indican (Tabla 8) que se encontraron diferencias estadísticas para los niveles de nitrógeno a los 60 y 75 dds, periodos durante el cual se dio la mayor producción de hojas funcionales, obteniéndose la mayor cantidad con el nivel  $a_3$  (59.24 kg/ha) y sin diferencias significativas con el nivel  $a_4$  (88.86 kg/ha). Para el factor fraccionamiento no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes niveles aplicados.

Tabla No. 8. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

<b>Factor A: Niveles de N (kg/ha)</b>	<b>30 dds</b>	<b>45 dds</b>	<b>60 dds</b>	<b>75 dds</b>
$a_1$ : 0	5 a	22 a	38 b	41 b
$a_2$ : 29.62	6 a	22 a	41 ab	43 ab
$a_3$ : 59.24	6 a	24 a	52 a	50 a
$a_4$ : 88.86	6 a	25 a	43 ab	49 a
<b>ANDEVA</b>	NS	NS	*	*
<b>C. V (%)</b>	13.91	25.74	32.28	19.98
<b>Factor B: Fraccionamiento</b>				
$b_1$ : 100 % 25 dds	6 a	23 a	44 a	48 a
$b_2$ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	6 a	22 a	44 a	45 a
$b_3$ : 100 % 45 dds	6 a	24 a	43 a	45 a
<b>ANDEVA</b>	NS	NS	NS	NS
<b>C. V (%)</b>	9.95	14.83	11.03	10.05

Si se analiza el efecto de la interacción de los factores (Tabla 9), se puede observar a los 30 dds no se encontraron diferencias significativas; sin embargo, a los 45, 60 y 75 dds si hay efecto real de tratamiento y en el máximo periodo de producción de hojas (75 dds) la combinación  $a_3b_1$  y  $a_4b_1$  inducen a la mayor producción de hojas/plantas.



La disminución de hojas/planta que se dio en los tratamientos donde no se aplicó nitrógeno, 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 (amarillamiento de las hojas) debido a una disminución del contenido de clorofila en las hojas.

Tabla 9. Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de hojas por planta. Finca La Concepción, Nayarote León. Postrera de 1999.

30 dds		45 dds		60 dds		75 dds	
Trat.	Medias	Trat.	Medias	Trat.	Medias	Trat.	Medias
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	16 a	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	30 a	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	55 a	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	55 a
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	16 a	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	28 ab	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	54 a	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	52 abc
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	16 a	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	29 ab	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	50 ab	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	50 bc
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	16 a	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	28 ab	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	44 bc	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	49 bcd
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	16 a	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	24 abc	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	43 bc	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	48 bcd
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	16 a	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	24 abc	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	42 bc	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	45 cd
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	16 a	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	24 abc	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	42 bc	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	45 cd
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	15 a	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	23 abc	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	40 c	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	43 cd
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	15 a	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	23 abc	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	40 c	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	42 cd
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	15 a	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	20 c	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	39 c	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	41 d
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	15 a	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	20 c	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	37 c	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	41 d
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	15 a	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	19 c	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	37 c	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	40 d
ANDEVA	NS	ANDEVA	*	ANDEVA	*	ANDEVA	*
C.V. (%)	9.95	C.V. (%)	14.83	C.V. (%)	11.03	C.V. (%)	10.05

## **3.2. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno 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 (niveles de nitrógeno), Factor B (fraccionamiento del nitrógeno) y la interacción de los factores estudiados. En la Tabla 10 se puede apreciar que cuando se aplicó 59.24 kg/ha se obtuvo el mayor número de cápsulas/plantas (148 cápsulas/planta) diferenciándose estadísticamente del resto de los niveles del Factor A. Para el Factor B (Fraccionamiento del nitrógeno), el mayor rendimiento de cápsulas se obtuvo cuando del nitrógeno se aplicó 100 por ciento a los 25 dds (nivel  $b_1$ ) y cuando se aplicó fraccionado (nivel  $b_2$ ) la producción de cápsulas/planta disminuyó a 121, pero sin diferencias significativas con el nivel  $b_3$  (100 por ciento a los 45 dds) que produjo 113 cápsulas/planta.

Al estudiar el comportamiento del efecto de los tratamientos (interacción  $A \times B$ ), se puede observar en la Tabla 11 que los mismos ejercieron marcadas diferencias significativas en relación a esta variable. Cuando se aplicó 59.24 kg/ha de nitrógeno a los 25 dds ( $a_3b_1$ ) la planta respondió con una producción máxima de 185 cápsulas y diferenciándose estadísticamente con el resto de las combinaciones, esto se debe a que el nitrógeno es un elemento esencial para la producción de cápsulas por planta, y cuando se le suministra al cultivo la dosis óptima y el momento preciso en que la planta lo necesita, esta responde con una mayor producción de cápsulas; contrario a esto están aquellos tratamientos donde no se aplicó este elemento, los cuales produjeron la menor cantidad de cápsulas/planta y sin diferencias significativas entre los mismos.

Estos resultados no concuerdan con los de Blanco & Mairena (1993) en un estudio similar pero con diferentes variedad (Turen) en donde la dosis de 88.86 kg/ha presentó el mayor número de cápsulas /planta.

Tabla 10. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de cápsulas por planta a la cosecha. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

<b>Factor A: Niveles de N (kg/ha)</b>	<b>Numero de cápsulas/planta a la cosecha.</b>
a <sub>1</sub> : 0	100 b
a <sub>2</sub> : 29.62	140 ab
a <sub>3</sub> : 59.24	148 a
a <sub>4</sub> : 88.86	142 ab
ANDEVA	*
C. V (%)	19.30
<b>Factor B: Fraccionamiento</b>	
b <sub>1</sub> : 100 % 25 dds	138 a
b <sub>2</sub> : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	121 b
b <sub>3</sub> : 100 % 45 dds	113 b
ANDEVA	*
C. V (%)	17.74

Tabla 11. Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de cápsulas por planta a la cosecha. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	185 a
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	162 ab
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	141 bcd
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	138 bcde
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	123 def
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	121 def
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	112 def
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	108 ef
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	104 ef
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	101 f
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	97 f
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	92 f
ANDEVA	*
C.V. (%)	17.74

### 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 éstas varía en un rango limitado según las condiciones ambientales, la fertilización del suelo y el manejo que se le de al cultivo.

Se puede apreciar en las Tablas 12 y 13 que los factores en estudio y su interacción presentan diferencias estadísticas significativas, lo que nos induce a inferir que las diferentes dosis, fraccionamiento y la combinación de ambos modificaron este carácter. Así, cuando se aplicó 59.24 kg/ha de nitrógeno el número de semilla/cápsula se incremento a 79 y sin diferencias estadística con la dosis de 88.86 kg/ha de nitrógeno. En relación al fraccionamiento, cuando el nitrógeno se aplicó fraccionado (50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds) se obtuvo el mayor valor (79 semillas/ cápsulas), y al estudiar el efecto de la combinación de los niveles de los factores en estudio, el tratamiento  $a_4b_1$  alcanzo el mayor producción, con 81 semillas/cápsulas.

Tabla 12. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de semillas por cápsulas. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

<b>Factor A: Niveles de N (kg/ha)</b>	<b>Numero de semillas/cápsulas</b>
$a_1$ : 0	70 b
$a_2$ : 29.62	74 ab
$a_3$ : 59.24	79 a
$a_4$ : 88.86	79 a
ANDEVA	*
C. V (%)	7.51
<b>Factor B: Fraccionamiento</b>	
$b_1$ : 100 % 25 dds	76 ab
$b_2$ : 50 % 25 dds; 50 % 45 dds	79 a
$b_3$ : 100 % 45 dds	73 b
ANDEVA	*
C. V (%)	7.61

Tabla 13 . Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el número de semillas por cápsulas. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

Tratamientos	Medias
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	81 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	80 ab
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	80 ab
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	79 ab
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	79 ab
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	78 abc
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	76 abc
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	76 abc
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	75 abc
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	72 c
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	71 c
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	69 c
ANDEVA	*
CV (%)	7.61

Estas diferencias encontradas entre el número de semillas por cápsulas en las dosis (Factor A), fraccionamiento (Factor B) y los tratamientos (interacción AxB) pudiera deberse al efecto que ejerció el nitrógeno y su momento óptimo de aplicación sobre la longitud de la cápsula, ya que tanto para los niveles de los factores como para la interacción de los mismo que indujeron al mayor numero de semillas por cápsula, las cápsulas de éstos presentaron mayor longitud que los otros niveles y tratamientos.

Estos resultados no concuerdan con los presentados por Flores & García (1998) en un estudio similar pero con diferente variedad (Mejicana) en donde la variable número de semillas por cápsula resultó ser no significativas para el factor A (dosis de nitrógeno), factor B (fraccionamiento) y la interacción dosis por fraccionamiento.

### 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 respecto, Zapata & Orozco (1991), plantean que esta variable demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva.

Al analizar los resultados estadísticos del peso de 1000 semillas (Tablas 14 y 15) no se encontraron diferencias significativas para los factores en estudio y su interacción, apreciándose que el valor numérico de las medias se desplazó entre 2.77 a 2.98 gramos/1000 semillas. Estas diferencias no significativas encontradas se deben a que esta variable es muy poco influenciada por los factores en estudio y su interacción, dado que es un carácter determinado genéticamente. Al respecto, Toruño (1987), quién realizó un estudio de 8 variedades de ajonjolí, encontró diferencias no significativas para el peso de mil granos;. así mismo, Flores & García (1998) en un estudio similar a este pero con la variedad Mejicana, 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 14. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el peso de 1000 semillas. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

<b>Factor A: Niveles de N (kg/ha)</b>	<b>Peso de 1000 semillas en gramos.</b>
a <sub>1</sub> : 0	2.92 a
a <sub>2</sub> : 29.62	2.92 a
a <sub>3</sub> : 59.24	2.85 a
a <sub>4</sub> : 88.86	2.85 a
ANDEVA	NS
C. V (%)	7.11
<b>Factor B: Fraccionamiento</b>	
b <sub>1</sub> : 100 % 25 dds	2.87 a
b <sub>2</sub> : 50 % 20 dds; 50 % 55 dds	2.87 a
b <sub>3</sub> : 100 % 45 dds	2.91 a
ANDEVA	NS
C. V (%)	5.19

Tabla 15 . Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el peso de 1000 semillas. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

Tratamientos	Medias
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	2.98 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	2.95 a
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2.95 a
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2.92 a
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	2.90 a
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	2.90 a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2.90 a
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	2.90 a
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	2.82 a
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	2.82 a
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	2.77 a
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	2.77 a
ANDEVA	NS
C.V. (%)	5.19

### 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, 1999).

Según el análisis de varianza realizado a esta variable (Tabla 16), demuestra que existe efecto real de los niveles aplicados del factor A (dosis de nitrógeno), factor B (fraccionamiento del nitrógeno) y la interacción (dosis de nitrógeno con fraccionamiento). Si se analiza el efecto

principal del factor A (dosis de nitrógeno), según la prueba de separación de medias de Duncan al 5 %, nos muestra que las dosis de 59.24 y 88.86 kg/ha de nitrógeno fueron las que indujeron a obtener un mayor rendimiento (1013.39 y 1105.66 kg de grano/ha; en segundo lugar se puede apreciar la dosis de 29.62 kg/ha con un rendimiento de 766.37 kg de grano/ha, y en último lugar quedo el testigo absoluto (nivel  $a_1$ ) con 114.34 kg de grano/ha. Para el efecto principal del factor B (fraccionamiento) las diferencias encontradas entre las medias del rendimiento fueron significativas y la prueba de Duncan al 5 % las ubica en tres categoría estadística diferenciadas. El mayor rendimiento se dio cuando se aplicó fraccionado el nitrógeno (50 por ciento a los 25 dds; 50 por ciento a los 45 dds), obteniéndose una producción de grano de 953 kg de grano/ha; cuando el nitrógeno se aplicó el 100 por ciento a los 25 dds el rendimiento disminuyó a 819 kg de grano/ha, y cuando se aplicó el 100 por ciento a los 45 dds la producción de grano bajo hasta 687 kg de grano/ha.

Al analizar el rendimiento de grano en la interacción de ambos factores (Tabla 17), la prueba de separación de medias de Duncan al 5 % nos ordena a los tratamientos en cinco categorías estadísticas bien definidas: En primer lugar quedaron los tratamientos  $a_4b_2$ ,  $a_3b_2$  y  $a_4b_1$ , quienes alcanzaron los mayores rendimientos, con 1 227.70, 1 223.20 y 1 142.90 kg de grano/ha y sin diferencias significativas entre ellos, pero a su vez son diferentes estadísticamente con el resto de los tratamientos; en segundo lugar quedó solamente la combinación  $a_3b_1$  con un rendimiento de 1 089.30 kg/ha; el tercer lugar lo ocuparon las combinaciones  $a_2b_2$  y  $a_4b_3$  con un rendimiento de 977.67 y 946.43 kg/ha de grano respectivamente; el cuarto lugar lo ocuparon los tratamientos  $a_3b_3$ ,  $a_2b_3$  y  $a_2b_1$  con rendimientos de 727.67, 669.64 y 651.78 kg/ha; finalmente, el testigo absoluto quedo en el quinto lugar, alcanzando los rendimientos mas bajos. Con estos resultados se demuestra como la aplicación de los diferentes niveles de nitrógeno, niveles de fraccionamiento y la interacción de estos, afectan significativamente el rendimiento de grano, lo cual viene a corroborar la importancia que tiene el nitrógeno en el crecimiento y rendimiento del cultivo aplicado en la dosis óptima y en el momento que la planta mas lo necesita.

Similares resultados obtuvieron Flores & García (1998) en un estudio de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí, pero con una variedad diferente (Mejicana).



Tabla 16. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendimiento de grano en kg/ha. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

Factor A: Niveles de N (kg/ha)	Rendimiento de grano en kg/ha
a <sub>1</sub> : 0	114.34 c
a <sub>2</sub> : 29.62	766.37 b
a <sub>3</sub> : 59.24	1013.39 a
a <sub>4</sub> : 88.86	1105.66 a
ANDEVA	*
C. V (%)	14.40
<b>Factor B: Fraccionamiento</b>	
b <sub>1</sub> : 100 % 25 dds	819 b
b <sub>2</sub> : 50 % 25dds, 50 % 45 dds	953 a
b <sub>3</sub> : 100 % 45 dds	687 c
ANDEVA	*
C. V (%)	12.68

Tabla 17. Efecto de interacción niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendimiento de grano en kg/ha. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

Tratamientos	Medias
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	1227.70 a
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	1223.20 a
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	1142.90 a
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	1089.30 ab
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	977.67 b
a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>	946.43 b
a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	727.67 c
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	669.64 c
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	651.78 c
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	100.00 d
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	100.00 d
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	100.00 d
ANDEVA	*
C.V. (%)	8.26

### **3.3. Análisis económico a los datos de los tratamientos en estudio**

Con el propósito de determinar el tratamiento más rentable, se llevo a cabo el análisis económico de los mismos, tomando en cuenta el presupuesto parcial, el análisis de dominancia y el análisis marginal, tal como lo propone la metodología del CIMMMYT (1998).

#### **3.3.1 Presupuesto parcial**

Para la realización de este presupuesto, se tomaron en cuenta los precios vigentes durante el desarrollo del estudio y el precio del ajonjolí al momento de la cosecha fue de C\$ 300.00 córdobas por saco de 45.45 kg de peso.

En la Tabla 18 se presenta el presupuesto parcial de los doce tratamientos en estudio. Se pueden observar que la primera línea del presupuesto presenta los rendimientos medios obtenidos de cada tratamiento. Estos rendimientos se ajustaron a un 10 %, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento, tal como se puede observar el rendimiento ajustado en la línea cuatro. La última línea del presupuesto presenta los beneficios netos de cada tratamiento y se puede apreciar que el tratamiento  $a_3b_2$  obtuvo el mayor beneficio neto (C\$ 2 282.93 córdobas/ha), con un total de costos variables de 2 632.37 córdobas/ha. Los mayores costos variables lo alcanzaron aquellos tratamientos en donde se aplicaron la mayor dosis de nitrógeno ( $a_4b_1$ ,  $a_4b_2$  y  $a_4b_3$ ), pudiéndose observar que el beneficio netos de estos tratamientos (2 085.12, 2 192.65 y 1 777.54 córdobas/ha respectivamente) están por debajo del beneficio neto del tratamiento  $a_3b_2$ . En los tratamientos donde no se aplicó nitrógeno, se obtuvieron los costos y beneficios netos más bajo.

Tabla 18. Presupuesto parcial de los tratamientos. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

Componentes del presupuesto parcial	Tratamientos					
	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>
Rendimiento kg/ha	100.00	100.00	100.00	651.78	669.50	669.64
Ajuste (10 %)	10.00	10.00	10.00	65.18	66.95	66.96
Rendimiento ajustado	90.00	90.00	90.00	586.60	602.55	602.68
Beneficio Bruto de campo	401.84	401.84	401.84	2619.11	2690.31	2690.88
Costo de Transporte	130.71	130.71	130.71	851.92	875.08	875.26
Costo de cosecha	55.89	55.89	55.89	364.27	374.18	374.26
Costo de mano de obra	0.00	0.00	0.00	75.00	150.00	75.00
Costo del Nitrógeno	0.00	0.00	0.00	99.97	99.97	99.97
Total de costos variable	186.60	186.60	186.60	1391.16	1499.22	1424.48
Beneficios netos	215.24	215.24	215.24	1227.95	1191.09	1266.39

Tabla 18. Continuación.

Componentes del presupuesto parcial	Tratamientos					
	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> b <sub>3</sub>
Rendimiento kg/ha	1089.30	1223.20	727.67	1142.90	1227.70	1000.00
Ajuste (10 %)	108.93	122.32	72.77	114.29	122.77	100.00
Rendimiento ajustado	980.37	1100.88	654.90	1028.61	1104.93	900.00
Beneficio Bruto de campo	4377.23	4915.30	2924.06	4592.62	4933.38	4018.39
Costo de Transporte	1423.78	1598.80	951.11	1493.84	1604.68	1307.06
Costo de cosecha	608.80	683.64	406.69	638.76	686.15	558.89
Costo de mano de obra	75.00	150.00	75.00	75.00	150.00	75.00
Costo del Nitrógeno	199.93	199.93	199.93	299.90	299.90	299.90
Total de costos variable	2307.52	2632.37	1632.73	2507.50	2740.73	2240.85
Beneficios netos	2069.72	2282.93	1291.33	2085.12	2192.65	1777.54

### 3.3.2 Análisis de Dominancia

Con el fin eliminar a aquellos tratamientos que tengan beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajo (tratamiento dominado), se realizó el análisis de dominancia a los tratamientos en estudio, observándose en la Tabla 19 que de los tratamientos que presentaron los costos variables más bajos (186.60 córdobas/ha respectivamente) el  $a_1b_2$  y  $a_1b_3$  quedaron dominados. Así mismo, en aquellos tratamientos donde se aplicó 29.62 kg/ha de nitrógeno aplicado en dos momentos ( $a_2b_2$ ) y 88.86 kg/ha de nitrógeno fraccionado 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds ( $a_4b_2$ ) quedaron también dominados.

Tabla 19. Análisis de dominancia de los tratamientos. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

Tratamientos	Costos Variables.	Beneficios netos	Tratamiento dominado (D)
$a_1b_1$	186.60	215.24	x
$a_1b_2$	186.60	215.24	D
$a_1b_3$	186.60	215.24	D
$a_2b_1$	1391.16	1227.95	x
$a_2b_3$	1424.48	1266.39	x
$a_2b_2$	1499.22	1191.09	D
$a_3b_3$	1632.73	1291.33	x
$a_4b_3$	2240.85	1777.54	x
$a_3b_1$	2307.52	2069.72	x
$a_4b_1$	2507.50	2085.12	x
$a_3b_2$	2632.37	2282.93	x
$a_4b_2$	2740.73	2192.65	D

### 3.3.3 Análisis Marginal

En el análisis marginal de los tratamientos, se calculó la tasa de retorno marginal entre los tratamientos no dominados y se comparó esa tasa de retorno con la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor (CIMMYT, 1988). Para este estudio, la tasa de retorno mínima aceptable fue del 150 por ciento.

En la Tabla 20 se presentan los resultados del análisis marginal de los tratamientos que muestran el beneficio que se obtiene cuando se pasa de un tratamiento a otro. Se puede apreciar que la mayor tasa de retorno marginal se obtuvo al pasar del tratamiento  $a_4b_3$  al  $a_3b_1$ , con una tasa de retorno marginal del 438.29 %, (muy por encima de la tasa de retorno mínima aceptable para este estudio). . Esto significa que por cada córdoba invertido en la aplicación del tratamiento  $a_3b_1$  se obtiene 4.3829 córdobas de ganancia además del córdoba invertido.

Tabla 20. Análisis marginal. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999.

Tratamiento	Costos que varían (C\$/ha)	Costos marginales (C\$/ha.)	Beneficios netos (C\$/ha)	Beneficios netos marginales (C\$/ha)	Tasa de retorno marginal (%)
$a_1b_1$	186.60	0.00	215.24	0.00	0.00
$a_2b_1$	1391.16	1204.56	1227.95	1012.71	84.07
$a_2b_3$	1424.48	33.33	1266.39	38.44	115.35
$a_3b_3$	1632.73	208.25	1291.33	24.94	11.98
$a_4b_3$	2240.85	608.12	1777.54	486.21	79.95
$a_3b_1$	2307.52	66.66	2069.72	292.18	438.29
$a_4b_1$	2507.50	199.98	2085.12	15.40	7.70
$a_3b_2$	2632.37	124.87	2282.93	197.81	158.41

En la Figura 2 se presenta la curva de beneficios netos y se puede observar que al pasar del tratamiento  $a_4b_1$  (cuando se aplicó 88.86 kg/ha de nitrógeno en una sola aplicación: 100 por ciento a los 25 dds) al tratamiento  $a_3b_2$  (cuando se aplicó 59.24 kg/ha de nitrógeno en dos aplicaciones: 50 por ciento a los 25 dds y 50 por ciento a los 45 dds) se obtiene el máximo beneficio neto, pero su tasa de retorno marginal (TRM) es del 158.41 % y que al compararla con la tasa de retorno mínima aceptable para este trabajo (150 %), lo hace muy poco rentable. No obstante a ello, el tratamiento mas rentable económicamente fue el  $a_3b_1$  (cuando se aplicó 59.24 kg/ha de nitrógeno en una sola aplicación: 100 por ciento a los 25 dds), ya que al pasar del tratamiento  $a_4b_3$  (cuando se aplicó 88.86 kg/ha de nitrógeno en una sola aplicación: 100 por ciento a los 45 dds) al tratamiento  $a_3b_1$  (cuando se aplicó 59.24 kg/ha de nitrógeno en una sola aplicación: 100 por ciento a los 25 dds) se obtuvo una TRM de 438.29 %, muy superior a la TRM mínima de comparación.

En la curva de beneficios netos, cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos y el total de los costos que varían, y las alternativas que no son dominadas se unen con una línea.

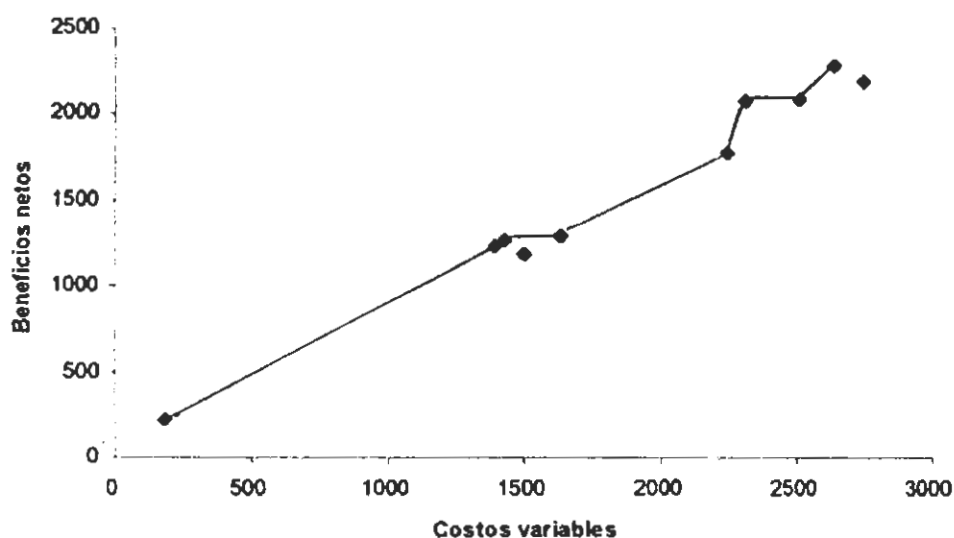


Figura 2. Curva de beneficios netos. Ensayo de niveles y fraccionamiento del nitrógeno. Finca La Concepción, Nagarote León. Postrera de 1999

#### IV. CONCLUSIONES

- La variables altura de planta, presentó efecto significativo para el Factor A (niveles de nitrógeno), Factor B (Fraccionamiento del nitrógeno) y la interacción de ambos factores a los 75 dds.
- El diámetro del tallo mostró efecto real de los niveles del Factor A y la interacción niveles y fraccionamiento del nitrógeno a los 45, 60 y 75 dds. Para el Factor B (fraccionamiento de nitrógeno) solamente a los 45 dds se encontraron diferencias significativas entre los diferentes momento de aplicación del nitrógeno.
- Los niveles del Factor A mostraron efecto significativo para la variable número de hojas/planta a los 60 y 75 dds y los niveles del Factor B resultaron no significativos a los 30, 45, 60 y 75 dd. Para el efecto de la interacción solamente fue no significativo a los 30 dds.
- De los componentes del rendimiento de grano, solamente el peso de mil semilla resulto no significativo para los factores en estudio y su interacción.
- Para el rendimiento de grano, los niveles  $a_4$  (88.86 kg/ha) del Factor A,  $b_2$  (fraccionamiento del nitrógeno: 50 por ciento a los 25 dds y 50 % a los 45 dds) del Factor B y la interacción  $a_4b_2$  indujeron obtener los mayores rendimiento de grano.
- Cuando se aplicó 59.24 kg/ha de nitrógeno en un solo momento (100 % a los 25 dds) se obtuvo el tratamiento mas rentable económicamente, con una tasa de retorno marginal del 438.29 %.

#### **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 utilizar el tratamiento a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> (59.24 kg/ha de nitrógeno aplicado 100 % a los 25 días después de la siembra), ya que fue el que presentó la mayor tasa de retorno marginal en el análisis económico.
- Repetir este ensayo en otras localidades para confirmar o negar los resultados obtenidos en este trabajo.
- Al repetir este ensayo, se debe de evaluar las variables de acame y fase vegetativa ó días a la cosecha.



## V. LITERATURA CITADA

- Alvarado , D., N., 1999. 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.
- Blanco, W., & Mairena, M., 1993. Estudio del efecto de diferentes niveles y fraccionamiento del nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) var. Turen y comparación de costos de tratamientos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 50 pp.
- CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, D. F. 79 pp.
- CRAT, 1976. Centro Regional de Ayuda Técnica. Guía para cultivos en los trópicos y sub-trópicos. 1ra. Edición en Español. 128 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.
- Fonseca, A., 1996. Perfil de Exportación del Cultivo del Ajonjolí (*Sesamum indicum* L). For Export. Revista del Exportador. APENN. 36 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, 1998. *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 (*Sesamum indicum* L)*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua. 75 pp.
- PAAT., 1992. *Guía Técnica de Manejo Integrado del Cultivo del Convenio MAG-GTZ*. Managua, Nica. 35 pp.
- Pedroza, H., P., 1993. *Fundamento de Experimentación Agrícola*. Centro de Estudios de Ecodesarrollo para el Trópico. Editorial Arte. Managua, Nicaragua. 264 pp.
- Quilantan, V., L., 1993. *Logros y aportaciones de las investigaciones agrícolas en los cultivos oleaginosos*. S.A.R.H. México, D.F. 10 pp.
- Robles, S., R., 1985. *Producción de granos básicos, granos forrajeros y ajonjolí*. Editorial Limusa, México D. F. 164 pp.
- Sánchez, P., A., 1981. *Cultivos Oleaginosos. Manual para la Educación Agropecuaria*. México, D. F. 240 pp.

- Sánchez, R., R., 1985. Producción de Oleaginosas y Textiles. 2da. Edición. Editorial Limusa S.A. México. 250 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.
- Yagodin, B., A.; Smirnov, J., & Burgski, P., 1982. Agroquímica. Tomo I. Editorial MIR, Moscu. 260 pp.
- Zapata , M., & Orozco, H., 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre cenosis de malezas, crecimiento y rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Revolución 81 en ciclo de Postrera. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 72 pp.