

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

TRABAJO DE DIPLOMA

**ESTUDIO DEL EFECTO DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE EL
CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE AJONJOLI (*Sesamun indicum* L.)
VARIEDAD CUYUMAQUI**

AUTORES:

**Br. Jafet Olivas Galo
Br. Felix Isaac Munguía Martínez**

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

A mis padres que mostraron el camino correcto de la verdad, andar con pasos firmes, al libro sagrado que me condujo y a DIOS que me guía.

“ Ahora vemos por espejo, oscuramente; mas entonces veremos cara a cara. Ahora conozco en parte, pero entonces conoceré como fue conocido”

I de Corintios 13:12.

Quiero sincerar mis mayores respeto a todos los que han hecho posible que mi sueño se haga realidad y agradecer a los que me apoyaron.

Jafet Olivas Galo

DEDICATORIA

A DIOS:

- Por darme la Sabiduría necesaria para concluir estos estudios.

A mi Abuelita:

- Mercedes Duarte, por haberme guiado y enseñado el camino del bien, de la seguridad y honestidad. Por sus sabios consejos y su gran amor.

A mi Hermana:

- Ana Verónica Munguía Martínez, por haberme apoyado desde el inicio de mi carrera.

A mi Madre y Abuelita: (q.e.p.d.)

- María M. Martínez D y Marina del Carmen Duarte D. que desde el cielo me protegen y me iluminan para que pueda seguir adelante.

A mis Tíos:

- Mercedes de los Ángeles Espinosa Duarte
- José Alejandro Duarte Desba.
- Alicia del Carmen Salazar Duarte.

A mi Abuelo:

- Guillermo C. Martínez , por sus sabios consejos y apoyarme desde muy niños, con su amor paternal fiel y sincero.

A mis primos:

- Fresia, Mayler, Xaltera, y Marlon.

A mi Padre:

- Félix Antonio Munguía Pineda, te quiero mucho y gracias por apoyarme

Félix Isaac Munguía Martínez

AGRADECIMIENTOS

Durante nuestros estudios recibimos las sabias enseñanzas y consejos de nuestros profesores, estos apreciados y respetados maestros forjaron en nosotros elevados valores técnicos-científicos y humanos.

Queremos destacar que la culminación de este valioso trabajo fue gracias al Ing. Néstor Allan Alvarado Díaz por su esmero, disposición y apoyo para llevar a feliz término la presentación de este trabajo de Diploma, nuestro mayor agradecimiento el quien desde el inicio de este trabajo nos lo confió para poder llevarlo hasta al final.

Agradecemos a los señores Bibliotecarios por proporcionarnos la información necesaria para elaborar este trabajo a todas aquellas personas que nos brindaran su tiempo y su documentación.

Félix Isaac Munguia Martinez.
Jafet Antonio Olivas Galo

INDICE GENERAL

Sección	Página
INDICE GENERAL	i
INDICE DE TABLAS	ii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	3
2.1. Descripción del lugar del experimento	3
2.1.1. Clima	3
2.1.2. Suelo	3
2.1.3. Descripción del diseño experimental	4
2.2. Variables evaluadas	5
2.3. Manejo Agronómico	6
III. RESULTADOS Y DISCUSION	7
3.1. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento del cultivo de ajonjolí, variedad Cuyumaqui	7
3.1.1. Altura de planta	7
3.1.2. Diámetro del tallo	8
3.1.3. Número de hojas por planta	10
3.2.- Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el rendimiento y sus principales componentes en el cultivo, variedad Cuyumaqui	11
3.2.1. Numero de ramas por planta	11
3.2.2. Altura de inserción de la primera cápsula	12
3.2.3. Número de cápsulas por planta	13
3.2.4. Número de semillas por cápsulas	14
3.2.5. Peso de mil semillas	15
3.2.6. Plantas cosechadas/ha	16
3.2.7. Plantas acamadas/ha	17
3.2.8. Rendimiento de grano en kg/ha	18
IV CONCLUSIONES	21
V RECOMENDACIONES	22
VI LITERATURA CITADA	23

INDICE DE TABLAS

Tabla No.		Página
1	Propiedades químicas del suelo. Finca la Concepción, Nagarote, León	4
2.	Descripción de los tratamientos. Finca la Concepción, época de postrera de 1999. Nagarote, León Nicaragua	4
3.	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre la altura de planta en cm. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	8
4.	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	9
5.	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el numero de hojas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	10
6.	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el número de ramas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	11
7.	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre la altura (cm) de inserción de la primera cápsula. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	12
8.	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el número de cápsulas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	13

Tabla No.		Página
9.	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el número de semillas por cápsula. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	14
10.	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el peso de mil semillas en gramos. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	15
11	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el total de plantas cosechadas/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	17
12	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el total de plantas acamadas/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	18
13	Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el rendimiento en kg/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999	20

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Climatograma de la Finca La Concepción. Nagarote, León. Época de Postrera de 1999	3

RESUMEN

El presente trabajo se planificó con la finalidad de determinar el efecto de siete diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) variedad Cuyumaqui, bajo las condiciones ecológicas de la finca la Concepción, Nagarote León. El ensayo se estableció en la siembra de postrera de 1999, utilizándose un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, encontrándose que de los componentes de crecimiento solo la altura de planta y diámetro del tallo presentaron diferencias significativas a los 45, 60 y 75 días después de la siembra. De las variables evaluadas para el rendimiento y sus principales componentes, solamente se encontró diferencias significativas para la altura de inserción de la primera cápsula, plantas cosechadas, plantas acamadas y el rendimiento en kg/ha. Así mismo se observó, que de las siete diferentes densidades de siembra evaluadas la que expresó su máximo potencial de rendimiento fue la de 119 043 plantas/ha (tratamiento D) y cuando la densidad de siembra se incrementa por encima de ésta, el rendimiento de grano disminuye.

I. INTRODUCCION

El cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) es originario de Africa, muy conocido a nivel mundial por el alto contenido de aceite que contiene su semilla. En términos generales, se puede decir que la semilla de ajonjolí 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 fibras y 5 por ciento de humedad. Además de la extracción de aceite, la semilla es utilizada en la industria del pan, elaboración de dulces, alimento humano y animal (Centeno, 1994).

En el mundo, este cultivo oleaginoso ocupa el octavo lugar en cuanto a producción y por su adaptabilidad a las condiciones climática, el cultivo se siembra en los países centroamericanos y es considerado como uno de los principales productos de exportación (Baumeister, 1991).

En la agricultura nicaragüense, el ajonjolí se cultiva desde 1938 (Rodríguez, 1974). Es un cultivo cuya exportación constituye un factor económico importante en la economía nacional, ya que la demanda de la semilla de ajonjolí va en aumento por el interés comercial e industrial despertado por la misma, debido a su alto contenido de aceite (cerca del 50 por ciento); su utilización en la industria del pan, elaboración de dulces, alimento humano y animal (Centeno, 1994).

Tradicionalmente el cultivo del ajonjolí ha sido sembrado por pequeños y medianos productores, los cuales carecen de una tecnología adecuada y no han logrado obtener rendimientos cercanos al potencial de las diversas variedades que se siembran en el país, de tal forma, que los rendimientos obtenidos han fluctuado en los años 90/97 en una estimación 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).

Dentro de los problemas que limitan la baja del rendimiento del ajonjolí, se puede mencionar entre otros: La variedad utilizada, el control de plagas y enfermedades durante el ciclo del cultivo, condiciones ambientales, suelo, manejo del cultivo, fertilización y densidades de siembra no óptimas (PAAT, 1992).

Avila *et al.*, (1992) plantean que una densidad optima de siembra, permite una distribución correcta de las plantas en el terreno, de manera que la competencia entre ellas por agua, nutrientes y luminosidad sea minimizada, permitiéndoles desarrollar su máximo potencial genético.

Así mismo, Weiss (1983) indica que a mayores densidades de siembra en el ajonjolí el rendimiento se incrementa y que la distancia entre surco y planta debe variarse de acuerdo al hábito de crecimiento de la variedad y sugiere que las variedades ramificadas se deben sembrar con hileras mas separadas. Mazzani (1983), concluye que el comportamiento de la distancia entre surco y planta en el cultivo del ajonjolí, estará en dependencia de la variedad, ya que esta puede ser ramificada o de tipo chirrión.

Sin embargo, es posible que al utilizar variedades ramificadas, tanto el comportamiento de las plantas como el rendimiento final del ajonjolí puede ser afectado al sembrarlo a diferentes distancias de siembra (Alvarado, 1999).

En ese sentido, se hace necesario evaluar el comportamiento de la variedad Cuyumaqui (ramificada) a diferentes distancias de siembra, para determinar su densidad óptima que induzca al máximo potencial de rendimiento.

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

1. Estudiar el efecto de siete diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del ajonjolí, variedad Cuyumaqui.
2. Seleccionar la densidad de siembra que conlleve al máximo rendimiento del cultivo del ajonjolí, en la variedad estudiada.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Descripción del lugar del experimento

2.1.1. Clima

El presente experimento se realizó en los terrenos 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 6 de septiembre al 15 de Diciembre de 1999. Las condiciones climatológicas ocurridas durante el período del ensayo se presentan en la Figura 1.

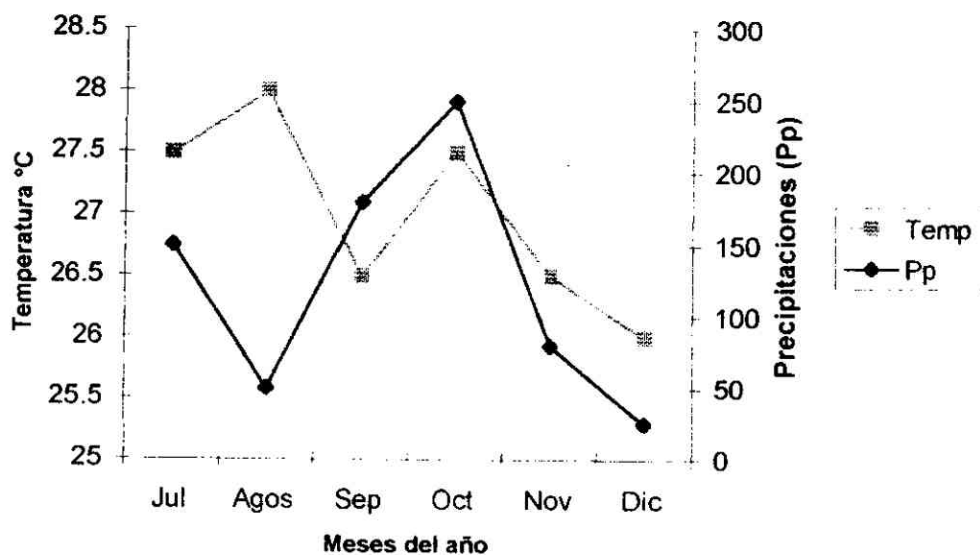


Figura 1. Climatograma de la Finca La Concepción. Nagarote, León. Época de Postrera de 1999

2.1.2. Suelo

El suelo donde se estableció el ensayo pertenece a la serie Nagarote y se caracteriza por ser profundo a moderadamente superficial, bien drenado y derivado de ceniza volcánica reciente (MAG, 1971). Las propiedades químicas del mismo se presentan en la Tabla I.

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

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

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, UNA.

2.1.3. Descripción del diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño experimental de bloque completo al azar (BCA), unifactorial con 7 tratamientos y cuatro repeticiones. La descripción de los mismos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los tratamientos. Finca la Concepción, época de postrera de 1999. Nagarote, León Nicaragua.

Tratamiento	Descripción	
	Distancia entre surco y planta	Plantas/ha
A	0.65 m x 0.16 m	96 150
B	0.60 m x 0.16 m	104 163
C	0.55 m x 0.16 m	113 632
D	0.70 m x 0.12 m	119 043
E	0.65 m x 0.12 m	128 200
F	0.60 m x 0.12 m	138 884
G	0.55 m x 0.12 m	151 510

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

- a) Area de la parcela útil 2.4 m x 4 m = 9.6 m²
- b) Area de parcela experimental 4.6 m x 5 m = 23 m²
- c) Area del bloque 32.2 m x 5 m = 161 m²

d) Area entre bloque	32.2 m ²	x	3	=	96.6 m ²
d) Area total 4 bloques	161m ²	x	4 blq	=	644 m ²
e) Area total del experimento	644 m ²	+	96.6 m ²	=	740.6 m ²

2.2. Variables evaluadas

Durante el crecimiento del cultivo, a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds) | se midieron las siguientes características en 10 plantas tomadas al azar de la parcela útil:

- **Altura de planta:** se tomó la altura de la planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la yema terminal del tallo.
- **Diámetro del tallo:** (cm.), Se estimó en el tercer entrenudo del tallo.
- **Número de hojas/planta:** Se contaron las hojas funcionales de la planta.

A la cosecha:

- **Número de ramas/planta:** Se contaron las ramas formadas en el tallo de la planta.
- **Altura de inserción de la primera cápsula:** se midió desde la superficie del suelo hasta la inserción de las cápsulas en el tallo o ramas cercanas al suelo.
- **Número de cápsula/planta:** Se contó el total de cápsulas por planta.
- **Número de semillas/cápsulas:** Se contó el total de semillas por cápsulas.
- **Peso de mil semillas:** Se contó de cada tratamiento mil semillas y se pesaron en balanza de precisión al 6 por ciento de humedad.
- **Plantas cosechadas/ha:** Se contó el número total de plantas cosechadas en la parcela útil y se expresaron en plantas cosechadas/ha.
- **Plantas acamadas/ha:** Se contaron todas las plantas que presentaron aproximadamente un ángulo de inclinación menor de 45° en relación de la superficie del suelo en la parcela útil y se expreso en plantas acamadas/ha.
- **Rendimiento de grano en kg/ha:** Se cosecharon las plantas de la parcela útil y se pesó en kg el rendimiento de la parcela útil, al 6 por ciento de humedad. A los efectos de la presentación de estos resultados, estos se determinaron en kg/ha.

Los datos obtenidos de las variables en estudio se evaluaron estadísticamente por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias a través de Duncan al 95 por ciento de confiabilidad.

2.3. 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, realizándose el último pase de grada 2 días antes de la siembra.

La siembra se realizó de forma manual el 6 de septiembre de 1999. La variedad estudiada fue la Cuyumaqui, utilizando las distancias de siembra presentada en la Tabla 2. Esta variedad presenta las siguientes características: Presenta un ciclo de 90-100 días; produce hasta 5 ramas principales y la altura de la planta puede alcanzar los 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 peciolo largo sin pelo. Las hojas superiores son de forma lanceolada, verde oscuro, sin pelo y bordes lisos. El peciolo 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 puede producir entre 120 a 180 cápsulas. Las semillas son de color café claro y la variedad tienen un potencial de producción de más de 1000 kg/ha.

La fertilización de fondo se llevó a cabo utilizando la fórmula completa 10-30-10 al momento de la siembra a razón de 130 kg/ha., y en la fertilización nitrogenada se utilizó Urea (46 por ciento de nitrógeno), aplicándose 195 kg/ha (50 por ciento a los 20 días después de la siembra y el otro 50 por ciento al inicio de la floración). Para el control de plagas del suelo se aplicó al momento de la siembra carbofuran (Furadán) al 5 por ciento a razón de 16.3 kg/ha. Se realizaron controles de plagas a los 40 y 65 días aplicando monocrotopos CS 40 (Nuvacron) a razón de 1.5 l/ha. La cosecha se realizó de forma manual a los 104 días después de la siembra.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento del ajonjolí

Gómez & Minelli (1990), plantean que el crecimiento es el aumento de materia seca, es un proceso irreversible que puede ser medido en base a algún parámetro, tales como la altura, por lo tanto es un fenómeno cuantitativo.

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: luz, calor, humedad y densidad de siembra. Esto concuerda con lo señalado por Neumaier (1975), quien afirma que aumentando las densidades de población se incrementa la altura de planta, ya que los tallos se vuelven más delgados, entrenudos más largos y por consiguiente las plantas son más altas.

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos para la variable altura de planta en centímetro. Se puede apreciar que a los 30 días después de la siembra (dds) los tratamientos no presentaron diferencias significativas. Esto es posible, ya que el crecimiento del cultivo es lento en las primeras semanas de su desarrollo, por lo tanto es muy temprano para diferenciar el efecto de las diferentes densidades sobre la altura. Esto es corroborado por Sánchez (1981), quien señala que el crecimiento del ajonjolí es lento en los primeros 30 días de su desarrollo, considerando a esta etapa como muy temprana para poder diferenciar el efecto cualquier tratamiento que se le aplique. A los 45, 60 y 75 días dds, se pueden observar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. A los 45 dds la mayor altura la alcanzó el tratamiento G con 91.50 cm y difiriendo significativamente con el resto de los tratamientos. En segundo lugar quedaron los tratamientos (C, D, E y F) cuyas alturas oscilaron entre un rango de 83.97 y 88.42 cm y sin diferencias significativas entre sus medias. A los 60 dds los tratamientos C, D, E, F y G mantienen las mayores alturas (138.25, 140.10, 142.13, 143.15 y 144.23 respectivamente) y sin diferencias estadísticamente entre ellas; en segundo lugar queda el tratamiento B con 134.67 cm y en tercer lugar el tratamiento A con 127.66 cm. Finalmente, a los 75 dds la mayor altura se reportan los tratamientos F y G (150.10 y

150.50 cm) y en último lugar el tratamiento A con 138.55 cm. El resto de los tratamientos (B, C, D, y E) su altura osciló entre 141.62 y 146.12 cm quedando en segundo lugar del orden de mérito de las medias de los tratamientos. Estas diferencias de altura de planta encontradas entre los diferentes tratamientos pudiera deberse a la competencia que se dio entre planta y planta por la luz solar, ya que al irse incrementando el número de plantas por unidad de superficie, las plantas más próximas entre si compitieron más por la luz conllevando con estos a que los tallos de las mismas se vuelvan más delgados, entrenudos más largos y por consiguiente las plantas son más altas. Estos resultados corroboran a los encontrados por Uriarte & Tapia (1997), en un estudio similar (pero con la variedad Mejicana), en donde demostraron que aumentando las densidades de siembra se incrementó la altura de planta.

Tabla 3. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre la altura de planta en cm. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
A	27.46 a	72.25 c	127.66 b	138.55 b
B	28.57 a	79.12 bc	134.67 ab	141.65 ab
C	27.48 a	83.97 ab	138.25 a	144.00 ab
D	29.91 a	84.25 ab	140.10 a	145.20 ab
E	27.45 a	85.47 ab	142.13 a	146.12 ab
F	31.13 a	88.42 ab	143.15 a	150.10 a
G	30.48 a	91.50 a	144.23 a	150.50 a
C.V.(%)	11.48	7.13	4.73	4.38
ANDEVA	NS	*	*	*

3.1.2. Diámetro del tallo

La capacidad de los tallos de una variedad para permanecer erecta en el campo tiene gran importancia para la obtención de altos rendimientos. El acame se produce como resultado del encorvado o rotura de los tallos, debido a su poco vigor (Poehlman, 1985).

Sánchez (1985), afirma que el diámetro del tallo del ajonjolí es una característica varietal, pero entre las plantas de una misma variedad, el diámetro puede ser afectado por la influencia de las densidades de siembra.

El efecto que tienen las diferentes densidades de siembra sobre esta variable se presentan en la Tabla 4 y si se hace un análisis comparativo entre las densidades y los momentos de evaluación en cuanto al orden de mérito de las medias de los tratamientos, se concluyen los siguientes aspectos: A los 30 dds no se encontraron diferencias significativas, pero sí, a los 45, 60 y 75 dds. A los 45 dds el mayor diámetro se desarrolló con el tratamiento A con 0.91 cm, en segundo lugar quedaron los tratamientos B, C, D, E y F (con diámetro que oscilaron entre 0.83 a 0.88 cm), y sin diferencias significativas entre los mismos, y en tercer lugar quedó el tratamiento G con 0.72 cm. Finalmente, a los 75 dds el mayor diámetro lo alcanzó el tratamiento A con 1.47 cm, y los menores diámetro se desarrollaron con los tratamientos F y G con 1.01 y 0.99 cm respectivamente.

Resultados similares al comportamiento de esta variable encontraron Moreira & Romero (1999), en un estudio de diferentes periodos de enmalezamiento en el cultivo del ajonjolí para la misma variedad Cuyumaqui.

Tabla 4. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre diámetro del tallo en cm. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
A	0.56 a	0.91 a	1.26 b	1.47 a
B	0.57 a	0.88 ab	1.36 a	1.15 ab
C	0.54 a	0.85 ab	1.17 ab	1.11 ab
D	0.55 a	0.84 ab	1.17 ab	1.08 ab
E	0.52 a	0.83 ab	1.16 ab	1.04 ab
F	0.56 a	0.79 ab	1.10 ab	1.01 b
G	0.53 a	0.72 c	1.04 ab	0.99 b
C.V.(%)	5.83	14.21	18.80	24.21
ANDEVA	NS	*	*	*

3.1.3. Número de hojas por planta

El cultivo del ajonjolí desarrolla de 10 a 120 hojas funcionales/planta, y las mismas van a estar en dependencia de la variedad, condiciones agroecológicas y manejo que se le dé al cultivo. Las hojas son los principales órganos para la realización de la fotosíntesis, y la concentración de nutrientes en las mismas influyen en el crecimiento rendimiento del cultivo (Barahona & Gago, 1996).

Los resultados indican (Tabla 5) que no se encontraron diferencias significativas entre las diferentes densidades de siembra evaluadas para los 30, 45, 60 y 75 dds. No obstante, si se analiza el comportamiento numérico de las medias, se puede observar que hay una tendencia de disminución de hojas/planta en la medida que se aumentan las densidades de siembra, lo cual viene a confirmar lo planteado por Quilantán (1983), quien dice que a diferentes densidades de siembra habrá diferentes numero de hojas/planta.

Tabla 5. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el numero de hojas por planta.
Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	30 dds	45 dds	60 dds	75 dds
A	8 a	25 a	49 a	80 a
B	8 a	24 a	55 a	85 a
C	8 a	26 a	52 a	79 a
D	9 a	21 a	50 a	78 a
E	8 a	22 a	49 a	80 a
F	9 a	23 a	39 a	71 a
G	8 a	20 a	35 a	70 a
C.V.(%)	8.00	14.21	16.58	17.50
ANDEVA	NS	NS	NS	NS

Uriarte & Tapia (1997), en un estudio de diferentes densidades de siembra para la variedad Mejicana, encontraron que al aumentar las densidades de siembra, el numero de hojas/planta disminuye, aunque sin diferencias significativas. Lo anterior es corroborado por estos resultados para la variedad Cuyumaqui.

3.2. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el rendimiento y sus principales componentes

3.2.1. Numero de ramas por planta

El número de ramas por planta es una característica de mucha importancia, ya que la misma esta relacionada directamente con el rendimiento de grano y se afecta con altas densidades de siembra. En la medida que se aumenta el número de plantas/área, el número de ramas/planta tiende a disminuir (Uriarte & Tapia, 1997).

Al analizar el comportamiento de esta variable (Tabla 6), no se encontró diferencias significativas entre las diferentes densidades evaluadas, sin embargo, si se analiza el comportamiento numérico de las medias se puede apreciar que las mismas disminuyen en la medida que se fueron aumentando las densidades de siembra, esto se debe a que el proceso de ramificación esta relacionado inversamente a la población. Estos resultados coinciden con los de Delgado & Yermanos (1975), quienes al evaluar en el ajonjolí diferentes densidades de siembra en California, U.S.A., encontró que el número de ramas por planta se incremento a los mayores espaciamiento entre planta y planta.

Tabla 6. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el número de ramas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	Número de ramas/planta
A	5 a
B	5 a
C	4 a
D	4 a
E	3 a
F	2 a
G	2 a
C.V.(%)	9.86
ANDEVA	NS

3.2.2. Altura de inserción de la primera cápsula

La altura de inserción de la primera cápsula varía entre una variedad y otra, y la misma está en dependencia del tipo de crecimiento del cultivar, factores ambientales y manejo que se le da al cultivo, pudiendo variar entre 15 y 70 cm de altura (CEA, 1986). Al respecto, Blanco & Mairena, (1993) plantean que una altura de inserción de la primera cápsula mayor de 20 cm facilita la cosecha mecanizada, aunque esta práctica se dificulta por la dehiscencia de la cápsula.

En la Tabla 7 se presentan los resultados del análisis de varianza y separación de medias para esta variable, observándose diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. La mayor altura de carga (primer orden) la alcanzaron los tratamientos E, (128 200 plantas/ha), F (138 884 plantas/ha) y G (151 510 plantas/ha) con 55.34, 56.30 y 57.30 cm de altura respectivamente. En segundo orden quedaron los tratamientos C (113 632 plantas/ha) y D (119 043 plantas/ha) con 43.22 y 45.20 cm de altura respectivamente y finalmente la menor altura de carga se obtuvieron en las densidades más bajas: tratamientos A y B con 35.52 y 36.32 cm de altura respectivamente. Mazzani & Cobo (1984), en un estudio de evaluación del efecto de diferentes distancias de siembra sobre variedades ramificadas de ajonjolí, encontraron la mayor altura de carga a la menor distancia entre hilera y planta (mayor densidad), lo cual corroboran nuestros resultados.

Tabla 7 Efecto de diferentes densidades de siembra sobre la altura (cm) de inserción de la primera cápsula. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	Altura de inserción de la primera cápsula en cm
A	35.52 c
B	36.32 c
C	43.22 ab
D	45.20 ab
E	55.34 a
F	56.30 a
G	57.30 a
C.V.(%)	9.86
ANDEVA	*

3.2.3. Número de cápsulas por planta

El número de cápsulas por planta varía en dependencia del tipo de crecimiento de la variedad, y éstas pueden producir de 1 a 3 cápsulas/axila. El comportamiento de esta variable se afecta por factores ambientales y del manejo que se le al cultivo (Uriarte & Tapia, 1997).

En la Tabla 8 se presentan los resultados del análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 5 por ciento para la variable número de cápsulas/planta. Si analizamos el comportamiento numérico de las medias, se puede apreciar que hay una tendencia a aumentar el número de cápsulas/planta en la medida que se incrementaron las densidades de siembra hasta el tratamiento D. A partir de ahí, si se incrementan las densidades disminuye el número de cápsulas/planta disminuye.

Estos resultados han sido confirmados por Bonsu (1977) en Ghana, Africa, al evaluar en ajonjolí diferentes densidades de siembra y encontró que a mayor espaciamiento entre planta e hilera el número de cápsulas/planta se incrementa.

Tabla 8. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el número de cápsulas por planta. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	Número de cápsulas por planta
A	117 a
B	118 a
C	120 a
D	122 a
E	117 a
F	116 a
G	115 a
C.V.(%)	15.00
ANDEVA	NS

3.2.4. Número de semillas por cápsulas

El número de semillas por cápsulas es una característica genética propia de cada variedad que varía en un rango limitado según las condiciones ambientales y el manejo que se le da al cultivo (Uriarte & Tapia, 1997).

Se puede observar en la Tabla 9 que los diferentes tratamientos no presenta diferencias significativas estadísticas entre sus medias, lo cual hace suponer que las diferentes densidades de siembra evaluadas no influyeron en el número de granos/cápsulas.

Estos resultados no concuerdan con los encontrados por Delgado & Yermanos (1975) en donde a menor densidad de siembra reportan mayor cantidad de semillas por cápsulas.

Tabla 9. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el número de semillas por cápsulas. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	Numero de semillas por cápsulas
A	30 a
B	31 a
C	33 a
D	30 a
E	32 a
F	33 a
G	32 a
C.V.(%)	11.42
ANDEVA	NS

3.2.5. 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 (Tabla 10) no se encontraron diferencias significativas para los tratamientos en estudio, apreciándose que el valor numérico de las medias se desplazó entre 2.85 a 3.00 gramos/1000 semillas.

Tabla 10. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el peso de mil semillas en gramos.
Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	Peso 1000 semillas en gramos
A	3.00 a
B	3.00 a
C	2.90 a
D	2.87 a
E	2.92 a
F	2.92 a
G	2.85 a
C.V.(%)	5.73
ANDEVA	NS

Estos resultados son corroborados por Toruño (1987), quién realizó un estudio de 8 variedades de ajonjolí, y encontró que el peso de 1000 semillas para la variedad Cuyumaqui fue de 2.98 gramos.

3.2.6. Plantas cosechadas/ha

Mazzani & Cobo (1984) señalan que el rendimiento está influenciado por la población y espacio y que una densidad óptima de plantación manifestará el máximo rendimiento de una variedad. Al respecto, Tapia (1980) manifiesta que a mayor número de plantas que lleguen al momento de la cosecha, así será también el rendimiento del producto a cosechar.

En este estudio, la población inicial de plantas/ha se ajustó a la descrita en la Tabla 2 y la población final se presenta en la Tabla 11 donde se puede apreciar diferencias significativas entre los tratamientos estudiados. Los tratamientos F y G llegaron con más plantas cosechadas (111 107 y 121 208 plantas cosechadas/ha); en segundo lugar quedan los tratamientos C, D y E quienes terminaron con poblaciones que oscilaron entre 102 268 y 102 560 plantas cosechadas/ha sin diferencias significativas entre los mismos y difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos. Los tratamientos A y B terminaron con 86 535 y 93 746 plantas cosechas/ha sin diferencias estadísticas entre ellos y quedando en último lugar.

Estas diferencias encontradas en los distintos tratamientos sobre la población final se deben a que la población inicial una vez establecida después del raleo, la misma se vio afectada durante el crecimiento y desarrollo de la plantación por el factor climático del viento. Producto de esto, se fueron cayendo plantas en su etapa temprana de desarrollo, incrementándose este volcamiento en aquellos tratamientos con mayores densidades de siembra.

Estos resultados no concuerdan con los de Uriarte y Tapia (1997) en un estudio similar a este con la variedad Mejicana, en donde esta variable resultó no significativa. Esto lo lograron haciendo todas las prácticas agronómicas al cultivo manualmente y construyendo cortinas de rompavientos, lo que evitó pérdidas significativas de planta por este factor climático.

Tabla 11. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el total de plantas cosechadas/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	Plantas cosechadas/ha
A	86 535 b
B	93 746 b
C	102 268 ab
D	107 138 ab
E	102 560 ab
F	111 107 a
G	121 208 a
C.V.(%)	5.73
ANDEVA	*

3.2.7. Plantas acamadas/ha

El número de plantas acamadas es un factor de suma importancia ya que influye en el rendimiento del cultivo. Altas densidades de población disminuyen el diámetro del tallo, lo cual incrementa la susceptibilidad al acame (Alvarado 1999).

En la Tabla 12 se presentan los resultados estadísticos de esta variable, en la cual se aprecia que los mayores valores se obtuvieron con los tratamientos E, F y G sin diferencias significativas entre ellos y difiriendo con el resto de los tratamientos y los valores más bajos se alcanzaron con los tratamientos A, B, C y D. Estas diferencias encontradas entre las densidades, se debe al acame que sufrieron las plantas producto del debilitamientos del grosor del tallo como efecto de respuesta de las plantas a los distintos tratamientos evaluados. Estos resultados coinciden con los de Cuadra (1988) y López (1990) quienes mencionan que al aumentarse las densidades de siembra se incrementa el acamado del cultivo.

Tabla 12. Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el total de plantas acamadas/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	Plantas acamadas/ha
A	4326 ab
B	4687 ab
C	5113 ab
D	5356 ab
E	10256 a
F	11111 a
G	12121 a
C.V.(%)	5.8
ANDEVA	*

3.2.8. Rendimiento de grano en kg/ha

El rendimiento es el resultado del efecto combinado de muchos factores tanto genéticos como ecológicos, así como la interacción del genotipo con el medio ambiente, incluyendo dentro de este último la actividad humana mediante el manejo que se le da a la plantación (González & Bervis, 1993). Al respecto, Alvarado (1999) plantea, que esta 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 los cuales se relacionan entre sí para expresarse en producción de grano por hectárea.

Según el análisis de varianza realizado a esta variable, demuestra que existe efecto real de tratamiento, es decir que las diferencias encontradas entre el rendimiento de grano de cada tratamiento se deben al efecto real de cada una de las densidades evaluadas, si no en todas, al menos en un par de ellas. Para conocer el orden de mérito de los tratamientos, se realizó la prueba de separación de medias de Duncan al 5 por ciento, y la misma indica (Tabla 13) que las diferentes densidades de siembra evaluadas se pueden separar en cinco categorías estadísticas diferentes: En

primer lugar la densidad de 119 043 plantas/ha (Tratamiento D) quien alcanzo un rendimiento de 990.87 kg de grano/ha y difiriendo estadísticamente con el resto de las densidades, en segundo lugar queda la densidad de 128 200 plantas/ha (Tratamiento E) quien obtuvo rendimientos de 887.89 kg de grano/ha y difiere estadísticamente con el resto de los tratamientos, en tercer lugar quedo la densidad de 113 632 plantas/ha (Tratamiento C) con 710.95 kg de grano/ha y difiriendo estadísticamente con el resto de los tratamientos, en cuarto lugar quedaron las densidades de 104 163 y 138 884 plantas/ha (Tratamientos B y F) con un rendimiento de 638.93 y 650.89 kg de grano/ha respectivamente y sin diferencias significativas entre las mismas, y en quinto lugar quedan los tratamientos A y G (96 150 y 151 510 plantas/ha respectivamente) con rendimientos de 538.36 y 545.87 kg de grano/ha respectivamente.

Estas diferencias de rendimiento de grano encontradas para cada uno de los tratamientos, se deben a que el cultivo vio afectado su crecimiento y rendimiento por cada una de las diferentes densidades de siembra evaluadas, ya que las plantas compitieron entre ellas mismas por la luz, el agua y nutrientes del suelo y al estar en equilibrio y minimizada esta competencia con el tratamiento D (119 043 plantas/ha), permitió que el cultivo desarrollara su máximo potencial de rendimiento de grano.

Estos Resultados concuerdan con los encontrados por Uriarte y Tapia (1997) en un estudio similar pero con la variedad Mejicana, en donde la densidad de 119 043 plantas/ha indujo a obtener el mayor rendimiento de grano.

Tabla 13 Efecto de diferentes densidades de siembra sobre el rendimiento en kg/ha. Finca La Concepción, León. Postrera de 1999

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
A	538.36 d
B	638.93 c
C	710.95 bc
D	990.87 a
E	887.89 ab
F	650.89 c
G	545.87 d
C.V.(%)	9.89
ANDEVA	*

IV CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos de esta investigación se llega a las siguientes conclusiones:

1. Con respecto a las variables altura de planta y diámetro del tallo, las densidades de siembra ejercieron diferencias significativas a los cuarenta y cinco, sesenta y setenta y cinco días después de la siembra.
2. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la variable número de hojas por planta.
3. Para las variables número de hojas/planta, ramas/planta, cápsulas/planta, semillas/cápsulas y peso de mil granos en gramos, no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados.
4. Para las variables altura de inserción de la primera cápsula, plantas cosechadas, plantas acamadas y rendimiento de grano presentaron diferencias significativas para las densidades evaluadas.
5. De las siete diferentes densidades de siembra evaluadas, la que indujo al mayor rendimiento fue el Tratamiento D (119 043 plantas/ha).
6. Al aumentar las densidades de siembra por encima de las 119 043 plantas/ha el rendimiento de grano disminuye.

V RECOMENDACIONES

1. Repetir este ensayo en diferentes localidades del país, para corroborar los resultados obtenidos en esta investigación.
2. Bajo las mismas condiciones en que se desarrollo este experimento, se recomienda sembrar a la variedad Cuyumaqui a densidades de siembra de 119 043 plantas/ha, para obtener su mayor rendimiento de grano.

VI. LITERATURA CITADA

- Alvarado, D. N. 1999. Transformación de tres componentes del sistema tradicional de producción del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L), hacia una producción sostenible. Trabajo presentado en la Jornada Científica de Desarrollo Universitario (JUDC) de la Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 40 p.
- Avila, J. Hernández, J. & Acevedo, T. 1992. Efecto de la distancia de siembra entre hileras sobre el comportamiento de cuatro variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L). Estación Experimental de Portuguesa, Venezuela. *Agronomía Tropical* 42 (5-6): 307-320 p.
- Barahona, O. W. & Gago, H. F. 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en suya (*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 p.
- Baumeister, E. 1991. Desarrollo Agropecuario, participación campesina y diversificación agrícola. Editorial D.E.I. San José, Costa Rica. 80 p.
- 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 p.
- Bonsu, K. O. 1977. The effect of spacing and fertilizer application on the growth and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L). *Acta Horticulturae*. Cocoa Res. Int. Tafo Ghuana. 53 p.

- C.E.A. 1986. Estudio comparativo de 25 variedades de ajonjolí (*Sesamum indicum* L). Centro Experimental del Algodón (C.E.A). Chichigalpa, León. 45 p.
- Centeno, R. A. J. 1994. Efecto de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de soya (*Glycine max* L) c.v. Cristalina y ajonjolí (*Sesamum indicum* L) c.v. China Roja. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 55 p.
- Cuadra, R. M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y población sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6. Tesis Ing. Agrónomo. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 67 p.
- Delgado, M. & Yermanos, D. M. 1975. Yield components of sesame (*Sesamum indicum* L) under different population densities. *Economic Botany*. January-March. Venezuela, 78 p.
- Gómez, O. & Minelli, M. 1990. La producción de Semilla. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Managua, Nicaragua. 210 p.
- González, H. & Bervis, L. 1993. Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación del nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L) en labranza cero y condiciones de riego. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 30 p.
- Holdridge, L., 1982. Ecología basada en zonas de vidas. II C.A. San José, Costa Rica. 216 p.
- López, B. L. 1990. Maíz en Cereales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 391 p.
- M.A.G, 1971. Manual Práctico para interpretación de Suelos. Catastro e Inventario de Recursos Naturales. Managua, Nic. 39 p.

- M.A.G. 1998. Guía Técnica del cultivo del Ajonjolí. 20 p.
- Mazzani, B. & Cobo, M. 1984. Effect of different spacings on some character of an unbranched variety of sesame. *Agron Trop. (Maracay)* 114 p.
- Mazzani, B., 1983. Cultivo y Mejoramiento de Plantas Oleaginosas. Caracas, Venezuela. 224 p.
- Moreira, G. V. & Romero, G. G. C. 1999. Determinación del periodo crítico de competencia de malezas en el cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L), variedad Cuyumaqui. Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria, FAGRO. Managua, Nicaragua, 40 p.
- Neumaier, W. 1975. Efeito de fertilidade de soja. Epoca de plantio e populacas sobre o comportamento de duas cultivares de soja (*Glycine max* L Merr). Porto Alegre. Tesis presentada por Mestre en Fitotecnia. Facultad de Agronomía Universidad Federal de Rio Grande de Sur. Brasil, 127 p.
- P.A.A.T. 1992. Guía Técnica de Manejo Integrado de Ajonjolí. Convenio MAG-GTZ. Managua, Nicaragua. 35 p.
- Poehlman, C. 1985. Mejoramiento genético de las cosechas. Universidad de Missouri, editorial Limusa. México, D. F. 302 p.
- Quilantan, V. L. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo del ajonjolí. S.A. R. H. México, D. F. 243 p.
- Rodríguez, J. M. 1974. Consejos prácticos para la producción del cultivo del ajonjolí en Nicaragua. Segunda Edición. Editorial Nuevos Horizontes. Managua, D.N., 25 p.
- Sánchez, P. A. 1981. Cultivos Oleaginosos. Manual para la Educación Agropecuaria. México, D. F. 240 p.

- Sánchez, R. R. 1985. Producción de Oleaginosas y Textiles. 2da. Edición. Editorial Limusa S.A. México. 250 p.
- 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 p.
- Uriarte, E. A. & Tapia, O. H. 1997. Estudio del efecto de diferentes densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamum indicum* L) var. Mexicana. Universidad Nacional Agraria, FAGRO-E.P.V. Managua, Nicaragua, 30 p.
- Weiss, E., A., 1983. Oil seed crops. Sesame. Chapter. Nex York, Longman. Pp:282-340.
- Yagodin, B. A.; Smirnov, J. & Burgdki, J. P. 1982. Agroquímica. Tomo I. Editorial MIR, Moscú. 250 p.
- 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 p.