

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
SECCIÓN DE CULTIVOS INDUSTRIALES**

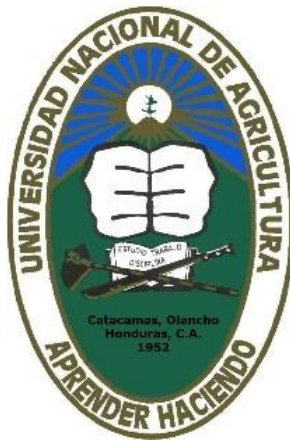
EVALUACIÓN DE CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE
AJONJOLI (*Sesamun indicum*) EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA

POR:

LUIS OBDULIO BANEGAS PONCE

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

DICIEMBRE, 2013

EVALUACIÓN DE CUATRO NIVELES DE NITRÓGENO EN EL CULTIVO DE
AJONJOLI (*Sesamun indicum*) EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
AGRICULTURA

POR:

LUIS OBDULIO BANEGAS PONCE

ESMELYM OBED PADILLA AVILA, M. Sc

Asesor Principal

TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A DIOS:

Por guiar mis acciones sabiamente hacia el logro de los propósitos deseados y proveerme la salud y la fuerza para no desmayar ante los obstáculos.

A MI MADRE:

Dinna Ponce Almendarez por su apoyo incondicional y sus oraciones a Dios por el bienestar y éxito en mi vida de estudiante.

A MIS HERMANOS: SELVY, DUMAS, YOBANY, MADILIA E ISAI

Por su confianza y su oportuno apoyo para el logro de mis metas profesionales.

A MI HIJO:

HENOCK EMMANUEL: por ser mi mayor bendición y motivación para luchar activamente por el éxito profesional.

A MIS AMIGOS (AS): Por el apoyo moral durante los momentos de preocupación en mi vida y por sus oraciones a Dios por mi bienestar.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO

Por ayudarme en todo momento y por proveerme la sabiduría para recorrer el camino hacia la finalización de mi carrera profesional.

A M.Sc Esmelym Obed Padilla y el M.Sc Ramón León Canaca

Por sus valiosos aportes en todas las etapas del trabajo de investigación y sus savias intervenciones.

A M.Sc Óscar Ovidio Redondo

Por su amistad y apoyo durante toda mi estadía en la Universidad Nacional de Agricultura por lo que siempre le estaré inmensamente agradecido.

Al PhD. Carlos Manuel Ulloa

Por sus consejos y gran ayuda para con mi trabajo de investigación y mi formación profesional.

A La Universidad Nacional De Agricultura: Por abrirme las puertas hacia el conocimiento para ser un buen profesional de las ciencias agrícolas y poder así, incidir positivamente en el bienestar de mi familia y la sociedad en general. También Por ser más que un centro de estudio, mí segundo hogar.

A mis compañeros de la clase kayros especialmente a mis amigos: Adilio, Donaldo, Catalino, Miguel, Juan y Milton por ser como mis hermanos en los cuatro años de estadía en la universidad.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	4
II. OBJETIVOS	4
2.1 General	4
2.1.1 Específicos	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1 Generalidades	4
4.2 Descripción taxonómica del cultivo de ajonjolí	5
4.3 Descripción botánica del cultivo de ajonjolí	5
4.4 Aspectos agronómicos del cultivo de ajonjolí	6
4.4.1 Fases de desarrollo	6
5.1 Requerimientos edafo-climáticos del cultivo de ajonjolí	7
5.1.2 Precipitación.....	7
5.1.3 Temperatura	7
5.1.4 Latitud y altitud	7
5.1.5 Suelos	8
5.1.6 Fertilización	8
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
5.1 Descripción del sitio experimental	9
5.2 Manejo del experimento	10
5.2.1 Preparación del terreno.....	10
5.2.2 Siembra.....	10
5.2.3 Fertilización.....	10
5.2.4 Manejo de malezas	11
5.2.5 Manejo de plagas y enfermedades	11
5.3 Diseño experimental	11

5.4 Modelo estadístico correspondiente al diseño selecto.....	12
5.4.1 Modelo lineal.....	12
5.5 Variables de respuesta.....	13
5.5.1 Días a floración	13
5.5.2 Vainas por planta 100 días después de siembra	13
5.5.3 Peso de 100 vainas	13
5.5.4 Rendimiento por hectárea.....	13
5.5.5 Número de granos por vaina	14
VI. DISCUSION DE RESULTADOS.....	15
6.1 Altura de planta	16
6.2 Número de ramas por planta.....	17
6.3 Días a floración.....	19
6.4 Número de vainas por planta.....	20
6.5 Peso de cien vainas	21
6.6 Semillas por vaina	22
6.7 Rendimiento por hectárea.....	23
6.8 Análisis económico de los tratamientos en estudio.	24
6.8.1 Presupuesto parcial	25
6.8.2 Análisis de rentabilidad	25
VII. CONCLUSIONES	27
VIII. RECOMENDACIONES	28
VIII BIBLIOGRAFIA	29
ANEXOS	33

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los niveles de nitrógeno evaluados.	Pág 12
Cuadro 2. Respuesta del nivel de fertilización nitrogenada en rendimiento, altura de planta, número de ramas, numero de vainas por planta, peso de cien vainas, numero de granos por vaina y días a floración del cultivo de ajonjolí (<i>sesamun indicum</i>).	15
Cuadro 3. Presupuesto parcial en lempiras de los niveles de nitrógeno evaluados en el cultivo de ajonjolí. una, catacamas, olancho, 2013.	25
Cuadro 4. Análisis de rentabilidad de los niveles de nitrógeno en el cultivo de ajonjolí, una, catacamas, olancho.	26

LISTA DE FIGURAS

figura 1. Universidad Nacional de Agricultura sitio de desarrollo del proyecto	Pág 9
figura 2. Altura de planta provocada por la diferencia en el nivel de fertilización nitrogenada aplicado al cultivo de ajonjolí.	16
figura 3. Efecto del nivel de fertilización nitrogenada en el número de ramas por planta en el cultivo de ajonjolí en la una.	18
figura 4. Influencia de la dosis de nitrógeno en el inicio de la floración del cultivo de	19
figura 5. Influencia del nivel de fertilización nitrogenada en el número de vainas por planta del cultivo de ajonjolí en la una.	20
figura 6.Efecto de cuatro niveles de nitrógeno en el peso de vainas del cultivo de ajonjolí en la una.	21
figura 7. Efecto de la dosis de fertilización nitrogenada en el aumento del número de semillas por vaina en cultivo de ajonjolí en la una.	22
figura 8. Rendimiento del cultivo de ajonjolí en la época de invierno utilizando cuatro niveles de fertilización nitrogenada.	23

ANEXOS

anexo 1. Descripción de las etapas vegetativas en ajonjolí.	pág 34
anexo 2. Descripción de las etapas reproductivas del ajonjolí.	34
anexo 3. Análisis de varianza y prueba de medias para la variable altura de plantas.	35
anexo 4 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable número de ramas por plantas.	35
anexo 5 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable número de vainas por planta.	36
anexo 6 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable peso de cien vainas.	37
anexo 7 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable granos por vaina.	37
anexo 8 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable días a floración.	38
anexo 9 Croquis del ensayo de niveles de nitrógeno en cultivo de ajonjolí.	39

Banegas Ponce L. 2013. Evaluación de cuatro niveles de Nitrógeno en el cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum*) en la Universidad Nacional De Agricultura. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional De Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras CA. 49 pp.

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló con el propósito de evaluar cuatro niveles de fertilización nitrogenada (19.5, 50, 100 y 150 kg ha⁻² de nitrógeno) para determinar el nivel de nitrógeno que genere el mejor comportamiento agronómico y características de rendimiento sobre el cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L) bajo la influencia de las condiciones ecológicas del campus de la universidad Nacional De Agricultura ubicada en la micro cuenca del río Talgua. El ensayo se estableció en la época lluviosa (20 de junio al 9 de octubre), utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, el análisis estadístico se realizó mediante el paquete estadístico SPSS. De las variables evaluadas solo la altura de planta, número de ramas por planta y el número de vainas por planta mostraron significancia ante el nivel de nitrógeno evaluado, sobresale el tratamiento tres (100 kg ha⁻² de Nitrógeno) que indujo a un mejor comportamiento agronómico en lo que se refiere al número de ramas (5.5) y el número de vainas por planta (68.93) superando a los tres tratamientos restantes. Además indujo a una mayor altura (196.6 cm) superado levemente solo por el tratamiento dos (198.86 cm). En lo que respecta al rendimiento de grano el tratamiento tres también fue con el que se obtuvo mayor producción (630 kg ha⁻² de grano) y esto se traduce en una mayor obtención de utilidad neta en relación a los tratamientos restantes.

Palabras claves: Niveles de Nitrógeno, ajonjolí, comportamiento agronómico, rendimiento

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de ajonjolí es una oleaginosa que además de ser rica en aceites de excelente calidad y de tener una diversidad de usos, tiene cantidades importantes de proteína y otros nutrientes necesarios en la alimentación humana y animal, debido a la pérdida del potencial de producción de granos básicos tradicionales como maíz, frijol y sorgo en honduras por causa de fenómenos climáticos que provocan largos periodos de sequía sobretudo en la zona sur del país, se recomienda el cultivo de ajonjolí como una alternativa agrícola rentable y segura ya que este cultivo crece bien en zonas semiáridas como Choluteca y valle (DICTA 2010).

En vista de la poca información que se ha generado sobre el cultivo de ajonjolí en el país, la Universidad Nacional de Agricultura por ser una institución dedicada a la investigación y enseñanza de las ciencias agrícolas en Honduras, en su afán de generar los conocimientos y las técnicas de manejo de diferentes cultivos, continua impulsando la generación del conocimiento técnico de cultivos con un alto potencial de rentabilidad que pueda ser aprovechado por pequeños y medianos productores para que mejoren los ingresos de sus familias, la comunidad y del país.

En ese sentido el presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar el nivel de fertilización de nitrógeno que permita obtener las mejores características agronómicas y de rendimiento en el cultivo de ajonjolí, bajo la influencia de las condiciones edafo-climaticos de la zona donde se localiza la Universidad Nacional de Agricultura en la micro cuenca del río Talgua.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum*) utilizando cuatro niveles de fertilización nitrogenada en la Universidad Nacional de Agricultura.

2.1.1 Específicos

Determinar el nivel de nitrógeno que produzca el mejor rendimiento en el cultivo de ajonjolí.

Describir el comportamiento agronómico del cultivo según el nivel de fertilización nitrogenada en evaluación.

Identificar el nivel de nitrógeno más rentable.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades

El Ajonjolí *Sesamun indicum L.* (*Sesamun orientale L.*) es una planta dicotiledónea que pertenece a la familia de las Pedaliáceas. Es una planta tupida que crece en forma recta, y alcanza una altura entre 1 y 2 metros. El período vegetativo generalmente es de 3 a 4 meses. Esta planta oleaginosa proviene de la Sabana del África tropical específicamente de Etiopía y fue llevada hacia la India y China. La raíz principal del tronco es muy fuerte y posee raíces secundarias que forman una red que alcanzan hasta 1 metro de profundidad, estas entran en simbiosis con hongos micorrizas, lo cual le permite una buena nutrición y absorción de agua (Asociación Naturland 2000).

La semilla de ajonjolí, dentro de las principales semillas oleaginosas a nivel mundial, no representa un peso importante como la soya, el girasol y el algodón, pero no significa que su producción sea innecesaria. El ajonjolí posee un alto valor nutritivo y su aceite es de mejor calidad que del resto de oleaginosas por lo cual tiene una gran demanda que es aprovechada por países como India, China, Myanmar y Sudan, que acumulan el 70 por ciento de la producción mundial (BCN 2013).

4.2 Descripción taxonómica del cultivo de ajonjolí

Nombre científico:	<i>Sesamun indicum</i>
Reino:	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia:	Pedaliaceae
Género:	<i>Sesamum</i>
Especie.	<i>S. indicum</i>

(Ecured. 2013)

4.3 Descripción botánica del cultivo de ajonjolí

Ajonjolí (*Sesamun indicum*), es una planta anual con una altura promedio de 1.30 metros, posee un tallo anguloso muy succulento en las primeras etapas de desarrollo y de consistencia fibrosa cuando la planta es adulta. Presenta hojas opuestas, abundantes raíces, flores blanco-rojizo o amarillo y su fruto maduro es una cápsula dehiscente de color café con semillas amarillentas de 3 mm de longitud, ricas en aceites y proteínas (Pérez Valenzuela, 2010). Es una planta autógama con ovario súpero con dos celdas. Las yemas florales aparecen solitarias o en grupos en las axilas de las hojas (FAO 2013).

4.4 Aspectos agronómicos del cultivo de ajonjolí

4.4.1 Fases de desarrollo

Las etapas se dividen en vegetativas (EV) y reproductivas (ER). Las EV dependen del número de nudos presentes en el tallo principal, comenzando con el nudo cotiledonar como Vo. Una longitud del entrenudo de 0,5 cm es suficiente para considerar que el par de hojas inmediatamente superior se ha desarrollado. Las ER propuestas son: R1 (botón floral de 0,5 cm), R2 (primera flor abierta), R3 (cápsula de 0,5 cm), R4 (plena floración), R5 (cápsulas que hayan alcanzado su máxima longitud), R6 (inicio de madurez), R7 (madurez de cosecha) (Rincón y Salazar 1996).

4.4.2 Siembra

Según la revista Enlace (2013), es importante hacer una prueba de germinación para determinar la viabilidad de la semilla antes de la siembra en la que se utilizan de cuatro a cinco libras de semilla por manzana a una profundidad de un centímetro sembrado a chorro continuo. Después de la emergencia según afirma el Servicio de información agroalimentaria y pesquera (2012), se hace un raleo aproximadamente a los 15 días dejando unas 15 a 18 plantas por metro lineal y así obtener una densidad de 200,000 plantas por hectárea (SIAP 2012).

4.4.3 Variedades

En Honduras el cultivo de ajonjolí es relativamente nuevo y las principales variedades que utilizan los productores son algunas procedentes de Nicaragua y otras como Coreano 1 y la variedad Coreano 2 (DICTA 2010).

5.1 Requerimientos edafo-climáticos del cultivo de ajonjolí

5.1.2 Precipitación

Para obtener buenas cosechas es importante la presencia de precipitaciones de 300-600 mm, distribuidas en forma óptima durante el periodo de crecimiento, de tal forma que hasta la primera formación de botones florales se tenga 35% de la precipitación, floración principal 45%, periodo de maduración 20% y si es posible sequía durante la cosecha. La planta es extremadamente delicada en cada estado de su crecimiento al estancamiento de agua. Por ello el cultivo de ajonjolí crece mejor en regiones con lluvias moderadas, o en zonas áridas con un control minucioso del riego. La planta a través de su raíz pivotante es muy resistente a la sequía y puede dar buenas cosechas solamente con el agua almacenada en el subsuelo (Asociación Naturland 2000)

5.1.3 Temperatura

Para una buena germinación se necesita temperaturas mayores a 18°C, de lo contrario se tendrá un efecto negativo en ese proceso, un óptimo crecimiento demanda temperatura alta y constante (30°C), por su parte la floración y maduración deseada ocurre cuando la temperatura oscila entre 26° - 30° C, si esta aumenta hasta los 40°C la fecundación y formación de frutos se ve afectada gravemente (INIFAP 2013)

5.1.4 Latitud y altitud

Por lo general este cultivo se recomienda en zonas comprendidas entre los 45° N y 35° S y alturas de 600 m.s.n.m como mínimo y un máximo de 1600 m.s.n.m (INIFAP 2013)

5.1.5 Suelos

El ajonjolí se adapta a una gran variedad de tipos de suelos, lo ideal son suelos con buen drenaje, sueltos, areno-arcillosos, fértiles, y con un pH entre 5.4 y 6.7

Valores de pH más bajos influyen drásticamente en el crecimiento, sin embargo existen variedades que toleran un pH hasta de 8.0. Bajo riego o lluvia de verano, el ajonjolí crece mejor en suelos arenosos que en tierras pesadas debido a su baja tolerancia a retención de agua. (Asociación Naturland 2000)

Es un cultivo poco exigente de nutrientes, se desarrolla en una gran variedad de suelos, pero los más aptos son de texturas ligeras: franco, franco arenoso y franco arcilloso. No es recomendable cultivar Ajonjolí en laderas, porque su cultivo exige una cama o surcos libres de malezas y su lento crecimiento en la primera etapa favorece la erosión (CEI 2012).

5.1.6 Fertilización

En investigaciones conducidas en Nigeria se ha encontrado que 60 kg N ha^{-1} es la dosis optima de nitrógeno en el cultivo de ajonjolí (Revista Científica UDO Agrícola. 2012). Sin embargo, investigaciones hechas en Venezuela muestran que la extracción de nutrientes del suelo por este cultivo son 120 kg ha^{-1} de nitrógeno, 32 kg ha^{-1} fósforo y 136 kg ha^{-1} de potasio (CONICIT 1999).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción del sitio experimental

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Catacamas, específicamente en la Universidad Nacional de Agricultura (UNA), ubicada en la zona bajo la influencia de la micro cuenca del río Talgua. Se encuentran a una latitud de $14^{\circ}50'$ N y una longitud de $85^{\circ}53'$ O.

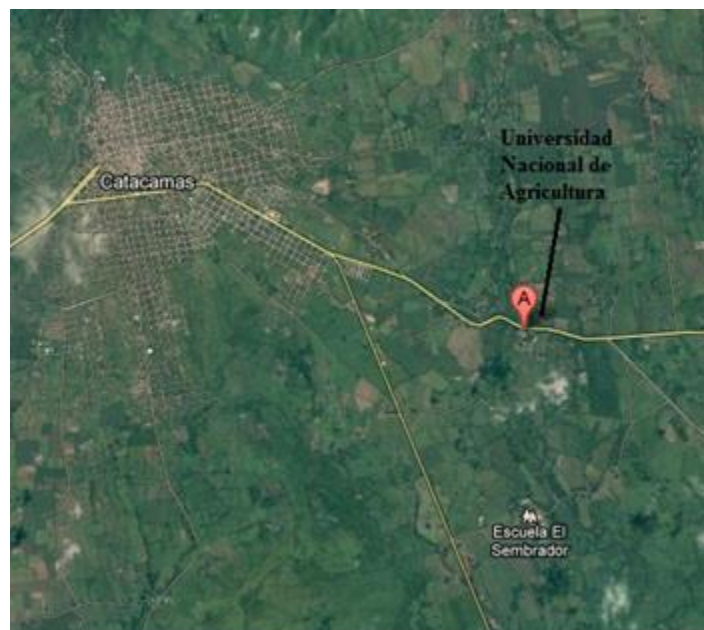


Figura 1. Universidad Nacional de Agricultura sitio de desarrollo del proyecto

5.2 Manejo del experimento

5.2.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en un arado profundo (30 cm) seguido de un pase de rastra pesada. También se elaboraron camas distanciadas a 1.63 m, después de dar un pase de rastra liviana para que el suelo presente características de estructura muy favorable para el desarrollo óptimo del sistema radicular.

5.2.2 Siembra

Se llevó a cabo una siembra manual a chorro continuo y a doble hilera, y se llevara a cabo un raleo de plantas a los 15 días después de la emergencia, dejando unas 16 plantas por metro lineal. El raleo se desarrolló para obtener la densidad de plantas adecuada y que las plantas seleccionadas sean las que tienen mejores características para asegurar un máximo rendimiento del cultivo.

5.2.3 Fertilización

Se aplicaron 50 kg ha⁻¹ de P y 50 kg ha⁻¹ de K en forma homogénea a las parcelas como 18-46-0 y Kcl, en caso del nitrógeno se aplicaron 19.5kg, 50kg, 100kg y 150 kg de nitrógeno ha⁻¹ en una sola aplicación a los 30 días después de siembra. La aplicación se hará a chorro continuo.

5.2.4 Manejo de malezas

El control de malezas se realizó mediante el uso de herbicida de acción sistémico (Glifosato) antes de la siembra a una dosis de 150 ml/bomba de 20 litros y después de la siembra, permanentemente se controló manualmente (con azadón) para evitar competencia y permitir que la planta se desarrolle correctamente expresando todo su potencial productivo.

5.2.5 Manejo de plagas y enfermedades

Se realizó dos aplicaciones de Lambdacihalotrina (karate zeon) en una dosis de 20 ml por bomba de 17 litros antes de la floración para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y zompopos (*Atta sp*). Así mismo se hizo dos aplicaciones de Mancozeb (Dithane 80 wp) en una dosis de 100 cc por bomba de 20 litros para controlar el ataque de la pudrición marrón de la raíz del ajonjolí causado por *Macrophomina phaseoli*.

5.3 Diseño experimental

El experimento se desarrolló utilizando un diseño de bloques completos al azar, utilizando cuatro niveles de fertilización nitrogenada con tres repeticiones cada uno. El área total del ensayo es de 630 m² dividido en tres bloques de 198 m², compuesto por 11 camas de 11 metros de longitud, separadas a 1.63 metros cada uno, Cada unidad experimental consiste en dos camas.

5.4 Modelo estadístico correspondiente al diseño selecto.

5.4.1 Modelo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + T_i + E_{ijk}$$

Para, $i = 1 \dots j = 1 \dots$

Dónde:

Y_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media general

R_k = Efecto de repetición

T_i = Efecto del nivel de nitrógeno

E_{ij} = Efecto del error experimental

k = Número de repeticiones

Cuadro 1. Descripción de los niveles de nitrógeno evaluados.

Tratamiento	Nivel de nitrógeno kg ha ⁻¹
T1	19.5
T2	50
T3	100
T4	150

5.5 Variables de respuesta

5.5.1 Días a floración

Esta variable consistió en contar los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de plantas presentaron flor.

5.5.2 Vainas por planta 100 días después de siembra

Se seleccionaron 10 plantas de forma aleatoria y se contó el número de vainas de cada planta para obtener un promedio de vainas producidas por cada planta.

5.5.3 Peso de 100 vainas

El peso de las 100 vainas fue posible obtenerse a partir de 100 vainas seleccionadas al azar por cada tratamiento, que luego se pesaron para obtener este dato.

5.5.4 Rendimiento por hectárea

Este dato se determinó tomando todas las vainas cosechadas del área de cada tratamiento (36 m²), luego se colectaron las semillas que están dentro de las vainas para pesarlas y obtener el rendimiento por hectárea mediante la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso de campo en kg ha}^{-1} \times 10,000 \text{ m}^2}{\text{Área útil (m}^2\text{)}}$$

5.5.5 Número de granos por vaina

Para obtener esta variable se tomaron 10 vainas por cada tratamiento y se procedió al conteo de los granos por cada una de ellas, para luego sacar el número promedio de granos por vaina correspondiente a cada tratamiento evaluado.

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

La dosis de nitrógeno aplicado en la fertilización incide positiva o negativamente sobre el comportamiento agronómico y las características de rendimiento del cultivo de ajonjolí. Para la variable altura de planta se observa que una aplicación de 50 o 100 kg de nitrógeno provoca una mayor altura seguido de aplicación de 150 kg de nitrógeno en comparación a la fertilización con una menor dosis de nitrógeno (Tabla 2). Además dosis de fertilización altas en nitrógeno producen una mayor cantidad de ramas, vainas por planta y una mayor altura. Sin embargo se observa que niveles de nitrógeno por encima de los 100 kg ha⁻² provoca disminución tanto en altura de planta como en el número de vainas por planta.

Por otra parte es evidente que la dosis de nitrógeno no causó efecto significativo en los días a floración, peso de cien vainas y el número de semillas por vaina, probablemente porque dichas variables están influenciadas por factores genéticos y climáticos.

Cuadro 2. Respuesta del nivel de fertilización nitrogenada en rendimiento, altura de planta, número de ramas, numero de vainas por planta, peso de cien vainas, numero de granos por vaina y días a floración del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum*).

Tratamiento	Altura de planta	Numero de ramas	vainas/planta	Peso de 100 vainas	Semillas por vaina	días a floración
19.5 kg ha ⁻²	175,13b	3,6 b	33,2 b	30,17 b	52 b	55,67 b
50 kg ha ⁻²	198,86a	4,5 ab	64,67 a	35,83 ab	61,57 b	57,67 b
100 kg ha ⁻²	196,6 a	5,5 a	68,93 a	37,7 a	56,8 b	58,33 b
150 kg ha ⁻²	189,4 a	6,23 a	60,2 a	33,77 ab	58,47 b	58,67 b
C.V.%	5.7	24.9	30.3	11	9	4.5
ANAVA	*	*	*	NS	NS	NS

6.1 Altura de planta

Los datos obtenidos para determinar esta variable muestran diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados ($P < 0.05$), a medida que se incrementa la dosis de aplicación de nitrógeno la altura de las plantas es mayor, sobresale el tratamiento dos que corresponde a una dosis de fertilización de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea, seguido por el tratamiento tres (100 kg ha⁻² de nitrógeno) con los que se obtuvo una altura promedio de 198.86 cm y 196.6 cm respectivamente. Por otra parte cuando el nivel de fertilización nitrogenada excede los 100 kilogramos por hectárea la altura se ve disminuida como sucedió en el tratamiento cuatro correspondiente a una fertilización con 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea (figura 2).

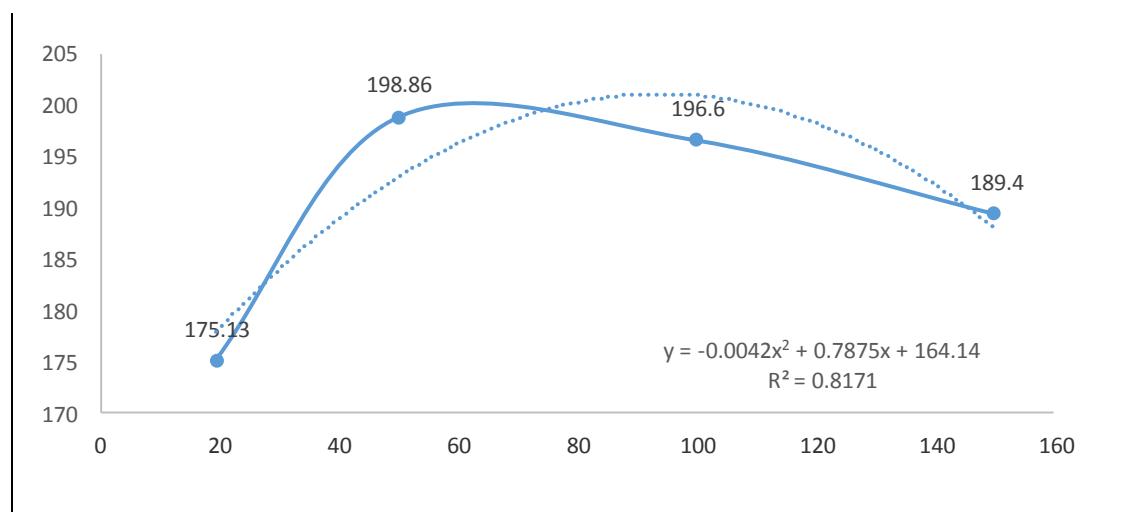


Figura 2. Altura de planta provocada por la diferencia en el nivel de fertilización nitrogenada aplicado al cultivo de ajonjolí.

Barker y Hills (1980) afirman que el nitrógeno es el nutrimento más limitante del crecimiento de las plantas. Así mismo, Aular y Rojas (1992) en un estudio del efecto de diferentes dosis de nitrógeno en el cultivo de maracuyá observaron una tendencia de aumento de la longitud de los brotes primarios a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno.

También Acevedo *et al.* (2009) en un estudio del efecto de cuatro diferentes concentraciones de nitrógeno en eucaliptus encontró que a medida que aumentó la concentración de nitrógeno, también lo hizo el crecimiento en altura.

6.2 Número de ramas por planta

El análisis estadístico de los datos obtenidos en campo demuestra que el número de ramas por planta del cultivo de ajonjolí es afectado positivamente en forma directamente proporcional por la cantidad de nitrógeno suministrada en la fertilización y/o la disponibilidad de este elemento en el suelo, sobresale el tratamiento cuatro en el que se aplicó 150 kg N ha^{-1} y produjo 6.23 ramas por planta, comparado a 3.6 ramas por planta del tratamiento uno correspondiente a $19.5 \text{ kg N ha}^{-1}$ que es la menor dosis de nitrógeno aplicada en este ensayo (figura 3).

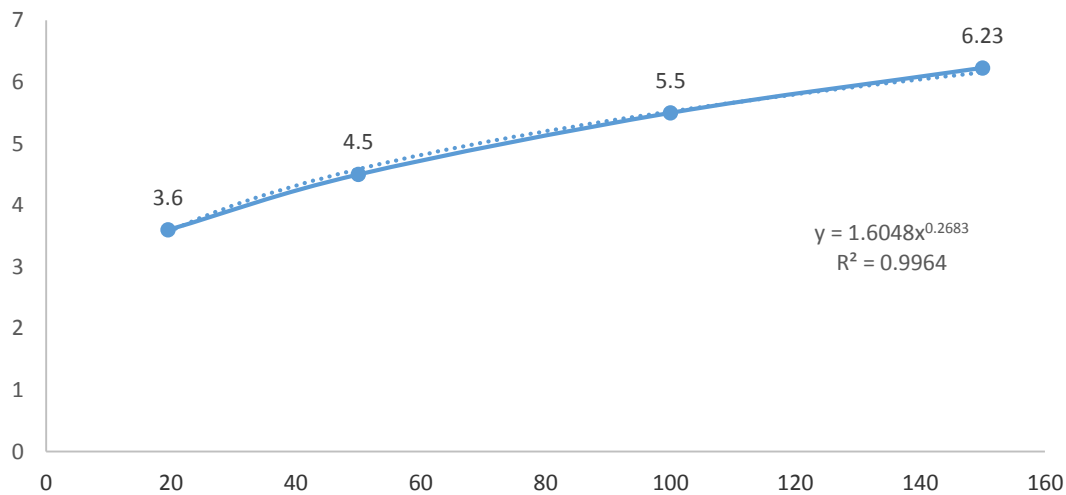


Figura 3. Efecto del nivel de fertilización nitrogenada en el número de ramas por planta en el cultivo de ajonjolí en la UNA.

Estos resultados coinciden con los encontrados por Banegas (2009) en un experimento donde estudiaba la influencia de la fertilización con N, P y K en el establecimiento de piñón *Jatropha curcas* L. En este encontró diferencia estadística en el número de ramas producidas por planta, del tratamiento más alto en nitrógeno correspondiente a 160 kg ha⁻² con respecto a otros niveles de fertilización con menor cantidad de nitrógeno.

Por su parte Ochoa y meza (2000) encontraron que cuando no se aplica nitrógeno al cultivo de ajonjolí el número de ramas disminuye, así mismo Goldsworthy y Fisher (1984) señalan que el número de ramas del ajonjolí se ve afectado por el contenido de nutrientes del suelo, siendo el nitrógeno el elemento limitante (Vargas y Aburto 2002).

6.3 Días a floración

No se encontró diferencia estadística entre niveles de fertilización nitrogenada en evaluación ($p>0.05$) según se observa en el anexo 8, esto significa que la dosis de nitrógeno aplicada al cultivo de ajonjolí no tuvo mucha influencia en la precocidad o retardo significativo de la floración aunque se observa un ligero aumento de los días a floración a medida que aumenta la dosis de nitrógeno (figura 4).

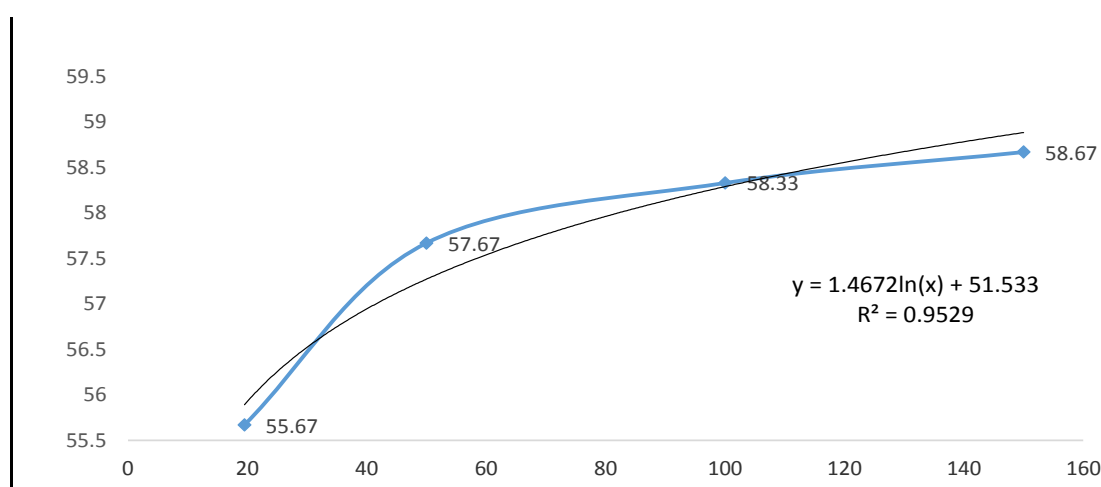


Figura 4. Influencia de la dosis de Nitrógeno en el inicio de la floración del cultivo de ajonjolí en la UNA.

Pese a que no hubo significancia se observó que las dosis altas de nitrógeno retrasan la floración. Esto probablemente se debe a que una mayor aplicación de nitrógeno alarga el ciclo vegetativo de los cultivos a causa del desvío de carbohidratos hacia el crecimiento vegetativo por lo cual se retarda la senescencia como afirma Perdomo, C (sf).

6.4 Número de vainas por planta

Se estudió el efecto del nivel de nitrógeno en el número de vainas por planta en el cultivo de ajonjolí y se encontró diferencia estadística entre los tratamientos evaluados ($P < 0.05$) de los cuales sobresale el tratamiento tres (100 kg N ha^{-1}) que obtuvo 68.93 vainas promedio por planta seguido del tratamiento dos (50 kg N ha^{-1}) con 64.56 vainas por planta, con respecto a los tratamientos 4 y 1 en los que solo se produjo 60.2 y 33.2 vainas por planta respectivamente (figura 5).

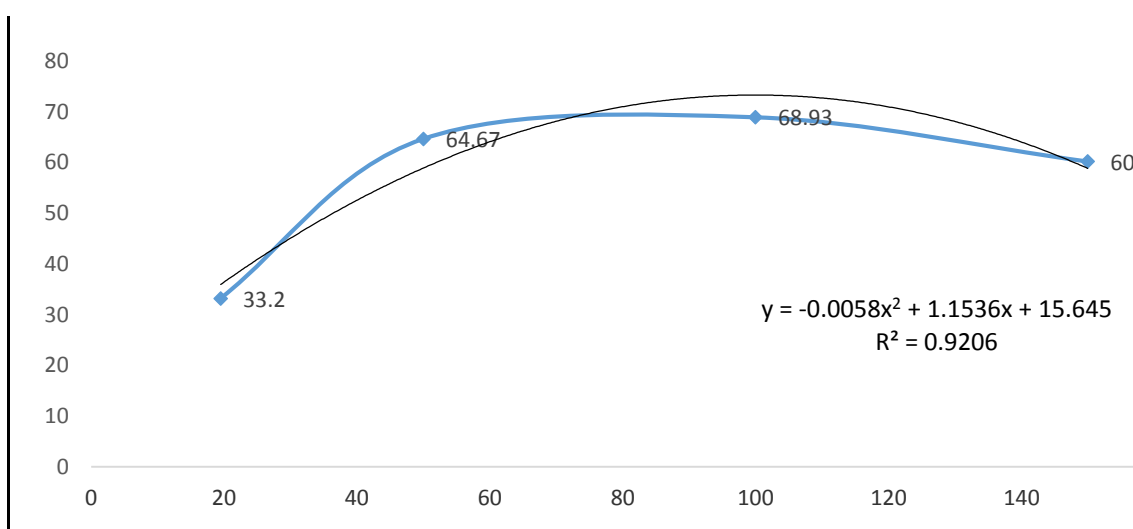


Figura 5 Influencia del nivel de fertilización nitrogenada en el número de vainas por planta del cultivo de ajonjolí en la UNA.

Similares resultados obtuvo Chávez, C (1976) en ensayo probando niveles de fertilización en cultivo de frijol en el que encontró diferencias significativas en el número de vainas por planta para los tratamientos con dosis de nitrógeno mayores a 75 kg ha^{-2} .

Al igual Vargas, T y Aburto, R. (2002) encontraron significancia en el número de vainas por planta cuando estudiaron el efecto de densidades de siembra y niveles de nitrógeno en cultivo de ajonjolí, y observaron que la aplicación de una mayor dosis de nitrógeno (88 kg ha^{-2}) produjo una mayor cantidad de vainas por planta.

6.5 Peso de cien vainas

Ninguno de los cuatro niveles de nitrógeno evaluados mostro diferencia estadística ($P>0.05$) según se puede constatar en el anexo 6. Por tanto, queda demostrado que el peso de las vainas en este cultivo no se ve afectado por la dosis de nitrógeno aplicada en la fertilización. Sin embargo en la figura 5 se puede ver algunas diferencias mínimas observables entre tratamientos, y en el que se ve que la aplicación de 100 kg N ha^{-1} provoca un peso promedio de vainas de 37 gramos y representa un ligero aumento de peso comparado al resto de niveles de nitrógeno en estudio, especialmente con respecto al tratamiento uno donde se aplicó 19.5 kg N ha y se obtuvo un peso promedio de vainas de 30.17 gramos (Figura 6)

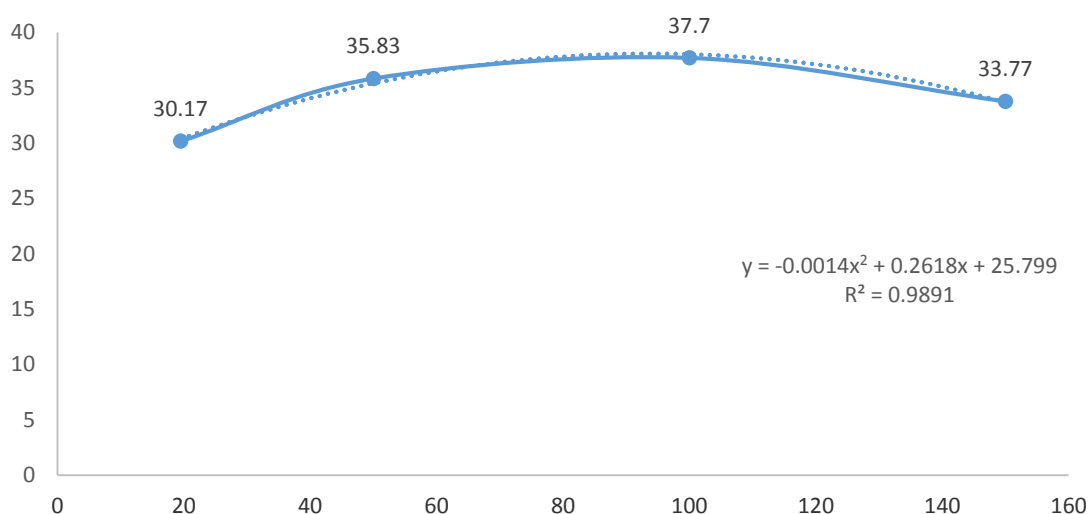


Figura 6. Efecto de cuatro niveles de nitrógeno en el peso de vainas del cultivo de ajonjolí en la UNA.

6.6 Semillas por vaina

A través del ANAVA y prueba de medias fue posible constatar el efecto del nivel de nitrógeno en el número de semillas por vaina en cultivo de ajonjolí y se demostró que no hay diferencia estadística entre tratamientos objeto de investigación ($P > 0.05$) véase anexo 7.

En vista de estos resultados es posible afirmar que la dosis de nitrógeno aplicada no tiene influencia significativa en el número de semillas por vaina. Sin embargo la aplicación de 50 kg N ha⁻¹ (T2) produjo más cantidad de semillas promedio por vaina (61.57 semillas) comparado con los otros niveles de nitrógeno en estudio, por ejemplo con el tratamiento uno que corresponde a 19.5 kg N ha⁻¹ se obtuvo 52 semillas por vaina convirtiéndose en el menor promedio de semillas por vaina de los cuatro tratamientos (figura 7).

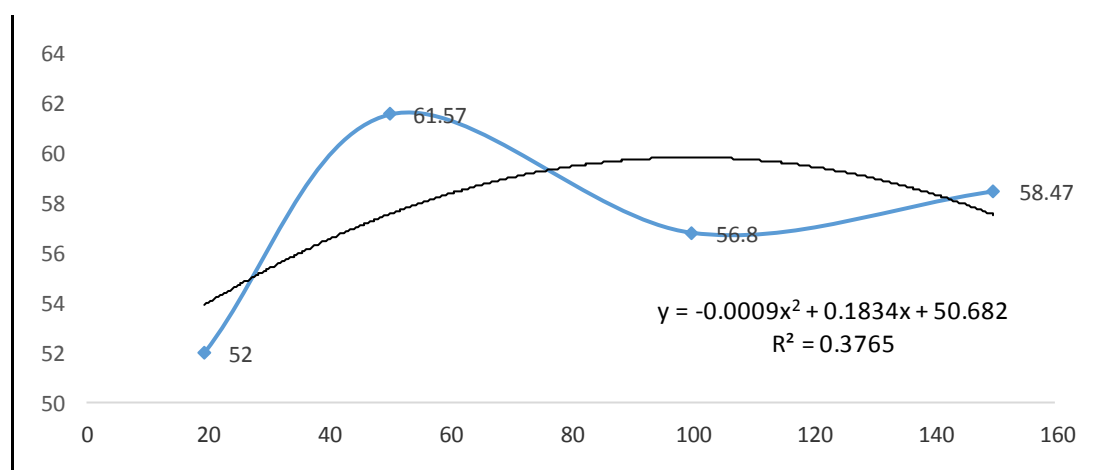


Figura 7. Efecto de la dosis de fertilización nitrogenada en el aumento del número de semillas por vaina en cultivo de ajonjolí en la UNA.

Los resultados obtenidos para esta variable son similares a los encontrados por Blanco, G y Mairena, M. (1993) en un ensayo donde median el efecto de niveles de nitrógeno y fraccionamiento de las dosis en el cultivo de ajonjolí, y no encontraron significancia entre tratamientos evaluados, aunque observaron que el número de semillas por vaina fue mayor

con la aplicación de dosis altas en nitrógeno aplicadas en una sola fertilización a los 30 días después de siembra.

6.7 Rendimiento por hectárea

Resultados obtenidos en este ensayo demuestran que la fertilización nitrogenada tiene influencia en el rendimiento tal como comenta Blanco y Mairena (1993) quien afirma que el rendimiento está íntimamente relacionado con los nutrientes aplicados, sobresale el tratamiento tres que corresponde a una fertilización con 100 kilogramos de nitrógeno hectárea y reporta un rendimiento de 630 kg ha⁻², seguido del tratamiento dos con una fertilización nitrogenada de 50 kg ha⁻² en el que se obtiene un rendimiento de 560 kg ha⁻².

Estos resultados son mayores que los producidos cuando se aplica dosis de fertilización bajas en nitrógeno como resulta con el tratamiento uno donde se fertilizó con 19.5 kg ha de nitrógeno y produjo un rendimiento de grano de apenas 539 kg ha⁻².

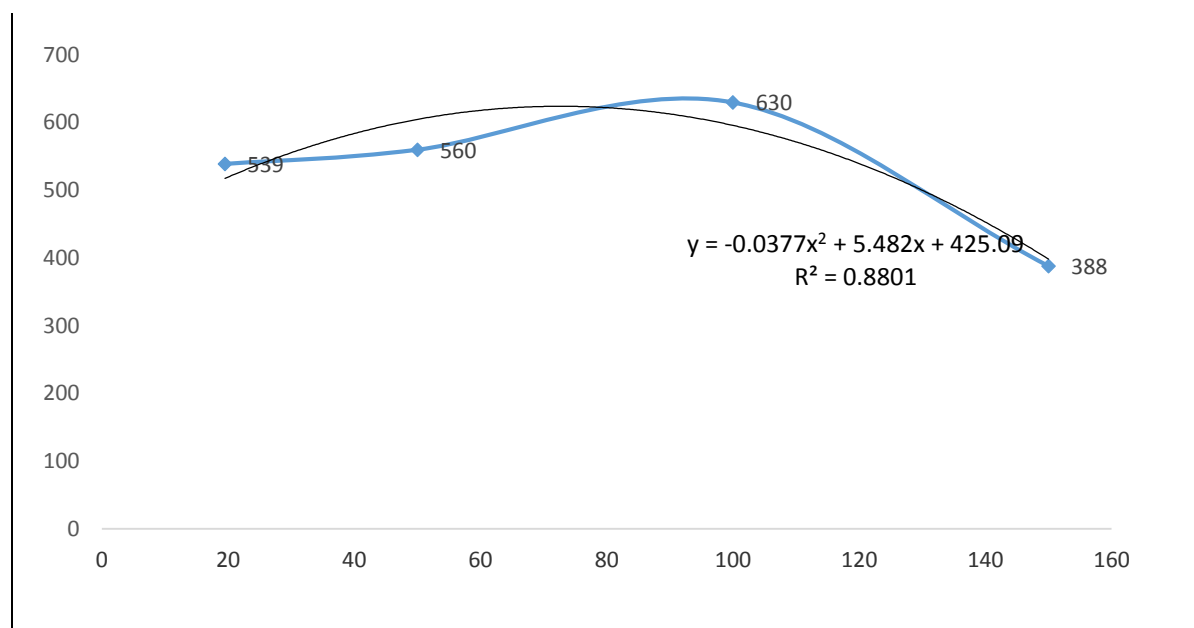


Figura 8. Rendimiento del cultivo de ajonjolí en la época de invierno utilizando cuatro niveles de fertilización nitrogenada.

Así mismo niveles de fertilización con dosis cercanos a 150 kg ha de nitrógeno como el tratamiento cuatro resultaron negativas, reportando una producción de 388 kg ha de grano de ajonjolí y se convierte por lo tanto en el menor rendimiento.

El tratamiento número cuatro requiere de mayor gasto por fertilización y produce un 62 % menos en producción que el obtenido con el tratamiento tres (100 kg ha⁻² nitrógeno), como se ve en la figura 8.

La fertilización con dosis de nitrógeno excesivas disminuyen el rendimiento, probablemente porque los nutrientes de la planta son dirigidos hacia el aumento de follaje y esto provoca plantas más succulentas que son muy atractivas para una mayor incidencia de plagas y enfermedades

6.8 Análisis económico de los tratamientos en estudio.

Dado que los tratamientos están compuestos por niveles de fertilización nitrogenada, se llevo a cabo el análisis económico con el propósito de determinar el tratamiento con mayor rentabilidad tomando en cuenta el presupuesto parcial y el análisis marginal, tal como lo propone la metodología del CIMMYT (1988).

6.8.1 Presupuesto parcial

Para la realización de este presupuesto parcial, se tomaron en cuenta los precios vigentes de los insumos así como el precio venta en kilogramos del grano de ajonjolí durante el desarrollo del estudio.

Cuadro 3. Presupuesto parcial en Lempiras de los niveles de nitrógeno evaluados en el cultivo de ajonjolí. UNA, Catacamas, Olancho, 2013.

Componentes del presupuesto parcial	TRATAMIENTOS			
	19.5 kg ha ⁻¹ N	50 kg ha ⁻¹ N	100 kg ha ⁻¹ N	150 kg ha ⁻¹ N
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	539	560	630	388
Ingreso bruto en ventas (Lps)	16,170.00	16,800.00	18,900.00	11,640.00
Costo por insecticidas y fungicidas (Lps)	500.00	500.00		
costo por herbicidas (Lps)	250	250	250	250
Costo por herramientas y equipo (Lps)	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
Costo por preparación de suelos	1,400.00	1,400.00	1,400.00	1,000.00
Costo por fertilizantes (Lps)	2,804.00	3,601.5	4,399.00	5,196.5
Total costos de producción	5,954.00	6,751.5	7,549.00	8,346.5
Utilidad neta	10,216	10,049.5	11,351.00	3293.5

6.8.2 Análisis de rentabilidad

En el análisis de rentabilidad se calculó la tasa de retorno neta de cada uno de los tratamientos en estudio y se obtuvo como resultado que la fertilización con 19.5 kg ha de nitrógeno (T1) genera la mayor tasa de retorno (171.6%), seguido por el tratamiento tres (150.4%) que supera al tratamiento dos por un margen escaso. Además se determinó que la aplicación de 150 kg ha de nitrógeno genera una muy baja rentabilidad con respecto a los otros niveles de nitrógeno evaluados.

A pesar que el tratamiento uno (19.5 kg ha⁻¹ N) es el que produjo mayor tasa de retorno (171.6%), el tratamiento tres es el que produjo una mayor utilidad neta y una tasa de retorno aceptable para el agricultor (150.4%), según parámetros de CIMMYT (1988).

Tratamiento	Costo de producción	Utilidad neta	Tasa de retorno neta %
19.5 kg ha⁻¹ N	5,954.00	10,216	171.6
50 kg ha⁻¹ N	6,751.5	10,049.5	149
100 kg ha⁻¹ N	7,549.00	11,351.00	150.4
150 kg ha⁻¹ N	8,346.5	3293.5	39.4

Cuadro 4. Análisis de rentabilidad de los niveles de nitrógeno en el cultivo de ajonjolí, UNA, Catacamas, Olancho.

VII. CONCLUSIONES

El nivel de fertilización con 100 kg de nitrógeno por hectárea reportó el mejor rendimiento con una producción de 630 kg de grano por hectárea, 17 % más que el tratamiento uno (19.5 kg ha^{-2} de N) y producción de 539 kg ha^{-2} . Por otra parte con la aplicación de 150 kg ha de nitrógeno se obtuvo 388 kg ha de grano, eso significa 62% menos producción que el tratamiento tres.

Aplicación de dosis de fertilización con alto contenido de nitrógeno provoca plantas muy suculentas que favorecen una alta incidencia de plagas y enfermedades que disminuyen el rendimiento.

La mayor tasa de rentabilidad se consiguió con el tratamiento dos (50 kg ha^{-1} N) el cual produjo 560 kg ha de ajonjolí, sin embargo el tratamiento tres que corresponde a 100 kg de nitrógeno por hectárea y produjo 630 kg ha de ajonjolí fue el tratamiento con mayor utilidad neta, es decir que con este se obtuvo más ganancias.

VIII. RECOMENDACIONES

Realizar el mismo ensayo en la época seca para medir la diferencia en rendimiento y así poder determinar la estación del año más adecuada para este cultivo.

Desarrollar este ensayo en otros lugares de honduras para identificar zonas con un mayor potencial para el cultivo de ajonjolí.

Realizar dos raleos para asegurar que se seleccionaran las mejores plantas y que la densidad final de plantas será la deseada.

Hacer encalado un mes antes de la siembra para obtener un PH cercano al neutro que favorezca la absorción de nutrientes por el cultivo.

Se recomienda fertilizar el cultivo de ajonjolí con 100 kg ha de Nitrógeno para obtener el mejor rendimiento y un mejor comportamiento agronómico.

Es recomendable realizar este ensayo con rangos menores entre niveles de Nitrógeno aplicados.

VIII BIBLIOGRAFIA

Acevedo et al. 2009. Effect of the nitrogen concentration on the morphological attributes, root growth potential and nutritional status on cover root *Eucalyptus globulus* seedlings. Rev. BOSQUE 30(2): 88-94, 2009. Universidad de concepción (en línea). Concepción chile. Consultado 6 nov.2013. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002009000200004&script=sci_arttext.

Asociación Naturland. 2000. Agricultura orgánica en el trópico y subtrópico (en línea). Alemania. Consultado 20 de jun 2013. Disponible en: <http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/Espanolajonjoli.pdf>

Aular, J Y Rojas, E.1992. Influencia del nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo y producción de la parchita *passiflora edulis* sims.f. flavicarpa degener. Agronomía tropical 44(1): 121-124. (en línea). Venezuela 1994. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4401/Arti/aular_j.htm.

Banegas, C. 2009. Influencia de la fertilización con N, P y K en el establecimiento de *Jatropha curcas* L. en finca Santa Lucía, Choluteca, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras

Barker, a. y Hills. 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. Hort. Rev. AVI. Vol 2:395-423. Citado por Aular, J Y Rojas, E.1992. Consultado el 3 nov.2013. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4401/Arti/aular_j.htm.

BCN (Banco Central de Nicaragua). 2013. Cultivo de ajonjolí (en línea). Nicaragua. Consultado el 9 de ago 2013. Disponible en: <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/mensuales/externo/exterior/2013/19.pdf>

Blanco, G y Mairena, M. 1993.estudio del efecto de diferentes niveles y fraccionamientos del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento del ajonjolí (*Sesamun indicum* L) Var. Turen, y la comparación costo y rendimiento de cada tratamiento. Tesis ing.agr. UNA, Ni (en línea). Managua, Nicaragua. Consultado 10 Nov. 2013. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04b641.pdf>.

CEI (Centro de Exportaciones e Inversiones). 2012. Perfil de mercado: ajonjolí orgánico-república popular de china (en línea). Nicaragua. Consultado el 15 de jul 2013. Disponible en: http://www.cei.org.ni/images/file/mercado_ajonjoli_%20organico_%20china.pdf

Chávez C. 1976.efecto de siete niveles de nitrógeno, fosforo y zinc sobre algunos componentes de rendimientos en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Tesis ing. Agr. Escuela nacional de agricultura y ganadería (PDF en línea).Managua, Nicaragua. Consultado 10 nov. 2013. Disponible en: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04ch512.pdf>

CONICIT (Consejo Nacional de Investigaciones científicas y Técnicas).1999. Investigación y Tecnología del Cultivo del Ajonjolí en Venezuela (en línea). Aragua Ven. Consultado 10 de jul 2013. Disponible en: http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Investigaci%25F3n+y+Tecnolog%25EDa+del+Culti+vo+del+Ajonjol%25ED_000h8hqc5w702wx7ha07ybue2cgx0eq5.pdf

DICTA (Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria). 2010. Cultivo de ajonjolí es una alternativa agrícola rentable para la zona sur. (PDF en línea).Tegucigalpa Hn. Consultado 20 de jul 2013. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Julio-028-Cultivo-de-Ajonjoli-es-una-alternativa.pdf>

Ecured. 2013. Descripción taxonómica del ajonjolí (en línea).Cuba. Consultado 20 de jul 2013. Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/Aceite>

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 2013. El cultivo de ajonjolí (en línea). USA. Consultado 5 ago 2013. Disponible en: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ae620s/pfrescos/AJONJOLI.HTM

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícola y Pecuaria).2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos (en línea).México. Consultado el 20 de ago 2013.disponible en: <http://www.inifapcirpac.gob.mx/PotencialProductivoJaliscoCosta%20NorteRegionCostaNorteReqAgroecologicos.pdf>

Perdomo, C. sf. Catedra de fertilidad de suelos de la facultad de agronomía. Universidad de la republica (en línea). Uruguay sf. Consultado 5 nov. 2013. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidadpublicaTomo%20N.pdf>

Pérez Valenzuela. 2010. Información técnica del ajonjolí (*Sesamun indicum*) en México (PDF en línea).México. Consultado el 5 de ago de 2013. Disponible en <http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=23492&IdUrl=471>

Revista Científica UDO A agrícola. 2012. Rendimiento de semillas y retorno económico del ajonjolí (*Sesamun indicum* L.) influenciado por gallinaza, nitrógeno y fósforo en Samaru, Nigeria 12(1): 153-157 (en línea).Nigeria. Consultado 9 ago 2013. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/abstract?id=cg12018&lang=es>

Revista enlace. 2013. El cultivo de ajonjolí. Los puntos débiles (en línea). Nicaragua. Consultado 5 de ago 2013. Disponible en: http://revistaenlace.simas.org.ni/files/articulo/1163609213_El%20cultivo%20de%20ajonjol%C3%AD.pdf

Rincón, A. y Salazar, N. 1996.Descripcion de las fases de desarrollo del ajonjolí (PDF en línea). Venezuela. Consultado 9 de ago 2013.Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4704/arti/rincon_c2.htm

SIAP (sistema de información agropecuaria y pesquera).2012. Ajonjolí (*Sesamun indicum*) (Doc. en línea). México. Consultado 10 de ago 2013. Disponible en: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=80&Itemid=45

Vargas y Aburto 2002. Efecto de densidad poblacional de plantas y fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum* L, variedad inta Aj-2000). Tesis ing.agr. UNA, Nicaragua (en línea).Chinandega, Nicaragua. Consultado 20 Sep 2013. Disponible en: [httpcenida.una.edu.ni/Tesis/nf04v297e.pdf](http://cenida.una.edu.ni/Tesis/nf04v297e.pdf)

CIMMYT, 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, D.F. 79 pp. Citado por Vargas y blanco. 2002. Consultado 20 Nov.2013. Disponible en [httpcenida.una.edu.ni/Tesis/nf04v297e.pdf](http://cenida.una.edu.ni/Tesis/nf04v297e.pdf)

ANEXOS

Anexo 1. Descripción de las etapas vegetativas en ajonjolí.

Estadio	Nombre	Descripción
Vo	Emergencia	Cotiledones por encima de la superficie del suelo.
V1	Primer Nudo	Hojas completamente formadas en el primer nudo. El entrenudo por debajo de estas hojas ha alcanzado una longitud de 0,5 cm.
V2	Segundo Nudo	Hojas completamente formadas en el segundo nudo. El entrenudo por debajo del tercer par de hojas ha alcanzado una longitud de 0,5 cm.
Vn	Nésimo Nudo	Número de nudos en el tallo principal con hojas completamente desarrolladas,, comenzando con V1. El entrenudo por debajo de las últimas hojas formadas,, alcanzó una longitud de 0,5 cm.

Anexo 2. Descripción de las etapas reproductivas del ajonjolí.

Estadio	Nombre	Descripción
R1	Inicio de Floración	Botón floral de 0,5 cm en cualquier nudo.
R2	Primera Flor	Primera flor abierta en cualquier nudo.
R3	Inicio de formación de cápsulas	Aparición de una cápsula de 0,5 cm en cualquier nudo.
R4	Plena Floración	Flores abiertas y cápsulas en crecimiento en 4 de los nudos del tallo principal.
R5	Cápsulas Verdes	Cápsulas que hayan alcanzado su máxima longitud,, en cualquier nudo.
R6	Inicio de Madurez	Caída de las hojas bajas,, aparición de los primeros cambios en el color de la planta. (A nivel del cuarto inferior de la planta).
R7	Madurez de Cosecha	Apertura de los primeros frutos en la parte inferior del tallo principal, defoliación y cambios avanzados en la coloración de la planta y de los frutos (aproximadamente 75% de la planta).

Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de medias para la variable altura de plantas.

FV	SC	GL	CM	F	Sign
Bloque	13.965	3	6.983	0.174	0.845
Tratamiento	1030.667	2	343.556	8.552	0.014
Error	241.028	6	40.171		
Total	1285.660	11			
R ² : 0.656 CV: 5.7 X: 190					

Tratamientos	Medias	n	Categoría
19.5 kg N ha ⁻¹ (T1)	173	3	B
50 kg N ha ⁻¹ (T2)	195	3	A
100 kg N ha ⁻¹ (T3)	203.2	3	A
150 kg N ha ⁻¹ (T4)	187.2	3	A

Anexo 4 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable número de ramas por plantas.

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
bloque	0.292	2	0.146	0.192	0.83
Tratamiento	11.923	3	3.974	5.235	0.041
Error	4.555	6	0.759		
Total	1285.66	11			
R ² : 0.502 CV: 24.9 X: 4.958					

Tratamientos	Medias	n	Categoría
19.5 kg N ha ⁻¹ (T1)	3,6	3	B
50 kg N ha ⁻¹ (T2)	4,5	3	AB
100 kg N ha ⁻¹ (T3)	5,5	3	A
150 kg N ha ⁻¹ (T4)	6,23	3	A

Anexo 5 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable número de vainas por planta.

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
bloque	373.545	2	186.773	2.047	0.210
Trat	2328.109	2	776.036	8.506	0.014
Error	547.388	6	91.231		
Total	3249.043	11			
R ² : 0.691		CV: 30.3	X: 56.72		

Tratamientos	Medias	n	Categoría
19.5 kg N ha ⁻¹ (T1)	33,2	3	B
50 kg N ha ⁻¹ (T2)	64,67	3	A
100 kg N ha ⁻¹ (T3)	6893	3	A
150 kg N ha ⁻¹ (T4)	60,2	3	A

Anexo 6 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable peso de cien vainas.

FV	SC	GL	CM	F	Significación
bloque	3.132	2	1.566	0.153	0.861
Tratamiento	93.787	3	31.262	3.064	0.113
Error	61.228	6	10.205		
Total	158.147	11			
R ² : 0.29		CV: 11	X: 34.366		

Tratamientos	Medias	n	Categoría
19.5 kg N ha ⁻¹ (T1)	30,17	3	B
50 kg N ha ⁻¹ (T2)	35,83	3	AB
100 kg N ha ⁻¹ (T3)	37,7	3	A
150 kg N ha ⁻¹ (T4)	33,77	3	AB

Anexo 7 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable granos por vaina.

FV	SC	GL	CM	F	Significación
bloque	0.152	2	0.076	0.003	0.997
Tratamiento	143.616	3	47.872	1,974	0.219
Error	145.542	6	24.257		
Total	289.309	11			
R ² : 0.078		CV: 9	X: 57.2		

Tratamientos	Medias	n	Categoría
19.5 kg N ha ⁻¹ (T1)	52	3	B
50 kg N ha ⁻¹ (T2)	61,57	3	B
100 kg N ha ⁻¹ (T3)	56,8	3	B

150 kg N ha ⁻¹ (T4)	58,47	3	B
--------------------------------	-------	---	---

Anexo 8 Análisis de varianza y prueba de medias para la variable días a floración.

FV	SC	GL	CM	F	Significancia
bloque	26.167	2	13.083	2.574	0.156
Tratamiento	16.25	3	5.417	1.066	0.431
Error	30.5	6	5.083		
Total	72.917	11			
R ² : 0.233	CV: 4.5	X: 57.58			

Tratamientos	Medias	n	Categoría
19.5 kg N ha ⁻¹ (T1)	55,67	3	B
50 kg N ha ⁻¹ (T2)	57,67	3	B
100 kg N ha ⁻¹ (T3)	58,33	3	B
150 kg N ha ⁻¹ (T4)	58,67	3	B

Anexo 9 Croquis del ensayo de niveles de nitrógeno en cultivo de ajonjolí.

