

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**“REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE
AJONJOLÍ (Sesamun orientale L.) BAJO CONDICIONES
AGROCLIMÁTICAS DE LA LOCALIDAD DE LA BANDA
DE SHILCAYO - E.E JUAN BERNITO”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

SAÚL ESTRELLA TENAZOA

TARAPOTO - PERÚ
2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORÍL



TESIS:

**“REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ
(*Sesamun orientale L.*) BAJO CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE
LA LOCALIDAD DE LA BANDA DE SHILCAYO-E.E JUAN BERNITO”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

SAÚL ESTRELLA TENAZOA

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TARAPOTO – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

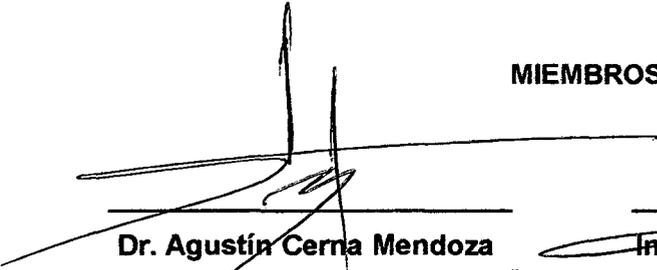
TESIS:

**“REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL CULTIVO DE AJONJOLÍ
(*Sesamun orientale L.*) BAJO CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE
LA LOCALIDAD DE LA BANDA DE SHILCAYO-E.E JUAN BERNITO”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

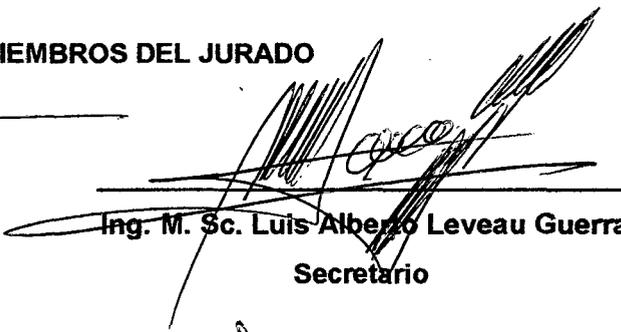
SAÚL ESTRELLA TENAZOA

MIEMBROS DEL JURADO



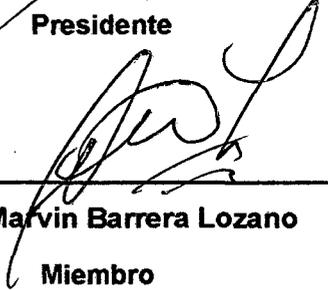
Dr. Agustín Cerna Mendoza

Presidente



Ing. M. Sc. Luis Alberto Leveau Guerra

Secretario



Ing. Marvin Barrera Lozano

Miembro



Ing. M.Sc. Javier Ormeño Luna

Asesor

DEDICATORIA

A mis queridos padres Jóvito Estrella Valles y Hermila Tenazoa Rengifo por su abnegada dedicación en mi formación como persona.

En agradecimiento a mi hermana Rossana Estrella Tenazoa y a mi tía Belén Tenazoa Rengifo por su invalorable y desinteresado apoyo hacia mi persona.

A mis demás familiares y amigos por sus consejos en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT) bajo la coordinación del Dr. Enrique Arévalo Gardini por brindarme la oportunidad de realizar mi proyecto de tesis

- Al Ing. Ginsberg Rodríguez del Castillo colaborador del (ICT), al Lic. Químico. Meyer Ernesto Obando Cerpa, Coordinador Laboratorio de Suelos Instituto Cultivos Tropicales (ICT) por permitir realizar mi proyecto de investigación titulada "Requerimiento nutricional del cultivo de ajonjolí (*Sesamun orientale* L.) bajo condiciones agroclimáticas de la localidad de La Banda de Shilcayo-e.e Juan Bernito"
- Al Ing. Javier Ormeño Luna por su asesoramiento antes, durante y después de la ejecución del proyecto de tesis.
- A todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por las sabias enseñanzas brindadas durante mi formación universitaria.
- A mi padre Jóvito Estrella Valles por sus consejos perseverantes para llevar a cabo con éxito el proyecto.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	12
II. OBJETIVOS	14
2.1 General	14
2.2 Específico	14
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
3.1 Generalidades del cultivo	15
3.1.1 Origen y distribución geográfica	15
3.1.2 Taxonomía	16
3.1.3 Morfología general	16
3.1.4 Productos de ajonjolí	19
3.1.5 Distribución del ajonjolí en el mundo	19
3.1.6 Distribución del ajonjolí en el Perú	21
3.2 Requerimiento edafoclimático del cultivo de ajonjolí	22
a) Temperatura	22
b) Precipitación	22
c) Altitud	23
d) Viento	23
e) Agua	23
f) Fotoperiodo	23
3.3. Requerimiento de suelo para el cultivo	24
a) Textura de suelo	24
b) Profundidad de suelo	25
c) pH	25

d) Drenaje	25
3.4. Requerimiento de suelos para el cultivo	25
a. Preparación de suelo	25
b. Variedad	26
c. Siembra	26
d. Densidad	27
e. Riego	27
f. Control de maleza	27
g. Plagas y enfermedades	28
- Plagas	28
- Enfermedades	29
h. Cosecha	29
3.5. Requerimientos nutricionales para el cultivo de ajonjolí	29
3.6. Contenido de nutrientes en el cultivo de ajonjolí	30
3.6.1. Fertilización en el cultivo de ajonjolí	31
a) Rotación de cultivos	32
3.6.2 Absorción de iones (nutrientes).	33
a. Transporte de iones a través de membranas vegetales	34
a.1 Transporte pasivo	34
a.2 Transporte activo	35
3.7. Los nutrientes N, P y K para el cultivo de ajonjolí	36
3.7.1 El nitrógeno (N) en el crecimiento del cultivo de ajonjolí	37
3.7.2 El fósforo (P) en el crecimiento del cultivo de ajonjolí	37
3.7.3 El potasio (K) en el crecimiento del cultivo de ajonjolí	38

IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	40
4.1	Ubicación del área experimental	40
4.2	Datos meteorológicos en el (ICT)	41
4.3	Metodología	41
4.3.1	Diseño experimental	41
4.3.2	Ejecución del experimento	43
a.	Análisis de suelo	43
b.	Preparación del terreno	44
c.	Siembra	44
d.	Fertilización	44
e.	Mantenimiento del cultivo	45
-	Riego	45
-	Desahijé	45
-	Deshierbo	46
-	Aporque	46
f.	Control fitosanitario	46
g.	Cosecha	46
4.3.3	Evaluaciones realizadas	47
1.	Análisis inicial y final del suelo.	47
2.	Análisis biométricos	47
2.1	Altura de la planta	47
2.2	Diámetro del tallo	47
2.3	Número de ramas por planta	47

3.	Análisis fenológico	47
3.1	Días a la floración	47
3.2	Días a la cosecha	48
4.	Análisis de producción	48
4.1	Peso del fruto o cápsulas.	48
5.	Rendimiento Kg/ha	48
6.	Análisis de tejido vegetal	48
7.	Porcentaje de clorofila	49
8.	Volumen de aceite y grasas	49
V.	RESULTADOS	50
VI.	DISCUSIÓN	61
VII.	CONCLUSIONES	72
VIII.	RECOMENDACIONES	73
IX.	BIBLIOGRAFÍA	74
X.	ANEXO	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Ciclo vegetativo	18
Cuadro 2: Composición nutricional del ajonjolí	18
Cuadro 3: Contenido de nutrientes de 1000 kg	30
Cuadro 4: Contenido de nutrientes en el momento de la cosecha (kg.ha ⁻¹)	30
Cuadro 5: Días después de la siembra	31
Cuadro 6: Tratamientos, dosis y fuentes de fertilización.	42
Cuadro 7: Análisis de varianza del experimento	42
Cuadro 8: Distribución en el experimento	43
Cuadro 9: Fertilización por tratamiento según análisis de suelo.	45
Cuadro 10: Análisis inicial y final del suelo, en las instalaciones (ICT)	50
Cuadro 11: Análisis de varianza de altura de la planta	52
Cuadro 12: Análisis de varianza del diámetro del tallo	53
Cuadro 13: Análisis de varianza del número de ramas	54
Cuadro 14: Etapa fenológica del cultivo de ajonjolí al función al tiempo	55
Cuadro 15: Análisis de varianza del peso del fruto (capsulas cosechadas)	56
Cuadro 16: Análisis de varianza del rendimiento (semilla seca)	57
Cuadro 17: Análisis de varianza del porcentaje de clorofila	59

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1: Demanda de los productos de ajonjolí	19
Gráfico 2: Porcentaje de N, P, K al inicio y final según tratamientos	52
Gráfico 3: Altura de la planta del ajonjolí según tratamientos	53
Gráfico 4: Diámetro de tallo de planta del ajonjolí según tratamientos	54
Gráfico 5: Número de ramas de la planta del ajonjolí según tratamientos	55
Gráfico 6: Crecimiento fenológica del ajonjolí según tratamientos	56
Gráfico 7: Peso del fruto del ajonjolí según tratamientos	57
Gráfico 8: Rendimiento del ajonjolí según tratamientos	58
Gráfico 9: Análisis de semilla del ajonjolí según tratamientos	58
Gráfico 10: Análisis foliar de la planta de ajonjolí según tratamientos	59
Gráfico 11: Porcentaje de clorofila de la planta de ajonjolí según tratamientos	60
Gráfico 12: Análisis de aceite y grasas de la semilla del ajonjolí según tratamientos.	60

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Preparación y alineamiento del terreno

Imagen 2: Después de la siembra

Imagen 3: Momento del desahijé

Imagen 4: Momento del deshierbo

Imagen 5: Plantas en proceso de maduración

Imagen 6: Medición de la altura

Imagen 7: Medición del diámetro

Imagen 8: Plantas en floración

Imagen 9: Realizando el análisis de tejido vegetal

Imagen 10: Evaluando con él instrumento Hansatech

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de ajonjolí en el Perú es cosechado hasta 800 Kg/ha, y el promedio de la producción convencional mundial es de 330 kg/ha (Naturland, 2000).

La importancia del cultivo de ajonjolí está basada en su alto valor nutritivo y su aceite, es de mejor calidad que el del resto de oleaginosas (soya, palma aceitera, girasol), en cuanto a las exigencias de suelo, se adapta a una gran variedad de tipo de suelo, siendo los ideales los de buen drenaje, sueltos, areno-arcillosos y fértiles, motivo a ello se pretende conocer el rendimiento del cultivo, adicionando fertilizantes que nos conlleven a incrementar la producción del ajonjolí en la región San Martín.

Unas de las actividades importantes para establecer plantas de calidad y buenos rendimientos y productividad, esto se logra utilizando semillas recomendados, con capacidad de producción y tolerancia a las enfermedades, aspectos que deben ser complementados con un adecuado manejo desde la emergencia hasta la cosecha.

En el departamento de San Martín faltan datos referidos al requerimiento nutricional y fertilización del cultivo de ajonjolí, más la promoción del mismo es poco estudiada y difundida.

El éxito de una buena producción depende de las buenas prácticas agrícolas realizadas en todas las fases del cultivo que comprende desde la selección de terreno, hasta la cosecha. Es sabido que para desarrollar en condiciones normales la planta necesita de 16 elementos los mismos que no se encuentran en su totalidad en el suelo, siendo necesario conocer la cantidad aproximada de elementos extraídos durante el periodo de crecimiento inicial, ya que los estudios de absorción contabilizan, de una forma u otra, la extracción o consumo de nutrientes de un cultivo

para completar su desarrollo y ciclo de producción. Estos estudios contribuyen a dar solidez a los programas de fertilización.

El presente trabajo buscó información sobre el requerimiento nutricional que se adopta mejor el cultivo, así obtener mejores ganancias en la productividad. Este proyecto fue realizado en la región San Martín, donde se utilizó la variedad de semilla blanca donde el tiempo de maduración es corto, de 80 a 130 días, la fase de floración y maduración se produce en la planta de abajo hacia arriba donde duró varias semanas.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- Determinar el requerimiento nutricional del cultivo bajo condiciones agroclimáticas de la localidad de La Banda de Shilcayo.
- Obtener la dosis óptima NPK del cultivo de ajonjolí.

2.2. Específico

- Determinar el efecto de la fertilización en el rendimiento del cultivo de ajonjolí bajo condiciones agroclimáticas de la localidad de La Banda de Shilcayo.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Generalidades del cultivo de ajonjolí (*Sesamun orientale* L.)

3.1.1 Origen y distribución geográfica.

Se considera que tuvo su origen en Etiopía (África) y como regiones o países de diversificación secundaria fueron: India, Japón y China. Después del descubrimiento de América, fue llevado a México, luego a países de Centro América con climas cálidos de zonas tropicales (Naturland, 2000).

En cuanto a su distribución geográfica la mayor concentración de áreas de ajonjolí están entre la zona de mayor productividad se encuentra entre los 25° Norte y los 25° Sur de Ecuador pesar de su adaptación ideal en lugares secos, el ajonjolí se puede cultivar en lugares más húmedos, tropicales y sub-tropicales. De gran importancia en el cultivo es el *Sesamun orientale*, de menor importancia son variedades del *Sesamun alatum* (África tropical) y *Sesamun radiatum* (África, Asia y Sudamérica) (Naturland, 2000).

3.1.2 Taxonomía

Según Itis (2014), la taxonomía del ajonjolí es:

Reino	:	Plantae
Filo	:	Tracheophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Lamiales
Familia	:	Pedaliáceae
Género	:	<i>Sesamum</i>
Especie	:	<i>S. orientale L.</i>
Nombre científico	:	<i>Sesamun oriéntale L</i>
Nombre vulgar	:	Ajonjolí o semilla sésamo

3.1.3 Morfología general

Menciona que el ajonjolí es una planta anual, cuyo ciclo puede variar entre 80 y 130 días. Es una especie rústica y de rápido crecimiento. Es una planta erguida de 60 a 130 centímetros de altura que produce unas cápsulas con numerosas semillas lisas aproximadamente de 3 mm de longitud, aplanadas por ambas caras, de color amarillento. Se caracteriza por ser una planta herbácea, anual, cuyo fruto aprovechable, son las semillas que crecen dentro de cápsulas dehiscentes, con tendencia a desprenderse al madurar (FAO, 2006).

Posee sistema radicular bien desarrollado, muy ramificado y fibroso, formado por una raíz principal pivotante, generalmente superficial. La planta contiene entre 50% y 60% de aceites los cuales son de alta estabilidad, dada la presencia de antioxidantes naturales como la sesamolina, sesamina y sesamol. La composición de sus aceites varía según las variedades (FAO, 2006).

El tallo es erecto, cilíndrico, cuadrangular y en algunos casos puede tener seis lados. El corte transversal del tallo muestra un área externa dura y una médula blanca. La médula está compuesta de parénquima suave; en los tallos adultos esta tiende a desaparecer dejando un hueco al centro. Las hojas en la parte inferior del tallo son decusadas, salen en pares opuestas en los surcos y el siguiente par sale con un ángulo de 90 grados con respecto al primero. El tamaño es de 3 a 17 cm de largo, por 1 a 5 cm de ancho, pecíolo largo, de forma lobulada en la base y lanceolada en la parte apical. La flor es gamopétala, de cáliz pequeño y 5 sépalos, solitaria y pedicelo corto. La corola puede ser blanca o morada, campanulada, limbo irregular con cinco lóbulos, pubescente en su interior. Tiene ovario supero con dos celdas, planta autogama. Las yemas florales aparecen solitarias o en grupos en las axilas de las hojas. El fruto es una cápsula de 2 a 5 cm de largo, formada generalmente de dos carpelos divididos en dos para formar cuatro celdas. Es pubescente y dehiscente con 15 a 25 semillas cada una. En la madurez se abre por las suturas longitudinales de la cápsula, lo que determina que la parte superior se divida en dos (FAO, 2006).

La semilla es aplanada, pequeña, blanca, gris o negra en su exterior; mide de 2 a 4 mm de longitud y 1 a 2 milímetros de ancho. El ciclo vegetativo es variable, entre 90 y 130 días, dependiendo de las variedades y las condiciones ecológicas y edáficas; con una altura de planta entre 0.75 m a 3 m y producción promedio de 12 a 14 quintales por manzana según el manejo agronómico del cultivo (FAO, 2006).

Cuadro 1: Ciclo vegetativo

CICLO VEGETATIVO	PERIODOS
75-85 DIAS	MUY TEMPRANAS
90-95 DIAS	TEMPRANAS
95-120 DIAS	SEMITARDIA
120-200 DIAS	TARDIA

Fuente: Ficha técnicas ajonjolí (*sesamun orientale L.*), FAO, 2006

Cuadro 2: Composición nutricional del ajonjolí

Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible.

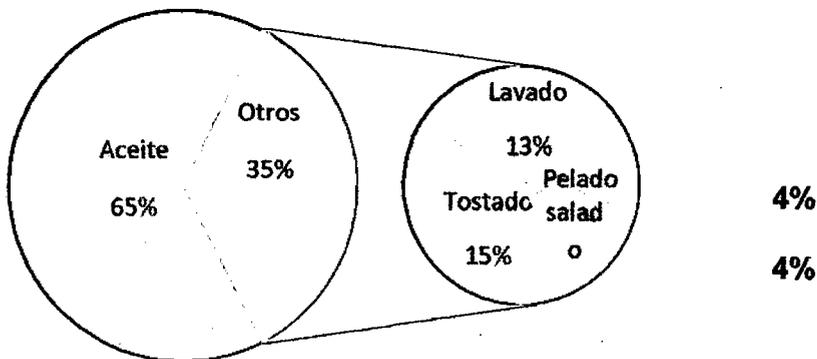
COMPUESTO	CANTIDAD
Calorías	570 Kcal
Agua	3 g
Proteína	17,81 g
Grasa	48 g
Cenizas	8 g
Carbohidratos	26,19 g
Fibra	9.3 g
Calcio	420 mg
Hierro	2.51 mg
Fósforo	762 mg
Vitamina C	0,0 mg

Fuente: National Agricultural Library. USDA, 2011

3.1.4 Productos de ajonjolí

Alrededor del 65% de la producción anual de ajonjolí es procesada como aceite y el 35% se consume directamente como alimento.

Gráfico N°1: Demanda de los productos de ajonjolí



Fuente: Agricultural Marketing Resource Center

3.1.5 Distribución del ajonjolí en el mundo

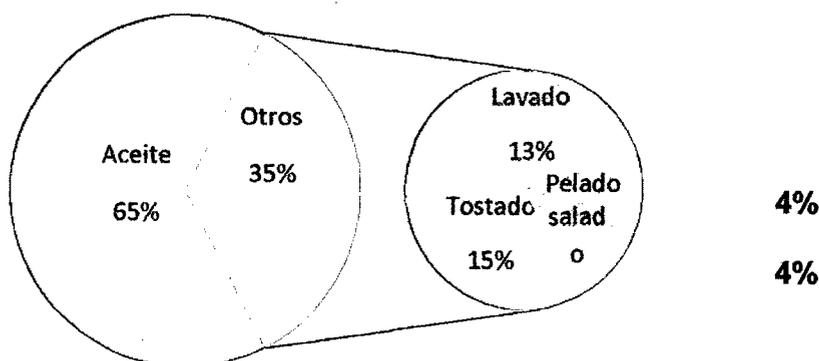
La semilla de ajonjolí, dentro de las principales semillas oleaginosas a nivel mundial, no representa un peso importante como la soya, el girasol y el algodón, pero no significa que su producción sea innecesaria. El ajonjolí posee un alto valor nutritivo y su aceite es de mejor calidad que del resto de oleaginosas, por eso es más demandado en procesos que requieren de mayor duración del producto preparado con aceite. Por tal motivo, no es de fácil acceso para los hogares, debido a su alto nivel de calidad que se traduce en un mayor precio con relación al resto de aceites (Gonzales, 2010).

Los principales productores mundiales de ajonjolí son India, China, Myanmar y Sudan, que acumulan el 70 por ciento de la producción mundial. En el caso de México y Centroamérica, la participación en la producción es de 0,7 y 1,5 por

3.1.4 Productos de ajonjolí

Alrededor del 65% de la producción anual de ajonjolí es procesada como aceite y el 35% se consume directamente como alimento.

Gráfico N°1: Demanda de los productos de ajonjolí



Fuente: Agricultural Marketing Resource Center

3.1.5 Distribución del ajonjolí en el mundo

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. El ajonjolí posee un alto valor nutritivo y su aceite es de mejor calidad que del resto de oleaginosas, por eso es más demandado en procesos que requieren de mayor duración del producto preparado con aceite. Por tal motivo, no es de fácil acceso para los hogares, debido a su alto nivel de calidad que se traduce en un mayor precio con relación al resto de aceites (Gonzales, 2010).

Los principales productores mundiales de ajonjolí son India, China, Myanmar y Sudan, que acumulan el 70 por ciento de la producción mundial. En el caso de México y Centroamérica, la participación en la producción es de 0,7 y 1,5 por

ciento respectivamente. La mayor proporción del área cultivada a nivel mundial se ubica en India con 31 por ciento en 2004, seguida por Myanmar (19%), Sudan (13%) y China (10%). En los casos de México y Centroamérica, 0,69 y 1,14 por ciento respectivamente. El principal exportador mundial según 2003 es India, además de ser el principal productor, pero gran parte de su producción se destina al mercado local, seguido de China y Sudán. Estos países representan 57.6% de las exportaciones totales, también están Etiopía (8,9%), Los Países Bajos (6,6%), Myanmar (4,6%), Guatemala (3,1%) y México (2.4%). Los países centroamericanos representan 3,7 por ciento del total de las exportaciones mundiales, en el que se destaca Guatemala seguido de Honduras (0,3%) y Nicaragua (0,2%), estos son importantes abastecedores del mercado norteamericano y europeo. Mientras los países como Myanmar y Sudán son principales suministradores de los mercados europeos (Gonzales, 2010).

China es el mercado más dinámico de ajonjolí, sus importaciones no solo representan más de la quinta parte de las mundiales, sino que de 2000 a 2007 han aumentado a una tasa de 29,39% anual. Países como Japón, Corea del Sur y EEUU son grandes importadores, sin embargo el volumen del ajonjolí que importan se mantiene constante o incluso ha disminuido, por lo que no son mercados atractivos. En este sentido Turquía, Siria e Israel son mercados más atractivos (Gonzales, 2010).

3.1.6 Distribución del ajonjolí en el Perú

El ajonjolí es una planta muy valiosa por sus propiedades, es un antioxidante, tiene más cantidad de calcio que la kiwicha, es una maravilla esta planta natural que se cultiva en la sierra, en zonas frías. Se prepara en diferentes formas, leche, tostado, en otras decoraciones de alimentos por ejemplo en el pan, en aceite que es muy bueno, tiene otras composiciones, incluso vitaminas, etc (Blanco ,2005).

Se debe ampliar su cultivo para que de ese modo haya más productividad y así los peruanos gocemos de esa planta maravillosa.

En el Perú, esta semilla ha empezado a tomar importancia en la comida peruana, lo habíamos relacionado con los panes y dulces, pero desde que la cocina japonesa y Nikkei (fusión cocina japonesa-peruana), empezó a tener auge en las mesas peruanas, el sésamo, que en Perú, se le conoce popularmente como ajonjolí ha ingresado a la lista de ingredientes de la cocina peruana, y se encuentra presente en muchas preparaciones (Blanco, 2005).

El aceite de ajonjolí, es también muy valorado y utilizado. El aceite obtenido en el primer prensado en frío tiene un alto costo, es de muy buena calidad nutricional pues contiene entre 35 a 41% de grasa insaturada. Por otro lado contiene sesamina y sasamolina, dos sustancias antioxidantes que permiten conservar el aceite evitando el ranciado. El aceite de segundo prensado se utiliza en jabones, pinturas, cosméticos y productos farmacéuticos. Este alimento es adecuado para todas las edades ya sea en semilla, pasta o aceite. Puede enriquecer la dieta de personas con bajo peso, niñas y adolescentes en edad de crecimiento, complementa muy bien la dieta del vegetariano y ancianos. Habría que tener la salvedad de observar en personas susceptibles de alergias si se

presenta alguna reacción, pues al igual que el maní es un alimento considerado alérgeno (IICA, 2003).

3.2 Requerimiento edafoclimaticos del cultivo de ajonjolí.

Las zonas tropicales en transición hacia sub-tropicales aptas ofrecen las mejores condiciones climáticas para el cultivo de ajonjolí. Ésta se encuentra entre las zonas de producción de palma africana y zonas productoras de soya (Escudero, 2010).

a. Temperatura

El Ajonjolí requiere una temperatura alta y constante el óptimo para el crecimiento, floración y maduración es de 26° - 30° C. El mínimo de temperatura de germinación se encuentra en 12°C, temperaturas por debajo de 18°C, influyen negativamente en la germinación. En un período de temperaturas altas de 40°C, la fecundación y la formación de la cápsula disminuye. En regiones con vientos cálidos y fuertes la planta produce semillas más pequeñas y con menor porcentaje de aceite. Por tal motivo, el Ajonjolí se cultiva en regiones más frías en el verano y en zonas cálidas en los meses más fríos. El Ajonjolí no es resistente a las heladas (Crespo, 2011).

b. Precipitación

La precipitación debe estar bien distribuida a lo largo de su fase vegetativa y durante la floración (Crespo, 2011).

c. Altitud

Las zonas para el cultivo se encuentran, según el clima, en altitudes de máx. 1600 m.s.n.m. (1200 m.s.n.m. India, 600 m.s.n.m. América Central) (Mazzani, 1996).

d. Viento

El ajonjolí es sensible a vientos fuertes cuando haya desarrollado plenamente. En regiones con vientos fuertes durante la época de la cosecha, no se debería sembrar variedades de crecimiento alto y eventualmente plantar cortinas rompe viento, en regiones con vientos cálidos y fuertes la planta produce semillas más pequeñas y con menor porcentaje de aceite (Mazzani, 1996).

e. Agua

Las precipitaciones de 300-600 mm, distribuidas en forma óptima durante el periodo de crecimiento, se obtienen buenas cosechas. Distribución óptima quiere decir: Hasta la primera formación de botones florales 35%, 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 crece solamente 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 por el agua almacenada en el subsuelo (Mazzani, 1996).

f. Fotoperiodo

El ajonjolí requiere periodos largos de insolación dice que es una especie de día corto, también existen variedades neutrales de fotoperiodismo aunque existen

c. Altitud

Las zonas para el cultivo se encuentran, según el clima, en altitudes de máx. 1600 m.s.n.m. (1200 m.s.n.m. India, 600 m.s.n.m. América Central) (Mazzani, 1996).

d. Viento

El ajonjolí es sensible a vientos fuertes cuando haya desarrollado plenamente. En regiones con vientos fuertes durante la época de la cosecha, no se debería sembrar variedades de crecimiento alto y eventualmente plantar cortinas rompe viento, en regiones con vientos cálidos y fuertes la planta produce semillas más pequeñas y con menor porcentaje de aceite (Mazzani, 1996).

e. Agua

Las precipitaciones de 300-600 mm, distribuidas en forma óptima durante el periodo de crecimiento, se obtienen buenas cosechas. Distribución óptima quiere decir: Hasta la primera formación de botones florales 35%, 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. La planta a través de su raíz pivotante es muy resistente a la sequía y puede dar buenas cosechas solamente por el agua almacenada en el subsuelo (Mazzani, 1996).

f. Fotoperiodo

El ajonjolí requiere periodos largos de insolación dice que es una especie de día corto, también existen variedades neutrales de fotoperiodismo aunque existen

algunos cultivares de día largo. El fotoperiodo crítico es 12 horas o menos, el ajonjolí requiere períodos largos de insolación (Mazzani, 1996).

3.3 Requerimiento de suelos para el cultivo.

La fertilidad de suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Ormeño, 2010).

En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo, por ejemplo, un suelo puede estar provisto de buenas condiciones físicas y viceversa.

Igualmente la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas, el clima juega un papel muy importante y determinate en muchos casos por ejemplo se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas, entonces en un suelo fértil, no productivo (Ormeño, 2010).

El cultivo de ajonjolí requiere de suelos de textura franca o franco arenoso, con buen drenaje interno y externo. Se adapta bien a suelos con pH entre 5.5 a 7.5 (Mazzani, 1996).

a. Textura de suelo

El Migajón arenoso, migajón arcilloso. Se desarrolla en suelos de textura media a pesada, el ajonjolí crece mejor en suelos arenosos que en tierras pesadas

debido a su baja tolerancia a retención de agua, 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. Son desfavorables los suelos pesados con agua estancada así como las que muestran salinidad. Concentraciones de sal que afectan poco al algodón y provocan la muerte del ajonjolí (FAO, 1994).

b. Profundidad de suelo

Otros terrenos desfavorables son terrenos poco profundos (menos de 35 cm.) con un sub-suelo impermeable (FAO, 1994).

c. pH

Crece en un pH de entre 5 y 5.8, siendo el óptimo un valor de 6 a 6.6. De acuerdo con Aragón (1995), el rango de pH para esta especie es de 7.5 a 8.5, con posibilidades de desarrollarse en condiciones de acidez ligera (FAO, 1994).

d. Drenaje

Requiere suelos con buen drenaje (FAO, 1994)

3.4 Requerimiento de suelos para el cultivo

a) Preparación de suelo

La preparación del suelo facilita la descomposición de residuos, ayuda al control de malas hierbas y favorece la conservación de humedad. La aplicación de fertilizantes y herbicidas puede hacerse durante la preparación del suelo. Los resultados finales de estas operaciones deberán ser una cama bien establecida y

libre de maleza que permita una siembra oportuna. Varias prácticas de manejo asociadas con la preparación de suelo son críticas para obtener un establecimiento de cultivo. Iniciación de labores 1 o 2 meses antes de la fecha de siembra (Escudero, 2010).

b) Variedad

La variedad trigüeña o morena, cuya planta es más chica que la anterior, y sus granos son de las mismas dimensiones. Es violenta en su crecimiento, lo que le ha valido el nombre de trimesina. Pues aunque de menor rendimiento que la anterior, en cambio crece en terreno pobre y es más rústica que la blanca (Escudero, 2010).

La que se utilizo es la variedad blanca, que alcanza un gran desarrollo y produce un gran número de ramas. Sus granos tienen aproximadamente 3 mm de largo, 1.75 mm de ancho y 0.5 mm de grueso. Es tardía, pues su periodo de crecimiento es de cuatro a cinco meses. Es muy exigente en cuanto a la riqueza del terreno (Escudero, 2010).

c) Siembra

Se recomienda sembrar en la segunda quincena del mes de julio o en la primera quincena de agosto con surcos de 70 a 80 cm, sembrar en el lomo del surco a una profundidad de 4 a 5 cm. Pre siembra de 15 a 25 días antes de la siembra (dependiendo del tipo de suelo). Para la determinación de la época de siembra se recomienda tomar en cuenta el ciclo vegetativo de la variedad y el régimen de lluvias en la zona, planificando que la maduración (cosecha) coincida con el inicio de la estación seca. En este sistema se recomienda distanciamiento promedio es

de siembra de 50 a 60 centímetros para variedades de un solo eje, y de 70 a 80 centímetros para variedades de tipo ramificado (Escudero, 2010).

Debido al tamaño de la semilla de ajonjolí, la siembra se debe hacer bastante superficial, no más de dos centímetros de profundidad. Para minimizar el arrastre de la semilla por lluvias fuertes, es recomendable realizar la siembra en camas o camellones, y dejar 8 a 12 plantas por metro lineal. La hechura de camas se puede realizar acoplado a la barra porta herramientas, puntas que abren surcos; estos sirven para facilitar el drenaje y levantar las camas o camellones (Escudero, 2010).

d) Densidad

De 3 a 4 Kg. de semillas/ha equivalente a 200,000 a 250,000 plantas/ha. (15 a 20 plantas/metro).

e) Riego

- 1er: 30 a 35 días después de nacidas las plantas.
- 2do: 65 a 75 días después de nacidas las plantas.

f) Control de maleza

Labores de cultivo, comprende 1 o 2 cultivos,

- El 1ro. de los 25 a 30 días
- El 2do. de los 45 a 50 días después de nacidas las plantas.

g) Plagas y enfermedades del cultivo de ajonjolí

Plagas.

El propósito de mantener el daño de los insectos en un nivel que no cause pérdidas económicas, es necesario utilizar un manejo integrado de plagas (MIP), éste consiste en combinar diferentes métodos de control; se utiliza el control biológico, parásito y predador, que ayudan a mantener bajas las poblaciones de los insectos perjudiciales. El control cultural tiene como objetivo prevenir mediante prácticas culturales los daños de insectos, pero no destruye la infestación existente, por lo cual se considera un medio de control indirecto. El control químico significa combatir las plagas por medio de insecticidas, los que deben usarse en forma racional y adecuadamente a fin de prevenir problemas de residualidad y contaminación ambiental (Pacheco, 1994).

- Mosquita blanca. El ajonjolí es uno de los principales hospederos de la mosquita blanca. La plaga se presenta desde la emergencia y el daño depende del nivel de infestación y la etapa fenológica atacada.

Enfermedades

Las enfermedades no causan daño económico muy importante para este cultivo. Ocasionalmente se puede observar daños graves en algunas plantaciones. Las principales enfermedades son causadas por hongos (Pacheco, 1994).

-Fusarium sp. Afecta la base del tallo y la raíz, provocando la muerte de las plántulas. Se observa una coloración negra en el lugar dañado.

h) Cosecha

Generalmente cuando las hojas empiezan a tomar amarillentas y las primeras cápsulas a abrir. A la madurez del cultivo el follaje se torna amarillento y se cae y las cápsulas adquieren un tono café oscuro. El corte de las plantas se hace a ras del suelo y se ponen a secar en haces o parvas en forma vertical (forma de ranchos) para evitar la caída del grano al secarse y abrirse las cápsulas. Más o menos cinco días después de la cosecha se hace el primer aporreo, el cual consiste en sacudir cada haz o parva sobre una pieza de plástico o lona. Seis días después se hace el siguiente aporreo, y con este se concluye la cosecha. La cosecha de ajonjolí implica las siguientes actividades: cortado, amarrar, hacer manojos, colocar estos formando ranchos con un tutor en el centro, sacudirlo, soplarlo y limpiarlo de objetos extraños, guardarlo en sacos y almacenarlo (Pacheco, 1994).

3.5 Requerimientos nutricionales para el cultivo de ajonjolí

La fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos. Por ejemplo se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas, entonces en un suelo fértil, no productivo (Crespo, 2011)

El cultivo de ajonjolí se adapta de 0 a 600 metros sobre el nivel del mar. Tiene cierta resistencia a la sequía y la alta humedad relativa es desfavorable a la planta, prefiere una atmósfera seca para lograr mejor desarrollo y especialmente durante la época de maduración de las cápsulas. La temperatura mínima para cultivar ajonjolí es de 20 °C, y la máxima es de 38 °C. Suelos de textura franca o

franco arenoso, con buen drenaje interno y externo. Se adapta bien a suelos con pH entre 5,5 a 7,5. Es una planta foto periódica, alcanza su óptimo desarrollo en periodos de días largos. Los vientos fuertes la perjudican porque le ocasionan acame (Crespo, 2011).

3.6 Contenido de nutrientes en el cultivo de ajonjolí

El contenido de nutrientes de 1000 kg de semilla de ajonjolí es: (en kilogramos) (Naturland, 2000).

Cuadro N°3: Contenido de nutrientes de 1000kg

N	P	K
50	6	50

Fuente: Agricultura orgánica en el trópico y subtropical. Cultivo de ajonjolí. Naturaland, 2000.

Las partes de la planta contienen en el momento de la cosecha todo (Kg.ha⁻¹).

Cuadro N°4: Contenido de nutrientes en el momento de la cosecha Kg.ha⁻¹.

Parte de la planta	N [kg]	P [kg]	K [kg]
Raíces	2,84	0,95	4,33
Tallos	10,24	7,94	42,98
Hojas	34,98	12,30	16,74
Cápsulas	71,74	10,63	72,42
Total	119,80	31,82	136,47

Fuente: Agricultura orgánica en el trópico y subtropical. Cultivo de ajonjolí. Naturalnd 2000.

Estos valores corresponde a una extracción con rendimientos muy altos de producción convencional de 2,200 kg/ha. También indican un alto contenido de nutrientes lo cual puede ser devuelta en mulch (o en caso de enfermedades prueba descomposición) (Naturland, 2000).

El contenido de nutrientes se distribuye de acuerdo al desarrollo vegetativo como sigue:

Cuadro N°5: Días después de la siembra

Días	%
0-29	3
30-47	10
48-81	58
82-110	29

Fuente: Agricultura orgánica en el trópico y subtropical. Cultivo de ajonjolí. Natural 2000.

3.6.1 Fertilización en el cultivo de ajonjolí.

Las posibilidades de fertilización más importantes en la producción ecológica del ajonjolí son:

Utilización de abono verde, siembra de leguminosas dentro de la rotación de cultivos y aplicaciones de abonos orgánicos y compost (Naturland, 2000).

El abonamiento directo al ajonjolí no siempre es necesario, en suelos con buen contenido de humus puede realizarse esto ya con el pre cultivo.

En caso de aplicaciones directas de abono, es suficiente incorporarlo un mes antes de la siembra en el momento de la preparación del terreno.

Compost maduro se aplica en el momento de la siembra o durante el raleamiento en cantidades de aproximadamente 3 t/ha (aprox. 7 m³/ha) (naturland, 2000).

El factor limitante para rendimientos altos de ajonjolí es la disponibilidad de fósforo. Deficiencias en fósforo pueden ser compensadas mediante aplicaciones de roca fosfórica y harina de huesos, antes de la preparación del terreno. La disponibilidad de fosfatos se mejora mediante la simbiosis con micorrizas por el incremento de la superficie radicular. La segregación de diferentes sustancias como p.e. fosfatasa hace que hasta el P fijado orgánicamente se vuelve disponible para las plantas (Naturland, 2000).

Naturland (2000), menciona que la formación de micorriza se estimula mediante:

- Aplicación de pocas cantidades de abonos fosfatados sobre suelos pobres de fosfato.
- Aplicación de compost.
- Incorporación de residuos de plantas y mulch.

a) Rotación de cultivos.

Las aplicaciones menores de abonos orgánicos ricos en nitrógeno, así como purines y abonos semilíquidos, favorecen la mineralización de las sustancias orgánicas. Se las puede aplicar cuando las plantas hayan alcanzado 20cm de altura en cantidades correspondiente a 20 kg N.ha⁻¹. La disponibilidad de potasio normalmente no causa problemas. Importante es el calcio y magnesio absorbidos en mayor escala por las plantas, suministrado mediante cal con contenido de magnesio (dolomita) (Naturland, 2000).

Naturland (2000), nos dice que los suelos bajos en fósforo; se aplicará de la forma siguiente:

- 290 kg/ha de Fórmula 16-20-0 a la siembra
- 97 kg/ha de Superfosfato Triple al aporco del cultivo
- 97 kg/ha de Superfosfato triple al inicio de la floración

Naturland (2000), nos dice que los suelos altos en fósforo y potasio

- 194 kg/ha de Sulfato de Amonio a los quince días después de germinado el cultivo.
- 194kg/ha de Sulfato de Amonio a los 30 días después de haber realizado la primera.

Naturland (2000), nos dice que la fertilización del cultivo se repartirá en tres aplicaciones en Suelos Arenosos siendo de la forma siguiente:

1ª Fertilización a los quince días después de germinado.

2ª Fertilización a los treinta días después de germinado

3ª Fertilización a los cuarenta y cinco después de germinado

Se recomienda realizar un análisis de nutrientes del suelo, previo a la siembra para los requerimientos nutricionales del suelo/planta.

3.6.2. Absorción de iones (nutrientes).

Rojas (1993), los iones de los nutrientes deben estar disueltos en el agua del suelo (solución suelo) para que las plantas puedan absorberlos. Estos iones pasan desde la solución del suelo hasta el centro vascular de las raíces a través

de membrana celular. El movimiento a través de la membrana puede ser activo o pasivo.

a) Transporte de iones a través de membranas vegetales

Las proteínas transportadoras o sistemas de transporte están incluidas en las membranas y, cuando se activan, son permeables al paso de iones o metabolitos, permitiendo que dichos solutos fluyan a través de la membrana. El correcto funcionamiento de estos sistemas de transporte permite el mantenimiento de gradientes metabólicos e iónicos esenciales para el crecimiento, desarrollo y transducción de señales en plantas (Hendrich & Schroeder (1989); Maathuis & Sanders (1992); Maathuis & Sanders (1999)).

El transporte de los iones o de cualquier otro soluto, salvo las pequeñas moléculas gaseosas, se realiza a través de las proteínas transportadoras, sin que el sustrato que se transporta contacte con la región lipofílica de la membrana (Clarkson, 1987).

Las proteínas transportadoras son proteínas de membrana que proporcionan vías orientadas en un sentido determinado para dirigir el movimiento de la sustancia que transportan (Sanders & Bethke, 2000).

a.1 Transporte pasivo

El flujo difusivo o a favor de gradiente es mediado por proteínas, denominadas canales, incluidas en la membrana que pueden abrirse o cerrarse (gating) constituyendo poros selectivos para el paso de iones, siendo los principales en células vegetales: K^+ , Ca^{2+} , Na^+ y Cl^- Rubio (2004). Así mismo, los canales

también permiten el paso de moléculas de agua, función atribuida a las denominadas acuaporinas (Weiget, 1997; Schäffner1998).

Según Sánchez (2007), el elemento entra sin que la célula necesite gastar energía, desplazándose de una región de mayor concentración a una de menor concentración. Con esta absorción se da el 15% del total absorbido. Tiene las siguientes características:

- Se da en células vivas o no
- Independiente de la respiración
- No requiere energía
- Aeróbico y anaeróbico
- No influyen los inhibidores

a.2 Transporte activo

Los sistemas de transporte activo permiten el flujo de los iones o solutos en contra de su gradiente de potencial electroquímico. Se distinguen dos tipos de sistemas en función de la energía que utilizan para impulsar el transporte. Así, en plantas los transportadores primarios o bombas realizan el transporte consumiendo energía metabólica (ATP ó PP_i). El segundo grupo lo forman los transportadores secundarios o carriers que utilizan la energía asociada al flujo difusivo de un ión, en un proceso de transporte, para impulsar el movimiento de sustancias en contra de gradiente (Rubio, 2004).

Según **Sánchez (2007)**, corresponde a un segmento donde M (elemento en solución) atraviesa una barrera lipídica del plasmolema hasta el tonoplasto, para esto necesita gastar energía en la respiración.

3.7. Los nutrientes N, P y K para el cultivo de ajonjolí.

La urea ha pasado ser la principal forma de fertilizante nitrogenado en el mundo. La urea es un compuesto que se encuentra en la naturaleza, pero también puede ser manufacturado reaccionando dióxido de carbono (CO_2) con amoníaco (NH_3) a alta temperatura y presión. Por su alto contenido de nitrógeno (N) 46% es económica para producir, transportar y entregar en el campo (Rubio, 2004)

El fósforo (P) y el potasio (K), son después del Nitrógeno los elementos que una planta más requiere. El P, es absorbido por la planta principalmente como ion ortofosfato primario (H_2PO_4^-), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH. Una vez dentro de la raíz, el P puede quedarse almacenado en esta área o puede ser transportado a las partes superiores de la planta. A través de varias reacciones químicas el P se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATP). El P, se mueve en la planta en forma de iones ortofosfato e incorporado en compuestos orgánicos formados. De esta forma el P se mueve a otras partes de la planta donde estará disponible (Rubio, 2004).

El potasio (K), es esencial para el crecimiento vegetal; las plantas absorben el potasio como ion (K^+) y su función está relacionada a procesos vitales de la planta. Su rol es múltiple: Es el catión más importante, no solo por su alto contenido en los frutos, sino por sus funciones bioquímicas y fisiológicas tales como; activación de enzimas, crecimiento y división celular en tejidos jóvenes, síntesis de carbohidratos, proteínas y aceites, transporte de azúcares a través

del floema usando ATPase como fuente de energía, la absorción de agua por las raíces y regulación de la transpiración, mayor tolerancia a condiciones estresantes debido a la sequía, salinidad, heladas y enfermedades, y regulador de los balances iónicos en la planta **(Mengel y Kirkby, 1987)**.

Debido a la importancia que viene adquiriendo el cultivo y la implicancia que tienen el P y K en el desarrollo de los cultivos, es necesario conocer en detalle la absorción, el desplazamiento, y la distribución del potasio dentro de la planta durante el ciclo vital del cultivo. Para así establecer los programas de fertilización **(Mengel y Kirkby, 1987)**.

3.7.1. El nitrógeno (N) en el crecimiento del cultivo del ajonjolí.

El nitrógeno forma parte de cada célula viva por lo que es esencial en la planta. Generalmente, las plantas requieren de grandes cantidades de nitrógeno para crecer normalmente. El nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y al formar parte de la molécula de la clorofila, está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. El nitrógeno forma parte de las vitaminas y de los sistemas de energía de la planta. Es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman las proteínas; por lo tanto, es directamente responsable del incremento de proteínas en las plantas, y está directamente relacionado con la cantidad de hojas, tallos, etc **(Sánchez, 2007)**.

3.7.2. El fósforo (P) en el crecimiento del cultivo del ajonjolí.

El fósforo forma parte de moléculas de carácter energético como puede ser el ATP o el NADPH. En este último caso forma un enlace éster fosfórico con

grupos hidroxilos y en el otro, en el ATP, forma enlaces tipo anhídrido de ácido ricos en energía (Sánchez, 2007).

Realiza una función clave en la fotosíntesis, la respiración celular y todo el metabolismo energético. También tiene un papel estructural como enlace fosfodiéster presente en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos. Tiene una función metabólica, en la regulación de la síntesis y transporte de hidratos de carbono. Favorece el desarrollo de las raíces al comienzo de la vegetación. Los forrajes enriquecidos con fósforo, son más nutritivos y contribuyen a la buena formación y fortaleza del esqueleto de los animales. También aumenta la riqueza en almidón, azúcares y féculas, dando frutos y semillas de mejor calidad, en beneficio de la alimentación humana y del ganado (Sánchez, 2007).

El fósforo se comporta como elemento muy móvil que se distribuye fácilmente por toda la planta. Contenido de P en tejidos vegetales se encuentra en el intervalo 0.3-0.5% en peso seco. La distribución de fósforo en la planta: una parte se encuentra ligada a moléculas orgánicas de interés como ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP, azúcares fosfato, pectatos (en la pared celular) y fitatos (en semillas y órganos de reserva). Otra parte del P se encuentra en forma iónica libre, el 75% en las vacuolas y el 25% restante, en la matriz y los orgánulos citoplasmáticos, en equilibrio con los ciclos metabólicos (Sánchez, 2007).

3.7.3. El potasio (K) en el crecimiento del cultivo del ajonjolí.

La fotosíntesis, el potasio regula la apertura y cierre de las estomas, y por lo tanto regula la absorción de CO₂. En las plantas, el potasio desencadena la activación

de enzimas y es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP). El ATP es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta (Barbazán y Duran, 1994).

El potasio desempeña un rol importante en la regulación del agua en las plantas (osmo-regulación). Tanto la absorción de agua a través de raíces de las plantas y su pérdida a través de los estomas, se ven afectados por el potasio. El potasio también mejora la tolerancia de la planta al estrés hídrico (Duran, 1994).

La síntesis de proteínas y de almidón en las plantas requiere de potasio también. El potasio es esencial en casi todos los pasos de la síntesis de proteínas (Barbazán y Duran, 1994).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación del área experimental

El trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental “Juan Bernito” del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), ubicado en el distrito de La Banda de Shilcayo a 2,5 km de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín. La ubicación política y geográfica se menciona a continuación.

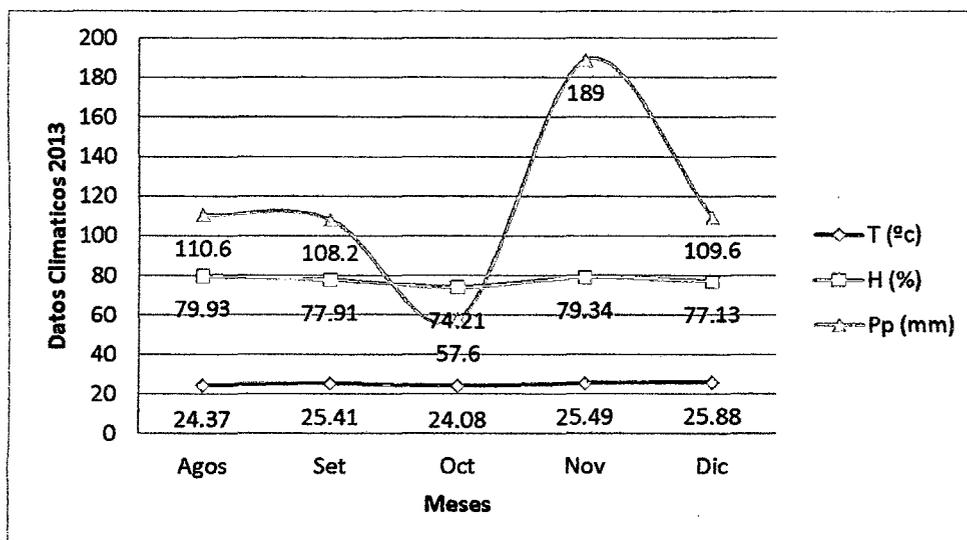
➤ Ubicación geográfica

Latitud sur : 06° 30' 07"
Longitud oeste : 76° 20' 09"
Altitud : 360 m.s.n.m.m.

➤ Ubicación política

Distrito : Banda de Shilcayo
Provincia : San Martín
Región : San Martín.

4.2 Datos meteorológicos de la estación experimental "San Bernito" (ICT).



Fuente: Instituto de cultivos tropicales (ICT)

Gráfico 2: Datos climáticos 2013 T°C, H (%), Pp (mm).

El (grafico 2), se observa la temperatura, la humedad y la precipitación desde el inicio y la culminación del proyecto empezando del mes de Agosto hasta Diciembre registrado la mínima temperatura en el mes de Agosto de 24,37 C° y la máxima en el mes de Diciembre de 25,88 C°.

Registrado la mínima humedad en el mes de Octubre de 74,21 % y la máxima en el mes de Agosto de 79,93%.

La precipitación se registró la mínima en el mes de Octubre de 57,6 mm y la máxima en el mes de Noviembre 189 mm.

4.3 Metodología

4.3.1 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al aza (DBCA), distribuidos en tres bloques y cuatro tratamientos.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del área experimental.

El trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental "Juan Bernito" del Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), ubicado en el distrito de La Banda de Shilcayo a 2,5 km de la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín. La ubicación política y geográfica se menciona a continuación.

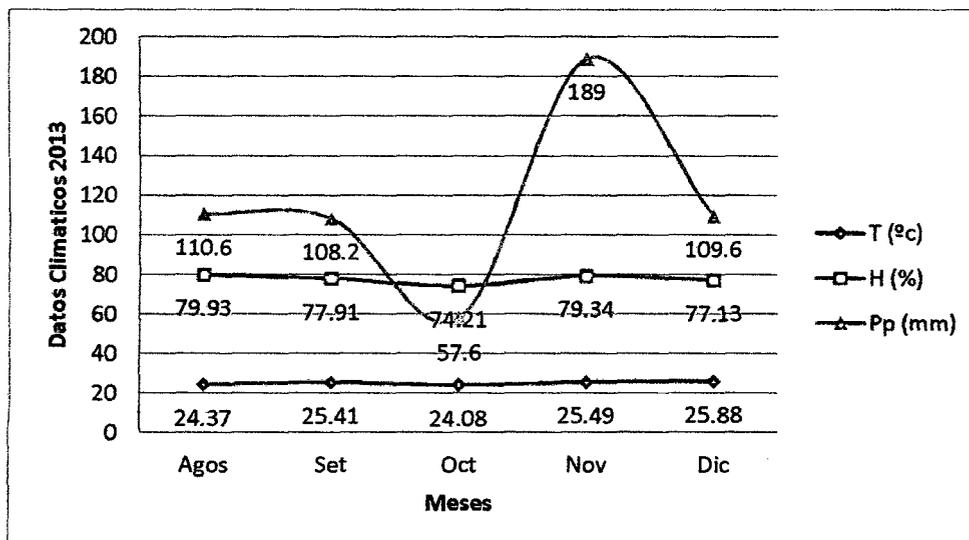
➤ Ubicación geográfica.

Latitud sur : 06° 30' 07"
Longitud oeste : 76° 20' 09"
Altitud : 360 m.s.n.m.m.

➤ Ubicación política.

Distrito : Banda de Shilcayo
Provincia : San Martín
Región : San Martín.

4.2 Datos meteorológicos de la estación experimental "San Bernito" (ICT).



Fuente: Instituto de cultivos tropicales (ICT)

Se observa la temperatura, la humedad y la precipitación desde el inicio y la culminación del proyecto empezando del mes de Agosto hasta Diciembre registrado la mínima temperatura en el mes de Agosto de 24,37 C° y la máxima en el mes de Diciembre de 25,88 C°.

Registrado la mínima humedad en el mes de Octubre de 74,21 % y la máxima en el mes de Agosto de 79,93%.

La precipitación se registró la mínima en el mes de Octubre de 57,6 mm y la máxima en el mes de Noviembre 189 mm.

4.3 Metodología.

4.3.1 Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de bloques completamente al aza (DBCA), distribuidos en tres bloques y cuatro tratamientos.

El material de estudio está representado por cuatro tratamientos por bloque teniendo así un total de doce tratamientos.

Se evaluó 20 plantas por cada tratamiento haciendo un total de 240 plantas evaluadas, seguidamente se realizó el análisis estadístico para cada variable en estudio, y finalmente se determinó la extracción de nutrientes, la duración del trabajo de investigación fue de 6 meses.

Cuadro 6: Tratamientos, dosis y fuentes de fertilización.

Tratamientos	Dosis Kg/ha (N-P-K)	Fuentes de Fertilizantes
T1	25-10-25	N = Urea P = Super fosfato triple K = Cloruro de potasio
T2	50-20-50	
T3	75-30-75	
T0	Control (sin aplicación)	

La dosis de fertilización por tratamiento se realizó previo aun análisis de suelo y también de se recopilaron datos de trabajos realizados en este cultivo con climas tropicales.

Cuadro 7: Análisis de varianza del experimento

Fuentes de variabilidad	G.L
Tratamientos	$(t - 1) = 3$
Error experimental	$t (r - 1) = 8$
Total	$(r \times t) - 1 = 11$

Para efectos de comparación y análisis se realizó la prueba de comparación de medias de Duncan, con una significancia del 5 %.

Cuadro 8: Distribución en el experimento (Anexo 03)

Nº de plantas/hilera	107
Nº de plantas/Unidad experimental	642
Área Total	191 m ²
Área de c/unidad experimental	11.7m ²

4.3.2 Ejecución del experimento

A. Análisis de suelo.

Para el análisis inicial del suelo se colectó 20 sub muestras a 20 cm de profundidad, se combinaron y por el método del cuarteo se obtuvo al final una muestra representativa de toda la parcela, (la muestra están en los resultados), la muestra se envió al laboratorio de suelos del ICT, para su análisis físico-químico respectivo. Así mismo; este primer análisis nos sirvió para determinar la cantidad de fertilizante a aplicar por tratamiento.

El segundo muestreo (muestreo final), se realizó inmediatamente después de culminada la cosecha de frutos, en este muestreo se recolectaron cuatro muestras representativas de los tratamientos T0, T1, T2 y T3, este análisis sirvió para conocer el nivel nutricional con que queda el suelo según tratamientos después de la producción del ajonjolí y realizar un comparativo entre tratamientos.

B. Preparación del terreno.

Una vez ubicado el área, lo primero que se hizo fue el delineamiento del área y marcar los tratamientos y bloques. Seguidamente se mecanizó el terreno removiendo 20 a 30 cm de suelo con la finalidad de airear e incorporar el material vegetal.

C. Siembra.

Previa a la siembra se hizo un tratamiento a la semilla aplicando fungicida (Benomil 2gr/Lt). El sistema de siembra aplicado fue a chorro continuo a profundidad de 1,5 - 2,5 cm aproximadamente.

D. Fertilización

Se realizó el siguiente experimento aplicando tres fracciones ver (tabla 9). Donde se aplicó fertilizantes (urea, SFT, CIK) al suelo con dosis en el T1 (25-10-25), T2 (50-20-50) y el T3 (75-30-75), y el T0 (Sin control), previo calculo a partir del análisis físico-químico del suelo a los 2 días después de la siembra (primera fracción), 30 dds inicio de floración (segunda fracción) y 58 dds en llenado de granos (tercera fracción).

Cuadro 9: Fertilización por tratamientos según análisis de suelo.

Tratamiento	Compuesto	Kg/Ha	g/total	g/bloque	Fracción
T0	Sin control	-----	-----	-----	-----
T1	N(UREA)	69,01	217,38	72,46	24,15
	P(SFT)	No se aplica
	K(CLK)	No se aplica
T2	N(UREA)	146,65	463,05	154,33	51,44
	P(SFT)	72,25	226,80	75,6	25,2
	K(CLK)	No se aplica
T3	N(UREA)	224,29	705,60	235,51	78,50
	P(SFT)	159,20	500,85	166,95	55,72
	K(CLK)	16,28	51,30	17,10	5,7

E. Mantenimiento del cultivo.

➤ **Riego.**

Con la ayuda de una electrobomba se realizó el riego por aspersión humedeciendo el suelo a capacidad de campo en ausencia de lluvias, cabe recalcar que se aplicaron los programas de riego más continuo en el mes de Setiembre ya que en ese tiempo las plantas necesitaban más agua porque empezaban a germinar y desarrollar adecuadamente, esto nos muestra que en el mes de Setiembre hubo poca ausencia de lluvias. Esta actividad se cerró al inicio de maduración de frutos. (Ver anexo 01)

➤ **Desahije.**

Esta actividad se realizó manualmente a 10 días después de la emergencia dejando plantas vigorosas a distancia de 6 a 7 cm.



➤ **Deshierbo.**

Durante la duración del experimento se hizo tres cultivadas para evitar el crecimiento de malezas, siendo el primero a los 15 dds, el segundo a los 50 dds y el tercero a los 100 dds con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes entre la planta y la maleza.

➤ **Aporque.**

Con la ayuda de una lampa se removió el suelo y se levantó a 10 cm de altura tratando de no lastimar las raíces de la planta, esta actividad se realizó a los 15 días después de la emergencia de la planta cuando han alcanzado los 20 cm de altura.

F. Control plagas y enfermedades.

El control fitosanitario se realizó con la aplicación de productos químicos como sistema de control (presencia de plagas y enfermedades) y de prevención (programado). (Ver anexo 02.)

G. Cosecha.

La cosecha se realizó al momento de la madurez fisiológica de la vaina o cápsula (coloración marrón), antes de la dehiscencia de la cápsula, cuando el tallo haya adquirido una tonalidad amarillenta y el inicio del desprendimiento de las hojas maduras. Esta labor se realizó mediante el corte de ramas y tallos conteniendo las cápsulas, éstas a su vez; se colocó en montículos para el secado respectivo.

4.3.3. Evaluaciones realizadas:

1. Análisis inicial y final del suelo.

Se realizó la caracterización físico-químico inicial y final del suelo (textura, ph, conductividad eléctrica, MO, N, P, K, % de saturación de aluminio, % de saturación de bases, CIC). El mismo tipo de caracterización se realizó al análisis final de suelo, en este caso según tratamientos.

2. Análisis biométricos

2.1 Altura de planta (cm)

Se realizó semanalmente, se midió con una regla de 150 centímetros desde la base del tallo hasta el ápice del tallo principal y los resultados fueron expresados en centímetros.

2.2 Diámetro de tallo (mm)

El diámetro de tallo se midió utilizando un vernier digital, para la precisión de la toma de datos. Las mediciones se hicieron semanalmente por debajo de la hoja del cotiledón de cada planta.

2.3 Número de ramas por planta

Se contó la cantidad de ramas de cada tratamiento, sin tener en cuenta el tallo principal. El resultado fue expresado en número de ramas por planta.

3. Análisis fenológico

3.1 Días a la floración

Este parámetro se evaluó cuando el 50% de las plantas han alcanzado la floración, registrando el tiempo de esta etapa fenológica según tratamientos.

3.2 Días a la cosecha

Este parámetro se realizó cuando las cápsulas empezaron a presentar coloración marrón y el tallo de la planta cambio de color de verde a amarillento.

4. Análisis de producción

4.1 Peso del fruto o cápsulas.

En una balanza analítica, se pesó y se contabilizó los frutos de ajonjolí, de las plantas 20 plantas evaluadas de cada tratamiento. Esto se realizó en el momento de la cosecha.

5. Rendimiento (Kg/ha)

Una vez realizado la cosecha de las parcelas experimentales, se pesó las semillas por tratamiento, después de haber pasado por un tamiz con el fin de tener pureza en la semilla, y luego se procedió a la estimación por hectárea expresado en (Kg/ha).

6. Análisis de tejido vegetal.

Se realizó al final del experimento cuando las plantas evaluadas han alcanzado su madurez fenológica, donde se procedió al análisis de tejido vegetal, para determinar el nivel nutricional de: N, P, K, en cada tratamiento.

- Tallo y hojas

Se extrajo las plantas evaluadas de cada tratamiento después de la madures fenológica (cosecha), se desmenuzó y cortó en tajadas el tallo y las hojas en el laboratorio del (ICT), se secó en una estufa durante 24 horas se registraron los datos y luego se llevó a un molino mecánico donde se molió las hojas y tallos para su respectivo análisis.

7. Porcentaje de clorofila

Utilizando el instrumento Hansatech, se determinó el porcentaje de clorofila de las hojas del 2/3 de la planta colocando el dispositivo en el centro de la hoja. Esta evaluación se realizó semanalmente, hasta la madurez fenológica de la planta.

8. Porcentaje de aceite

Se realizó al final del experimento en el laboratorio del (ICT) donde se llevó las semillas de cada tratamiento al laboratorio para proceder a molerlas y luego ser empaquetadas, llevadas al Extractor Soxhlet donde al final nos indicó la cantidad de aceites de cada tratamiento.

V. RESULTADOS

5.1 Característica físico y químico del suelo

Cuadro 10: Análisis inicial y final de suelo en las instalaciones del instituto de cultivos tropicales (ICT).

Tratamientos			Análisis Inicial	Análisis final					
				T0	T1	T2	T3		
Análisis	Arena	%	60,96	60,9	60,9	60,9	60,9		
Físico	Limo	%	10,00	10	10	10	10		
	Arcilla	%	29,04	29,04	29,04	29,04	29,04		
	Textura	—	Fra-Arc-Are	Fr.Arc.Are	Fr.Arc.Are	Fr.Arc.Are	Fr.Arc.Are		
Análisis Químico	p.H	—	5,12	5,88	5,64	5,35	5,46		
	C.E. dS/m	—	0,03	0,07	0,06	0,11	0,07		
	M.O	%	0,74	1,99	1,75	1,75	1,68		
	CIC	—	0,18	3,45	3,37	3,66	3,49		
	Al ³⁺ +H ⁺	meq/100	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0		
	Macro nutrientes	N	%	0,03	0,09	0,08	0,08	0,08	
			P	ppm	34,73	68,97	58,44	59,66	175,48
			K	ppm	69	124	75	72	87
			Ca	meq/100	0,00	2,48	2,50	2,59	2,61
			Mg	meq/100	0,00	0,66	0,67	0,78	0,65
S			ppm	0	0	0	0	0	

Fuente: Laboratorio de suelos instituto de cultivos tropicales (ICT)

El análisis inicial del suelo presenta una clase textural Franco Arcilloso Arenoso (Fr-Arc-Are), de una reacción ácida (pH= 5,12), nivel bajo en materia orgánica (MO=0,74), alto contenido en fósforo (P=34,73 ppm), alto contenido en potasio disponible (K=69 ppm), sin presencia de materiales calcáreos (CaCO₃: 0,00%), nivel bajo en capacidad de intercambio catiónico (CIC: 0,18 meq/100g), alta saturación de bases (SB: 100%), sin presencia de sales y sodio (CE: 0,03 dS/m), sin problemas de aluminio (Al: 0,0 meq/100g).).

El análisis final del suelo presenta una clase textural Franco Arcilloso Arenoso (Fr-Arc-Are), el T0 tiene una reacción ácida (pH= 5,88), nivel bajo en materia orgánica

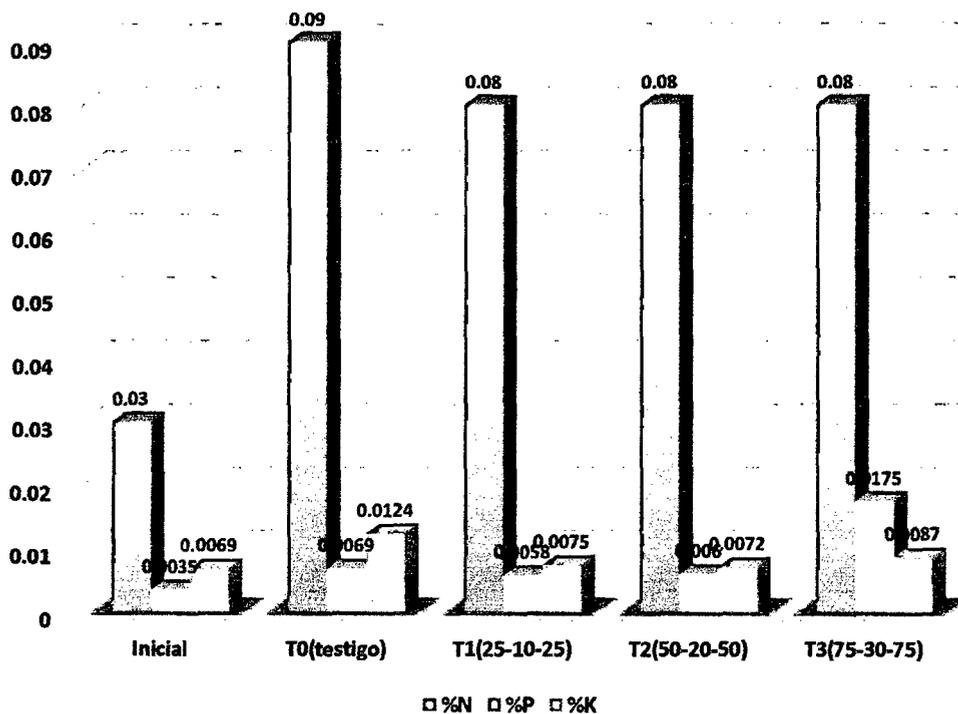
(MO=1,99), contenido en fósforo (P=68,97 ppm), contenido en potasio disponible (K=124 ppm), sin presencia de materiales calcáreos (CaCO₃: 0,00%), nivel bajo en capacidad de intercambio catiónico (CIC: 3,45 meq/100g), alta saturación de bases (SB: 100%), sin presencia de sales y sodio (CE: 0,07 dS/m), sin problemas de aluminio (Al: 0,0 meq/100g).

El T1 tiene una reacción ácida (pH= 5,64), nivel bajo en materia orgánica (MO=1,75), alto contenido en fósforo (P=58,44 ppm), alto contenido en potasio disponible (K=75 ppm), sin presencia de materiales calcáreos (CaCO₃: 0,00%), nivel bajo en capacidad de intercambio catiónico (CIC: 3,37 meq/100g), alta saturación de bases (SB: 100%), sin presencia de sales y sodio (CE: 0,06 dS/m), sin problemas de aluminio (Al: 0,0 meq/100g).).

El T2 tiene una reacción ácida (pH= 5,35), nivel bajo en materia orgánica (MO=1,75), alto contenido en fósforo (P=59,66 ppm), alto contenido en potasio disponible (K=72 ppm), sin presencia de materiales calcáreos (CaCO₃: 0,00%), nivel bajo en capacidad de intercambio catiónico (CIC: 3,66 meq/100g), alta saturación de bases (SB: 100%), sin presencia de sales y sodio (CE: 0,11 dS/m), sin problemas de aluminio (Al: 0,0 meq/100g).).

El T3 tiene una reacción ácida (pH= 5,46), nivel bajo en materia orgánica (MO=1,68), alto contenido en fósforo (P=175,48 ppm), alto contenido en potasio disponible (K=87 ppm), sin presencia de materiales calcáreos (CaCO₃: 0,00%), nivel bajo en capacidad de intercambio catiónico (CIC: 3,49 meq/100g), alta saturación de bases (SB: 100%), sin presencia de sales y sodio (CE: 0,07 dS/m), sin problemas de aluminio (Al: 0,0 meq/100g).

5.1 Porcentaje de N, P, K al inicio y final del suelo



Fuente: Laboratorio de suelos instituto de cultivos tropicales (ICT)

Gráfico 2: Porcentaje de N, P, K al inicio y final según tratamientos

5.2. Altura de la planta

Cuadro 11: Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos en estudio de la altura de la planta. Datos registrados a las dos semanas después de la siembra, hasta la época de cosecha.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F-tabular
Tratamiento	3	6688,76	2229,59	21,58 **	2,78 - 4,16
Bloques	2	3173,97	1586,98	15,36	
Error	54	5578,64	103,31		
Total	59	15441,37			

$R^2 = 67\%$

C.V=8,28%

$\bar{x} = 122,81$

** Altamente significativo

Gráfico 3: Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para el efecto de los tratamientos en estudio de la altura de la planta. Datos registrados a las dos semanas después de la siembra, hasta la época de cosecha.

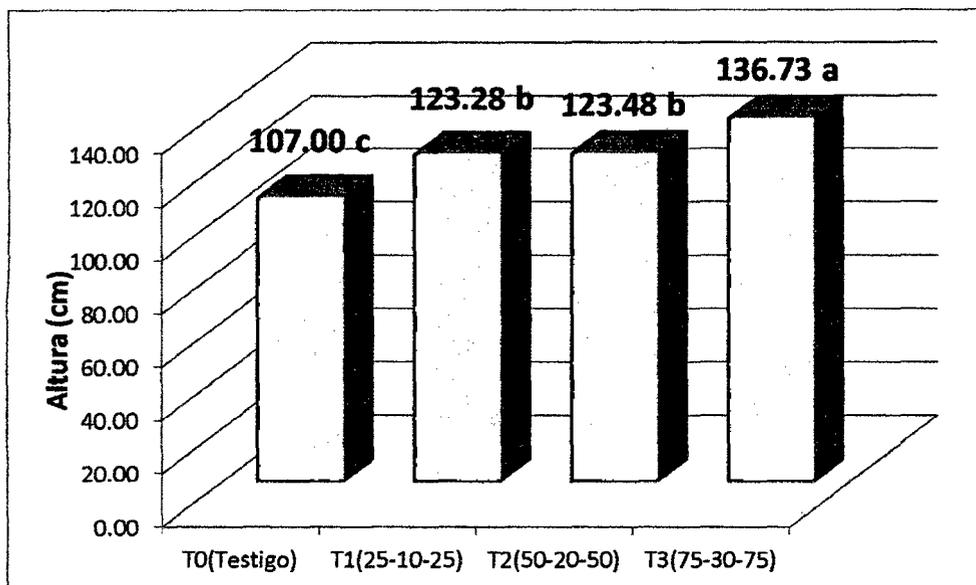


Gráfico 3: Altura de la planta del ajonjolí según tratamientos

5.3. Diámetro del tallo

Cuadro 12: Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos en estudio del diámetro del tallo. Datos registrados a las dos semanas después de la siembra, hasta la época de cosecha.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F-tabular
Tratamiento	3	6,42	2,14	12,25 **	3,16 - 5,09
Bloques	2	0,98	0,49	2,79	
Error	18	3,14	0,17		
Total	10,54	23			

R^2 : 70%

C.V: 6,37%

\bar{x} : 6,56

** Altamente significativo

Gráfico 4: Prueba de Duncan al 5% de probabilidad para el efecto de los tratamientos en estudio del diámetro del tallo. Datos registrados a las dos semanas después de la siembra, hasta la época de cosecha.

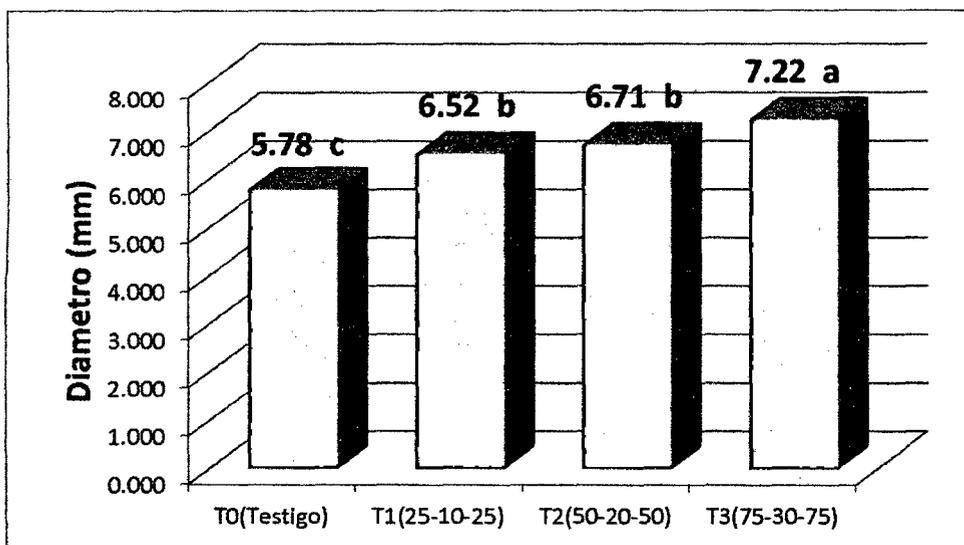


Gráfico 4: Diámetro de tallo de planta del ajonjolí según tratamientos

5.4 Número de ramas del ajonjolí

Cuadro 13: Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos en estudio al número de ramas. Datos registrados al momento de la cosecha.

Fuente de variación	G. L	S.C	C.M	F.C	F-tabular
Tratamiento	3	7,28	2,43	36,79 **	2,83 - 4,29
Bloques	2	1,62	0,81	12,29	
Error	42	2,77	0,07		
Total	47	11,68			

R^2 : 76%

C.V: 32,45%

\bar{x} : 0,79

** Altamente significativo.

Gráfico 5: Prueba de Duncan al 5% en el efecto de los tratamientos en estudio del número de ramas. Los datos registrados durante la cosecha.

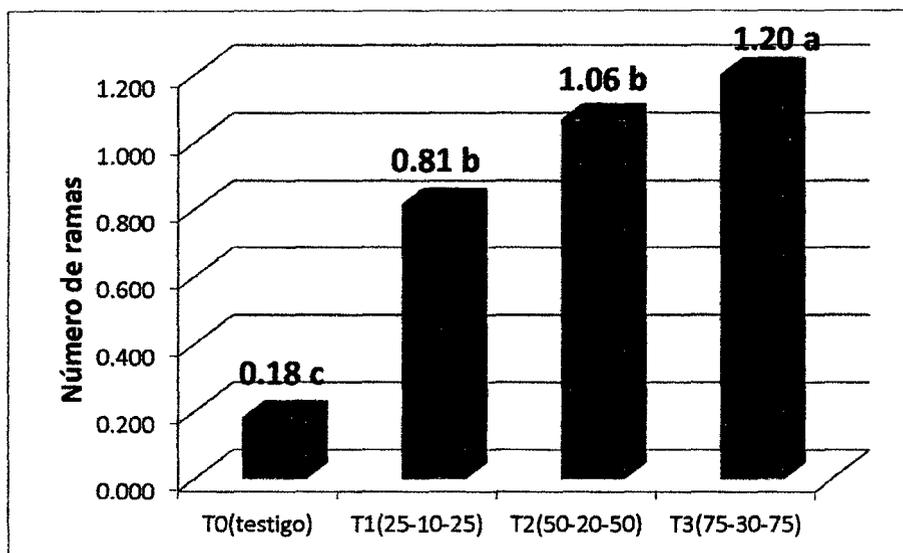


Gráfico 5: Número de ramas de la planta del ajonjolí según tratamientos

5.5 Etapa fenológica del ajonjolí al función al tiempo según tratamientos.

Cuadro 14: Efecto de los tratamientos en estudio a los días de la floración, fructificación y cosecha. Datos registrados en cada etapa fisiológica de la planta.

Tratamiento	Siembra	Floración(días)	Fructificación(días)	Cosecha(días)
T0	0	64,67	66,67	120,67
T1	0	62,00	65,33	119,02
T2	0	58,67	65,00	118,45
T3	0	56,67	64,67	117,68

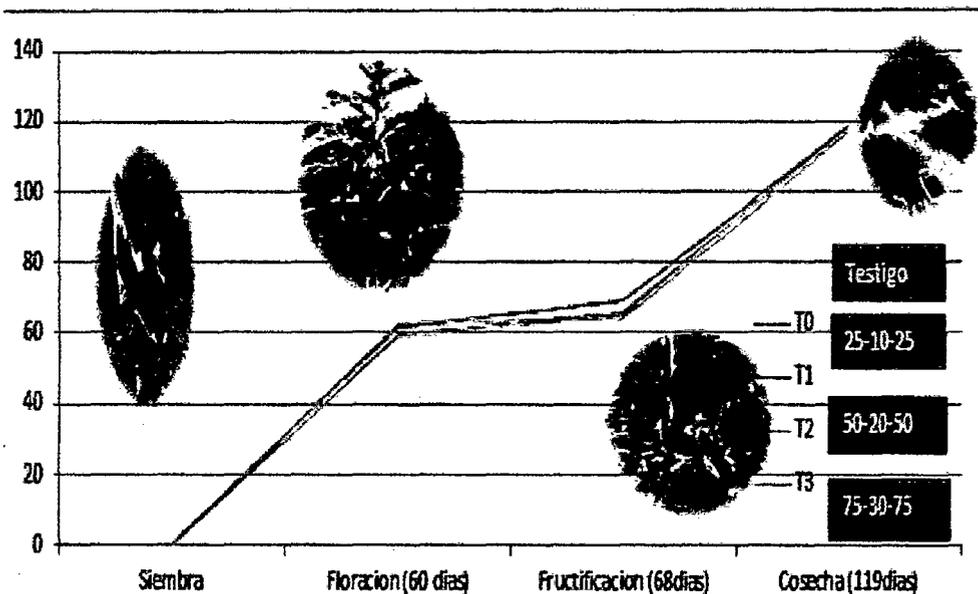


Gráfico 6: Crecimiento fenológica del ajonjolí según tratamientos

5.6 Peso del fruto. (Cápsulas cosechadas)

Cuadro 15: Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos en estudio del peso del fruto. Datos registrados al momento de la cosecha.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F-tabular
Tratamiento	3	13865231,40	4621743,80	5,85 *	4,76 - 9,79
Bloques	2	3382783,98	1691391,99	2,14	
Error	6	4741532,41	790255,40		
Total	11	21989547,80			

R²: 78%

C.V: 12,57%

\bar{x} : 7072.23

*: Estadísticamente significativo.

Gráfico 7: Prueba de Duncan al 5% en el efecto de los tratamientos en estudio de los pesos de los frutos. Los datos fueron registrados después de la cosecha.

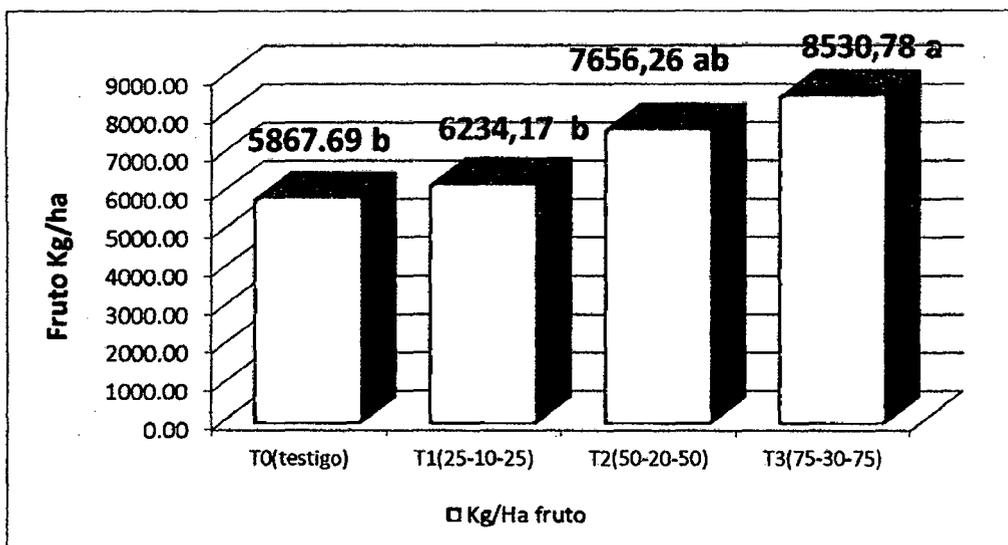


Gráfico 7: Peso del fruto del ajonjolí según tratamientos

5.8. Rendimiento del cultivo de ajonjolí. (Semilla seca)

Cuadro 16: Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos en estudio del rendimiento. Datos registrados al después del secado de las semillas.

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F-tabular
Tratamiento	3	242623,63	80874,54	1,89 n.s	4,76 - 9,79
Bloques	2	343212,22	171606,11	4,01	
Error	6	256541,33	42756,89		
Total	11	842377,18			

R^2 : 70%

CV: 25,32%

\bar{x} : 815,86

ns: No significativo.

Gráfico 8: Prueba de Duncan al 5% en el efecto de los tratamientos en estudio del rendimiento. Los datos fueron registrados después de la cosecha.

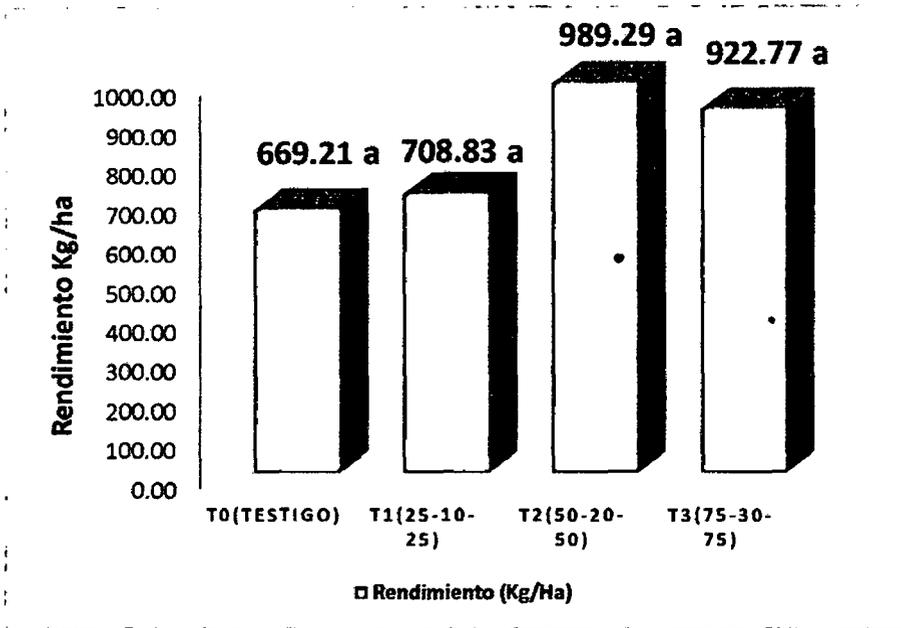


Gráfico 8: Rendimiento del ajonjolí según tratamientos

5.9 Análisis de porcentaje de N, P, K de la semilla del ajonjolí.

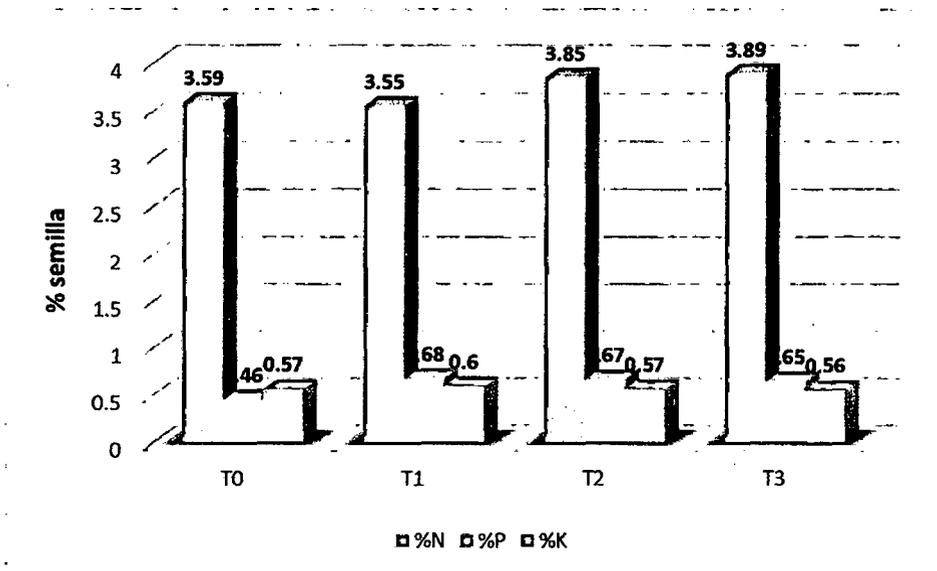


Gráfico 9: Análisis de semilla del ajonjolí según tratamientos

5.10 Análisis foliar de N, P, K de la planta de ajonjolí

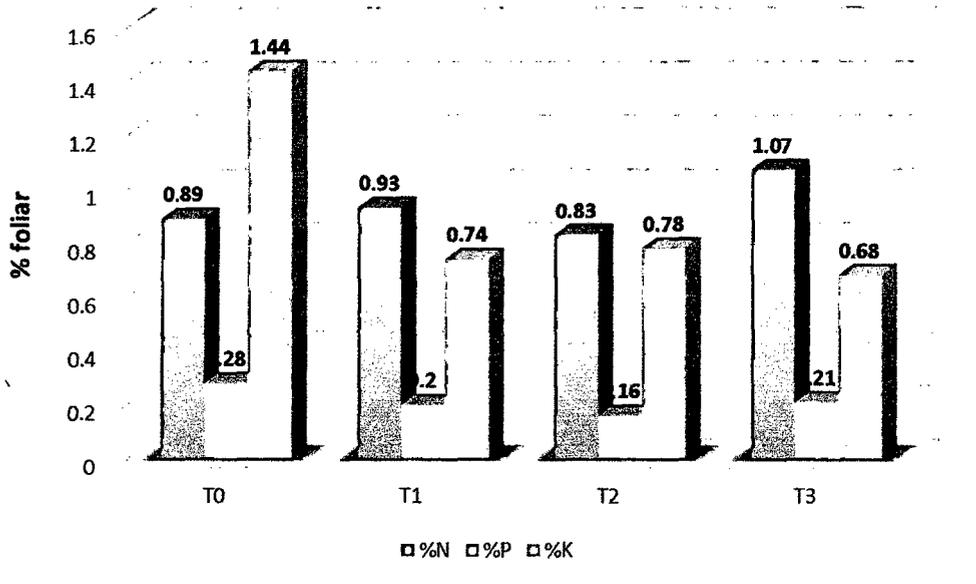


Gráfico 10: Análisis foliar de la planta de ajonjolí según tratamientos

5.11 Porcentaje de clorofila.

Cuadro 17: Análisis de varianza para el efecto de los tratamientos en estudio del porcentaje de clorofila. Datos registrados a las dos semanas después de la siembra, hasta la caída de hojas (maduración).

Fuente de variación	G.L	S.C	C.M	F.C	F-tabular
Tratamiento	3	193,26	64,42	85,22 **	2,78 - 4,16
Bloques	2	35,42	17,71	23,43	
Error	54	269,50	0,76		
Total	59	269,50			

R²: 85%

C.V: 6,69%

\bar{x} : 12,99

** Altamente significativo

Gráfico 11: Prueba de Duncan al 5% en el efecto de los tratamientos en estudio del porcentaje de clorofila. Datos registrados a las dos semanas después de la siembra, hasta la caída de hojas (maduración).

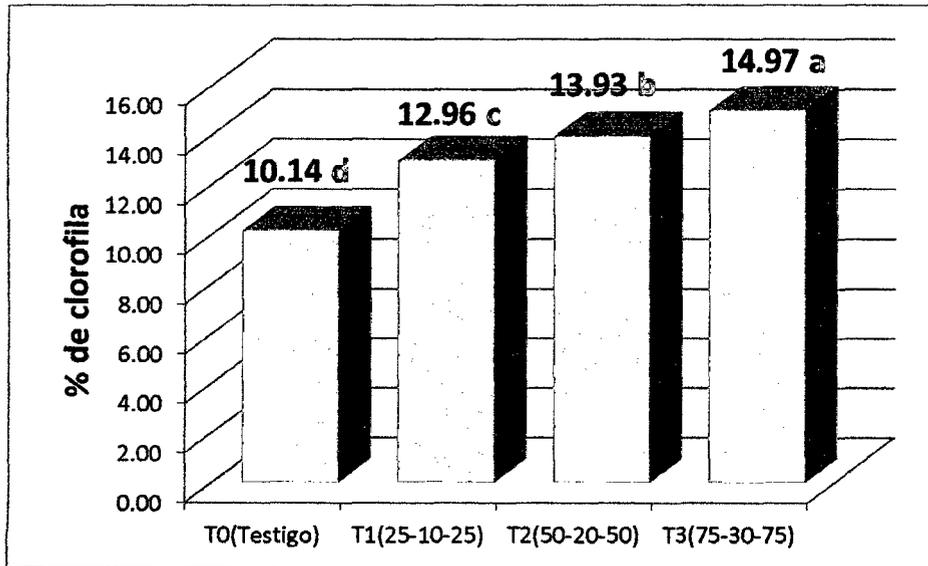


Gráfico 11: Porcentaje de clorofila de la planta de ajonjolí según tratamientos.

5.12 Análisis de porcentaje de aceite y grasa de la semilla del ajonjolí.

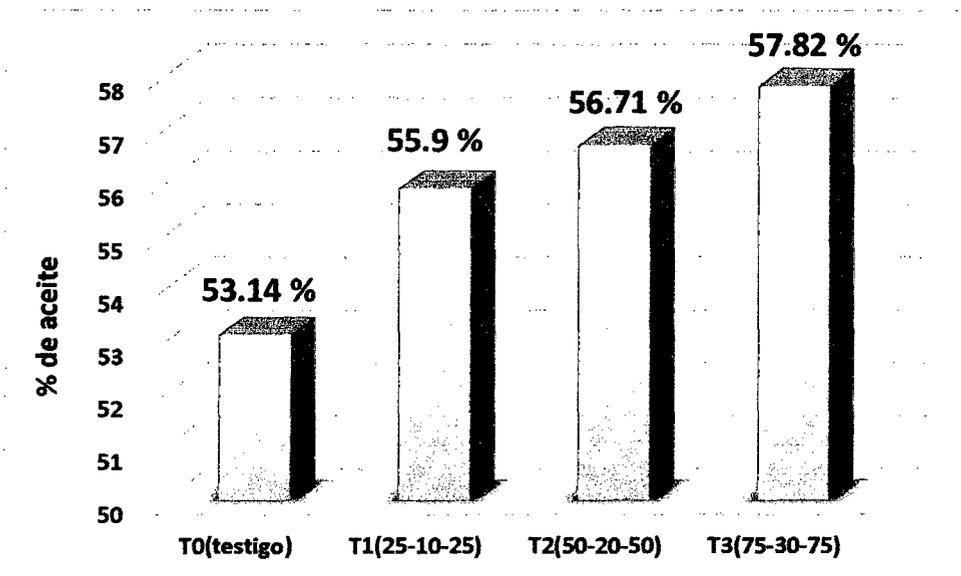


Gráfico 12: Análisis de aceite y grasa de la semilla del ajonjolí según tratamientos.

VI. DISCUSIONES.

6.1 Del porcentaje de N, P, K al inicio y final del suelo.

El análisis de suelo (gráfico 2), muestra el análisis del porcentaje de N, P, K al inicio y al final del suelo por tratamientos, donde se comprueba que en el resultado inicial del suelo, presenta 0,03% de nitrógeno, 0,0035% de fósforo y 0,0069% de potasio, mostrando así que el análisis final muestra que el tratamiento T0 obtuvo ganancia de nitrógeno con 0,09%, de fosforo con 0,005% y 0.0124% de potasio. Esto puede deberse a varios factores que se dieron durante la realización del experimento uno de ellos puede ser las condiciones climáticas, otro puede ser al momento de riego que se realizó, también puede darse a la incorporación de material vegetal al momento de la mecanización y remoción del suelo donde se dispone la aireación del mismo, favoreciendo la descomposición de la materia orgánica que tiene relación directa con el incremento del nitrógeno y a las prácticas agronómicas realizadas en el momento del proyecto, el tratamiento T3 obtuvo 0,08% de nitrógeno, 0,0175% de fósforo y 0,0087% de potasio en el suelo, esto se debe a la incorporación de fertilizantes, se observa en cuanto al N, estos tratamientos están por debajo del T0, probablemente por la mayor capacidad de asimilación de nutrientes por parte de las plantas estimuladas por la fertilización. El mismo comportamiento sucede con el P, en el T3 que presenta un ligero crecimiento en valor, esto se debe a que el fósforo es de lento descomposición encontrándose así restos de fosforo en el suelo.

Juma (1998), nos dice que cuando los residuos vegetales son incorporados a los suelos varios compuestos orgánicos se descomponen. Los residuos de los cultivos contienen principalmente compuestos complejos de carbono ya que ellos están relacionados directa con el incremento del nitrógeno. Recalcando así la

relacionan y las similitudes, que han tenido los tratamientos estudiados en el presente trabajo.

6.2 De la altura de la planta.

El análisis de varianza (cuadro 11), para la altura de la planta se observa que sí existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos en la altura de la planta, con valores al 67% determinada por el coeficiente de determinación (R^2). Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 8,28% los cuales se encuentran dentro del rango de lo normal determinado por Calzada, (1982).

La prueba de Duncan al 5% (gráfico 3), muestra la altura de la planta donde también se observa diferencias significativas entre promedio de tratamientos, donde el tratamiento T3 obtuvo el mayor promedio con 136,73 cm superando estadísticamente al T2 con promedio de 123,48 cm, T1 con promedio de 123,28 cm y el T0 con promedio de 107,00 cm, el tratamiento T2 con promedio de 123,48 cm y el T1 con promedio de 113,28 cm, se observa que no existen diferencias significativas. El que obtuvo el menor promedio fue el tratamiento T0 con un promedio de 107.00 cm.

En el (anexo 4), se muestra la curva de crecimiento del ajonjolí, donde se puede apreciar claramente la tendencia simétrica de los tratamientos, siendo diferente las superposiciones de las curvas, esto explica que la curva superpuesta a los demás es la que alcanzó mayor altura, en este caso, el T3 desde el inicio de su crecimiento fue ganado mayor altura que los otros tratamientos, por debajo está el T1, hasta la séptima semana, y a partir de ello superó al T0, quien reportó menor

altura. Durante el proceso de crecimiento del ajonjolí se puede notar la influencia positiva de los fertilizantes aplicados según tratamientos en comparación al T0.

Moreno (2006), nos dice que en un experimento realizado en Paraguay con cuatro variedades de sésamo, en la zona de roque Gonzales de Santa Cruz. Departamento de Paraguari, donde el objetivo fue evaluar las características agronómicas, los componentes de rendimiento de cuatro variedades, de diferentes hábitos de crecimiento y ciclo del cultivo, encontrando que la variedad de mayor altura corresponde a la variedad Escoba con 1,99m, seguida por las variedades Mbarate y trébol con 1,95m y 1,83m respectivamente y cuál fue la variedad dorado es la que presentó la altura más baja con 1,72m. Cabe recalcar que en el trabajo realizado se utilizó la variedad blanca llamada en el Perú, teniendo el parecido a la variedad dorado que menciona Moreno (2006), Sin embargo en este estudio se ha obtenido alturas mayores a lo mencionado por el autor.

6.3 Del diámetro de tallo

El análisis de varianza (cuadro 12), para el diámetro de tallo se observa que sí existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos en el diámetro del tallo, el Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor al 70% explica muy bien el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre el diámetro de tallo. El coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valor de 6.37% los cuales se encuentran dentro del rango de lo normal determinado por Quevedo, (2006).

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad (gráfico 4), muestra el diámetro de la planta donde se observa diferencia significativas entre promedio de tratamientos,

el T3 obtuvo el mayor promedio con 7,22 mm superando estadísticamente al tratamiento T2 con promedio de 6,71 mm, T1 con promedio de 6,52 mm y el T0 con promedio de 5,78 mm, el tratamiento T2 con promedio 6,71 mm y T1 con promedio 6,52 mm, se observa que no presentan diferencias significativas. El que obtuvo el menor promedio fue el tratamiento T0 con un promedio de 5,78 mm.

Vinicio (2002), menciona que los tallos constituyen la vía para el tráfico de minerales a larga distancia dentro de las plantas, tanto en el xilema como en el floema, de la raíz al follaje y viceversa. Los tallos representan a la vez un importante consumidor de recursos minerales para sustentar la producción de tejidos vasculares y accesorios. Eso indica que los resultados obtenidos de los tratamientos estudiados son excelentes.

6.4 Del número de ramas

El análisis de varianza (cuadro 13), para el número de ramas se observa que sí existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos en el número de ramas, el Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor superior al 76% explica muy bien el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre el número de ramas. Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valores entre 32,45% los cuales no se encuentran dentro del rango determinado por Quevedo, (2006).

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad (grafico 5), muestra el número de ramas donde también se observa diferencia significativas entre promedio de tratamientos, el tratamiento T3 obtuvo el mayor promedio con 1,20 número de ramas superando estadísticamente al T2 con promedio de 1,06 número de ramas, T1 con promedio 0,81 número de ramas y el T0 con promedio de 0,18 número de

ramas, el tratamiento T2 con promedio 1,06 y el T1 con promedio 0,18 se observa que no presentan diferencias estadísticas significativas. El que obtuvo el menor promedio fue el tratamiento T0 con un promedio de 0,18 ramas.

Salas (2002), menciona que el número de ramas también es una característica que puede tomarse para diferenciar el efecto de los fertilizantes que se aplica al suelo, aunque es muy variable debido a las variedades y a los factores tan diversos como la densidad de población y época de siembra, demostrándose así que en el trabajo realizado el T3 resultó con mayor cantidad de número de ramas, teniendo una relación directa con la fertilización.

6.5 De la etapa fenológica del ajonjolí a la función al tiempo.

Muestra la (cuadro 14), que en la etapa fenológica del cultivo sucedieron los siguientes días: El periodo fenológico del cultivo de ajonjolí tuvo un periodo de 120 días; la etapa de floración tuvo un periodo de 56-64 días en todo los tratamientos, en la etapa de la fructificación tuvo un periodo de 65-68 días y la época de cosecha tuvo un periodo de 117-120 días.

El periodo fenológico del cultivo de ajonjolí (grafico 6), fue desarrollado en 120 días; manifestando la etapa de floración en un periodo de 56-64 días en los tratamientos, en la etapa de fructificación en un periodo de 64-66 días y la época de cosecha tuvo un periodo de 117-120 días, como se observara a pesar de las pequeñas diferencias entre curvas de los tratamientos, mantienen la misma tendencia, reflejando así un normal desarrollo fenológico del cultivo en los diferentes tratamientos.

FAO (2006), mencionan que el ciclo vegetativo del ajonjolí es variable, entre 90 y 120 días (periodo semitardía) manteniéndose una relación directa con lo desarrollado en el presente trabajo.

6.6 Del peso del fruto. (Cápsulas cosechadas)

El análisis de varianza (cuadro 15), para el peso del fruto se observa que sí existen diferencias significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos en el peso de los frutos, el coeficiente de determinación (R^2) con un valor superior al 78% explica muy bien el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre el peso del fruto. El coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valor de 12,57% los cuales se encuentran dentro del rango permisible determinado por Quevedo, (2006).

La prueba de Duncan al 5% (gráfico 7), muestra el peso del fruto donde también se observa que presentan diferencias significativas entre promedio de tratamientos, el tratamiento T3 con promedio 8530,78 21 kg ha⁻¹ y supera estadísticamente al T1 con promedio de 6234,17 21 kg ha⁻¹ y al tratamiento T0 con promedio 5867,6921 kg ha⁻¹, el tratamiento T2 con promedio 7656,26 21 kg ha⁻¹, el tratamiento T1 con promedio 6234,17 21 kg ha⁻¹ y el tratamiento T0 con promedio 5867,6921 kg ha⁻¹, se observa que no presentan diferencias significativas.

Vinicio (2002), nos menciona que el "cuaje" de los frutos es en gran medida dependiente de la actividad de las semillas que ellos mismos contienen. El posterior desarrollo de los frutos hasta culminar en la maduración exitosa, constituyen otra historia tan compleja como la del desarrollo de las flores. El peso de fruto obtenido en diferentes trabajos, comparado con el trabajo realizado, se

relacionan de cualquier forma presentando similitudes, en algunos casos los tratamientos estudiados superan a los datos mencionados por el autor.

6.7 Del rendimiento del cultivo de ajonjolí. (Semilla seca)

El análisis de varianza (cuadro 16), para el rendimiento se observa que los tratamientos en estudio no presentan diferencias estadísticas significativas en los tratamientos, el coeficiente de determinación (R^2) con un valor al 70% explica muy bien el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre el rendimiento. Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron con valor de 25,32% los cuales están dentro del rango de lo normal determinado por Quevedo, (2006).

La prueba de Duncan al 5% (gráfico 8), muestra el rendimiento donde también se observa que los tratamientos no difieren estadísticamente, el mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento T2 con un promedio $989,29 \text{ kg ha}^{-1}$, el que obtuvo el menor rendimiento fue el tratamiento T0 con un promedio $669,21 \text{ kg ha}^{-1}$.

Naturaland (2000), menciona que en el Perú se cosecha hasta 800 kg/ha El promedio de la producción convencional mundial es 330 kg/ha .

El rendimiento obtenido en el siguiente trabajo realizado a demostrando que en el T2 con promedio $989,29 \text{ kg ha}^{-1}$ supera a los datos mencionados por el autor, así mismo, manifiesta que en las regiones de selva se cosecha un promedio de 500 a 650 Kg.ha^{-1}

6.8 Del análisis de porcentaje de N, P, K de la semilla del ajonjolí.

El análisis de semilla (gráfico 9), muestra que el tratamiento T3 presenta 3.89% de nitrógeno, 0,65% de fósforo y 0,56% de potasio, el tratamiento T2 presenta

3,85% de nitrógeno, 0,67% de fósforo y 0,57% de potasio, el tratamiento T1 presenta 3,55% de nitrógeno, 0,68% de fósforo, 0,60% de potasio y el tratamiento T0 presenta 3,59% de nitrógeno, 0,46% de fosforo, 0,57% de potasio. Se muestra el porcentaje de N, P, K, que se encuentra en la semilla de ajonjolí, siendo el N el elemento más asimilado, seguido del P y K, estos dos elementos con una mínima diferencia entre sí. Existen pequeñas diferencias entre tratamientos, siendo el T3, con el mayor porcentaje de asimilación de N (3.89%), seguido del T2 con 3.85% de N, en cuanto al P y K, no existe diferencias significativas.

FONAIAP (1999), han determinado que el requerimiento nutricional del cultivo es otro de los factores que directamente incide en la cantidad de fertilizantes que se debe aplicarse, para obtener semillas con alto contenido de NPK para una producción de semilla de ajonjolí de 1000kg. Eso indica la cantidad de fertilizantes que se aplicó en el T3 demostrando con el análisis de semilla obtenidos del trabajo de los cuales nos muestran la cantidad de nutrientes de NPK que ha contenido las semillas resultando mejor el T3.

6.9 Del análisis foliar de N, P, K de la planta de ajonjolí.

El análisis foliar (gráfico 10), muestra que el tratamiento T3 presenta 1,07% de nitrógeno, 0,26% de fosforo y 0,81% de potasio, el tratamiento T2 presenta 0,83% de nitrógeno, 0,29% de fósforo y 0,78% de potasio, el tratamiento T1 presenta 0,93% de nitrógeno, 0,26% de fósforo, 0,74% de potasio y el tratamiento T0 presenta 0,8% de nitrógeno, 0,24% de fósforo, 0,62% de potasio. El tratamiento T3 presenta mayor porcentaje de nitrógeno 1,07% y potasio 0,81% superando a los demás tratamientos, esto debido a que la planta ha asimilado eficientemente los fertilizantes incorporados en el suelo durante el procedimiento del proyecto, reportándose así el nivel de nitrógeno y potasio en las hojas y tallos, cave recalcar

que este tratamiento se añadió al suelo mayor dosis de fertilizantes de NPK, recalándose así que el nitrógeno es un mineral importante debido a que la planta a mayor cantidades de nitrógeno el crecimiento es mejor, en cuanto al potasio que a mayor sea la cantidad mejora la acción fotosintética. La menor cantidad en nitrógeno, fósforo y potasio lo obtuvo el tratamiento T0 con 0,8% de nitrógeno, 0,24% de fosforo y 0,62% potasio.

Bascones y López (1999), han determinado que la distribución del nitrógeno en las diferentes partes de la planta muestra grandes diferencias. Altas concentraciones en hojas y cápsulas (~ 1,7 por ciento) en comparación con tallos y raíces (~ 0,3 por ciento).

Se puede observar el nivel nutricional en que se encuentra la planta de ajonjolí al momento de la cosecha, siendo más aprovechado el N, llegando al 1,07% en el T3, seguido del T1, el T0 y el T2. En cuanto al K, en cantidad de asimilación en la planta está cerca del N, y entre los tratamientos, se encuentra en mayor porcentaje en el T0, disminuye en buen porcentaje en el T1, para luego presentar un crecimiento relativo en el T2 y T3. En cuanto al P, no se encuentran diferencias marcadas, sin embargo; el T3 presenta el mayor porcentaje asimilado de este elemento.

6.10 Del porcentaje de clorofila.

El análisis de varianza (tabla 18), para el % de clorofila se observa que si existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, los cuales explican muy bien sus efectos en el % de clorofila, el coeficiente de determinación (R^2) con un valor superior al 85% explica muy bien el efecto que han ejercido los tratamientos estudiados sobre el % de clorofila. El coeficientes de variación (C.V.) resultaron

con valor de 6.69% los cuales se encuentran dentro del rango de lo normal determinado por Quevedo, (2006).

La prueba de Duncan al 5% (gráfico 11), muestra el % de clorofila donde también se observa diferencia significativas entre promedio de tratamientos, donde el tratamiento T3 obtuvo el mayor promedio con 14,97% superando estadísticamente al T2 con promedio 13,93%, al tratamiento T1 con promedio 12,96% y al tratamiento T0 con promedio 10,14%. El que obtuvo el menor promedio fue el tratamiento T0 con un promedio de 10,14%.

En el (anexo 6), se observa las variantes en el porcentaje de clorofila por tratamientos durante el proceso de desarrollo del cultivo a partir del mes después de la siembra, donde el T2, hasta la cuarta semana, presentaba el mayor porcentaje clorofiliano, para luego ser superado por el T3; el T0 es el que presenta el menor valor durante todo el proceso de desarrollo del cultivo, este comportamiento diferencial entre tratamientos explica la influencia de los fertilizantes aplicados.

Si observamos en todos los tratamientos, hay una sola tendencia de crecimiento hasta la semana cuatro, de allí declina a la semana quinta, justo cuando inicia el periodo de floración, para luego elevarse hasta la sexta semana, esto explica que en esta etapa fenológica el ajonjolí requiere de mayor nivel nutricional para la emisión de frutos y el llenado de grano y es en este periodo donde la planta foto sintetiza más, para luego tender a un declive por el proceso de maduración del fruto y de la senescencia de la planta.

Durante todo este proceso es claro ver la influencia de los fertilizantes aplicados y la importancia de estos para suplir necesidades nutricionales del cultivo, cabe

destacar que el porcentaje de clorofila en la planta está directamente relacionado con el N y el Mg y que este estudio nos muestra el panorama de la fluctuación de estos elementos tal como lo demuestra la fórmula química de la clorofila (C₅₅H₇₂O₅N₄Mg), tal como lo sustentan en trabajos de investigación relacionados al N y la clorofila (Sainz y Echevarría, 1998; Novoa y Villagrán, 2002; Caires et al., 2005; Rincón y Ligarreto, 2010).

6.11 Análisis de porcentaje de aceite y grasa de la semilla del ajonjolí.

El análisis de aceite y grasa de la semilla de ajonjolí (gráfico 12), muestra que el tratamiento T3 presenta 57,82% , el tratamiento T2 presenta 56,71% , el tratamiento T1 presenta 55,9% y el tratamiento T0 presenta 53,14% de . Cabe recalcar que el tratamiento T3 obtuvo mayor porcentaje de aceite superando así a los demás tratamientos T2, T1, T0, esto debido a la incorporación de fertilizantes al suelo ya que la planta aprovecho eficientemente los nutrientes durante toda su etapa fenológica. Respectivamente el tratamiento T0 obtuvo menor porcentaje de aceites esto debido a que no se añadió ningún fertilizante durante el periodo del proyecto.

FAO (2006), menciona que el ajonjolí es una planta que contiene entre 50% y 60% de aceites y grasas los cuales son de alta estabilidad, dada la presencia de antioxidantes naturales como la sesamolina, sesamina y sesamol. Demostrando así según el análisis de aceite donde el tratamiento T3 obtuvo el mayor porcentaje donde el cual está en el rango establecido por el autor.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1 El tratamiento T3, mostro mejor característica con respecto a la altura, diámetro de tallo, porcentaje de clorofila, número de ramas y peso del fruto.
- 7.2 La etapa fenológica de mayor efectividad lo obtuvo el tratamiento T3 con respecto a los demás tratamientos, adelantando y mejorando la etapa de floración, fructificación y cosecha del cultivo.
- 7.3 En cuanto al aprovechamiento de nutrientes, fue el T3 (1,07 – 0,29 – 0,81 % de NPK), con mayor proporción que los otros tratamientos, esto debido a que tuvo mayor dosis de fertilización, sin embargo no representó ser el de mayor rendimiento en semilla, siendo superado por el T2, debido a que los nutrientes fueron destinados a la producción de biomasa y de follaje que a la producción de semillas.
- 7.4 El rendimiento eficiente lo obtuvo el tratamiento T2 con promedio 989,29 kg ha¹, quien a su vez contó con la dosis de aplicación media de fertilización, resultando este tratamiento económica y productivamente rentable.
- 7.5 El análisis final de suelo, el tratamiento T3 indica mayor cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio.
- 7.6 El tratamiento T3 con 57,87%, mostro mayor porcentaje de aceites en la semilla de ajonjolí.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1 Por ser esta una investigación con programas de fertilización y por ser el ajonjolí un cultivo anual, se recomienda evaluar el comportamiento nutricional del cultivo a las primeras semanas motivo por el no se debe olvidar la nutrición de este cultivo.
- 8.2 Se recomienda la dosis 75-30-75 que la planta de ajonjolí obtiene mejor resultado en altura, diámetro de tallo, porcentaje de clorofila, peso del fruto, número de ramas y mejora la etapa fenológica de la planta y también mejora el porcentaje de volumen de aceite de la semilla, que es fundamental en el sector industrial para su procesamiento de la semilla en aceite comercial.
- 8.3 En otro caso se recomienda la dosis 50-20-50 para aquellos que utilizan la semilla en consumo directo, que corresponde al tratamiento T2.
- 8.4 Se recomienda continuar con la investigación utilizando el mismo propósito para ratificar los resultados obtenidos y/o conocer más sobre el requerimiento nutricional por las plantas de ajonjolí acá en la selva.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

1. BLANCO, E. (2005). Zonificación Ecológica de Cultivos en Nicaragua.
2. CALZADA, J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. 643 pp.
3. CLARKSON, T. (1987). Ionic Relations. En: Wilkins MB. Advanced Plant Physiology. Longman Group. London.
4. CRESPO, G. (2011). Sistema para la adaptabilidad de cultivos y estimación de los rendimientos potenciales, Montecillo, México.
5. ESCUDERO, R. – (2010). El ajonjolí una oleaginosa de fácil producción.
6. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. Los fertilizantes y su Uso. Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. Cuarta edición, revisada, FAO e IFA. Roma.
7. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006 Fichas técnicas del cultivo de Ajonjolí.
8. FONAIAP, (1999). Estación Experimental Monagas, telef. 091-27940, Naturin-Monagas, 115pp.
9. GONZÁLEZ, E. (2010). Una oleaginosa de fácil producción.
10. IICA. La cadena de comercialización del ajonjolí de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 2003.
11. JUMA, N.G. (1998). The pedosphere and its dynamics: a systems approach to soil science. Volume 1. Quality Color Juma, N.G. Press Inc. Edmonton, Canada. 315pp.
12. MAATHUIS, F. y Sanders, D. (1992). Plant membrane transport. Current Opinion in Cell Biology 4.661-669.

13. MAZZANI, E. y A. LAYRISSE. (1996). Selección de cultivares de ajonjolí en cuanto a calidad del grano. Agron. Tropical (Maracay) 46 (6) (en prensa)
14. MENGEL, K. & KIRKBY, E. (1987). Principios de nutrición vegetal. 4a. Edición. International Potash Institute Schneidergasse 27, P.O. Box 1609. ISBN: Nr. 3 – 906 535 03 7.
15. MORENO, P. (2006). Adaptación de cuatro variedades de sésamo (*Sesamum indicum* L) en el Distrito de San Roque Gonzalez de Santa Cruz Departamento de Paguari, Tesis (Ing. Agr) San Lorenzo, PY. Carrera de ingeniería agronómica, FCA, UNA, 40p.
16. NATURLAND, (2000). Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico. Guía de 18 cultivos ajonjolí (sésamo). 1 era edición 200. 25 pp.
17. NOVOA R, Villagrán A. (2002). Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. Agricultura Técnica 62 (1):165-171.
18. ORMEÑO, J. (2010), manual de fertilidad de suelos. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. 90 pp.
19. PACHECO, M. F. (1994). Plagas de los cultivos oleaginosos en México. SARH, CIANO, Sonora, México.
20. QUEVEDO, H. (2006). Métodos estadísticos para la ingeniería ambiental y la ciencia. Universidad Autónoma de CD. Juárez. México. 846 pp.
21. RINCÓN A, LIGARRETO G. (2010). Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociados con pastos en el Piedemonte Llanero Colombiano. Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria 11(2): 122-128.

22. ROJAS, M. (1993). Fisiología Vegetal Aplicada. Interamericana, Mc Graw Hill, México. 275 p.
23. RUBIO, L. (2004). Mecanismos de transporte de nitrato, amonio y fosfato y homeostasis citoplasmática de sodio en *Zostera marina* L. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología Vegetal. Área Fisiología Vegetal.
24. SAINZ RH, ECHEVERRÍA HE. 1998. Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento del grano. Revista de la Facultad de Agronomía 103(1):37-44.
25. SALAS, C. R. (2002). Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica.
26. SÁNCHEZ, J. (2007). Fertilidad del Suelo y nutrición mineral de plantas. Conceptos Básicos. FERTITEC S.A.
27. SCHÄFFNER, R. (1998). Aquaporin function, structure and expression: Are there more surprises to surface in water relations? *Planta* 204: 131-139.
28. VINICIO G. M. (2002). Aspectos básicos de la nutrición mineral de las plantas absorción foliar de sustancias útiles en la aplicación de agroquímicos al follaje. Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica.

Lincongrafia:

- ✚ FAO, 2006. El cultivo de ajonjolí característica generales, usos, post-cosecha.
- ✚ <http://www.species2000.org>

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el año 2013 en el Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), Estación Experimental Juan Bernito del Distrito de la Banda de Shilcayo, ubicada geográficamente a 06° 30' 07" latitud sur y 76° 20' 09" latitud oeste con una altitud de 360 msnmm.

El trabajo consistió en evaluar el "Requerimiento nutricional del cultivo de ajonjolí (*Sesamun orientale L.*) bajo condiciones agroclimáticas de la localidad Banda de Shilcayo-e.e Juan Bernito" aplicando según el análisis de suelo NPK en una área de 191 m² con distanciamiento 7,5 cm entre plantas, 30 cm entre surco, 1m de calle entre tratamientos y 2m de calle entre bloques en suelo mecanizado; la aplicación de los fertilizantes se realizará al momento de la siembra y a los dos meses después de la siembra.

Los tratamientos evaluados fueron el T0 (testigo), T1 (25-10-25), T2 (50-20-50), T3 (75-30-75), las evaluaciones se realizaron cada 7 días. Se usó el diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres bloques.

Las variables evaluadas y analizadas estadísticamente fueron: Altura de planta, diámetro del tallo, % de clorofila, días a la floración, fructificación y cosecha, número de ramas, peso del fruto, peso de la semilla, rendimiento, análisis de tejido vegetal, volumen de aceite.

El análisis estadístico permitió concluir que el tratamiento T3 obtiene mejor resultado en altura, diámetro de tallo, % de clorofila, peso del fruto, número de ramas, volumen de aceite y mejora la etapa fenológica de la planta.

SUMMARY

The research was conducted in 2013 at the Institute of Tropical Crops (ICT), Experimental Station Juan Bernito district of Shilcayo geographically located at 06 ° 30 '07" south latitude and 76 ° 20' 09 " west longitude with an altitude of 360 msnmm.

The work consisted of evaluating the "nutritional requirement of the crop of sesame (*Sesamum orientale* L.) under agro-climatic conditions of the locality Shilcayo Bernito Juan-ee" applied according to soil test NPK in an area of 191 m² with 7.5 cm spacing between plants, 30 cm between groove street between treatments 1m and 2m Street between machining blocks in soil; the application of fertilizers will be made at time of planting and at two months after planting.

The treatments were T0 (control), T1 (10/25/25), T2 (50-20-50), T3 (75-30-75), assessments were performed every 7 days. Design was completely randomized with four treatments and three blocks.

Variables evaluated and analyzed statistically were: plant height, stem diameter, % chlorophyll, days to flowering, fruiting and crop, number of branches, fruit weight, seed weight, yield, plant tissue analysis, oil volume.

Statistical analysis showed that this treatment T3 gets better result in height, stem diameter, % chlorophyll, fruit weight, number of branches, oil volume and improves plant phenological stage.

ANEXO

Anexo 1: Programas de riego.

N° de Riego	Fecha
1	02/09/13
2	03/09/13
3	05/09/13
4	08/09/13
5	11/09/13
6	22/09/13
7	28/09/13

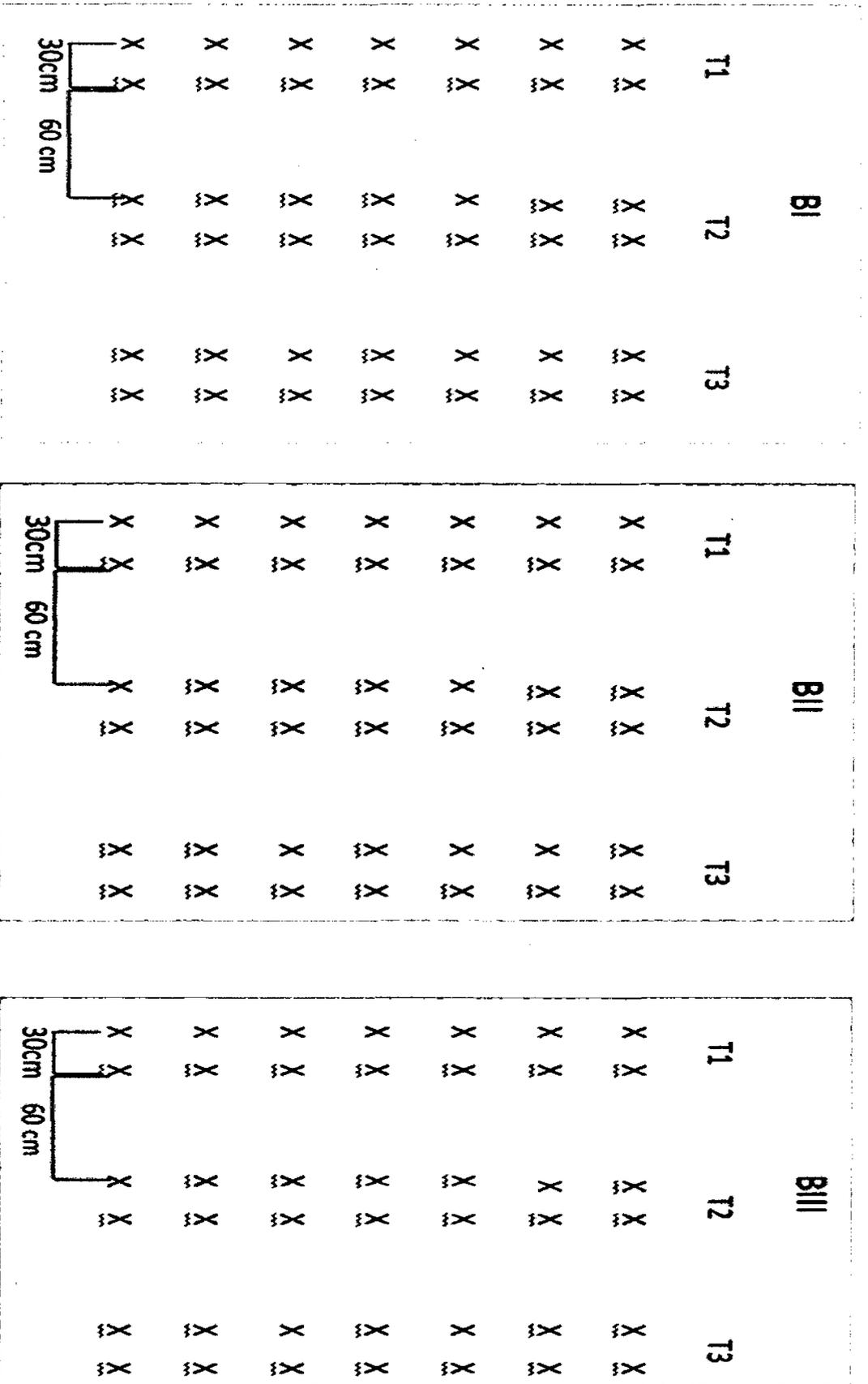
Anexo 2: Fecha de las aplicaciones de Insecticidas y fungicida.

Producto	Concentración	Gasto	Fecha
Sherpa	40cc/20 l	30 cc	16/09/13
	40cc/20 l	30 cc	05/10/13
	40cc/20 l	40 cc	25/10/13
Nala-T	20g/20 l	20g	31/10/13
	20g/20 l	20g	18/11/13
	10g/10 l	10g	13/12/13
Homai	25g/20 l	25 l	10/10/13
	30g/20 l	30 g	25/10/13
Benomil	40g/20 l	30 g	16/09/13
	40g/20 l	30 g	05/10/13

: Insecticida

: Fungicida

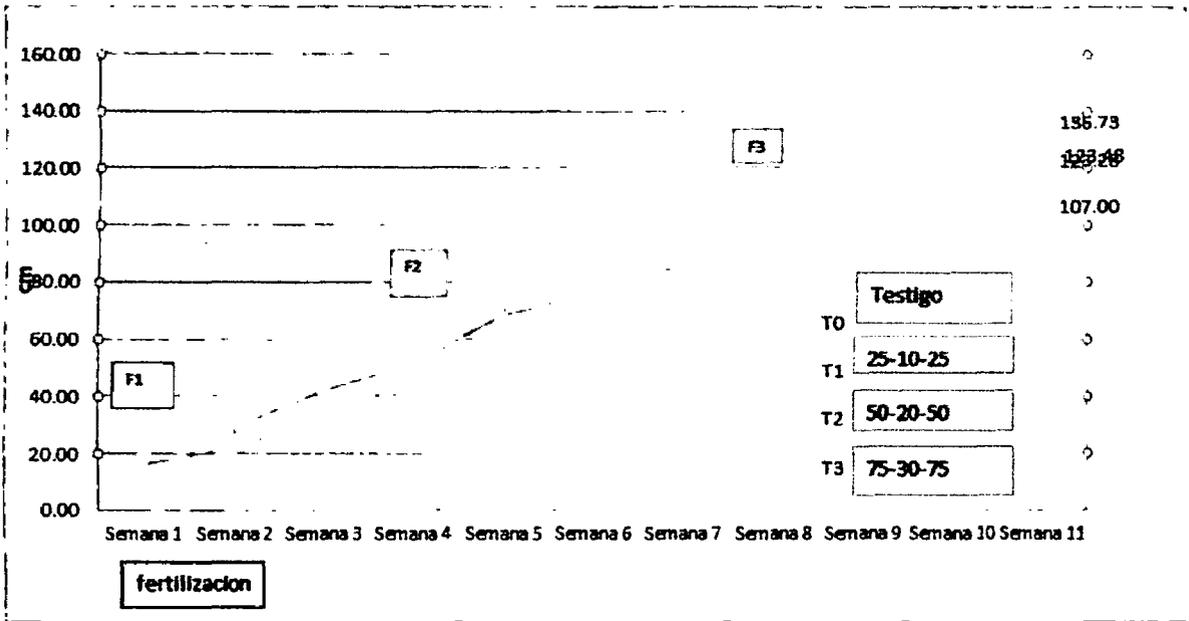
Anexo 3: Distribución en campo del experimento.



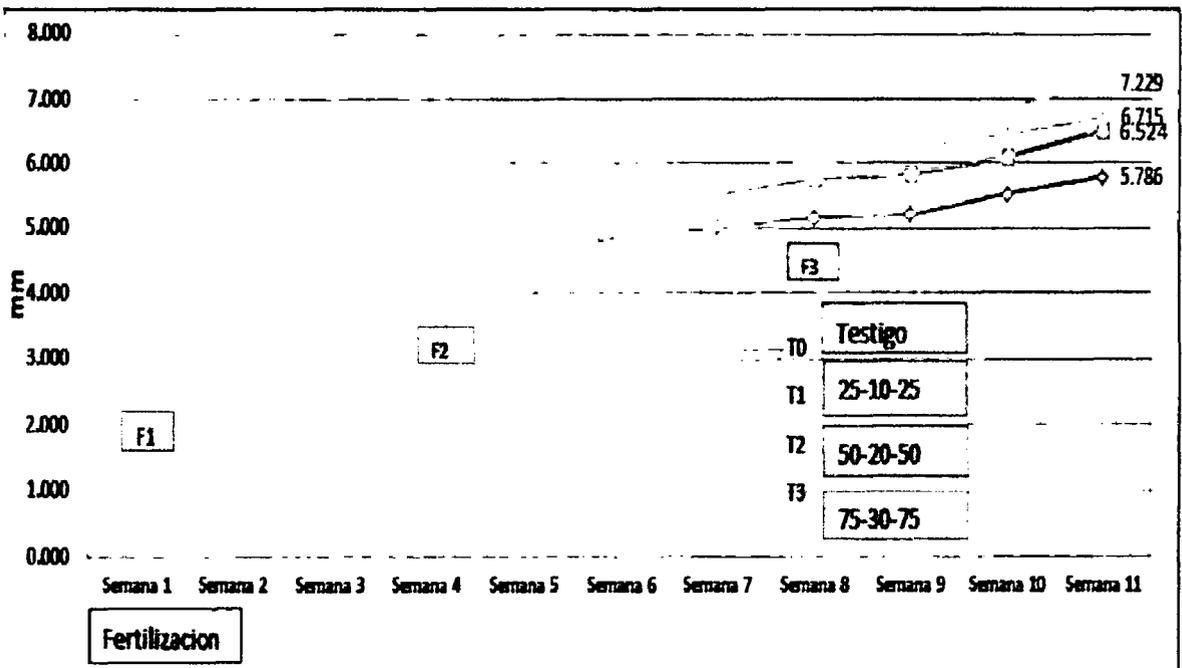
1m

1m

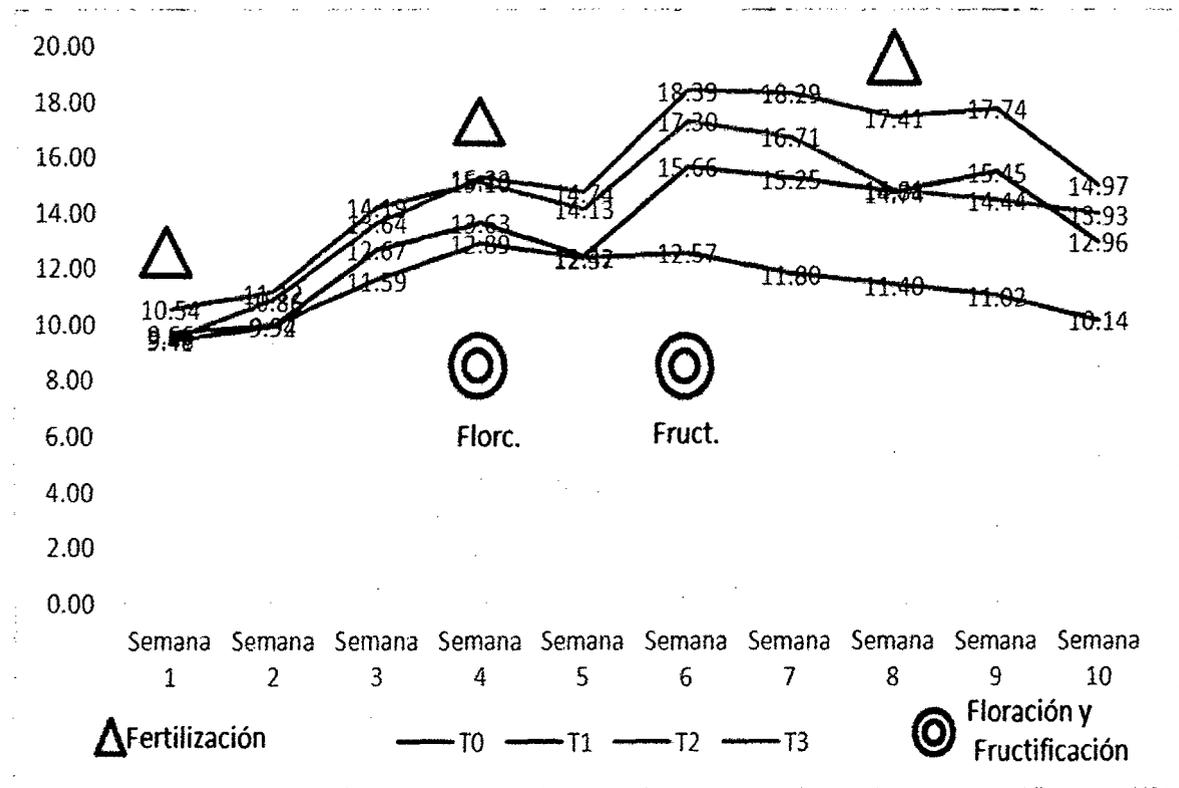
Anexo 4: Curva de crecimiento de la altura del ajonjolí (*Sesamun orientale* L.) bajo condiciones agroclimáticas de la localidad banda de Shilcayo-E.E Juan Bernito.



Anexo 5: Curva de crecimiento de diametro del ajonjolí (*Sesamun orientale* L.) bajo condiciones agroclimáticas de la localidad banda de Shilcayo-E.E Juan Bernito.



Anexo 6: Curva de crecimiento del % de clorofila del ajonjolí (*Sesamun orientale* L.) bajo condiciones agroclimáticas de la localidad banda de Shilcayo-E.E Juan Bernito.



N° Solicitud : 0
 SOLICITANTE : Ginsberg Rodriguez del Castillo
 PROCEDENCIA : E.E. Juan Bernillo-Bda de Shilcayo-San Martín-San Martín
 Exprim./cultivo actual: Py: Ajonjolí

FECHA DE MUESTREO : 00/01/1900
 FECHA DE RECEP. LAB : 00/01/1900
 FECHA DE REPORTE : 00/01/1900

Número de la muestra				pH	C.E. dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANÁLISIS MECÁNICO				C.I.C. efectiva	C.I.C.	CATIONES CAMBIABLES				
											Arena %	Limo %	Arcilla %	CLASE TEXTURAL			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺
Lab.	Campo			meq/100																	
13	01	001	M1	5.12	0.03	0.00	0.74	0.03	34.73	69	60.96	10.00	29.04	Fra-Arc-Are	0.18		0.00	0.00	0.18	0.00	0.00

MÉTODOS:

TEXTURA : HIDROMETRO
 pH : POTENCIOMETRO Suspensión Suelo-Agua relación 1:2.5
 CONDUCC. ELECTRICA : CONDUCTIMETRO Suspensión Suelo-Agua relación 1:2.5
 CARBONATOS : GAS - Volumétrico
 FOSFORO : OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO₃ 0.5M, pH 8.5 Esp. 16
 POTASIO : OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO₃ 0.5M o Acetato de Amonio 1 N, pH 8.5 Esp. Absorción Atómica
 MATERIA ORGANICA : WALKLEY y BLACK y azobenceno por gravimetría (>10%)
 CALCIO Y MAGNESIO : EXTRACT. KCl 1N o Acetato de Amonio 1N Esp. Absorción Atómica
 ACIDOS INTERC. : EXTRACT. KCl 1N Volumétrico

Ing. MSc. Luis Zúñiga Cernad
 Especialista Suelos ICT

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte

La Banda de Shilcayo, XXXXXXXX del 2013

Anexo 7: Reporte de análisis inicial de suelo.



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y

ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS - CARATERIZACIÓN

Nº Solicitud : AS0001-14
 SOLICITANTE : Bach. Saul Estrella Tenazoa
 PROCEDENCIA : E.E. Juan Bernito-Bda de Shilcayo-San Martín-San Martín
 Exprim.cultivo actual: Py: "Requerimiento nutricional del cultivo de Ajonjolí en condiciones climáticas de selva"

FECHA DE MUESTREO : 18/12/2013
 FECHA DE RECEP. LAB : 22/01/2014
 FECHA DE REPORTE : 27/01/2014

Número de la muestra				pH	C.E dS/m	CaCO ₃ (%)	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	ANÁLISIS MECÁNICO				C.I.C. efectiva	C.I.C.	CATIONES CAMBIABLES					Suma de bases	% Sat. de bases
Lab.	Campos										Arena	Limo	Arcilla	CLASE TEXTURAL			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺		
14	01	0001	T0	5.88	0.07	0.00	1.99	0.09	68.97	124	60.96	10.00	29.04	Fra-Arc-Are	3.45		2.48	0.66	0.32	0.00	0.00	3.45	100.00
14	01	0002	T1	5.64	0.06	0.00	1.75	0.08	58.44	75	60.96	10.00	29.04	Fra-Arc-Are	3.37		2.50	0.67	0.19	0.00	0.00	3.37	100.00
14	01	0003	T2	5.35	0.11	0.00	1.75	0.08	59.66	72	60.96	10.00	29.04	Fra-Arc-Are	3.66		2.69	0.78	0.18	0.00	0.00	3.66	100.00
14	01	0004	T3	5.46	0.07	0.00	1.68	0.08	175.48	87	60.96	10.00	29.04	Fra-Arc-Are	3.49		2.61	0.65	0.22	0.00	0.00	3.49	100.00

MÉTODOS:

- TEXTURA : HIDROMETRO
- pH : POTENCIOMETRO Suspensión Suelo-Agua relación 1:2.5
- CONDUC. ELECTRICA : CONDUCTIMETRO Suspensión Suelo-Agua relación 1:2.5
- CARBONATOS : GAS - Volumétrico
- FOSFORO : OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO₃ 0.5M, pH 8.5 Esp. Vis
- POTASIO : OLSEN MODIFICADO EXTRACT. NaHCO₃ 0.5M o Acetato de Amonio 1N, pH 8.5 Esp. Absorción Atómica
- MATERIA ORGANICA : WALKLEY y BLACK y sobrelimite por gravimetría (+10%)
- CALCIO Y MAGNESIO : EXTRACT. KCl 1N o Acetato de Amonio 1N Esp. Absorción Atómica
- ACIDES INTERC. : EXTRACT. KCl 1N, Volumétrico

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte
 La Banda de Shilcayo, 27 de Enero del 2014

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES

 ING. EDUARDO M. MANCINI
 COORDINADOR GENERAL



INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES (ICT- NAS/CICAD-OEA)
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS, FERTILIZANTES Y ALIMENTOS

REPORTE DE ANÁLISIS DE FOLIAR

Nº Solicitud: **AF0001-14** FECHA DE MUESTREO : **18/12/2013**
 SOLICITANTE: **Saul Estrella Tenazoa** FECHA DE RECEP. LAB : **22/01/2014**
 PROCEDENCIA: **E.E. Juan Bernito-Bda de Shilcayo-San Martín-San Martín** FECHA DE REPORTE : **15/02/2014**
 EXPERIMENTO: **Py: "Requerimiento nutricional en el cultivo del Ajonjolí, bajo condiciones agroclimáticas de selva"**

Número de Muestra			N	P	S- SO_4^{3-}	Potasio	Calcio	Magnesio	Zinc	Cobre	Manganeso	Hierro	Acetatos & grasas	
Laboratorio	Campo	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	%	
14	01	0001	PT0	0.89	0.28	0.07	1.44	0.95	0.23	36.01	33.01	142.1	57.02	---
14	01	0002	PT1	0.93	0.20	0.03	0.74	1.08	0.24	56.98	25.99	163.9	45.98	---
14	01	0003	PT2	0.83	0.18	0.03	0.78	0.85	0.18	35.98	29.98	106.9	38.98	---
14	01	0004	PT3	1.07	0.21	0.02	0.68	0.94	0.21	43.01	27.01	114.0	51.01	---
14	01	0005	ST0	3.59	0.46	0.38	0.57	1.08	0.47	74.93	50.95	34.97	83.92	53.14
14	01	0006	ST1	3.55	0.68	0.55	0.60	1.15	0.48	84.05	31.02	33.02	95.06	55.90
14	01	0007	ST2	3.85	0.67	0.54	0.57	1.02	0.46	78.11	19.03	32.04	85.12	56.71
14	01	0008	ST3	3.89	0.65	0.50	0.56	0.93	0.43	70.25	37.13	28.10	86.31	57.82

METODOLOGIA:
 NITROGENO : Kjeldahl
 FOSFORO : Digestion HNO₃/HClO₄ (4:1) / Espectroscopia UV-Vis (λ=420 nm)
 AZUFRE : Digestion HNO₃/HClO₄ (4:1) / Turbidimetría
 SODIO, POTASIO, CALCIO, MAGNESIO : Digestion HNO₃/HClO₄ (4:1) / Espectroscopia Absorción Atómica
 HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO : Digestion HNO₃/HClO₄ (4:1) / Espectroscopia Absorción Atómica

Nota: el laboratorio no se responsabiliza por la metodología aplicada para la toma de la muestra del presente reporte

La Banda de Shilcayo, 15 de Febrero del 2013

INSTITUTO DE CULTIVOS TROPICALES
 ING. ENRIQUE BREVATO TARUMI
 COORDINADOR GENERAL



Foto 1: Preparación y alineamiento del terreno.

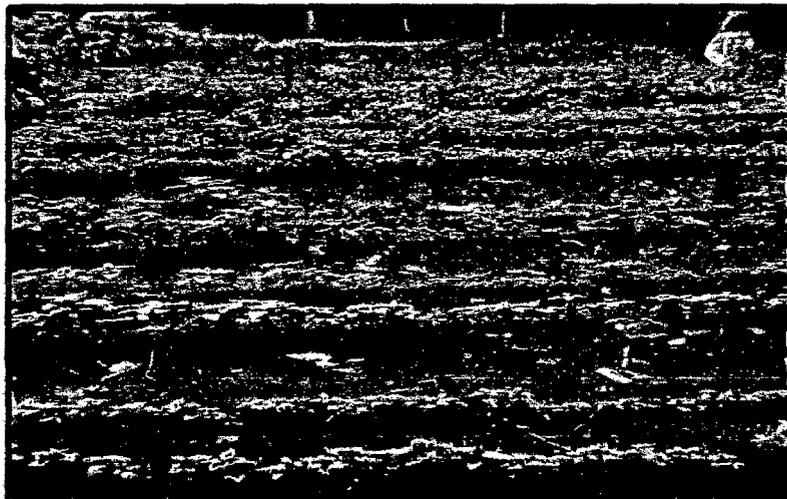


Foto 2: Después de la siembra



Foto 3: Momento del desahijé



Foto 4: Momento del deshierbo.

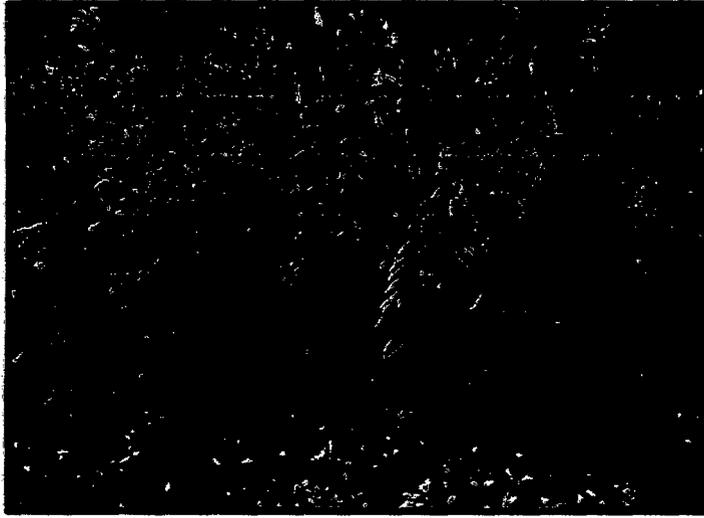


Foto 5: Plantas en proceso de maduración.



Foto 6: Medición de la altura



Foto 7: Medición del diámetro



Foto 8: Plantas en floración



Foto 9: Realizando el análisis de tejido vegetal.



Foto 10: Evaluando el % de clorofila con el instrumento Hansatech



PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Descripción		Unidad	Cantidad	Unitario (S./)	Total
1	Materiales				
1.1	Sobre manila oficio (pqt/50)	Paquete	3	30	90
1.2	Cinta masking tape	Unidad	5	2.5	12.5
1.3	Bolsa de polipropileno(10X15 pqt/100)	Paquete	3	7	21
1.4	Tijera de podar	Unidad	1	70	70
1.5	Carretilla buggy	Unidad	1	80	80
Sub total					273.5
2	Insumos				
2.1	Semillas	kilo	5	5	25
2.2	Urea (50Kg)	Saco	1	55	55
2.3	Superfosfato triple(50 kg)	Saco	1	105	105
2.4	Cloruro de potasio (50 Kg)	Saco	1	80	80
2.5	Fertilizante foliar (1 lt)	Frasco	1	50	50
2.6	Combustible	Galón	5	13	65
2.7	Pesticidas	Frasco	2	60	120
Sub total					500
3	Servicios				
3.1	Análisis de suelo (inicial y final)	Muestras	5	140	700
3.2	Análisis foliar	Muestras	4	140	560
3.3	Análisis de alimento	Muestras	4	140	560
3.4	Mano de obra	Jornal	40	25	1000
Sub total					2820
Total					3593.5
Imprevistos (10 %)					360
COSTO TOTAL					3953.5