

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA UTILIZANDO HUMUS DE CACHAZA
DE CAÑA DE AZÚCAR (*Sacharum officinarum* L.) EN EL CULTIVO DE AJONJOLÍ
(*Sesamun indicum* L.).

AUTORES:

Br. OSCAR DANILO TÉLLEZ CRESPI
Br. DUILIO RAFAEL RAMÍREZ HERNÁNDEZ

ASESOR :

Ing. Agr. JOSÉ CISNE CONTRERAS Mag. Sc.

PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL HONORABLE TRIBUNAL
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE ING.
AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN FITOTECNIA

Managua, Nicaragua

Febrero, 1999

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a:

Dios , por haberme prestado vida, salud y entendimiento para iniciar, comprender y concluir mis estudios.

También dedico este trabajo de investigación con mucho cariño en especial a mi madre Ana María Hernández Solís y resto de familiares y amigos por su apoyo incondicional durante mis estudios y en toda mi vida.

Duilio Rafael Ramírez Hernández.

DEDICATORIA

El presente trabajo de diploma quiero dedicarlo:

- Al sacrificio de mis queridos padres: el señor Juan Téllez B. y la señora Mercedes Crespín de Téllez, quienes siempre me han brindado su incondicional apoyo durante todos estos años de mi vida.

- A mi abuela doña Hermicenda Hernández (Mamá), de quien yo aprendí a leer y a escribir.

- A mi Tía Mercedes Balmaceda y familia, por haberme acogido en su casa y hacer de ella también mi propia casa, durante estos cinco años de estudios universitarios.

- A mis hermanos y a todos mis amigos y amigas que sienten aprecio por mi persona.

Oscar Danilo Téllez Crespín.

AGRADECIMIENTO

Damos nuestro más profundo agradecimiento:

En primer lugar a Dios, por haber hecho posible la culminación de nuestros estudios universitarios a través del presente trabajo de investigación.

Al Lic. Pablo Talavera, Gerente de la Empresa de Fertilizantes Orgánicos S.A. (FERTOSA), quien siempre nos apoyó para que este trabajo de investigación pudiera llevarse a cabo.

A nuestro asesor Ing. José Cisne Contreras. Mag. por sus aportes y sugerencias que nos brindó en cada una de las etapas de este trabajo de investigación.

Al Ing. agr. Rene Marín, por haber prestado su finca para la realización de dicho trabajo.

A nuestro compañero de clases Nestor Rodríguez, por su colaboración incondicional en las diferentes labores de campo que demandó el trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), Facultad de Agronomía (FAGRO), Escuela de Producción Vegetal (EPV), y sobre todo a los profesores por su esfuerzo diario en nuestro aprendizaje.

Oscar Danilo Téllez Crespín.
Duillo Rafael Ramírez Hernández.

INDICE

Sección	Página
- INDICE DE FIGURAS.	i
- INDICE DE CUADROS.	ii
- RESUMEN.	iii
I- INTRODUCCIÓN.	1
II- MATERIALES Y MÉTODOS.	3
2.1 Descripción del lugar y experimento.	3
2.1.1 Clima.	3
2.1.2 Suelo.	5
2.1.3 Descripción del fertilizante orgánico (humus).	5
2.1.4 Descripción del diseño.	6
2.1.5 Variables evaluadas.	7
2.2 Manejo agronómico.	8
2.3 Análisis económico.	10
III- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	13
3.1 Crecimiento y desarrollo.	13
3.1.1 Altura de la planta.	13
3.1.2 Diámetro del tallo.	15
3.1.3 Número de hojas por planta.	16
3.2 Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el rendimiento y sus componentes principales.	19
3.2.1 Número de ramas por planta.	19
3.2.2 Altura de inserción de la primera cápsula.	20
3.2.3 Número de cápsulas por planta.	21
3.2.4 Número de granos por cápsula.	22
3.2.5 Peso de 1 000 granos.	23
3.2.6 Rendimiento.	25

3.3 Análisis económico.	27
3.3.1 Análisis de presupuesto parcial.	28
3.3.2 Análisis de dominancia.	28
3.3.3 Análisis marginal.	28
3.3.4 Curva de beneficios netos.	29
IV- CONCLUSIONES.	33
V- RECOMENDACIONES.	34
VI- REFERENCIAS.	35
- ANEXOS.	38

INDICE DE FIGURAS.

Figura número	Página
1: Climatograma de la Finca El Ojochito, Managua (Walther & Lieth, 1960)	4
2: Rendimiento agrícola de la variedad Precoz rama en función de las diferentes dosis de fertilización. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997	27
3: Curva de beneficios netos para los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de ajonjolí. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997	32
4: Siembra del cultivo de ajonjolí durante el ensayo experimental (Finca El Ojochito).	43
5: Ensayo experimental a los 20 días después de la siembra. (Finca El Ojochito).	43
6: Tratamiento T2 a los 32 días después de la siembra. (Finca El Ojochito).	44
7: Tratamiento T1 a los 32 días después de la siembra. (Finca El Ojochito).	44
8: Tratamiento T6 a los 32 días después de la siembra. (Finca El Ojochito).	45
9: Vista del ensayo experimental. Epoca postrera 1997. (Finca El Ojochito).	45
10: Inflorescencia de ajonjolí.	46

INDICE DE CUADROS.

Cuadro número	Página
1: Análisis químico y físico del suelo. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997 donde se realizó el ensayo.	5
2: Propiedades químicas del humus de cachaza de caña de azúcar. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre- diciembre 1997.	6
3: Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de de ajonjolí. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiem- bre-diciembre 1997.	6
4: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre la altura de la planta (cm). (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.	15
5: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el diámetro del tallo (cm). (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.	16
6: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el número de hojas por planta. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.	18
7: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el número de ramas por planta. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.	19
8: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre la altura de inserción de la primera cápsula. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.	20

- 9: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el número de cápsulas por planta. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997. 22
- 10: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el número de granos por cápsula. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997. 23
- 11: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el peso de 1 000 granos expresado en gramos. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997. 25
- 12: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el rendimiento del cultivo expresado en kg/ha. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997. 26
- 13: Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados en el cultivo de ajonjolí. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997. 30
- 14: Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados en el cultivo de ajonjolí. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997. 31
- 15: Análisis marginal de los tratamientos evaluados en el cultivo de ajonjolí. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997. 31

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar el efecto de siete niveles de fertilización sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del ajonjolí (*Sesamun indicum L.*) variedad Precoz rama, bajo las condiciones ecológicas de la finca El Ojochito, Managua. El ensayo se estableció en la siembra de postrera de 1997 (septiembre – diciembre), utilizándose un diseño experimental de bloques completos al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones, encontrándose que de los componentes de crecimiento y desarrollo del cultivo, la altura de la planta y el número de hojas por planta, presentaron diferencias significativas. De las variables evaluadas para el rendimiento y sus principales componentes se encontró diferencias significativas en: altura de inserción de la primera cápsula, número de cápsulas por planta, peso de 1 000 granos; en donde el número de cápsulas por planta fue el principal componente del rendimiento, además se presentó diferencias significativas en el rendimiento en el cual el tratamiento T₅ a razón de 3 243.09 kg/ha de humus dió el mayor rendimiento agrícola con 1 205.00 kg/ha. Así mismo se observó que existe una relación directamente proporcional entre las diferentes dosis de fertilización orgánicas utilizadas y el rendimiento agrícola. En cuanto al análisis económico se demostró que económicamente el tratamiento T₁ a razón de 646.91 kg/ha de humus fue el mejor, presentando una tasa de retorno marginal de 280 por ciento, superior a la tasa de retorno mínima de comparación, la cual es de 130 por ciento. Se demostró de esta manera que sí se puede producir sin el uso de agroquímicos y obtener buenos rendimientos y productos de mayor calidad, sin contaminar el medio ambiente.

I. INTRODUCCION

El ajonjolí, también conocido como sésamo, alegría y sinsín, cuyo nombre científico es *Sesamun indicum* L. es una planta oleaginosa de antiquísimo cultivo. A la fecha se han localizado dos centros de origen: Etiopía, en Africa (Centro Básico); India, China y Japón (Centro Secundario).

Al continente Americano se introdujo en el siglo XVI, cuando los portugueses lo llevaron a Brasil. El ajonjolí se introdujo a Nicaragua en 1939. En 1946, ocupó el segundo lugar de importancia en el país. A partir de ese año este cultivo poco a poco fue desplazado por el algodón (*Gossypium hirsutum* L.) (INTA *et al.*, 1998). Con la caída de este último a finales de los años 80, el ajonjolí nuevamente surge como una alternativa para los productores del país.

La semilla se utiliza entera como condimento o en la elaboración de panes, cereales, postres y alimentos para animales. También se extrae un aceite utilizado en la cocina, en maquinaria fina y en la elaboración de cosméticos. La semilla es comercializada al natural para la elaboración de aceite y también puede ser descortezada para fines de confitería y panadería.

Según Gonzávez (1996), a partir de los años 90, los productores de ajonjolí convencional con la total desaparición de los subsidios a los agroquímicos, la reducción del crédito rural, la disminución de los precios de la semilla en el mercado, al no tener un canal definido de comercialización del producto; tuvieron que buscar nuevas formas agrotécnicas para producirlo, como es el caso de la producción de ajonjolí orgánico, el cual goza de mejores precios que el producido convencionalmente, tiene un canal definido de comercialización y además evita la contaminación del medio ambiente.

La agricultura orgánica es una alternativa rentable, en el contexto nicaragüense, donde los procesos biológicos naturales son más rápidos, gracias al clima tropical y donde existe abundante mano de obra; estimular dichos procesos y conseguir una mayor eficiencia, productividad y aprovechamiento para el hombre es una actividad que debería ocupar nuestro tiempo (González, 1996).

El proceso de producción orgánica requiere gran cantidad de mano de obra, lo cual en las condiciones actuales de desempleo de nuestro país significa una alternativa para contribuir a solucionar en parte la problemática de la escasez de fuentes de trabajo en la actividad agrícola nicaragüense.

Los abonos orgánicos son más eficientes que los fertilizantes químicos, porque aportan una mayor diversidad de elementos nutritivos a las plantas, proporcionan humus, lo cual mejora la estructura del suelo creando condiciones favorables a la microflora benéfica y las aplicaciones de estos cada año disminuyen por efecto residual; por el contrario los fertilizantes químicos cada vez se requieren en mayor cantidad.

En base a la importancia del cultivo de ajonjolí orgánico, el humus de cachaza de caña de azúcar (*Sacharum officinarum* L.) que ha sido degradada por la técnica de lombricultura surge como una nueva alternativa de fertilización en este cultivo, para aquellos productores que se ubican cercano a la disponibilidad de este producto.

Con este trabajo de investigación se pretende alcanzar el siguiente objetivo:

- Estudiar el efecto de diferentes niveles de humus de cachaza de caña de azúcar sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de ajonjolí.

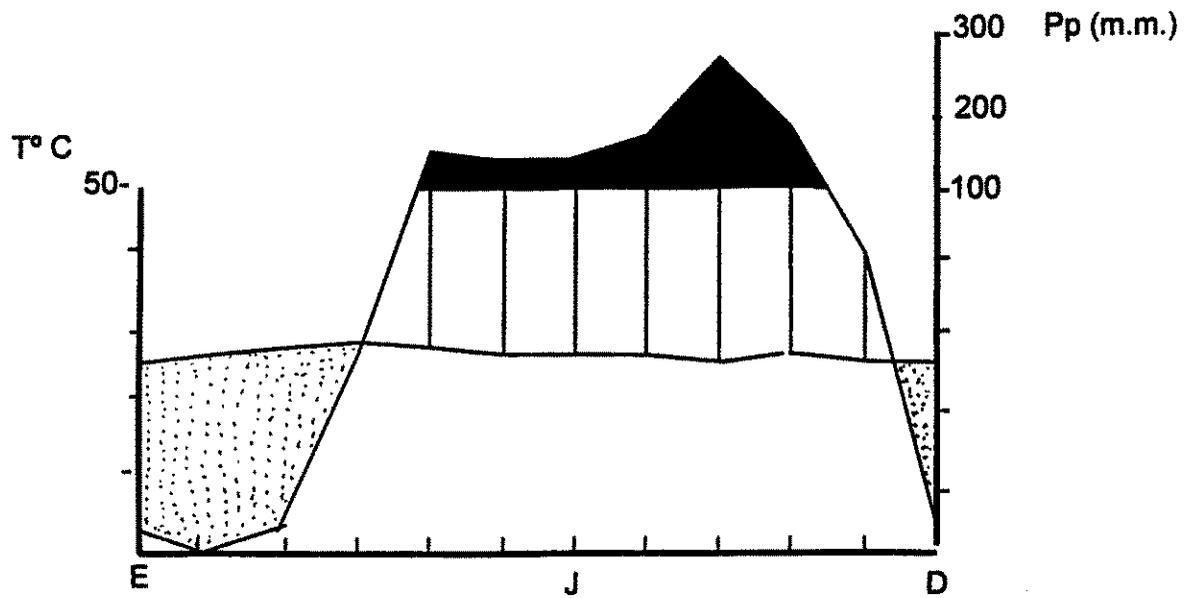
II MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del lugar y experimento

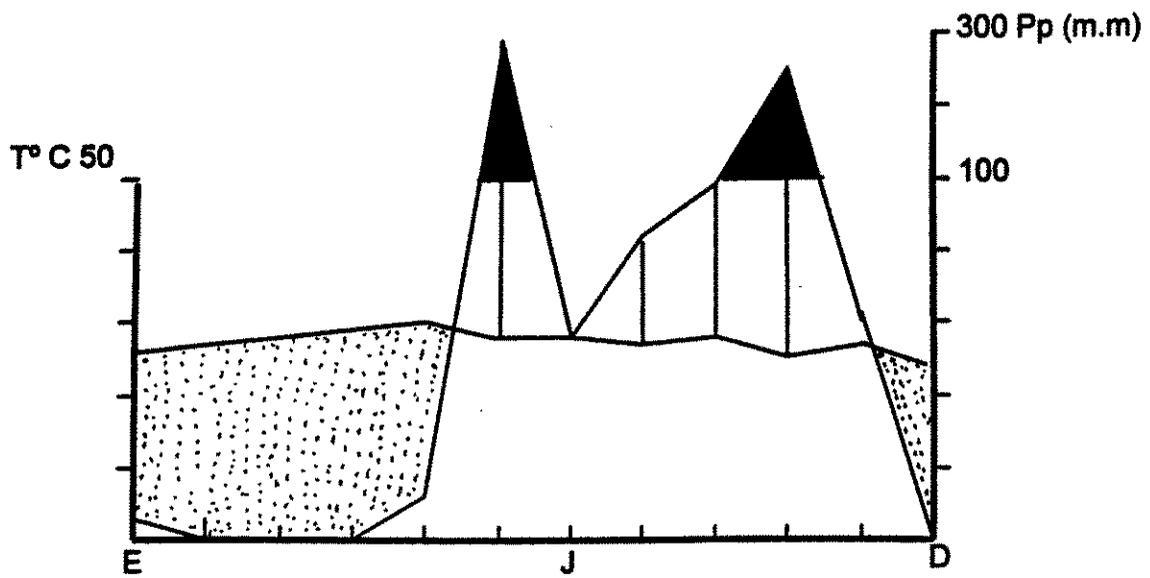
2.1.1. Clima

El experimento se realizó en la época de postrera (septiembre-diciembre) de 1997, en los terrenos de la finca El Ojochito, departamento de Managua, municipio de Tipitapa, caserío San Cristóbal, la que se encuentra ubicada en el kilómetro 14 de la Carretera Norte, con coordenadas 12° 10' Latitud Norte y 86° 09' Longitud Este, a una altura de 60 m.s.n.m. La zonificación ecológica según Holdridge (1987) es Bosque Tropical Seco.

De acuerdo a los datos climáticos de la Figura 1, en donde la temperatura del periodo septiembre – diciembre mantuvo un promedio de 27° C y precipitación de 438.80 mm, el cultivo, tuvo las condiciones climáticas óptimas para su normal crecimiento y desarrollo, el cual necesita temperaturas de 15 – 40° C con una óptima de 27.5° C y precipitación de 300 – 600 mm durante el ciclo del cultivo.



1992 - 1996



1997

Fig. 1 Climatograma de la finca El Ojochito, Managua (Walther & Lieth, 1960)

2.1.2. Suelo

El suelo pertenece al orden Andosoles, serie Sabana Grande y presenta un horizonte superficial de carbonato de calcio; con una topografía plana y textura franco arenoso (Rodríguez & Muri- llo,1996). Los resultados del análisis de suelo se presentan en la Tabla 1.

Cuadro 1. Análisis químico y físico del suelo (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiem- bre-diciembre 1997, donde se realizó el ensayo.

propiedades químicas	valor
pH	8.72
MO	2.70 %
N	0.13 %
P	12.55(ug/ml)
K	3.27(meq/100 ml)
Propiedades físicas	
Porocidad	35.96 %
Arcilla	14.68 %
Limo	31.80 %
Arena	53.52 %
Textura	Franco - arenoso

Fuente: Laboratorio Químico S.A. (LAQUISA,1 997).

2.1.3. Descripción del fertilizante orgánico (humus)

El fertilizante orgánico utilizado en el experimento es de origen vegetal, específicamente cacha- za de caña de azúcar; el cual es un residuo del proceso de clarificación del guarapo. La que a su vez ha sido degradada y mineralizada por la técnica de lombricultura, que consiste en la crianza intensiva de lombrices (*Eisenia foetida* L) en cautiverio para la transformación de los residuos sólidos orgánicos, de origen vegetal y animal, en humus rico en microorganismos. (Ver Cuadro 2).

Cuadro 2: Propiedades químicas del humus de cachaza de caña de azúcar.

PH	7.00 (Neutro).
Materia Orgánica	50 %
N	2.5 %
P ₂ O ₅	7.5 %
K ₂ O	0.70 %

Fuente: Laboratorio químico, S. A. (LAQUISA, 1997).

2.1.4. Descripción del diseño

El ensayo se estableció en un arreglo unifactorial con diseño de bloques completo al azar (B.C.A.) con 4 repeticiones.

Se evaluaron 7 tratamientos; 5 dosis diferentes de humus de cachaza, 1 de abono químico y 1 testigo (ver testigo); de la parcela útil se tomaron 10 plantas centrales al azar como muestra representativa.

Cuadro 3: Descripción de los tratamientos evaluados en el cultivo de ajonjolí.
(Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Tratamientos	Abono	Dosis kg/ha
T ₁	humus de cachaza de caña de azúcar	646.91
T ₂	humus de cachaza de caña de azúcar	1 293.63
T ₃	humus de cachaza de caña de azúcar	1 940.45
T ₄	humus de cachaza de caña de azúcar	2 587.27
T ₅	humus de cachaza de caña de azúcar	3 243.09
T ₆	Abono químico:	
	Completo 18-46-0	129.30
	Urea al 46%	129.30
T ₇	sin fertilizante	

Las dimensiones del ensayo fueron las siguientes:

a) Ancho de la parcela	4.20m
b) Largo de la parcela	7.00m
c) Distancia entre parcelas	0.80m
d) Area de la unidad experimental	29.40m ²
e) Parcela útil	9.00m ² (4 Surcos Centrales)
f) Area de la replica	239.40m ²
g) Distancia entre bloques	2.00m
h) Area total del experimento	1 126.40m ²
i) Número de surcos	8.00
j) Distancia entre surcos	0.60m
k) Distancia entre plantas	0.15m

2.1.5. Variables evaluadas

La toma de datos se realizó a los 25 dds y a partir de éstas se realizaron las tomas de datos cada 7 días para las variables alturas, diámetro del tallo, número de hojas por planta. Para las demás variables la toma de datos se realizó en la cosecha.

Las variables evaluadas fueron:

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo

- Altura de la planta (cm): se midió desde la base del tallo hasta la yema apical de la planta
- Diámetro del tallo (cm): se midió a la altura del cuarto nudo de la planta
- Número de hojas por planta: se contó el total de hojas funcionales en la planta

A la cosecha:

- Número de ramas por planta
- Altura de inserción de la primera cápsula
- Número de cápsulas por planta
- Número de granos por cápsula
- Peso de 1 000 granos
- Rendimiento kg/ha

Los datos obtenidos de las variables se evaluaron estadísticamente por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias según Duncan, con un 95 % de nivel de confianza.

2.2. Manejo agronómico

- **Preparación del terreno:** consistió en un pase de arado con maquinaria a una profundidad de 30 cm, dos pases de grada y una nivelada
- **Fertilización:** las diferentes dosis de humus utilizadas en los tratamientos fueron aplicadas al fondo del surco, luego se cubrió con una capa de tierra y posteriormente se depositó la semilla. Para la parcela testigo (T_6) se aplicó fertilización convencional consistente en 129.3 kg/ha de completo 18 – 46 – 0 al momento de la siembra y 129.3 kg/ha de urea al 46% de manera fraccionada según el método convencional de fertilización de ajonjolí
- **Siembra:** se realizó el 14 de septiembre de 1997, de manera manual a chorrillo con una distancia entre surco de 60 cm
- **Raleo:** se realizó a los 23 dds dejando un espaciamiento entre plantas de 15 cm

- Manejo de maleza: en las parcelas donde se aplicó humus de cachaza de caña de azúcar y en la parcela donde no se aplicó fertilizante se utilizó el control cultural y mecánico. Mientras en la parcela convencional, se utilizó el control cultural y el químico (Alaclor a razón de 1.4 litros/ha)
- Aporque: se realizó un día después del raleo, para afianzar las plantas
- Manejo de plagas y enfermedades: los extractos vegetales provocan repelencia, inhiben la oviposición entre otros efectos. De estas actividades es preferible la repelencia, pues por medio de la manipulación de mensajes químicos se evita que la plaga reconozca su hospedero y se alimente de ella. (Zamorano, 1996)

A los 20 dds el ensayo experimental fue atacado por el gusano verde o soldado (*Spodoptera exigua* Hubn.), que es una larva desfoliadora del follaje. Esta fue controlada en los tratamientos donde se aplicó humus de cachaza de caña de azúcar y en el tratamiento donde no se aplicó fertilizante, con: chile (*Capsicum annuum* L.) a razón de 0.64 kg/ha + 114 litros de agua + 1.4 taco de jabón de lavar/ha; lo que coincide con las aplicaciones hechas por Barahona (1995).

La aplicación de chile + agua + jabón fueron realizadas con bombas de mochila directamente sobre el follaje del cultivo.

En el tratamiento con fertilizante químico se aplicó Malathion, que según Carranza & Rodríguez (1988), actúa por contacto, ingestión y ligeramente por inhalación; su efecto residual es corto.

- No se aplicó riego durante el ciclo del cultivo contando únicamente con la precipitación de la zona
- Cosecha: se realizó de forma manual a los 77 dds, posteriormente se realizaron las siguientes labores: Emparve, aporreo, zarandeo, soplado y secado de la semilla al sol

La variedad utilizada fue la Precoz rama. Esta variedad presenta las siguientes características agronómicas:

- Ciclo vegetativo	80 días
- Arquitectura de la planta	Rama
- Altura de la planta	1.22 – 1.37 m
- Diámetro del tallo	0.9 – 1.10 cm
- Número de rama por planta	3 - 4
- Flor acampanada de color	Blanca
- Inicio de floración	27 días
- Número de cápsulas por axilas	3
- Color de la semilla	Crema
- Número de cápsula por planta	64 – 96
- Número de granos por cápsula	60 – 65

2.3. Análisis económico

Se realizó un análisis económico para evaluar la efectividad de los tratamientos en estudio con el propósito de brindar recomendaciones a los productores y validar la nueva alternativa en comparación con la tradicional.

Se utilizó el análisis de presupuesto parcial, el cual está basado en calcular los costos que varían en cada tratamiento tomando en cuenta que los agricultores generalmente se interesan por los ingresos y costos que tendrán al cambiar sus prácticas tradicionales por una nueva alternativa tecnológica y actualmente se debe tomar en cuenta también los beneficios ecológicos y sociales.

Además se realizó un análisis de dominancia, para determinar económicamente la factibilidad de la nueva alternativa de fertilización orgánica para poder justificar su utilización, el análisis de dominancia primero se efectúa ordenando los tratamientos de menor a mayor según los costos totales, se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT, 1988).

También se realizó un análisis marginal, calculando el costo marginal para cada incremento de gasto, para ello se utilizó la tabla de análisis de dominancia donde se ordenaron los tratamientos de menor a mayor beneficio, luego se eliminó de arriba hacia abajo las alternativas dominadas, puede ser partiendo de la curva de beneficios netos o eliminando de arriba hacia abajo todo tratamiento que tenga un costo variable igual o mayor al tratamiento inmediato superior (CIMMYT, 1988).

Para lo cual se utilizó:

$$\begin{aligned} \text{BB} &= \text{RP} \times \text{PP} \\ \text{BN} &= \text{BB} - \text{CV} \\ \text{TRM} &= \frac{\text{IMBN}}{\text{IMCV}} \times 100\% \\ \text{CT} &= \text{CF} + \text{CV} \end{aligned}$$

Donde:

BB	=	Beneficio bruto.
BN	=	Beneficio neto.
RP	=	Rendimiento del producto.
PP	=	Precio del producto.
CV	=	Costo variable.
TRM	=	Tasa de retorno marginal.
CT	=	Costo total.
IMBN	=	Incremento marginal de beneficio neto.
IMCV	=	Incremento marginal de costo variable.
CF	=	Costo fijo.

III RESULTADO Y DISCUSION

3.1. Crecimiento y desarrollo

El crecimiento de la planta es un incremento irreversible de tamaño, peso, diámetro, el cual no necesariamente, corresponde a un incremento del peso sólido o seco y de la cantidad de protoplasma. El proceso del desarrollo lo constituyen los cambios fisiológicos, así como el grado de diferenciación y el estado de complejidad alcanzados por el organismo. Resulta, pues, que el crecimiento es, en términos generales, un proceso cuantitativo relacionado con el aumento en masa del organismo, mientras que el desarrollo es un proceso cualitativo y se refiere a los cambios experimentados por la planta durante el crecimiento (Bonner & Galston, 1975).

3.1.1. Altura de la planta

La altura de la planta es un parámetro que nos permite medir el crecimiento del cultivo. Sánchez (1982), afirma que el ajonjolí se adapta a varios periodos de luz. Sin embargo, existen algunas variedades que al sembrarse en otras regiones con periodos similares de luz, pero con régimen de lluvia y temperatura diferente, frecuentemente presentan variaciones en el crecimiento del cultivo y así en su altura.

Según Arzola *et al.*, (1981), los factores del crecimiento pueden clasificarse como genéticos (relacionados con la constitución genética de la planta) y ambientales (suma de todas las condiciones externas que afectan la vida, crecimiento y desarrollo de la planta).

En base a los resultados obtenidos, en las primeras dos tomas de datos se observó lo siguiente:

A los 25 días se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, obteniéndose de esta manera 6 categorías estadísticas, donde alcanzó mayor altura el tratamiento a base de fertilizante completo 18-46-0 y urea al 46% (T₆) con 29.15 cm de altura, seguido del

tratamiento usando 3 243.09 kg/ha de humus de cachaza (T₅) con 27.05 cm de altura, en tercer lugar se ubicó el tratamiento usando 2 587.27 kg/ha de humus de cachaza (T₄) con 25.45 cm ; el cuarto lugar lo ocuparon los tratamientos sin fertilización (T₇) y el tratamiento usando 1 293.63 kg/ha de humus de cachaza (T₂) con 23.73 cm y 23.50 cm respectivamente, el tratamiento usando 1 940.45 kg/ha de humus de cachaza (T₃) ocupó el quinto lugar con 21.70 cm y el tratamiento a base de 646.91 kg/ha de humus de cachaza (T₁) se ubicó en el último lugar con 20.33 cm.

De acuerdo a los resultados obtenidos a los 32 días se observaron 5 categorías estadísticas, donde alcanzaron mayor altura los tratamientos a base de fertilizante completo 18-46-0 y urea al 46% (T₆) y el tratamiento a base de 3 243.09 kg/ha de humus de cachaza (T₅) con 46.05 cm y 45.68 cm respectivamente; en segundo lugar se ubicó el tratamiento a base de 2 587.27 kg/ha de humus de cachaza (T₄) con 44.25 cm ; en tercer lugar el tratamiento a base de 1 293.63 kg/ha de humus de cachaza (T₂) con 41.38 cm ; en cuarto lugar se ubicó el tratamiento sin fertilización (T₇) con 39.75 cm ; y en quinto lugar los tratamientos a base de 1 940.45 kg/ha de humus de cachaza (T₃) y 646.91 kg/ha de humus de cachaza (T₁) con 37.30 cm y 36.75 cm de altura respectivamente.

En las evaluaciones realizadas a los 25 y 32 dds se observaron diferencias significativas en los tratamientos evaluados, en el cual el tratamiento a base de fertilizante completo 18-46-0 y urea al 46 % (T₆) obtuvo la mayor altura , esto es debido a que el fertilizante químico una vez aplicado al suelo tiene una rápida disponibilidad de sus nutrientes; pero posteriormente este fertilizante químico pierde sus propiedades por efecto de lixiviación, fijación y pérdidas gaseosas.

Por otro lado, el fertilizante a base de humus de cachaza de caña de azúcar , una vez incorporado al suelo se encuentra disponible durante todo el ciclo, y éste a su vez es absorbido paulativamente según las necesidades de la planta de Ajonjolí; por lo que se explica que a los 60 dds los tratamientos a base de humus de cachaza de caña de azúcar tiende a presentar mayor altura que el tratamiento a base de fertilizante completo 18-46-0 y urea al 46 % y el tratamiento con cero aplicación de fertilizante.

De los 39 a los 60 dds no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, debido a que en esta etapa, la planta absorbe los elementos nutritivos no solamente para ser utilizados en el crecimiento vegetativo, sino que son también distribuidos a otras funciones como es el inicio de la etapa reproductiva, tal es el caso de la formación de flores, formación de cápsulas y llenado del grano. En el cuadro 4 se expresan estos resultados.

Cuadro 4: Efecto de las diferentes dosis de fertilización sobre la altura de la planta (cm).
(Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Trat.	25 DDS	32 DDS	39 DDS	46 DDS	53 DDS	60 DDS
T ₁	20.33 d	36.75 c	70.33	102.54	123.59	132.85
T ₂	23.50 bcd	41.38 abc	76.61	110.18	131.30	142.61
T ₃	21.70 cd	37.30 c	71.88	98.11	117.24	127.45
T ₄	25.45 abc	44.25 ab	78.53	105.08	130.33	136.50
T ₅	27.05 ab	45.68 a	79.93	108.38	127.12	136.50
T ₆	29.15 a	46.05 a	78.70	104.31	121.25	129.58
T ₇	23.73 bcd	39.75 bc	72.65	99.62	116.90	122.80
C.V. %	11.14	8.07	8.62	5.65	8.13	6.14
ANDEVA	**	**	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

** = altamente significativo. NS= no significativo. DDS= días después de la siembra.

3.1.2. Diámetro del tallo

El tallo es el órgano encargado del transporte ascendente del agua y descendente de la savia elaborada, además da sostén a las hojas; el tallo también produce y sostiene los órganos reproductivos (Nuñez & Rodríguez, 1990).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y separación de medias por Duncan no se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, como se ilustra en el Cuadro 5.

Sin embargo, el análisis de correlación (Anexo 2), muestra una tendencia: a mayor diámetro del tallo se produce mayor número de cápsulas por planta. Esto probablemente se debe a la función que realiza dicho órgano en la planta, como es el almacenamiento de sustancias de reservas que proporcionan mayor cantidad de nutrientes a la planta, obteniéndose de esta manera un mayor número de cápsulas por planta.

Cuadro 5. Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el diámetro del tallo (cm).
(Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Trat.	25 DDS	32 DDS	39 DDS	46 DDS	53 DDS	60 DDS
T ₁	0.48	0.68	0.81	0.89	0.94	1.00
T ₂	0.53	0.75	0.89	0.99	1.02	1.09
T ₃	0.49	0.70	0.85	0.92	0.96	1.03
T ₄	0.52	0.71	0.83	0.93	0.94	1.00
T ₅	0.56	0.75	0.90	0.96	1.03	1.09
T ₆	0.54	0.68	0.86	0.91	0.96	1.03
T ₇	0.48	0.65	0.82	0.87	0.90	0.95
C.V. %	8.15	10.65	7.29	10.25	6.22	7.09
ANDEVA	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

NS= no significativo. DDS= días después de la siembra.

3.1.3. Número de hojas por planta

Las hojas pueden considerarse como los órganos vegetativos más importantes de la planta, ya que elaboran las sustancias nutritivas de éstas, y constituyen las partes más visibles de las plantas. (Fernández & Valdés, 1982).

La concentración de nutrientes en las hojas influyen no solamente en el proceso fotosintético, sino también sobre muchos procesos fundamentales de la planta completa. (Gill & Vear, 1965; Arzola, *et al.*, 1981; Devling, 1982).

En base al análisis de varianza y separación de medias por Duncan según se aprecia en el Cuadro 6, se concluye que:

Los datos recolectados a los 25 dds presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, obteniéndose de esta manera cinco categorías estadísticas, registrando el mayor número de hojas el tratamiento a razón de 3 243.09 kg/ha de humus de cachaza (T₅) con 8.10 hojas; seguido por los tratamientos a base de 2 587.27 kg/ha de humus de cachaza (T₄) y el tratamiento a base de fertilizante completo 18-46-0 y urea al 46% (T₆) con 7.95 y 7.90 hojas por planta respectivamente; en tercer lugar se ubicó el tratamiento a razón de 1 293.63 kg/ha de humus de cachaza (T₂) con 7.70 hojas; en cuarto lugar se ubicó el tratamiento sin fertilización (T₇) y el tratamiento a razón de 646.91 kg/ha de humus de cachaza (T₁) con 7.60 y 7.50 hojas respectivamente, y la última categoría la ocupó el tratamiento a razón de 1 940.45 kg/ha de humus de cachaza (T₃) con 7.40 hojas.

A los 32 dds. el tratamiento a razón de 3 243.09 kg/ha de humus de cachaza (T₅) presentó de nuevo el mayor número de hojas con 23.53 hojas; en segundo lugar el tratamiento a base de fertilizante completo y urea al 46% (T₆) con 21.98 hojas; en tercer lugar se ubicaron los tratamientos a razón de 2 587.27 kg/ha (T₄), 1 293.63 kg/ha (T₂), 1 940.45 kg/ha (T₃) y el tratamiento a razón de 646.91 kg/ha de humus de cachaza de caña de azúcar (T₁) con 19.95, 19.80, 19.40 y 19.08 hojas respectivamente y el menor número de hojas lo presentó el tratamiento sin fertilización (T₇) con 15.55 hojas.

Los resultados obtenidos a los 39 dds. muestran tres categorías estadísticas, alcanzando mayores número de hojas los tratamientos a razón de 3 243.09 kg/ha (T₅), el tratamiento a base de fertilizante completo y urea al 46% (T₆), los tratamientos a base de 2 587.27 kg/ha (T₄), 1 940.45 kg/ha (T₃) y el tratamiento a base de 1 293.63 kg/ha de humus de cachaza (T₂) con 47.03, 45.28, 42.75, 42.42 y 41.36 hojas respectivamente; seguido por el tratamiento a razón de 646.91 kg/ha de humus de cachaza (T₁) con 39.46 hojas, y en último lugar el tratamiento sin fertilización (T₇) con 33.73 hojas.

El análisis de varianza y separación de medias realizado a los 46 dds muestra que el mayor número de hojas lo presentó el tratamiento a base de 3 243.09 kg/ha de humus de cachaza (T₅) con 80.88 hojas; el segundo lugar lo ocupó el tratamiento a base de fertilizante completo 18-46-0 y urea al 46% (T₆) con 71.16 hojas; seguido en tercer lugar por el tratamiento (T₂) usando 1 293.63 kg/ha de humus de cachaza con 68.00 hojas; la cuarta categoría la ocuparon los tratamientos (T₄) usando 2 587.27 kg/ha con 67.29 hojas, (T₃) usando 1 940.45 kg/ha con 67.11 hojas y el tratamiento (T₁) usando 646.91 kg/ha de humus de cachaza con 61.12 hojas y finalmente el tratamiento (T₇) sin fertilización con 56.19 hojas.

En base a los resultados obtenidos en este experimento, se afirma que a medida que se aumentan las dosis de fertilización con humus de cachaza de caña de azúcar hay una tendencia a aumentar el número de hojas por planta, ya que el incremento de las dosis de fertilización provoca mayor disponibilidad de nutrientes entre estos, el Nitrógeno, que es un elemento esencial en la formación y multiplicación del número de hojas por planta en el cultivo de ajonjolí.

El análisis estadístico realizado a los 53 y 60 dds no se presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, debido a que en esta etapa el cultivo de ajonjolí ya expresa su potencial genético en cuanto al número de hojas por planta que debe tener el cultivo al finalizar su ciclo.

Cuadro 6: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el número de hojas por planta. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Trat.	25 DDS	32 DDS	39 DDS	46 DDS	53 DDS	60 DDS
T ₁	7.50 bc	19.08 b	39.46 ab	61.12 bc	98.29	102.79
T ₂	7.70 abc	19.80 b	41.36 a	68.00 abc	114.30	118.57
T ₃	7.40 c	19.40 b	42.42 a	67.11 bc	110.53	119.06
T ₄	7.95 ab	19.95 c	42.75 a	67.29 bc	100.26	105.39
T ₅	8.10 a	23.53 a	47.03 a	80.88 a	124.06	130.10
T ₆	7.90 ab	21.98 ab	45.28 a	71.16 ab	108.56	113.36
T ₇	7.60 bc	15.55 c	33.73 b	56.19 c	96.42	97.65
C.V. %	3.73	10.65	11.39	10.25	12.50	12.47
ANDEVA	*	**	*	**	N.S.	N.S.

* = significativo.

** = altamente significativo.

N.S = no significativo.

DDS= días después de la siembra.

3.2. Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el rendimiento y sus componentes principales.

3.2.1. Numero de ramas por planta

Al realizar el análisis de correlación (Anexo 2), entre la variable número de ramas por planta y el rendimiento, existe una correlación positiva entre estas variables, pero a su vez se afirma que la variable número de ramas por planta no es un parámetro a tomar en cuenta para estimar el rendimiento agrícola del cultivo.

Lo anterior es confirmado por Pendleton & Hariwing (1973), que afirman que los altos rendimientos no están necesariamente asociados al número de ramificaciones.

Como se muestra en el Cuadro 7 a los 72 dds, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y separación de medias por Duncan no se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Esto se debió a que la variable número de ramas por planta esta altamente influenciada a factores genéticos y ambientales, por lo que el cultivo de ajonjolí en condiciones ambientales óptimas entre sus tratamientos, expresó su potencialidad genética que según CEA (1989) e INTA *et al.*, (1998) el número de ramas por planta de la variedad Precoz rama es de 3 a 4 ramas por planta.

Cuadro 7: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el número de ramas por planta. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Trat.	Abono	Nº ramas / plantas
T ₁	humus de cachaza de caña de azúcar	3.60
T ₂	humus de cachaza de caña de azúcar	3.90
T ₃	humus de cachaza de caña de azúcar	3.37
T ₄	humus de cachaza de caña de azúcar	3.60
T ₅	humus de cachaza de caña de azúcar	3.82
T ₆	Completo 18-46-0 y urea al 46%	3.65
T ₇	sin fertilizante	3.32
C.V. %	-	9.47
ANDEVA	-	N.S.

3.2.2. Altura de inserción de la primera cápsula

Blanco & Mairena (1993), plantea que una altura de inserción de la primera cápsula mayor de 20cm. facilita la cosecha mecanizada, aunque esta práctica se dificulta por la dehiscencia de la cápsula.

En el Cuadro 8 se observan los resultados obtenidos del análisis de varianza y separación de medias por Duncan, y a los 72 dds se encontraron siete categorías estadísticamente diferentes, alcanzando la mayor altura de inserción el tratamiento a base de 1 293.63 kg/ha de humus de cachaza (T₂) con 54.18 cm.; en segundo lugar el tratamiento a base de 2 587.27 kg/ha de humus de cachaza (T₄) con 52.38 cm.; en tercer lugar el tratamiento a base de 646.91 kg/ha de humus de cachaza (T₁) con 51.54 cm.; en cuarto lugar el tratamiento a base de 3 243.09 kg/ha de humus de cachaza (T₅) con 49.20 cm.; en quinto lugar el tratamiento usando fertilizante completo y urea al 46% (T₆) con 48.75 cm.; en sexto lugar el tratamiento sin fertilización (T₇) con 46.73 cm. y en séptimo lugar el tratamiento a base de 1 940.45 kg/ha de humus de cachaza (T₃) con 45.34 cm. de altura de inserción de la primera cápsula.

De lo anterior se afirma que en todos los tratamientos la altura de las plantas es superior a los 20 cm a como lo indica Blanco & Mairena, (1993).

Cuadro 8: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre la altura de inserción de la primera cápsula. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Tratamiento	Abono	altura de inserción
T ₁	humus de cachaza de caña de azúcar	51.54 abc
T ₂	humus de cachaza de caña de azúcar	54.18 a
T ₃	humus de cachaza de caña de azúcar	45.34 d
T ₄	humus de cachaza de caña de azúcar	53.38 ab
T ₅	humus de cachaza de caña de azúcar	49.20 abcd
T ₆	completo 18-46-0 y urea al 46 %	48.75 bcd
T ₇	sin fertilizante	46.73 cd
C.V. %	-	6.51
ANDEVA	-	*

3.2.3. Número de cápsulas por planta

Entre los componentes del rendimiento, el número de cápsulas por planta es alterado fundamentalmente por el déficit de agua. Se menciona que la temperatura del aire provoca altas temperaturas foliares, que a su vez causan insuficientes formaciones de cápsulas y un pobre desarrollo de la misma (Cruz & Marrero, 1986).

Quilantan (1983), afirma que temperaturas altas (40°C), en época de floración afecta la fertilización y el número de cápsulas por planta de ajonjolí.

La correlación (Anexo 2) entre la variable número de cápsula por planta y el rendimiento demuestra que existe influencia entre el número de cápsula por planta y el rendimiento agrícola. Es decir que existe una relación directamente proporcional entre el número de cápsulas por planta y el rendimiento.

En base al análisis de varianza y separación de medias por Duncan (Cuadro 9) se concluye que: a los 72 dds se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, obteniéndose de esta manera cuatro categorías estadísticamente diferentes, donde alcanzó mayor número de cápsulas por planta el tratamiento a razón de 3 243.09 kg/ha (T_2) con 95.52; seguido en segundo lugar por los tratamientos a razón de 1 940.45 kg/ha (T_3), 2 587.27 kg/ha (T_4), 1 293.63 kg/ha y el tratamiento a base de fertilizante completo y urea al 46 % (T_6) con 84.93, 84.39, 84.12 y 80.63 cápsulas por planta respectivamente; en tercer lugar se ubicó el tratamiento a razón de 646.91 kg/ha (T_1) con 77.24 cápsulas por planta y finalmente en cuarto lugar el tratamiento sin fertilización (T_7) con 64.20 cápsulas por planta.

Las diferencias significativas de la variable número de cápsulas por planta se debe a que al aumentar la dosis de fertilización a base de humus de cachaza de caña de azúcar se incrementa también la disponibilidad de nutrientes para la planta, principalmente de fósforo (P), que es un elemento esencial en la formación de cápsulas y llenado del grano.

Por otro lado el tratamiento con fertilizante químico (T₆) no presentó diferencia significativa con respecto a los tratamientos T₂, T₃ y T₄, pero éste (T₆) es el que presentó menor número de cápsula por planta.

Cuadro 9: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el número de cápsulas por planta. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Tratamiento	Abono	Nº. Cápsula/Planta
T ₁	humus de cachaza de caña de azúcar	77.24 bc
T ₂	humus de cachaza de caña de azúcar	84.12 ab
T ₃	humus de cachaza de caña de azúcar	84.93 ab
T ₄	humus de cachaza de caña de azúcar	84.39 ab
T ₅	humus de cachaza de caña de azúcar	95.52 a
T ₆	Completo 18-46-0 y urea al 46 %	80.63 ab
T ₇	sin fertilizante	64.20 c
C.V. %	-	12.07
ANDEVA	-	*

3.2.4. Número de granos por cápsula

La semilla es realmente una planta joven en estado de reposo o latente; es el medio por el cual la planta se reproduce a sí misma en un momento posterior cuando las condiciones son adecuadas. La semilla se diferencia del grano en que éste se utiliza para el consumo humano o animal (Douglas & Johnson, 1982).

El número de granos por cápsula es una característica genética propia de cada variedad y puede ser alterada por las condiciones ambientales y el manejo agronómico (Blanco & Mairena, 1993).

Quilantan (1983), señala que cuando se presenta una sequía prolongada en el último período de maduración de las cápsulas, éstas maduran prematuramente y resultan vanas, además que este cultivo requiere un clima tan seco en la época de cosecha, aunque no en exceso, pues en este caso se presentan pérdidas considerables de semilla, debido a la dehiscencia de las cápsulas. También que los vientos son perjudiciales en este período.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza y separación de medias por Duncan tal y como se observa en el Cuadro 10, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en cuanto al número de granos por cápsula. Esto es debido a que la variedad Precoz rama tiende a presentar según CEA (1989), de 60 a 65 granos por cápsula como característica varietal a demás que las condiciones ambientales en cada uno de los tratamientos fueron las mismas lo que evitó algún efecto significativo en esta variable.

Lo anterior es confirmado por Madrigal (1982), el cual plantea que el número de granos por cápsula está regido por factores genéticos e influenciado por factores ambientales.

Cuadro 10: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el número de granos por cápsula. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Tratamiento	Abono	Nº granos por cápsula
T ₁	humus de cachaza de caña de azúcar	60.87
T ₂	humus de cachaza de caña de azúcar	64.45
T ₃	humus de cachaza de caña de azúcar	64.96
T ₄	humus de cachaza de caña de azúcar	64.54
T ₅	humus de cachaza de caña de azúcar	61.70
T ₆	completo 18-46-0 y urea al 46 %	61.54
T ₇	sin fertilizante	60.20
C.V. %	-	5.34
ANDEVA	-	N.S.

3.2.5. Peso de 1 000 granos

Esta variable demuestra la capacidad de trasladar los nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva (Zapata & Orozco, 1991), y Gómez & Minelli (1990), afirman que este dato nos da una idea del tamaño de los granos.

El peso de 1 000 granos es una característica controlada por un gran número de factores genéticos y ambientales (Verneti, 1993).

Los resultados de esta variable presentados en el Cuadro 11 muestran diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, obteniéndose de esta manera 6 categorías estadísticamente diferentes, donde tuvo mayor peso el tratamiento a base de 3 243.09 kg/ha de humus (T₅) con 2.450 g.; en segundo lugar el tratamiento a base de 646.91 kg/ha de humus (T₁) con 2.445 g.; seguido en tercer lugar por los tratamientos a base de fertilizante completo y urea al 46 % (T₆) y el tratamiento sin fertilización (T₇) con 2.440 g. cada uno; en cuarto lugar se ubicó el tratamiento a base de 1 293.63 kg/ha de humus (T₂) con 2.435 g.; el quinto lugar lo ocupó el tratamiento a base de 2 587.27 kg/ha de humus (T₄) con 2.430 g. y en sexto lugar el tratamiento a base de 1 940.45 kg/ha de humus (T₃) con 2.425 g.

White, (1985), que plantea la teoría del fenómeno de compensación de factores, que dice que a menor número de granos por cápsula existe mayor peso del grano y que a mayor número de granos por cápsula existe menor peso del grano, esta teoría planteada no coincide con los resultados obtenidos en el presente experimento.

Tal y como muestra el análisis de correlación (Anexo 2) el peso de 1 000 granos no es el principal parámetro a tomar en cuenta al estimar el rendimiento, ya que se podrá tener un buen peso en un lote de 1 000 granos de un determinado tratamiento; pero, esto no es suficiente para indicar que se tendrá una buena producción en kg/ha, debido a que el rendimiento estará sujeto principalmente al número de cápsulas por planta, si se tiene una misma densidad de siembra en el cultivo de ajonjolí.

Cuadro 11: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el peso de 1000 granos expresados en gramos. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Tratamiento	Abono	Peso de 1000 granos
T ₁	humus de cachaza de caña de azúcar	2.445 b
T ₂	humus de cachaza de caña de azúcar	2.435 d
T ₃	humus de cachaza de caña de azúcar	2.425 f
T ₄	humus de cachaza de caña de azúcar	2.430 e
T ₅	humus de cachaza de caña de azúcar	2.450 a
T ₆	completo 18-46-0 y urea al 46 %	2.440 c
T ₇	sin fertilizante	2.440 c
C.V. %	-	0.13
ANDEVA	-	**

3.2.6. Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento natural se usa para referirse al volumen o peso de aquellos órganos vegetales que comprenden el producto de valor económico (Curtis, 1988).

El rendimiento es el resultado del efecto combinado de muchos factores tanto genéticos como ecológicos, así como de la interacción del genotipo con el medio ambiente, incluyendo dentro de este último la influencia de la actividad humana mediante el manejo que se le da a la plantación (González & Bervis, 1983).

Según el análisis de varianza, demuestra con un 95 % de confianza que existe efecto real de tratamientos, es decir que las diferencias encontradas entre el rendimiento de cada tratamiento son reales, sino en todas, al menos en un par de ellas. La prueba de rango múltiples de Duncan, indica que el conjunto de tratamiento se puede separar en cuatro categorías estadísticamente diferentes: en primer lugar el tratamiento a razón de 3 243.09 kg/ha de humus (T₅) con 1 205.00 kg/ha, seguido en segundo lugar por los tratamientos a base de 2 587.27 kg/ha de humus (T₄), 1 940.45 kg/ha de humus (T₃), 1 293.63 kg/ha de humus (T₂) y el tratamiento a base de fertilizante completo y urea al 46 % (T₆) con 1 133.00 kg/ha, 1 079.40 kg/ha, 1 029.00 kg/ha y 1 017.50 kg/ha respectivamente; en tercer lugar se ubicó el tratamiento a base de

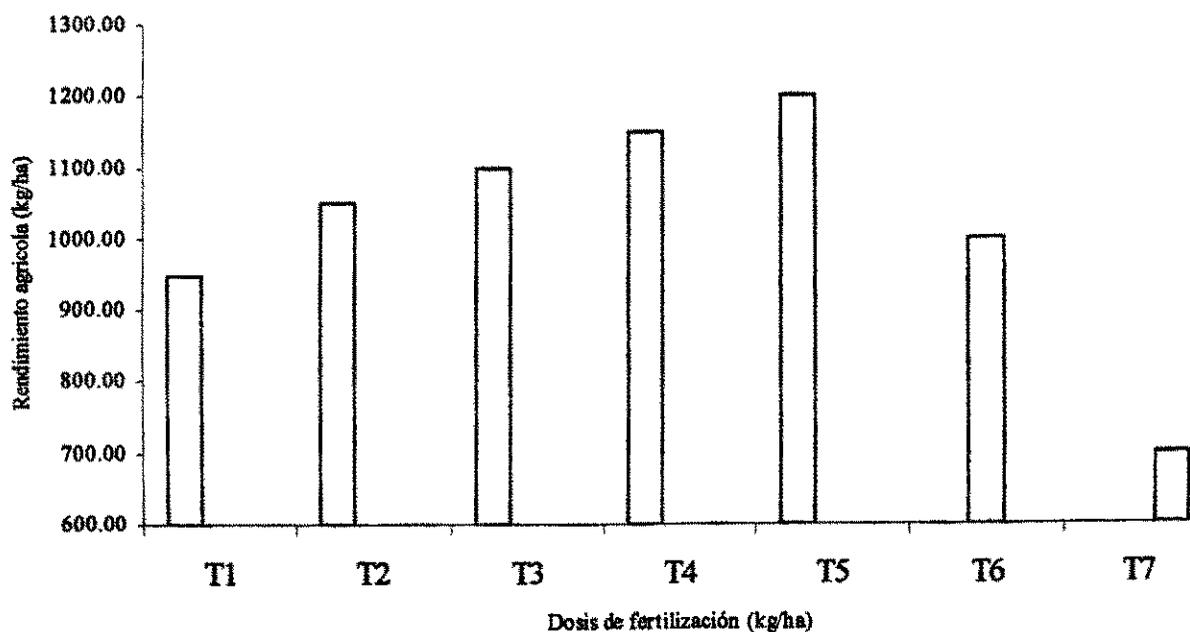
646.91 kg/ha de humus (T₁) con 934.00 kg./ha.; y en la última categoría o cuarto lugar el tratamiento sin fertilización (T₇) con 701.30 kg./ha.

En base a los resultados mostrados en el Cuadro 12, al aumentar la dosis de fertilización con humus de cachaza de caña de azúcar, se da también un aumento en el rendimiento agrícola del cultivo, debido a que al incrementarse la dosis de humus habrá mayor disponibilidad de nutrientes para la planta, lo que repercute en un incremento de los rendimientos del cultivo de ajonjolí.

Cuadro 12: Efecto de diferentes dosis de fertilización sobre el rendimiento del cultivo expresado en kg/ha. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

Tratamiento	Abono	Rdto. kg / ha
T ₁	humus de cachaza de caña de azúcar	934.00 b
T ₂	humus de cachaza de caña de azúcar	1029.70 ab
T ₃	humus de cachaza de caña de azúcar	1079.40 ab
T ₄	humus de cachaza de caña de azúcar	1133.00 ab
T ₅	humus de cachaza de caña de azúcar	1205.00 a
T ₆	completo 18-46-0 y urea al 46 %	1017.50 ab
T ₇	sin fertilizante	701.30 c
C.V. %	-	14.13
ANDEVA	-	**

De acuerdo a los resultados obtenidos se afirma que existe una relación directamente proporcional entre las diferentes dosis de fertilización orgánica a base humus de cachaza de caña de azúcar (Figura 2) utilizados en este experimento y los rendimientos agrícolas.



Dosis de fertilización (kg/ha).

T₁ : 646.91

T₂ : 1 293.63

T₃ : 1 940.45

T₄ : 2 587.27

T₅ : 3 243.09

T₆ : Convencional

T₇ : 0.00

Figura 2 : Rendimiento agrícola de la variedad precoz rama en función de las diferentes dosis de fertilización. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

3.3. Analisis economico

Según CIMMYT (1988), el paso inicial para efectuar un análisis económico de los ensayos en fincas es calcular los costos que varían en cada tratamiento y se refiere a los costos relacionados con los insumos y mano de obra, que varían de un tratamiento a otro. A este análisis económico se denomina análisis de presupuesto parcial.

3.3.1. Análisis de presupuesto parcial

El interés principal del productor son los beneficios netos y su protección contra el riesgo. El análisis de presupuesto parcial permite evaluar costos – beneficio de diferentes tecnologías alternativas, lo cual sirve para recomendarla o no al productor.

Los resultados de análisis de presupuesto parcial planteados en el Cuadro 13, determinaron que los mayores costos variables los presenta el tratamiento a base de 3 243.09 kg/ha de humus (T₃) con 3 329.52 C\$/ha; seguido del tratamiento a base de 2 587.27 kg/ha de humus (T₄) con 2 849.52 C\$/ha; pero los mayores beneficios netos los presentó el tratamiento a base de 1 293.63 kg/ha de humus (T₂) con 6 182.30 C\$/ha y el tratamiento a base de 3 243.09 kg/ha de humus (T₅) con 6 116.48 C\$/ha y el menor lo presentó el tratamiento sin fertilización (T₇) con 4 567.97 C\$/ha (Cuadro 13).

3.3.2. Análisis de dominancia

El análisis de dominancia consiste en determinar qué tratamiento domina en cuanto a beneficio y costo variable. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos variables más bajos (CIMMYT, 1988).

El resultado del análisis de dominancia indica que los tratamientos a razón de 1 293.63 kg/ha (T₂), 646.91 kg/ha de humus (T₁) y el tratamiento sin fertilización (T₇) resultaron ser no dominados, no así los tratamientos: a razón de 1 940.45 kg/ha (T₃), 2 587.27 kg/ha (T₄), 3 243.09 kg/ha (T₅) y el tratamiento a base de fertilizante completo y urea al 46 % (T₆). (Ver Cuadro 14).

3.3.3. Análisis marginal

Para realizar el análisis marginal, se considera el incremento de beneficio neto marginal, incremento de los costos variables marginales y la tasa de retorno marginal reflejan el incremento en

el beneficio neto que se obtiene de un incremento dado en la inversión, expresada en porcentaje (CIMMYT, 1988).

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar en promedio con su inversión cuando decide cambiar una práctica por otra. Sin embargo, no se puede tomar una decisión respecto a un tratamiento y recomendarlo sin saber la tasa de retorno que sería aceptable para el agricultor. Según el CIMMYT (1988), la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor es entre el 50 por ciento y el 100 por ciento.

Si la tecnología es nueva para el agricultor y además requiere que este adquiera nuevas habilidades, se utiliza una tasa mínima de retorno de 100 por ciento; en cambio si la tecnología representa sencillamente un ajuste de la práctica actual, se recomienda usar la tasa de retorno mínima de 50 por ciento. Para la presente investigación, la tasa de retorno mínima utilizada fue de 130 por ciento.

Los resultados del análisis marginal demuestran que el tratamiento a razón de 646.91 kg/ha de humus (T_1) es el más rentable, por que presenta una tasa de retorno marginal de 280 por ciento, superior al tratamiento a razón de 1 293.63 kg/ha de humus (T_2) y el tratamiento sin fertilización (T_7) (Cuadro 15); por tanto es la opción más recomendable económicamente debido que es mayor que la tasa de retorno mínima utilizada.

3.3.4. Curva de beneficios netos

El análisis de dominancia ha eliminado cuatro tratamientos (el tratamiento a base de fertilizante completo y urea al 46 % (T_6), y los tratamientos a base de 1 940.45 kg/ha de humus (T_3), 2 587.27 kg/ha de humus (T_4) y 3 243.09 kg/ha (T_5) de humus), debido a sus bajos beneficios netos con relación a sus costos variables, mas no ha producido una recomendación definida. Es posible afirmar que el tratamiento a razón de 646.91 kg/ha de humus (T_1), es superior al tratamiento a base de fertilizante completo y urea al 46 % (T_6); y que el tratamiento a razón de 1 293.63 kg/ha de humus (T_2), es superior a los tratamientos a base de 1 940.45 kg/ha (T_3),

2 587.27 kg/ha y 3 243.09 kg/ha de humus (T₅), según el análisis de dominancia; pero si se desea comparar los tratamientos no dominados, será necesario efectuar un análisis adicional, para el cual resulta útil la curva de beneficios netos (Figura 3).

En una curva de beneficios netos, cada tratamiento se identifica con un punto, según sus beneficios netos y el total de los costos que varían.

Las alternativas o tratamientos no dominados se unen con una línea. En la figura 3 se observa que el tratamiento (T₁) a razón de 646.91 kg/ha de humus domina al tratamiento a base de fertilizante completo y urea al 46 % (T₆), y el tratamiento (T₂) a razón de 1 293.63 kg/ha de humus domina a los tratamientos a base de 1 940.45 kg/ha (T₃), 2 587.27 kg/ha (T₄) y 3 243.09 kg/ha (T₅), ya que con costos variables inferiores obtuvieron (T₂ y T₁) beneficios netos mayores; mientras tanto el tratamiento sin fertilización (T₇) fue no dominado debido a que tuvo el menor costo variable entre todos los tratamientos evaluados.

Cuadro 13: Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados en cultivo de ajonjolí (Finca El Ojochito). Época de postrera septiembre-diciembre 1997.

	TRATAMIENTOS						
	T ₁ humus de cachaza	T ₂ humus de cachaza	T ₃ humus de cachaza	T ₄ humus de cachaza	T ₅ humus de cachaza	T ₆ completo y urea al 46%	T ₇ sin fertilización
Rend. Medio (kg/ha)	934.00	1 029.70	1 079.40	1 133.00	1 205.00	1 017.50	701.30
Rend Ajustado (10 % kg/ha)	840.60	926.73	971.46	1 019.70	1 084.50	915.75	631.17
Precio neto C\$/kg	8.71	8.71	8.71	8.71	8.71	7.01	8.71
Beneficios bruto C\$/ha	7 321.63	8 071.82	8 461.42	8 881.59	9 446.00	6 419.41	5 497.49
Costos variables C\$/ha	1 409.52	1 889.52	2 369.52	2 849.52	3 329.52	1 509.10	929.52
Beneficio neto C\$/ha	5 912.11	6 182.30	6 091.90	6 032.07	6 116.48	4 910.31	4 567.97

Rend.=rendimiento Tasa de cambio oficial us\$ 1.00 = C\$ 10.20

Cuadro 14: Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados en el cultivo de ajonjolí. (Finca El Ojochito). Epoca postrera septiembre-diciembre 1997.

Tratamientos	Beneficios netos C\$/ha	Costos variables C\$/ha
T ₇ sin fertilizante	4 567.97 ND	929.52
T ₁ humus de cachaza	5 912.11 ND	1 409.52
T ₆ completo y urea 46%	4 910.31 D	1 590.00
T ₂ humus de cachaza	6 182.30 ND	1 889.52
T ₃ humus de cachaza	6 091.90 D	2 369.52
T ₄ humus de cachaza	6 032.07 D	2 849.52
T ₅ humus de cachaza	6 116.48 D	3 329.52

Tasa de cambio oficial us\$ 1.00 = C\$ 10.20

ND: No dominado; D: dominado

Cuadro 15: Análisis marginal de los tratamientos evaluados en el cultivo de ajonjolí. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997).

TRATAMIENTO	BN C\$/ha	CV c\$/ha	IMBN C\$/ha	IMCV C\$/ha	TRM %
T ₇ sin fertilización	4 567.97	929.52	-	-	-
T ₁ humus de cachaza	5 912.11	1 409.52	1 344.14	480.00	280.00
T ₂ humus de cachaza	6 182.30	1 889.52	270.19	480.00	56.00

BN: Beneficio neto.

CV: Costos variables.

IMBN: Incremento marginal de beneficio neto.

IMCV: Incremento marginal de costo variable.

TRM: Tasa de retorno marginal.

Beneficios netos (C\$/ha)

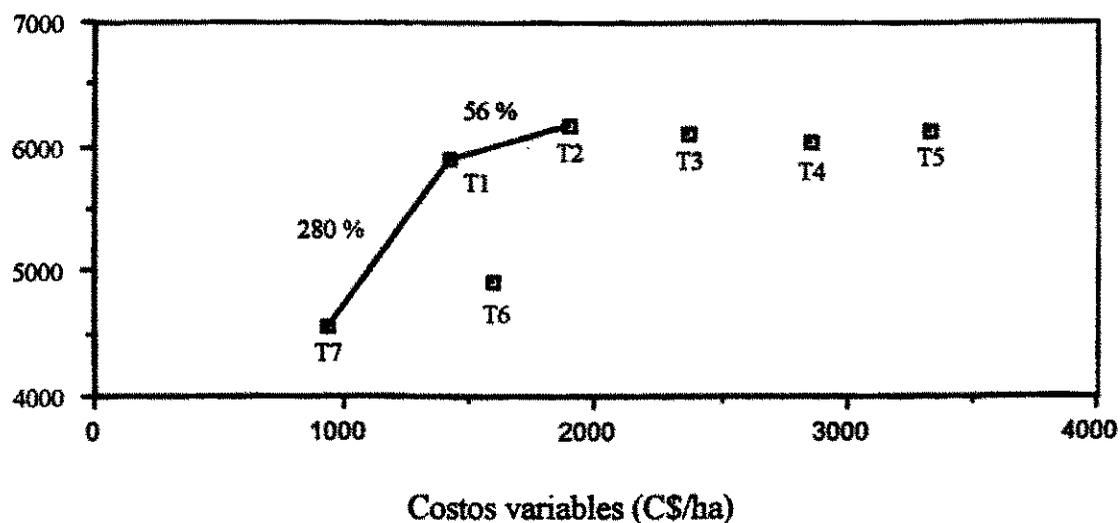


Figura 3. Curva de beneficios netos para los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de ajonjolí. (Finca El Ojochito). Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

IV. CONCLUSIONES

- 1- Con respecto a los componentes del crecimiento y desarrollo, la altura y el número de hojas por planta presentaron diferencia significativa.
- 2- De las variables evaluadas para el rendimiento y sus principales componentes, se encontró diferencia significativa en las siguientes variables: altura de inserción de la primera cápsula, número de cápsulas por planta, peso de 1 000 granos; en donde el número de cápsulas por planta fue el principal componente del rendimiento, además se presentó diferencia significativa en el rendimiento.
- 3- De las siete diferentes dosis de fertilización, el que resultó con mayor rendimiento fue el tratamiento a razón de 3 243.09 kg/ha de humus de cachaza de caña de azúcar (T₃) con 1 205.00 kg./ha.
- 4- Las diferentes dosis de fertilización orgánica a base de humus de cachaza de caña de azúcar utilizadas, presentaron una relación directamente proporcional con respecto al rendimiento agrícola.
- 5- El tratamiento orgánico a razón de 646.91 kg/ha. (T₁) fue económicamente el más rentable, ya que presentó una tasa de retorno marginal de 280 por ciento superior a la tasa mínima de retorno marginal de comparación utilizada (130 por ciento).
- 6- Por todo lo expuesto anteriormente, se demostró que tanto agronómicamente como económicamente, la fertilización orgánica a base de humus de cachaza de caña de azúcar, constituye una alternativa eficiente para la agricultura de hoy.

V. RECOMENDACIONES

- 1- Utilizar humus de cachaza de caña de azúcar como fertilización orgánica en el cultivo de ajonjolí en base a los tratamientos T₁ a razón de 646.91 kg/ha y el tratamiento T₂ a razón de 1 293.63 kg/ha de humus de cachaza, ya que estos tratamientos presentaron la mayor tasa de retorno marginal con 280 y 56 por ciento respectivamente.
- 2- Realizar valoraciones en serie de los tratamientos T₁ y T₂ por un espacio no menor de 3 años en diferentes localidades, épocas de siembra, obteniendo así un mayor rango de validez de las conclusiones.
- 3- Realizar análisis físico, químico y biológico del suelo, que permita revelar el verdadero efecto del humus de cachaza de caña de azúcar sobre el suelo.

VI. REFERENCIAS

- Arzola, P. N., H. O. Fundora & A. J. Machado. 1981. Suelo, planta y abonado. La Habana, Cuba. Editorial Pueblo y Educación 360 pp.
- Barahona, D. 1995. Utilización de productos naturales para el control de plagas y enfermedades en Nicaragua. CATIE - MIP /Managua, Nicaragua 194pp.
- Blanco, G. & Mairena, M. 1993. Estudio del efecto de diferentes niveles y fraccionamiento de nitrógeno sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del ajonjolí. (*Sesamun indicum* L). Variedad - Turen y comparación de costo y rendimiento de cada tratamiento. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 44 pp.
- Bonner, J. & Galston, A.W. 1975. Principios de fisiología vegetal. La Habana, Cuba, 485 pp.
- Carranza, M; & Rodríguez, I. 1988. Plaguicidas agrícolas. La Habana Cuba. 32pp.
- CEA. 1989. Caracterización del cultivo de ajonjolí, variedad Precoz rama. Chinandega, Nicaragua. 15 pp.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México. D.F., México CIMMYT. 79pp.
- Curtis, P. 1988. Estructuras de plantas cultivadas. Primera. edición. Universidad Autónoma Chapingo, México. 120 pp.
- Cruz & Marrero, L.P. 1986. Algunas consideraciones sobre la ecología de la soya. Documento de ciencias y técnica. (I.S.C.A.). La Habana, Cuba. N° 6. 11pp.
- Devling, R. 1982. Fisiología vegetal 4^{ta}. Edición. Barcelona, España. Editorial Omega. 517 pp.

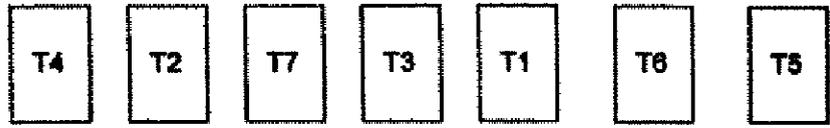
- Douglas & Johnson. 1982 . Programa de semillas, CIAT, Calí, Colombia. 320pp.
- Fernandez & Valdés, M. 1982. Botánica para técnicos medios. La Habana, Cuba. 140 pp.
- Gill, B.S. ; Vear, K.G. 1965. Botánica agrícola. Zaragoza, España. Editorial Acribia. 210pp.
- Gómez & Minelli, M. 1990. La producción de semilla: Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua 210 pp.
- Gonzalez, M. & Bervis, L. 1983. Efecto de diferentes niveles y formas de aplicación de nitrógeno en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) en labranza cero y en condiciones de riesgo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 30 pp.
- González, V. 1996 La agricultura orgánica en Nicaragua. ICOAMA – CIEETS. 10 pp.
- Holdridge, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. 216 pp.
- INTA, ZAMORANO, MAG, MIP-CATIE, UNAN-León (Nicaragua), Proyecto PIKIN GUERRERO, CARE, COSUDE. 1998. Manual de manejo integrado de plagas en el cultivo de ajonjolí. Primera edición . Managua, Nicaragua. 145 pp.
- LAQUISA. 1997. Laboratorio Químico, S. A. Km. 83, carretera León, Managua.
- Madrigal, A. 1982. Recomendaciones para cultivar soya en Costa Rica. 32 pp.
- Marín, R. 1997. Conversación personal. Ing. Agr. Inspector de OCIA. Managua, Nicaragua.
- Núñez, W. & Rodríguez M. 1990 Botánica general. 268 pp.
- Pendleton, J. W. & E. Harinwing. 1973. In ; Caldwell, B.O. (de) Soybeans improvement, Production and uses. Agronomy 1b, American Society of Agronomy, Madison, Wis. USA Pp. 211 – 237.

- Quilantan, V.L. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el cultivo de las oleaginosas S.A.R.H. México, D.F. 10 pp.
- Rodríguez, I; & Murillo, G. V. 1996. Descripción de las propiedades y características del suelo en el CENIA/INTA. Managua, Nicaragua. 8 pp.
- Sanchez A. 1982. Cultivos oleaginosos. México, enero 1981. Pp. 23 -32
- Vernetti ; F.J. 1993 Soja, planta, clima, plagas y malezas invasoras Vol. 1. Campinas fundacao, Corgill, Brazill. 230 pp.
- Walther & Lieth. 1960.
- Whithe, J. 1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. Frijol: investigación y producción. Editorial xyz CIAT. Cali, Colombia. 60 pp.
- Zamorano. 1996. I taller latinoamericano sobre bio-plaguicidas. Tegucigalpa, Honduras. 58 pp.
- Zapata, M; & Orozco, H. 1991. Evaluación de diferentes métodos de control de malezas y distancias de siembra sobre cenocis de malezas, crecimiento y rendimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Revolución 81 en ciclo de postrema (1989). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 48 pp.

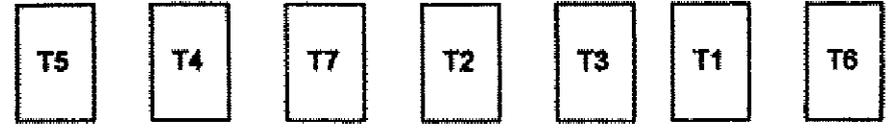
A N E X O S

Anexo 1. Plano de campo El Ojochito, Managua. Epoca de postrera, 1997.

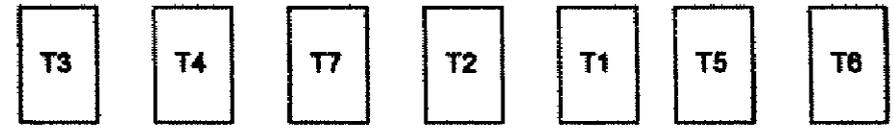
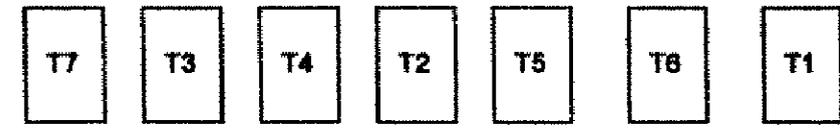
Bloque III



Bloque IV



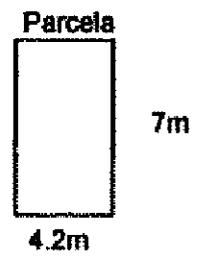
2m



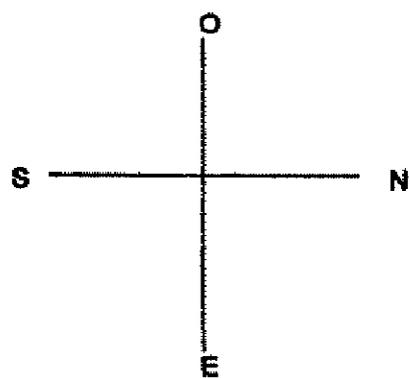
2m

0.8m

Bloque I



Bloque II



Anexo 2. Análisis de correlación y significancia de las variables evaluadas en el cultivo de ajonjolí. (Finca El Ojochito) Epoca de postrera septiembre-diciembre 1997.

	ALT	DT	NHP	NRP	NCP	AIPC	PMG	NGC	RDTO	
ALT	r Pr	1.0 0								
DT	r Pr	0.73 0.000	1 0							
NHP	r Pr	0.40 0.033	0.56 0.0019	1 0						
NRP	r Pr	0.45 0.0165	0.35 0.068	0.37 0.0515	1 0					
NCP	r Pr	0.67 0.0001	0.83 0.0001	0.67 0.0001	0.37 0.0557	1 0				
AIPC	r Pr	0.61 0.001	0.14 0.4862	0.10 0.6167	0.44 0.0192	0.13 0.5195	1 0			
PMG	r Pr	0.01 0.9459	0.04 0.8545	0.08 0.6715	0.15 0.4576	-0.00004 0.9998	-0.08 0.6680	1 0		
NGC	r Pr	0.22 0.2634	0.43 0.239	0.42 0.0265	0.12 0.531	0.32 0.0931	0.01 0.9464	0.18 0.3646	1 0	
RDTO	r Pr	0.46 0.0148	0.51 0.0060	0.4 0.0328	0.41 0.0312	0.74 0.0001	0.2 0.3081	0.17 0.4002	0.0053 0.9788	1 0

ALT : altura de la planta; DT : diámetro del tallo; NHP : número de hojas por plantas;

NRP : número de ramas por plantas

NCP : número de cápsulas por planta; AIPC : altura de inserción de la primera cápsula; PMG : peso de mil granos

NGP : números de granos por cápsula; Rdto. : rendimiento ; Pr < 0.05 significativo; Pr < 0.01 = altamente significativo

Anexo 3. Valores mínimos y máximos de las variables evaluadas en el experimento

VARIABLE	MINIMO	MAXIMO
Altura	113.70	151.22
Diámetro	0.87	1.17
Número de hojas / planta	77.52	144.44
Número de ramas / planta	2.80	4.20
Número de cápsula / planta	56.16	112.20
Altura de inserción de la primera cápsula	39.86	59.70
Peso de 1 000 granos	2.38	2.50
Número semilla / cápsula	55.89	68.68
Rendimiento kg /ha	617.36	1 515.00

Anexo 4. Estimación económica de los diferentes tratamientos evaluados (córdobas por hectárea) en el experimento.

FUENTES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<u>Costos fijos</u>							
Arado	213.45	213.45	213.45	213.45	213.45	213.45	213.45
Gradeo	106.73	106.73	106.73	106.73	106.73	106.73	106.73
Grada + nivel	106.73	106.73	106.73	106.73	106.73	106.73	106.73
Semilla	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82	92.82
Corte y emparve	220.00	220.00	220.00	220.00	220.00	220.00	220.00
Aporreo	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Cuido de cosecha	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
Compra de sacos	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
SUB TOTAL	919.73						
<u>Costos variables</u>							
Fertilización	450.00	900.00	1 350.00	1 800.00	2 250.00	750.00	-
Transporte de insumos	30.00	60.00	90.00	120.00	150.00	18.00	-
Mano de obra	920.00	920.00	920.00	920.00	920.00	580.00	920.00
Chile	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	-	4.76
Jabón	4.76	4.76	4.76	4.76	4.76	-	4.76
Malathion	-	-	-	-	-	65.00	-
Herbicida (Lazo)	-	-	-	-	-	96.10	-
SUB TOTAL	1 409.52	1 889.52	2 369.52	2 849.52	3 329.52	1 509.10	929.52
TOTAL	2 329.25	2 809.25	3 289.25	3 769.25	4 249.25	2 428.83	1 849.25
Rendimiento (kg/ha)	934.00	1 029.70	1 079.40	1 133.00	1 205.00	1 017.50	701.30
Rendimiento ajustado (10%)	840.60	926.73	971.46	1 019.70	1 084.50	915.75	631.17
Precio neto C\$/Kg	8.71	8.71	8.71	8.71	8.71	7.01	7.01
Beneficio bruto C\$/ha.	7 321.63	8 071.82	8 461.42	8 881.59	9 446.00	6 419.41	5 497.49
Beneficio neto C\$/ha.	5 912.11	6 182.30	6 091.90	6 032.07	6 116.48	4 910.31	4 567.97

Tasa de cambio oficial US\$1.00 = C\$10.20



Figura 10: Inflorescencia de ajonjolí.



**Figura 8: Tratamiento T6 a los 32 días después de la siembra.
(Finca El Ojochito)**



**Figura 9: Vista del ensayo experimental. Epoca de postrera 1997.
(Finca El Ojochito)**



**Figura 6: Tratamiento T2 a los 32 días después de la siembra.
(Finca El Ojochito)**



**Figura 7: Tratamiento T1 a los 32 días después de la siembra.
(Finca El Ojochito).**



Figura 4: Siembra del cultivo de ajonjolí durante el ensayo experimental. (Finca El Ojochito).



Figura 5: Ensayo experimental a los 20 días después de la siembra. (Finca el Ojochito).