

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**ESTUDIO DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES Y FRACCIONAMIENTOS
DEL NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
AJONJOLI (*Sesamum indicum* L.) Var. TUREN, Y COMPARACION DE
COSTO Y RENDIMIENTO DE CADA TRATAMIENTO.**

**AUTORES: EDDA MARIA BLANCO GUERRERO
BERTHA JANNETT MAIRENA MELENDEZ**

ASESOR : ING. NESTOR ALLAN ALVARADO DIAZ.

Managua, Nicaragua, 1993.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**ESTUDIO DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES Y FRACCIONAMIENTOS
DEL NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
AJONJOLI (*Sesamum indicum* L.) Var. TUREN, Y COMPARACION DE
COSTO Y RENDIMIENTO DE CADA TRATAMIENTO.**

**AUTORES: EDDA MARIA BLANCO GUERRERO
BERTHA JANNETT MAIRENA MELENDEZ**

ASESOR : ING. NESTOR ALLAN ALVARADO DIAZ.

Managua, Nicaragua, 1993.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**ESTUDIO DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES Y FRACCIONAMIENTOS
DEL NITROGENO SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL
AJONJOLI (*Sesamum indicum* L.) Var. TUREN, Y LA COMPARACION DE
COSTO Y RENDIMIENTO DE CADA TRATAMIENTO.**

**AUTORES: EDDA MARIA BLANCO GUERRERO
BERTHA JANNETT MAIRENA MELENDEZ**

**Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como
requisito parcial para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo con
orientación en Producción Vegetal**

Managua, Nicaragua, 1993.

DEDICATORIA

A
DIOS

Con todo mi amor:

A mi Madre: Rosa Guerrero de Blanco.

A mi Padre: Orlando Blanco P.

A todos mis hermanos, especialmente a Néstor.

A mis sobrinos.

A la memoria de Alfonso Guerrero Meléndez.

Edda María.

A mi Madre: Bertha Meléndez de M.

A mi Padre: Oscar Mairena C.

A mi Hijo : Tony Geovanny Meza M.

A Todos mis hermanos.

Jeannette.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Universidad Nacional Agraria y en especial a la Escuela de Producción Vegetal, por brindarnos su apoyo tanto material y técnico para la realización de este trabajo.

Expresamos nuestra más sincera gratitud a las siguientes personas:

Nuestro Asesor: **Ing. Néstor Allan Alvarado** quien siempre nos apoyó en la elaboración del trabajo.

Ing. MSc. Margarita Cuadra Romano por su valiosa cooperación en la revisión del trabajo.

Ing. Bayardo Escorcía por su colaboración brindada.

Carolina Padilla, Maritza Obando, Mireya Méndez y Katty Sánchez, quienes nos brindaron su ayuda en la biblioteca.

A todos los que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de nuestro trabajo de Diploma.

INDICE

| <u>Sección</u> | <u>Página</u> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| INDICE | i |
| INDICE DE TABLAS | ii |
| INDICE DE FIGURAS. | iii |
| RESUMEN. | iv |
| I - INTRODUCCION | 1 |
| II -MATERIALES Y METODOS | 3 |
| 2.1- Descripción del lugar y experimento | 3 |
| 2.1.1 Clima | 3 |
| 2.1.2 Suelo | 4 |
| 2.1.3 Descripción del diseño | 4 |
| 2.1.4 Evaluación económica | 6 |
| 2.2- Métodos de fitotecnia | 7 |
| III-RESULTADOS Y DISCUSION | 8 |
| 3.1 Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el crecimiento del cultivo de ajonjolí. | 9 |
| 3.1.1 Altura de planta (cm) | 9 |
| 3.1.2 Diámetro del tallo | 10 |
| 3.1.3 Número de hojas por planta | 11 |
| 3.2. Efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre los componentes del rendimiento del cultivo de ajonjolí | 13 |
| 3.2.1 Altura de inserción de la primera cápsula | 13 |
| 3.2.2 Número de cápsulas por plantas | 13 |
| 3.2.3 Número de semillas por cápsula | 15 |
| 3.2.4.Peso de mil semillas | 15 |
| 3.2.5 Número de plantas por m ² | 16 |
| 3.2.6 Rendimiento | 17 |
| 3.3 Evaluación económica de los tratamientos | 19 |
| IV. CONCLUSIONES | 22 |
| V. RECOMENDACIONES | 23 |
| VI. LITERATURA REVISADA | 24 |

INDICE DE TABLAS

| <u>Tabla</u> | <u>Página</u> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. Propiedades químicas del suelo de la Hacienda Las Mercedes . . . | 4 |
| 2. Influencia de diferentes niveles y fraccionamientos del nitrógeno sobre el diámetro del tallo | 11 |
| 3. Influencia de diferentes niveles y fraccionamientos del nitrógeno sobre el número de hojas por planta | 12 |
| 4. Influencia de diferentes niveles y fraccionamientos del nitrógeno sobre la altura de inserción de la primera cápsula | 14 |
| 5. Influencia de diferentes niveles y fraccionamientos del nitrógeno sobre el número de cápsulas por planta y número de semillas por cápsula y peso de mil semillas. | 16 |
| 6. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamiento sobre el número de individuos por m ² | 17 |
| 7. Influencia de diferentes niveles y fraccionamientos del nitrógeno sobre el rendimiento del cultivo de ajonjolí | 19 |
| 8. Ingreso neto en córdobas y diferencias en relación al mejor tratamiento | 20 |
| 9. Análisis económico de los tratamientos | 21 |

INDICE DE FIGURAS

| <u>Figura</u> | <u>Página</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. Climatograma de La Hacienda Las Mercedes, 1991. | 3 |
| 2. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamiento sobre la altura final de las plantas de Ajonjolí. | 9 |

RESUMEN

El presente trabajo se planificó con la finalidad de determinar la influencia de cuatro niveles de nitrógeno (0, 65, 130 y 195 kilogramos por hectárea) y cuatro fraccionamientos (100 % a los 20 días después de la siembra ; 50 % a los 20 y 50 % a los 30 días después de la siembra; 50 % a los 20 y 50% a los 45 días después de la siembra; 100 % a los 30 días después de la siembra) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad TUREN bajo las condiciones ecológicas de la Hacienda Las Mercedes, Managua. El ensayo se estableció en la siembra de primera de 1991 (1^{ro} de Junio hasta el 22 de Agosto), utilizándose un diseño experimental con arreglo en parcelas divididas y distribución en bloques completos al azar, con 13 tratamientos y 4 repeticiones. No se encontraron diferencias significativas entre las variables estudiadas, a excepción del diámetro del tallo que presentó diferencias significativas a los 35 días después de la siembra, siendo la mejor respuesta a esta variable cuando se le aplicó 195 kg de N/ha. Los resultados estadísticos mostraron que la aplicación de los diferentes niveles y fraccionamientos del nitrógeno no presentan diferencias significativas sobre el rendimiento y sus componentes principales. Sin embargo, se determinó a través del análisis económico que el mayor ingreso neto se obtuvo utilizando 130 kg N/ha aplicado en un 100 % a los 20 días después de la siembra, seguido del tratamiento que incluye la dosis de 65 kg N/ha aplicado en un 100 % a los 30 días después de la siembra con un margen de diferencia entre ellos de un 7.11 %; este último a su vez presentó la mayor rentabilidad.

I. INTRODUCCION.

El ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) es un cultivo oleaginoso que ocupa el octavo lugar en cuanto a producción a nivel mundial (Rehm y Esping, 1984).

En Centro América, por su adaptabilidad a las condiciones climáticas, el cultivo del ajonjolí es considerado como uno de los principales productos de exportación. Esto se debe a que presenta mayor rentabilidad en comparación con otros productos (Baumeister, 1991; Clemenst, 1992).

En Nicaragua, las áreas de siembra del cultivo de ajonjolí, ha presentado fluctuaciones a lo largo de los últimos años. Para el año 90-91 éstas alcanzaron su máxima extensión, ocupando el primer lugar la región del Pacífico. El incremento de las áreas en esta región, se debe principalmente a la reducción drástica de las áreas algodoneras y a la necesidad de suplir la materia prima para la extracción de aceite, además es un cultivo que demanda cantidades mínimas de componente importado para su producción agrícola e industrial (MAG, 1990).

Los rendimientos de este cultivo han sido cerca de los 454 kg/ha, el cual es considerado como bajo en relación al potencial genético de las variedades que alcanzan alrededor de los 681 kg /ha (MIDINRA, 1985).

Una alternativa para elevar la producción de este rubro, es la aplicación de fertilizantes nitrogenados, debido a que éste es el elemento nutriente que frecuentemente limita la producción, principalmente en las regiones tropicales, donde su uso se ha incrementado notablemente (Sánchez, 1982; Olson, 1977).

Es importante señalar el rol que juega el nitrógeno en la planta, Vasconcelos *et al* (1980) citado por Cuadra (1988) afirma que dentro de los nutrientes esenciales en el desenvolvimiento y crecimiento de las plantas, el nitrógeno se destaca por sus funciones relevantes en la producción y síntesis de proteínas.

Arzola *et al* (1981) señalan que para un mejor aprovechamiento del fertilizante, se debe escoger la cantidad óptima del fertilizante adecuado y aplicarse éste en el lugar preciso en el momento oportuno.

La necesidad de investigar sobre este aspecto motivó la realización del presente estudio con la intención de valorar diferentes dosis y momentos de aplicación de los fertilizantes nitrogenados, para estimar su efecto sobre el crecimiento, y rendimiento del cultivo de ajonjolí.

Con el desarrollo del presente trabajo se plantean los siguientes objetivos:

- 1) Determinar el efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí.
- 2) Comparar costos y rendimiento de cada tratamiento para determinar el óptimo económico.

II. MATERIALES Y METODOS.

2.1 Descripción del lugar y experimento.

2.1.1. Clima.

El presente experimento fué realizado en los terrenos de La Hacienda Las Mercedes, departamento de Managua, la cual se encuentra ubicada en el km 11 Carretera Norte, y cuyas coordenadas corresponden a 12° 08' Latitud Norte y 86° 10' Longitud Oeste, a una altura de 56 m.s.n.m. La zonificación ecológica según Holdridge (1963) es del tipo Bosque Tropical Seco. El ensayo se realizó en la época de primera, del 1ro. de Junio al 22 de Agosto de 1991.

Las condiciones climáticas ocurridas durante el período del ensayo se presentan en la Figura 1.

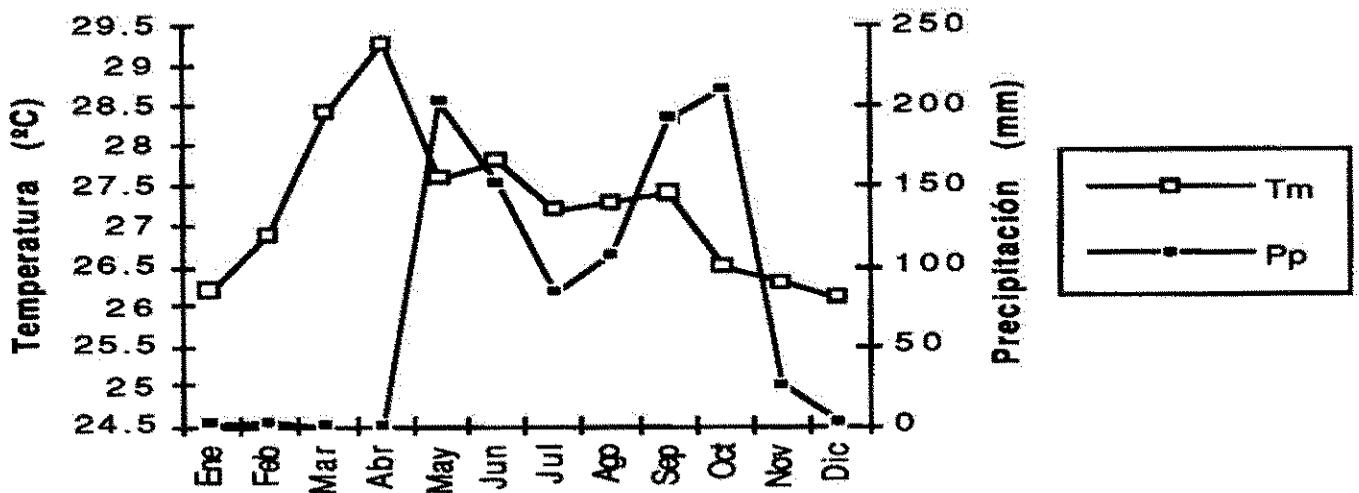


Figura 1. Climatograma de la Hacienda Las Mercedes (Estación meteorológica Aeropuerto A.C. Sandino, 1991).

2.1.2 Suelo.

Estos suelos pertenecen a la serie La Calera, presentan textura franca a franco-arcillosa, y derivan de sedimento lacustre y aluviales, siendo clasificados como Typic Durustoll, según el sistema USDA (MAG, 1971). Poseen un drenaje pobre, son negros, y superficiales, tienen lenta permeabilidad, son calcáreos, contienen sales y presentan alto contenido de sodio intercambiable, presentan altos contenidos de calcio y magnesio (MAG, 1971). Las propiedades químicas del suelo donde se estableció el ensayo, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo utilizado (Hacienda Las Mercedes).

| Propiedad | Valor | Clasificación |
|-----------------------|-------|---------------------------------------|
| pH (H ₂ O) | 6.10 | medianamente ácido (Moreno,1978) |
| M.O (%) | 4.10 | rico (Moreno,1978) |
| N total (%) | 0.20 | rico (Minotti,1970) |
| P (ppm) | 2.33 | pobre (Moreno, 1978) |
| K (meq/100g.) | 3.80 | alto (Chirinos,1977) |
| Ca.(meq/100g.) | 28.90 | medianamente alto. (Villanueva, 1990) |

Fuente: Laboratorio de Suelos-UNA,1991.

2.1.3 Descripción del diseño.

El diseño experimental fue un parcela dividida arreglado en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Los factores estudiados fueron:

Factor A: Niveles de Nitrógeno (kg/ha).

a₀: 0

a₁: 65

a₂: 130

a₃: 195

Factor B: Fraccionamiento del Nitrógeno.

b_1 : 100 % a los 20 D.D.S (días después de la siembra)

b_2 : 50 % a los 20 D.D.S. y 50 % a los 30 D.D.S.

b_3 : 50 % a los 20 D.D.S. y 50 % a los 45 D.D.S.

b_4 : 100 % a los 30 D.D.S.

Los tratamientos consistieron en las diferentes combinaciones de ambos factores exceptuando el nivel 0 kg de N/ha.

Cada sub parcela constó de cuatro surcos de diez metros de largo, tomándose como parcela útil el área de los dos surcos centrales. Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

| | | |
|------------------------------|--------|----------------|
| Area total del experimento | 1238.4 | m ² |
| Area total sembrada | 1152.0 | m ² |
| Tamaño del bloque | 288.0 | m ² |
| Area entre bloques | 86.4 | m ² |
| Area de la parcela principal | 72.0 | m ² |
| Area de la subparcela | 18.0 | m ² |
| Area de la parcela útil | 9.0 | m ² |

Las variables medidas fueron:

a) Durante el crecimiento del cultivo:

1. **Altura de la planta (cm):** Se tomó una muestra de 10 plantas establecidas dentro de la parcela útil, se midió desde la superficie del suelo hasta la base de la yema terminal.

2. **Diámetro del tallo (mm):** Se tomó en las 10 plantas establecidas en la parcela útil, midiéndose a 10 cm de la superficie del suelo en la base del tallo.

3. **Número de hojas por planta:** En diez plantas establecidas en la parcela útil.

b) A la cosecha.

- 4- Altura de inserción de la primera cápsula (cm).
- 5- Número de cápsulas por planta.
- 6- Número de semillas por cápsula.
- 7- Peso de mil semillas.
- 8- Número de plantas por metro cuadrado.
9. Rendimiento (kg/ha).

Para las variables en estudio se elaboraron tablas de medias, algunas sirvieron de base para el trazado de las figuras. Se realizó el análisis de varianza, para establecer las categorías y se utilizó la separación de medias según SNK, con un 5 % de margen de error.

2.1.4 Evaluación Económica.

Con el fin de determinar qué tratamientos fueron los más eficaces económicamente y de acuerdo con los precios de los insumos (mecanización y mano de obra) prevalecientes en el mercado de Managua, durante el período de investigación, se realizó el análisis económico mediante los siguientes criterios: Ingreso neto y rentabilidad.

Ingreso neto (I N)

I.N = Ingreso total- costos totaltes = beneficio

Si el I N es igual a cero significa que es normalmente rentable.

Si el I N es mayor que cero es anormalmente rentable.

Si el I N es menor que cero es anormalmente no rentable.

Rentabilidad (Rent.).

$$\text{Rent} = \frac{\text{I N}}{\text{C T}} \times 100$$

IN= Ingreso neto.

CT= Costos totales.

2.2. Métodos de Fitotecnia.

La preparación del suelo consistió en un pase de arado de disco a 20 cm de profundidad (10 de Mayo de 1991) y dos pases de grada, habiéndose realizado el último pase de grada dos días antes de la siembra. La siembra se realizó de forma tradicional el 10. de Junio de 1991.

La variedad en estudio fué TUREN, utilizando una distancia de siembra de 45 cm. entre surco y 10 cm. entre planta. Esta variedad presenta las siguientes características agronómicas:

Ciclo vegetativo: corto, 75 días.

Altura de planta: 0.90-1.60 metros

Tallo: medianamente grueso de 2-2.5 cm de diámetro.

Hojas: medianas y glabro.

Flor: blanca.

Semilla: lisa, Blanco cremoso.

Inicio de floración: 25 días después de la siembra.

La fertilización se realizó utilizando la fórmula completa 12-30-10 al momento de la siembra a razón de 129 kg/ha y la fertilización nitrogenada se realizó de acuerdo a los tratamientos descritos anteriormente utilizando urea al 46 % de nitrógeno.

No se aplicaron riegos durante el ciclo del cultivo, contando solamente con las precipitaciones caídas. El control de malezas durante el ciclo del cultivo se efectuó manualmente. El control de plagas del suelo se realizó aplicando al momento de la siembra, FURADAN 5 % G (carbofurán) a razón de 19.4 kg/ha.

La cosecha se realizó de forma manual a la madurez del cultivo (75 días después de la siembra) cosechándose todas las plantas de la parcela útil.

III. RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1 Efecto de diferentes niveles y fraccionamientos de nitrógeno sobre el crecimiento del ajonjolí

3.1.1 Altura de la planta.

La altura de planta es un variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo, Yagodin *et al.* (1982) señalaba que ésta puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes. Esto concuerda con lo señalado por Sánchez (1981), de que el ajonjolí se adapta a varios períodos de luz, sin embargo existen algunas variedades de que al sembrarse en otras regiones con períodos similares de luz pero con régimen de lluvia o temperatura diferentes frecuentemente presentan variaciones en el cultivo y así en su altura.

En la Figura 2 se presentan los resultados obtenidos para la variable altura de planta, según los diferentes niveles de aplicación de nitrógeno. Se puede observar que no se presentaron diferencias significativas tanto para los diferentes niveles de nitrógeno como para los diferentes fraccionamientos de aplicación. Sin embargo se puede observar que las diferencias numéricas fluctuaron entre los niveles de 65 kg de N/ha y 130 kg de N/ha con respecto al fraccionamiento, aplicaciones de 50 % a los 20 dds y el resto a los 45 dds superó ligeramente la altura de planta.

A pesar de que los resultados a lo largo del ciclo del cultivo mostraron diferencias no significativas, se comprobó que el comportamiento del cultivo durante los primeros 15 días fue lento. Sánchez (1981) al respecto señala que el crecimiento del cultivo es lento durante los primeros 30 días.

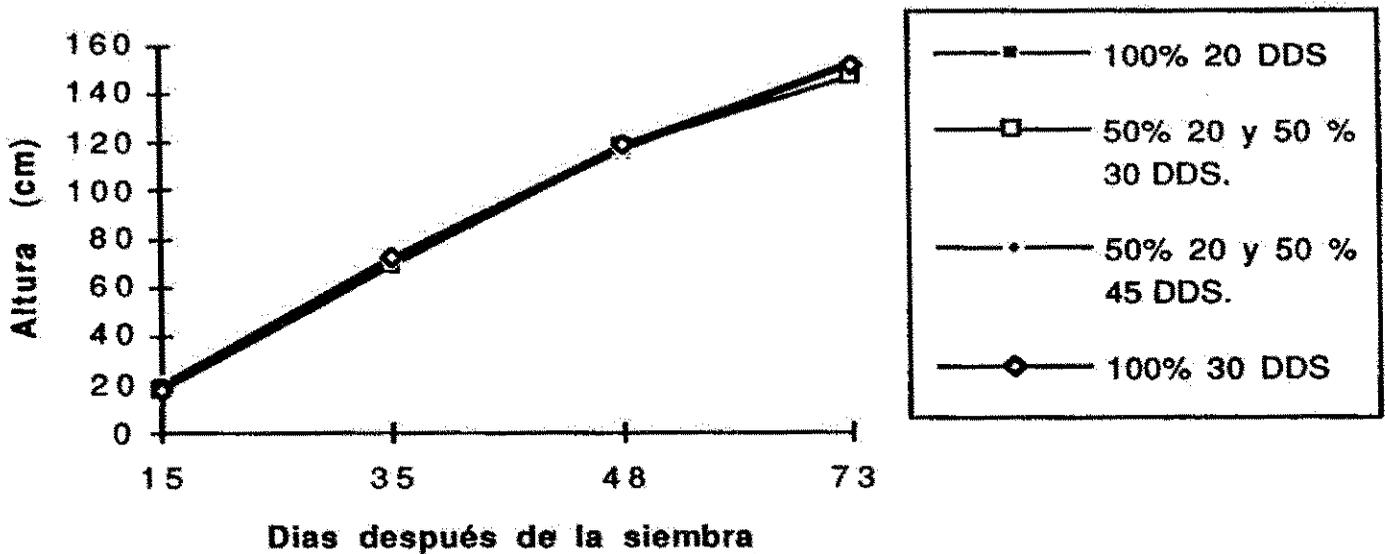
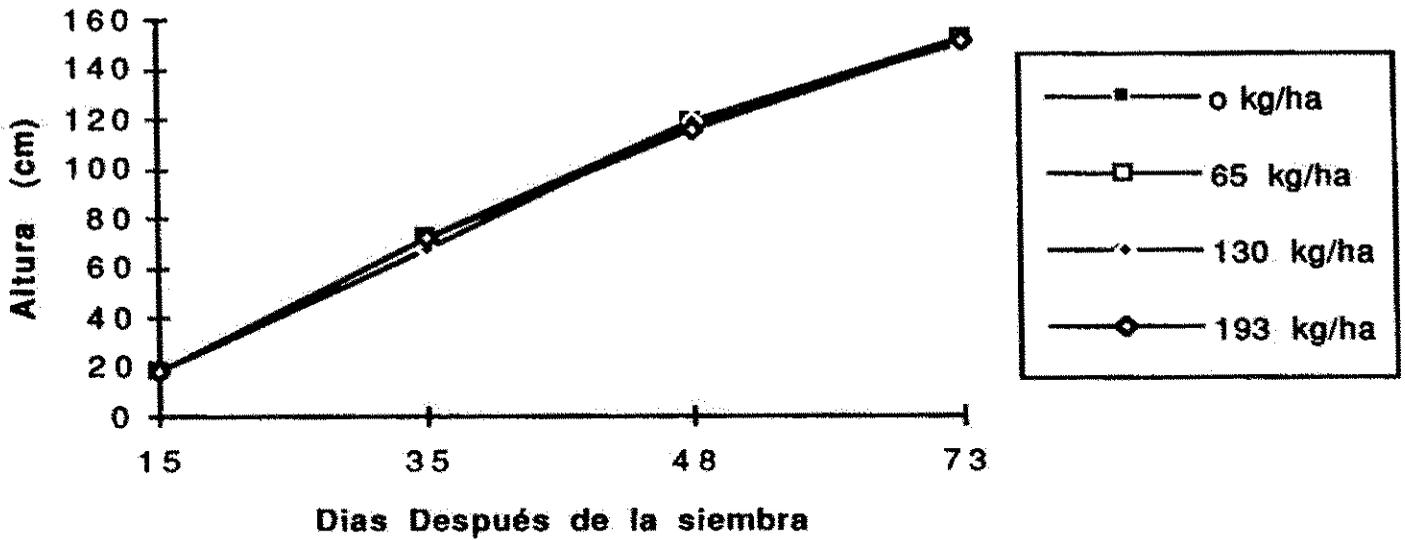


Figura 2. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre la altura de planta en el cultivo del ajonjolí.

No obstante, durante el período de los 15 a 35 días mostró un crecimiento acelerado. Esto está de acuerdo a lo señalado por Sauchelli (1970), quien afirma que en la fase primaria del crecimiento de la planta el nitrógeno es particularmente activo y en ésta llamada "etapa de brote" de crecimiento de la planta debe de disponer de un suministro estable de nitrógeno

Por lo antes señalado podemos apreciar que las necesidades nutricionales de la planta van a ser diferentes durante su ciclo. Algunos autores al respecto afirman que la división de la aplicación en varias partes contribuye a tener nitrógeno a disposición de la planta en todo tiempo para poder satisfacer las necesidades (Henkes, 1968; Bigeriego *et al*, 1979; Thomas *et al*, 1980; Bundy, 1986).

3.1.2. Diámetro del tallo.

Robles (1978), con respecto a este carácter, afirma que, depende de la variedad y de las condiciones del cultivo, éste puede verse influenciado por varios factores entre ellos destaca el nitrógeno disponible del suelo.

La Tabla 2 presenta los resultados de este descriptor, y se puede observar que a los 35 días después de la siembra, para el factor niveles de nitrógeno, presentó diferencias significativas, siendo la aplicación de 195 kg de N/ha la que produjo el mayor diámetro; al finalizar el ciclo, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el nivel de 130 kg N/ha presentó la media de mayor diámetro.

En el factor fraccionamiento no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados.

Tabla 2. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el diámetro del tallo (mm).

| Factor | 15 dds | 35 dds | 48 dds | 73 dds |
|-----------------------------|--------|---------|--------|--------|
| <u>Niveles de N (kg/ha)</u> | | | | |
| 0 | 6.7 a | 11.1 b | 12.8 a | 14.0 a |
| 65 | 6.4 a | 11.6 ab | 13.5 a | 14.4 a |
| 130 | 6.2 a | 11.8 a | 14.0 a | 15.0 a |
| 195 | 6.4 a | 12.1 a | 13.7 a | 14.5 a |
| <u>C.V. (%)</u> | | | | |
| C.V. (%) | 9.81 | 6.61 | 14.17 | 9.34 |
| Andeva | NS | * | NS | NS |
| <u>Fraccionamientos</u> | | | | |
| 100 % 20 dds | 6.7 a | 11.8 a | 12.8 a | 14.3 a |
| 50% 20 y 50 % 30 dds | 6.3 a | 11.6 a | 13.6 a | 14.2 a |
| 50% 20 y 50 % 45 dds | 6.4 a | 11.6 a | 13.9 a | 14.5 a |
| 100 % 30 dds | 6.3 a | 11.5 a | 13.7 a | 14.7 a |
| <u>% C.V.</u> | | | | |
| % C.V. | 27.72 | 15.79 | 16.59 | 13.37 |
| Andeva | N.S | N.S | N.S | N.S |

dds= días después de la siembra.

3.1.3. Número de hojas por planta.

En la hoja se realiza la fotosíntesis, y en la célula de sus tejidos ocurre la síntesis de compuesto a un ritmo muy rápido. La concentración de nutrientes en las hojas, influye no solamente sobre el proceso fotosintético, sino también sobre muchos procesos fundamentales de la planta completa (Arzola *et al.* 1981; Devlin, 1982; Gill y Vear, 1965)

Para ninguno de los factores en estudio se encontró diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Sin embargo al analizar numéricamente el comportamiento de las medias de los tratamientos en las dosis de nitrógeno,

se puede apreciar que la dosis de 130 kg de N/ha aplicada el 100 % a los 30 días después de la siembra proporcionó la mejor respuesta en este carácter.

Quilantan (1983), Goldsworthy y Fischer (1984) al respecto señalan que las hojas de las plantas son afectadas altamente por los contenidos de nutrientes y también por las condiciones ambientales.

Tabla 3. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el número de hojas por planta.

| Factor | 15 dds | 35 dds | 48 dds | 73 dds |
|------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| <u>Niveles de N (kg/ha).</u> | | | | |
| 0 | 9.69 a | 17.87 a | 37.44 a | 56.75 a |
| 65 | 9.55 a | 15.94 a | 39.31 a | 57.75 a |
| 130 | 9.22 a | 16.37 a | 39.31 a | 58.37 a |
| 195 | 9.66 a | 15.81 a | 40.19 a | 58.25 a |
| % C.V. | 2.40 | 6.95 | 8.05 | 9.5 |
| Andeva | NS | N.S | N.S | N.S |
| <u>Fraccionamientos</u> | | | | |
| 100 % 20 dds | 9.7 a | 15.87 a | 38.5 a | 56.75 a |
| 50 % 20 y 50 % 30 dds | 9.39 a | 17.0 a | 40.19 a | 57.75 a |
| 50 % 20 y 50 % 45 dds | 9.58 a | 16.56 a | 39.62 a | 58.37 a |
| 100 % 30 dds | 9.44 a | 16.56 a | 37.94 a | 58.25 a |
| % C.V. | 5.74 | 6.54 | 5.72 | 8.5 |
| Andeva | N.S | N.S | N.S | N.S |

dds= días después de la siembra.

aplicaciones de un 100 por ciento a los 30 días después de la siembra proporcionaron un mayor número de cápsulas.

En ambos factores no se encontraron diferencias significativas, este hecho puede ser explicado por el efecto que ejercen los factores ambientales sobre el rendimiento como son: La temperatura y las condiciones de suelo, que incluye la reserva de agua y la disponibilidad de nutrientes entre otros. Quilantan (1983) está de acuerdo con lo antes mencionado y dice que temperaturas altas de 40 °C o más en la época de floración afecta la fertilización y de igual manera el número de cápsulas por planta en ajonjolí.

Tabla 4. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre la altura (cm) de inserción de la primera cápsula.

| Factor | Altura de inserción |
|-----------------------------|---------------------|
| <u>Niveles de N (kg/ha)</u> | |
| 0 | 39.81 a |
| 65 | 36.56 a |
| 130 | 39.00 a |
| 195 | 38.12 a |
| % C.V. | 17.58 |
| Andeva | NS |
| <u>Fraccionamientos</u> | |
| 100 % 20 dds | 40.68 a |
| 50 % 20 y 50% 30 dds | 38.00 ab |
| 50 % 20 y 50 % 45 dds | 36.62 b |
| 100 % 30 dds | 38.18 ab |
| % C.V. | 12.89 |
| Andeva | * |

3.2.3. Número de semillas por cápsula.

Quilantan (1983) afirma que cuando se presenta una sequía prolongada en el último período de maduración de las cápsulas, éstas maduran prematuramente y resultan vanas.

Litzenberger (1976) afirma que la cosecha debe de realizarse con prontitud en cuanto las primeras cápsulas empiezan a reventar, con la cual se evita la pérdida de la semilla.

De igual manera Tapia (1980) y Lazo (1982) señalan la importancia de considerar los indicadores de la madurez total de la planta para evitar pérdidas.

En esta variable, tanto para los niveles como para el fraccionamiento el efecto de los tratamientos fue no significativo. Sin embargo, según los datos obtenidos puede observarse que el número de semillas por cápsula fue mayor cuando se le aplicó la dosis de 195 kg N/ha en una sola aplicación a los 30 días de la siembra.

3.2.4. Peso de mil semillas.

Esta variable demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Zapata y Orozco, 1991).

En este estudio, no se encontraron diferencias significativas para los diferentes tratamientos (Tabla 5).

Tabla 5. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamiento sobre el número de cápsulas/ planta, número de semillas/cápsula y peso de mil semillas (g).

| Factor | Número cápsulas por planta | Número de semillas por cápsula. | Peso (g) de mil semillas |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| <u>Niveles de N (kg/ha)</u> | | | |
| 0 | 88.85 a | 79.77 a | 3.01 a |
| 65 | 88.11 a | 82.50 a | 2.90 a |
| 130 | 95.35 a | 78.07 a | 3.00 a |
| 195 | 92.25 a | 83.77 a | 2.98 a |
| % C.V. | 17.85 | 20.95 | 8.0 |
| Andeva | NS. | N.S. | N.S |
| <u>Fraccionamiento</u> | | | |
| 100 % 20 dds | 93.01 a | 81.43 a | 3.01 a |
| 50 % 20 y 50 30 dds | 87.83 a | 75.58 a | 2.97 a |
| 50 % 20 y 50 % 45 dds | 88.73 a | 83.05 a | 3.00 a |
| 100 % 30 dds | 94.97 a | 84.05 a | 2.91 a |
| % C.V. | 13.75 | 19.22 | 5.0 |
| Andeva | N.S. | N.S. | N.S |

3.2.5. Número de plantas por metro cuadrado.

La densidad poblacional ha sido un factor de estudio debido a la influencia que ejerce sobre los rendimientos. Sin embargo, para el ajonjolí aún no se ha determinado la densidad óptima para obtener los mejores rendimientos

Ramírez (1989) afirma que el rendimiento está influenciado por la distancia de siembra y que la densidad óptima está entre 20-30 plantas por metro cuadrado.

En este estudio no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, debido a que la labor de raleo fue uniforme.

Tabla 6. Influencia de diferentes niveles de nitrógeno y fraccionamientos sobre el número de individuos/m²

| Factor | Individuos / m ² | |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| | A la siembra | A la cosecha* |
| <u>Niveles de N (kg/ha)</u> | | |
| 0 | 21 a | 16 a |
| 65 | 21 a | 15 a |
| 130 | 22 a | 16 a |
| 195 | 23 a | 15 a |
| C.V.(%) | 17.58 | 15,7 |
| Andeva | NS | NS |
| <u>Fraccionamientos</u> | | |
| 100 % 20 dds | 22 a | 16 a |
| 50 % 20 y 50% 30 dds | 21 a | 17 a |
| 50 % 20 y 50 % 45 dds | 22 a | 16 a |
| 100 % 30 dds | 21 a | 17 a |
| C.V.(%) | 12.89 | 11.8 |
| Andeva | NS | NS |

*Incluye plantas acamadas y plantas en pie

3.2.6. Rendimiento.

León (1987), afirma que el rendimiento del cultivo es una de las características de mayor valor agrícola. Tapia (1980), con respecto a este carácter señala que el rendimiento es la resultante de una serie de factores que en su mayoría pueden modificarse en forma artificial, dos de éstas son: el nivel nutricional del suelo y la competencia que se genera entre las plantas individuales una vez emergidas.

Quilantan (1983) afirma que para obtener mejores rendimientos y altos contenidos de aceite, el ajonjolí debe sembrarse en regiones con alta luminosidad y sin variaciones notables de temperatura.

Según resultados del análisis estadístico (Tabla 7), no se presentaron diferencias significativas para ambos factores en estudio. Sin embargo si se hace un análisis de estos resultados sobre la diferencia del rendimiento obtenido entre las medias se puede observar que para el factor niveles de nitrógeno, la dosis de 130 kg de N/ha obtuvo los mejores rendimientos. Esto concuerda con lo señalado por Sánchez (1981), quien dice que con aplicaciones de 60 a 150 kg/ha de nitrógeno los rendimientos por lo general son los más altos. Yagodin *et al* (1982) al respecto señalan que el rendimiento está muy relacionado con la cantidad de fertilizantes aplicados.

Los resultados del factor fraccionamiento, el que presentó los mejores rendimientos con respecto a su media fué el de un 100 por ciento a los 30 días después de la siembra. Esto está de acuerdo a lo reportado por Randall *et al* (1985). quienes dicen que el método potencial de mejorar la eficiencia del nitrógeno es aplicarlos cercano al período de mayor demanda por la planta.

Tabla 7. Influencia de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el rendimiento del cultivo del ajonjolí.

| Factor | Rendimiento g/P.U. | Rendimiento kg/ha |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| <u>Niveles de N (kg/ha)</u> | | |
| 0 | 702.50 a | 780.55 a |
| 65 | 708.75 a | 787.50 a |
| 130 | 835.62 a | 928.46 a |
| 195 | 649.37 a | 721.52 a |
| % C.V. | 39.75 | 39.75 |
| Andeva | NS. | N.S. |
| <u>Fraccionamientos</u> | | |
| 100 % 20 dds | 654.37 a | 727.07 a |
| 50 % 20 y 50 % 30 dds | 780.62 a | 867.35 a |
| 50 % 20 y 50 % 45 dds | 678.75 a | 754.16 a |
| 100% 30 dds | 782.50 a | 869.44 a |
| % C.V. | 37.55 | 37.55 |
| Andeva | N.S. | N.S. |

dds= días después de la siembra. P.U. = parcela útil

3.3. Evaluación económica de los tratamientos.

El volumen de producción que rinde más beneficios es el que proporciona mayores ingresos netos (Building, 1963).

En la Tabla 8 se observa que el tratamiento correspondiente al nivel de 130 kg de N /ha aplicado en un 100 por ciento a los 20 días después de la siembra, presentó el mejor ingreso neto, con C\$ 2 575.85, el que además mostró los mejores rendimientos. Estos resultados indican que, con este tratamiento, el agricultor puede maximizar su producción y al mismo tiempo sus ganancias.

Otra alternativa que tendrá el agricultor será aplicar 65 kg de N /ha en un 100 % a los 30 días después de la siembra, pero sacrificando sus ganancias en C \$ 183.15. Los demás tratamientos no serán atractivos para el agricultor puesto que implican aplicar cantidades de nitrógeno que conllevan pérdidas en los ingresos netos.

Tabla 8. Ingreso neto (en córdobas) y diferencia en relación al mejor tratamiento.

| TRATAMIENTO | INGRESO NETO | DIFERENCIAS | % |
|-------------|--------------|-------------|-------|
| a_2b_1 | 2575.85 | 0 | ----- |
| a_1b_4 | 2392.70 | 183.15 | 7.11 |
| a_2b_2 | 2194.43 | 381.42 | 14.80 |
| a_1b_3 | 1929.19 | 646.66 | 25.10 |
| a_2b_3 | 1798.86 | 776.99 | 30.16 |
| a_0b_* | 1779.22 | 796.63 | 30.93 |
| a_1b_2 | 1656.47 | 919.38 | 35.69 |
| a_3b_2 | 1598.46 | 977.39 | 37.94 |
| a_3b_4 | 1309.28 | 1266.57 | 49.17 |
| a_3b_3 | 1132.95 | 1442.90 | 56.02 |
| a_3b_1 | 854.07 | 1721.78 | 66.84 |
| a_1b_1 | 756.31 | 1819.54 | 70.63 |
| a_2b_4 | 184.76 | 2391.09 | 92.82 |

* Promedio de cuatro tratamientos (a_0b_1 , a_0b_2 , a_0b_3 a_0b_4)

Análisis de Rentabilidad.

El análisis de rentabilidad destaca como mejor tratamiento el que incluye aplicaciones de 65 kg de N/ha aplicados en un 100 % a los 30 días después de la siembra, con una rentabilidad de 174.45 %, seguido por el tratamiento con nivel de 130 kg de N/ha aplicado en un 100% a los 20 días después de la siembra (Tabla 9).

Tabla 9. Análisis económico de los tratamientos.

| Tratamientos | Costos Fijos | Costos Variables | Costos Totales | Ingreso Bruto | Ingreso Neto | Rent. |
|--------------|--------------|------------------|----------------|---------------|--------------|--------|
| a_0b_* | 1131.01 | 94.52 | 1225.53 | 3004.75 | 1779.22 | 145.18 |
| a_1b_1 | | 186.43 | 1317.44 | 2073.75 | 756.31 | 57.41 |
| a_1b_2 | | 217.27 | 1348.28 | 3004.75 | 1656.47 | 122.86 |
| a_1b_3 | | 224.80 | 1355.81 | 3285.00 | 1929.19 | 142.29 |
| a_1b_4 | | 240.54 | 1371.55 | 3764.25 | 2392.70 | 174.45 |
| a_2b_1 | | 356.64 | 1487.65 | 4063.50 | 2575.85 | 173.15 |
| a_2b_2 | | 342.53 | 1473.57 | 3668.00 | 2194.43 | 148.92 |
| a_2b_3 | | 330.38 | 1461.39 | 3260.25 | 1798.86 | 123.09 |
| a_2b_4 | | 331.23 | 1462.24 | 3304.00 | 184.76 | 125.95 |
| a_3b_1 | | 408.92 | 1539.93 | 2394.00 | 854.07 | 55.46 |
| a_3b_2 | | 434.53 | 1565.54 | 3164.00 | 1598.46 | 102.10 |
| a_3b_3 | | 418.79 | 1549.80 | 2682.75 | 1132.95 | 73.10 |
| a_3b_4 | | 424.46 | 1555.47 | 2864.75 | 1309.28 | 84.17 |

* Promedio de cuatro tratamientos ($a_0b_1, a_0b_2, a_0b_3, a_0b_4$)

Rent.: Rentabilidad

IV. CONCLUSIONES.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, sin embargo se analizó el comportamiento numérico de las medias de las variables estudiadas llegándose a las siguientes conclusiones:

1. Al aumentar los contenidos de nitrógeno en el suelo hay un incremento del crecimiento vegetativo debido a que la dosis de 65 kg de N /ha fraccionado en un 50 % a los 20 días después de la siembra y el resto a los 45 días; presentó la mayor altura.
2. Con respecto al diámetro del tallo, la mejor respuesta se obtuvo cuando la aplicación fue de 130 kg N/ha, en un 100 % a los 30 días después de la siembra.
3. En cuanto al número de hojas el que resultó con mayor influencia fué el nivel 130 kg de N /ha, aplicado en un 50 % a los 20 días después de la siembra y el resto a los 45 días.
4. La aplicación de nitrógeno y los diferentes fraccionamientos, no produjeron efectos significativos sobre el rendimiento y sus componentes. Sin embargo, se obtuvieron las más altas producciones cuando el nivel de nitrógeno utilizado fué de 130 kg N /ha aplicado en un 100 % a los 20 días después de la siembra.
5. Dado que el costo de los tratamientos es variable, debido a las cantidades de fertilizante utilizadas, según los rendimientos obtenidos la dosis de 130 kg N/ha aplicado en un 100 a los 20 días después de la siembra proporcionó los mejores ingresos netos; sin embargo, fué el tratamiento correspondiente a la dosis de 65 kg N/ha aplicado en un 100 % a los 30 días después de la siembra el que obtuvo la mayor rentabilidad.

VI. RECOMENDACIONES.

Basados en los resultados obtenidos podemos recomendar lo siguiente:

1. Repetir el experimento por un período de dos años para llegar a resultados mas contundentes.
2. Se deben realizar estudios en las diferentes zonas agroecológicas del país para lograr determinar con mayor precisión el efecto de las diferentes dosis, fraccionamientos y momentos de aplicación del nitrógeno sobre el cultivo de ajonjolí.
3. Realizar estudios de fertilización en las diferentes variedades que se cultivan en nuestro país.

VII. LITERATURA CITADA

1. Arzola, P.N.; H. O. Fundora, y A. J. Machado. 1981. Suelo, planta y abonado . Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 360 p.
2. Baumeister, E. 1991. Desarrollo Agropecuario, participación campesina y diversificación Agrícola. Editorial D.E.I. San José, Costa Rica.
3. Bigeriego, M. , R.D. Hauck y R.A. Olson 1979. Uptake, Translocation and utilization of ^{15}N depleted fertilizer in irrigated corn. Soil Sci. Soc Am. J 43: 528-533 p.
4. Building, K.E. 1963. Introducción al Análisis Económico. Casa Editorial Harper E. New York U.S.A. Octava Edición.
5. Bundy, L. G. 1986. Review: Timing nitrogen applications to maximize fertilizer efficiency and crop response in conventional corn production, Journal of fertilizer Issues Vol. 3; No. 3, July- September.
6. Clements, H. 1992. La producción de café orgánico. Revista de Economía Agrícola. Editada por la Escuela de Economía. UNAN. No. 4, Marzo de 1992; 16-21 p.
7. Cuadra, M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA.
8. Chirinos, A. 1977. Aspecto básico de un programa de análisis de suelo con fines de fertilidad. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CENIAP). Maracay, Venezuela.
9. Devling, R. 1982. Fisiología Vegetal. 4ta, Edición OMEGA Barcelona, España. 517 p.
10. FAO. 1989. Anuario estadístico. Vol. 43.
11. Gill, B. S; Vear, K.G. 1965. Botánica Agrícola. Editoria ACRIBIA, Zaragoza, España, España.
12. Goldsworthy, P.R y Fischer, N.M. 1984. The Physiology of tropical Field Crops. John Wiley y Sons LTd. . 213- 243 p.
13. Henkes, R. 1968. Naturaleza del Nitrógeno. Agricultura de las Américas. Kansas City, USA.No. 19 : 16 -22 p.
14. Holdridge. L. R. 1963. General ecology of the Republic of Nicaragua Managua, Nicaragua. United States Operations Missions to Nicaragua 31 p.
15. León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales 2da. Edición IICA No. 84. San José, Costa Rica 445 p.
16. Litzenberger, C.S.1976. Guía para cultivos en los trópicos y los subtrópicos, Washington, 135 p.

17. Lazo, P. 1982. Cultivo de Ajonjolí, Dirección de semillas. D.G.T.A. Informe Anual. Managua, Nicaragua.
18. MAG. 1971. Manual práctico para la interpretación de suelos. Catastro e inventario de recursos naturales. Nicaragua 39 p.
19. MAG. 1990. Guía Técnica del Ajonjolí. Empresa procesadora Arlen Siú de R. A. León. 30 p.
20. MIDINRA, 1985. Guía Técnica del Ajonjolí. Empresa procesadora Nacional de Ajonjolí "ARLEN SIU" de R.A.
21. Minotti, B. R. 1970. Analise suas terras. MDA. Escritorio de pesquisa e experimentacao. EPDES. Rio Janeiro.
22. Moreno, R. 1978. Cuadro de clasificación de nutrimento asimilable, materia orgánica, nitrógeno total, relación carbono nitrógeno, clasificación del ph del suelo, y de aguas agrícolas según el contenido de sales de los suelos. Instituto Nacional de Investigación Agrícola. Coordinador nacional de laboratorio de servicios e investigaciones. México.
23. Olson, R.A. 1977. Fertilizer for food production us energy need and environmental quality ecotox environ, safety 1: 311-316 p.
24. Quilantan, V.L. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de oleaginosas. S.A. R.H. México, D.F. 10 p.
25. Ramírez V., H.R. 1989. Influencia de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del Ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) Tesis de Ing. Agrónomo.
26. Randall, G.W y P.L. Kelly 1985. Split application of N. for corn on a Webster soil.
27. Rehm, S. V. G. Espig. 1984. Dic. Kulbuspflanzen der tropen und subtropen Verlong Engen Ulmer.
28. Robles, S.R. 1978. Producción de granos y forrajes. Editorial Limusa. México, 64 p.
29. Sánchez, P.A. 1981. Cultivos Oleaginosas. Manuales para Educación Agropecuaria México. Enero- 1981.
30. Sánchez, P.A. 1982. Cultivos Oleaginosas. Editorial Trillas S.A. México, D.F.
31. Sauchelli, V. 1970. Química y tecnología de los abonos nitrogenados. Ciencia y técnica. Instituto del Libro.
32. Tapia, H. 1980. Tópicos importantes para la impartición de la asistencia técnica en granos básicos. División de Semillas PROAGRO- INRA, Managua, Nicaragua.

33. Tiangtrong, A. 1984. The effects of environmental factors on growth development and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) in south Eastern Queensland. Thesis, Univ. Queensland.
34. Thomas, G.W., K.L. Wells y L. Mundock. 1980. Fertilization and liming. In: Phillips, R.E., G.W. Thomas, R.E. Blevins (eds) No tillage research: Research reports and review. Univ. of Kentucky. College of Agriculture and Agricultural Experiment station. Lexington, Kentucky. 43-54 p.
35. Vasconcelos, C. A. , Lopes Dos Santos, H., Coelho, A. M. 1980. Nutrição e adubação do milho. Inf. Agrop. Belo Horizonte, 6 (72). dez. 1980. p. 21-25.
36. Villanueva, E. (1990). Los suelos de la Finca Las Mercedes y las propiedades más relevantes para planear su uso y manejo. Tesis Ing. Agron. ISCA. Managua, Nicaragua.
37. Yagodin, B.; A. Smirnov; J. Peter Burgski 1982. Agroquímica. Tomo I Editorial MIR, Moscú.
38. 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 (1989). Tesis de Ingeniero Agrónomo.