

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE P Y K EN EL CULTIVO DE
AJONJOLÍ (*Sesamun indicum*).**

POR:

ALEX VALENTIN ARGUETA PINEDA

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO HONDURAS C.A

DICIEMBRE 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE P Y K EN EL CULTIVO DE
AJONJOLÍ (*Sesamun indicum*).**

POR:

ALEX VALENTIN ARGUETA PINEDA

ESMELYM OBED PADILLA M.S.C

ASESOR PRINCIPAL

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

DICIEMBRE 2013

DEDICATORIA

AL MINISTERIO Amigos de Jesús por forjar parte de mi camino, por cada uno de sus consejos con fundamento y cada experiencia que fue de mucha bendición.

A MI MADRE Blanca Doris Pineda García, porque me siento orgulloso de que sea mi madre que sé que con mucho sacrificio y esfuerzo ha suplido lo necesario.

A MI ABUELA María Elena García que siempre se ha preocupado por mi bienestar y que siga adelante.

A MIS HERMANOS Mayra Lorena, Fredy Abdiel y Hellen Hyzel que se propongan metas en la vida y que no se detengan hasta alcanzarlas.

A MIS AMIGOS Israel Rodas Baca, Belkin Sarai Escobar, Luis Fernando Rodríguez, Fabricio García, Arbey Mejía, Asael Martínez, Lila María Palma, Brayan Montero, Jonatan Johanan, Willy Orellana.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por darme entre tantas cosas la oportunidad de alcanzar una de mis metas propuestas en la vida y que se con certeza me ayudara a alcanzar los objetivos que he propuesto en mi vida.

A MI MADRE

Porque se ha esforzado por darme lo necesario para poder estudiar y sé que ha dejado de disfrutar muchas cosas por suplir mis necesidades.

A MIS TÍOS

Por ser una fuente inspiración, y motivarme a seguir adelante y enseñarme que lo importante es la perseverancia.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Especialmente Israel Rodas, Belkin Saraí, Arnaldo Arturo Madrid por brindarme su amistad incondicional.

CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO.....	III
CONTENIDO	IV
LISTA DE CUADROS.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE ANEXOS.....	VIII
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Generalidades del cultivo.	4
3.1.1 Características de la planta de ajonjolí	4
3.1.2 Cultivo de ajonjolí en Honduras	4
3.2 Importancia del cultivo.....	5
3.2.1 Usos del ajonjolí	5
3.2.2 Propiedades nutricionales y beneficios del ajonjolí	6
3.3 Aspectos nutricionales del cultivo.....	6
3.3.1 Importancia del P en el ajonjolí.....	6
3.3.2 Síntomas de deficiencia de P en las plantas	7
3.3.3 Importancia del K en el cultivo de ajonjolí	7
3.3.4 Síntomas de deficiencia de K en las plantas.....	8
3.3.5 Extracción de N P y K en el cultivo de ajonjolí.	8
IV. METODOLOGÍA	9
4.1 Descripción del sitio donde se realizó el experimento	9
4.2 Materiales y equipo	9
4.3 Preparación de suelo.....	9
4.4 Siembra.....	10
4.5 Fertilización.....	10
4.6 Control de malezas	10
4.7 Control de plagas y enfermedades.....	11
4.8 Cosecha.....	11
4.9 Cuidados posteriores a la recolección.	11
4.10 Modelo estadístico.....	12
4.11 Variables evaluadas.	13
4.11.1 Días a floración.....	13
4.11.2 Días a cosecha.	13

4.11.3	Altura de planta	14
4.11.4	Diámetro del tallo	14
4.11.5	Numero de ramas por planta.....	14
4.11.6	Numero de capsulas por planta.....	14
4.11.7	Peso de 100 capsulas	14
4.11.8	Peso de 100 capsulas con grano	15
4.11.9	Rendimiento	15
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5.1	Numero de ramas.....	17
5.2	Diámetro de tallo	19
5.3	Altura de plantas.....	22
5.4	Peso de 100 capsulas con grano	25
5.5	Rendimiento	28
5.6	Análisis económico	30
VI.	CONCLUSIONES.....	32
VII.	RECOMENDACIONES	33
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	34
ANEXOS		36

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento.	13
Cuadro 2. Promedios para las variables número de ramas, numero de capsulas, diámetro de tallo (cm), peso de 100 capsulas (g), según los tratamientos utilizados.	16
Cuadro 3. Promedios para las variables altura de planta (cm), peso de 100 capsulas con grano (g) y rendimiento (kg/ha) según los tratamientos utilizados.	22
Cuadro 4. Costo de fertilizante en cada uno de los tratamientos y su utilidad.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Comportamiento en la variable número de ramas con relación nivel de P aplicado.	18
Figura 2 Comportamiento en la variable número de ramas con relación a la interacción P y K.	19
Figura 3 Comportamiento de la variable diámetro de tallo (Cm) en relación al nivel de P aplicado.	20
Figura 4. Comportamiento en la variable diámetro de tallo (cm) en relación al nivel de K aplicado.	21
Figura 5 Comportamiento de la variable altura de planta (cm) en relación al nivel de P aplicado.	23
Figura 6. Comportamiento de la variable altura de planta (cm) en relación al nivel de K aplicado	24
Figura 7. Comportamiento en la variable número de ramas en relación con la interacción de los niveles de P y K.	25
Figura 8. Comportamiento de la variable peso de 100 capsulas con grano (g) en relación al nivel de P aplicado.	26
Figura 9 Comportamiento de la variable peso de 100 capsulas con grano (g) en relación al nivel de K aplicado.	27
Figura 10. Comportamiento en la variable peso de 100 capsulas en relación con la interacción de los niveles de P y K.	28
Figura 11. Comportamiento de la variable peso de rendimiento (Kg/ha) en relación al nivel de P aplicado	29
Figura 12. Comportamiento de la variable peso de rendimiento (Kg/ha) en relación al nivel de K aplicado.	30
Figura 13 Comportamiento de los diferentes tratamientos en relación a su utilidad.	31

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable número de ramas por planta.....	37
Anexo 2. Análisis de varianza para la variable número de capsulas por planta.....	37
Anexo 3 Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm).	37
Anexo 4 Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm).....	38
Anexo 5. Análisis de varianza para la variable peso de 100 capsulas (g).	38
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable peso de 100 capsulas con grano (g).	38
Anexo 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha.	39
Anexo 8. Croquis de campo.	40
Anexo 9. Imagenes del experimento.	41

RESUMEN

Se realizó un experimento en el departamento de producción vegetal, en la sección de cultivos industriales de la Universidad Nacional de Agricultura ubicada en la ciudad de Catacamas Olancho, para determinar el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum*) aplicando diferentes niveles de P y K, se utilizó un diseño en parcelas divididas con tres repeticiones, la parcela grade estaba formada por tres niveles de P (0 kg, 50 kg y 100kg) y la sub-parcela por tres niveles de K (0 kg, 50 kg y 100 kg). Las variables evaluadas fueron: días a floración, días a cosecha, numero de ramas por planta, numero de capsulas por planta, altura de planta, diámetro de tallo, peso de 100 vainas, peso de 100 capsulas con grano, rendimiento kg/ha. La variable días a floración, días a cosecha, numero de capsulas por planta y peso de 100 vainas no presentaron diferencia estadística significativa. El promedio de mayor numero de ramas por planta se obtuvo con la aplicación de 100 kg de P con 5.03 ramas y menos ramas sin aplicación de P (0 kg) obteniendo un promedio de 3.8 ramas, en la variable diámetro de tallo se muestra una diferencia significativa aplicando 100 Kg de P obteniendo un diámetro de 1.36 cm y 0 kg se obtuvo un diámetro de 1.28 cm, para la variable altura de planta se obtuvo un aumento de crecimiento significativo de 205 cm aplicando 100 Kg de P en comparación a la deficiencia de P en el nivel de 0 Kg de P que presenta un crecimiento de 177 cm, aplicando 100 kg de P se obtuvo un peso de capsulas de 48g es significativo en comparación al nivel de 0 kg de P que presenta un peso de 44g una de las variables que más reflejan la aplicación de P en la planta de ajonjolí es el rendimiento que mostro efectos positivos con la aplicación de 100 Kg de P mostrando 553 kg de grano, el rendimiento es proporcional a la aplicación de P, mostrando un rendimiento bajo de 343 kg grano al no realizar aplicaciones de P.

I. INTRODUCCIÓN

En Honduras el cultivo de ajonjolí ha tenido poca importancia y extensión, se produce en cantidades pequeñas aproximadamente 450 mz, con intención de incrementar en los siguientes años, es un pequeño rubro con mucho mercado a nivel internacional y con un gran potencial de generar divisas y aumentar empleos, el cultivo se explota en la zona sur del país especialmente en la zona de Choluteca y Valle, se cuenta con una empresa en San Pedro Sula Agronorte que es la única que procesa y comercializa la semilla al extranjero, especialmente al mercado de Japón.

Los estudios realizados en Honduras sobre P y K para determinar el rendimiento del cultivo de ajonjolí son escasos se podría decir que nulos, se ha demostrado que el rendimiento del ajonjolí está vinculado a la disponibilidad de agua y de P en el suelo y que posee altas demandas de ambos, debido a esto el experimento a realizar tiene una gran importancia para la investigación en nuestro país, debido a que el ajonjolí constituye una alternativa de producción para zonas de producción en el sur del país.

Se evaluó el comportamiento agronómico del cultivo de ajonjolí con respecto a diferentes niveles de P y K para determinar cuál de los tratamientos a utilizar presenta respuestas favorables para tomar decisiones en el momento de realizar las fertilizaciones y mejorar el cultivo y su utilidad ya que se podría reducir los gastos contando con datos experimentales que comprueben cual tratamiento es más rentable.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres niveles de P y tres de K en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamun indicum*) en la Universidad Nacional de Agricultura.

2.2 Objetivos específicos

Medir el efecto de los diferentes niveles de fertilización con P y K y su respuesta al crecimiento y desarrollo en la planta de ajonjolí.

Determinar el nivel de P y K adecuado para obtener mayor rendimiento en el cultivo de ajonjolí.

Determinar los costos de producción utilizando un nivel adecuado de fertilización que nos proporcione mayor rentabilidad.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades del cultivo.

3.1.1 Características de la planta de ajonjolí

El ajonjolí (*Sesamun indicum*) es una planta de cultivo anual, cuyo ciclo vegetativo puede variar entre 80 y 130 días dependiendo de la variedad, condiciones ecológicas y edáficas. La altura de la planta se encuentra entre 0.75 y 3 metros. El fruto es una cápsula de 2 a 5 cm de largo con 15 a 25 semillas las cuales son aplanadas, pequeñas, blancas, grises o negras en su exterior dependiendo de la variedad cultivada. La semilla de ajonjolí es clasificada como semilla oleaginosa, su contenido de aceite varía entre el 40 y el 50 por ciento. El mayor uso del ajonjolí a nivel internacional se dirige a la producción de aceite; sin embargo, también existe una demanda de semilla que es utilizada en la industria alimenticia (CEI 2013).

3.1.2 Cultivo de ajonjolí en Honduras

Honduras se encuentra dentro de los países productores de ajonjolí a nivel mundial con un 0.3% de la producción mundial siendo el segundo lugar a nivel de Centro América, en primer lugar se destaca Guatemala con una producción del 3.1% y en tercer lugar se encuentra Nicaragua con 0.2 %, principalmente son abastecedores del mercado de Norteamérica y en pequeña escala a Europa (Nicaraocop 2013).

Honduras cuenta con un área estimada en 429 mz cultivadas de ajonjolí y se espera incrementar en 1000 mz con la entrada del comité del Valle de Nacaome. El costo de producción para una manzana es de 9,000 mínimo y un máximo de 12,000 lempiras, el precio mínimo por quintal es de 800 y un máximo de 1600 lempiras, con un rendimiento promedio de 12 quintales por mz. Además Honduras cuenta con una planta de procesamiento en Agronorte ubicada en San Pedro Sula con una instalación de 3040 m² donde procesan ajonjolí, café y pimienta, exportando principalmente a Japón en presentaciones de 25 kg y 68 kg en sacos de propileo (SAG 2011).

3.2 Importancia del cultivo.

3.2.1 Usos del ajonjolí

La semilla era utilizada por los indios y chinos como aceite de sésamo para embellecer la piel y como consumo en sustitución del aceite de oliva. Actualmente su uso se ha expandido por todo el mundo y se cultiva preferentemente en climas cálidos como India, China, Ecuador, Centroamérica y México. Sin embargo, las semillas de mayor calidad son procedentes de Centroamérica, principalmente de Guatemala (Nicaraocop 2013).

De acuerdo a las variedades de ajonjolí, se pueden dividir por su color y su precocidad, las más comunes son de color blanco y negro. Las primeras se caracterizan por su buen desarrollo y por ser exigente en nutrientes, por tanto reciben mejor precio y se usan para la elaboración de pan y reposterías. La segunda variedad corresponde a las semillas mezcladas entre amarillo a marrón oscuro, la planta es más pequeña con menores rendimientos, y se desarrolla en suelos pobres en nutrientes, es menos exigente que la blanca y se usa para la producción de aceites y harinas (Augstburger F. 2000).

3.2.2 Propiedades nutricionales y beneficios del ajonjolí

Aporta un 52% de lípidos, abundante cantidad de ácidos grasos insaturados omegas 6 y 9; lecitina, posee un 20% de proteínas de alto valor biológico, donde abunda la metionina un aminoácido esencial, aporta gran cantidad de vitaminas del grupo B, tiamina y riboflavina, vitamina E, ácido fólico, biotina, y colina, es rico en calcio, fósforo, silicio, zinc, cobre y boro, el organismo puede asimilar con mayor facilidad este nutriente, aporta importantes cantidades de potasio, hierro, selenio, yodo, es un alimento que aporta fibra de muy buena calidad, insoluble y mucílagos, que previenen el estreñimiento y protegen la flora intestinal (Friedmann A.2009)

Es antioxidante, aconsejable durante el embarazo y la menopausia por su gran aporte en calcio, colabora con la mejoría de la rigidez articular se recomienda en periodos de debilidad o anemia por su contenido en hierro previene la infertilidad masculina por su aporte en zinc, en la medicina china es utilizado para lubricar el corazón, el hígado, los riñones, el páncreas y los pulmones, las semillas de ajonjolí están muy equilibradas a nivel de sodio y potasio, con lo cual nos ayudan a tener un buen equilibrio hídrico, cada 100 gramos de semilla posee Calorías 598, proteínas 20 gr, grasas saludables (insaturadas) 58 gr, calcio 670 mg, hierro 10 mg (Friedman A.2009).

3.3 Aspectos nutricionales del cultivo.

3.3.1 Importancia del P en el ajonjolí

El efecto de la aplicación del P en las plantas de ajonjolí demuestran un aumento significativo en la altura, estos resultados se deben a que el P forma compuestos que favorecen al desarrollo metabólico, la división celular, también aumenta la longitud de la

zona de fructificación así como el número de capsulas, el número de ramas el aumento en la floración una deficiencia de P disminuye el número flores y capsulas (Hafiz *et al.*2012)

Aumenta la riqueza en almidón, azúcares y dando frutos y semillas de mejor calidad y mayor peso, en beneficio de la alimentación humana. En el momento del llenado del fruto la planta requiere mayor cantidad de P debido a que es poco movilizado en el suelo su aplicación debe ser antes a la floración (Pavón P.2000).

3.3.2 Síntomas de deficiencia de P en las plantas

La deficiencia de P suele comenzar en las hojas inferiores, al igual que el nitrógeno, hojas con un verde oscuro apagado que adquieren luego un color rojizo o púrpura característicos y llegan a secarse, además, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas hay menor desarrollo radicular, menor floración y menor llenado de los frutos, no parece causar daños el exceso de este elemento (Pavón P.2000).

Según (Mazzani B. 1999).el factor limitante para rendimientos altos de ajonjolí es la disponibilidad de P. Deficiencias en P 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 (Pavón P.2000).

3.3.3 Importancia del K en el cultivo de ajonjolí

El K juega un papel importante en el metabolismo de la planta, como ser la osmoregulación, mejora los procesos metabólicos como la fotosíntesis, síntesis de proteínas y de diversas enzimas, no se encuentra formando compuestos orgánicos, proporciona un crecimiento significativo en las plantas, incrementa el número de capsulas por planta, aumenta peso de mil semillas. El efecto beneficioso de K sobre los caracteres mencionados

son atribuidos a su importante desempeño en el metabolismo y una mayor traslocación de compuestos orgánicos de las hojas a las capsulas y semillas (Hafiz *et al.*2012).

3.3.4 Síntomas de deficiencia de K en las plantas

La planta generalmente empieza a manifestar una clorosis típicamente moteada de las hojas maduras que luego se distribuye a las jóvenes, se producen áreas necróticas o quemadas en las orillas y en las puntas de las hojas, las que gradualmente se enrollan de una manera característica y puede producirse un extenso ennegrecimiento en las hojas, el crecimiento se retrasa por lo que las plantas serán pequeñas, otras consecuencias son el debilitamiento del tallo y la baja resistencia a patógenos (Pavón P.2000).

3.3.5 Extracción de N P y K en el cultivo de ajonjolí.

Un estimado de producción de 1000 kg de grano de ajonjolí supone una producción de 5000 kg de biomasa por hectárea esto demuestra que la extracción de nutrientes es alto, en una siembra de la variedad aceitera, cuyo rendimiento estimado de semilla fue de 2.200 kg por hectárea, se determinó la extracción de nutrientes, se obtuvieron los resultados siguientes: N 119.8 kg con; 34.98 kg en las hojas, 10.24 kg en tallos, 2.84kg en raíces y 71.74 en capsulas. P 31.8 kg con; 12.30 en las hojas, 7.94 kg en tallos, 0.9kg en raíces y 10.53 kg en capsulas. K 136.4 kg con; 16.74 kg en las hojas, 42.98 kg en tallos, 4.33 kg en raíces y 72.42 kg en capsulas (Mazzani B. 1999).

IV. METODOLOGÍA

4.1 Descripción del sitio donde se realizó el experimento

El experimento se realizó en la sección de cultivos industriales, departamento de producción vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura, ubicada a seis kilómetros al sureste de la ciudad de Catacamas en el departamento de Olancho, presenta una temperatura promedio de 25 °C y una precipitación anual de 1,311mm, con una altura de 351 msnm.

4.2 Materiales y equipo

Materiales: Cuerda, libreta de campo, pie de rey, azadón, machete, cinta métrica, estadia, fertilizante KCL, 18-46-0 y urea semilla de ajonjolí, estacas.

Equipo: Tractor y arado, bomba de mochila, balanza y computadora.

4.3 Preparación de suelo

La preparación de terreno consistió en un pase de arado (25cm) y dos pases de rastra luego se procedieron a marcar las parcelas.

4.4 Siembra

Se realizó manualmente a chorro continuo, utilizando semilla de ajonjolí previamente seleccionada, a una distancia de 0.70 m entre surco, posterior se realizó el raleo después de 14 días eliminando las plantas con menor desarrollo dejando una separación de 5 cm entre planta obteniendo una densidad de 285,714 plantas/ha.

4.5 Fertilización

En este experimento se utilizó una sola dosis de nitrógeno que será homogénea para cada tratamiento que correspondió a 50 kg N/ ha, las fertilizaciones se realizó en forma manual en bandas.

La fertilización de P se realizó 20 días después de siembra, cada aplicación fue conforme a los tratamientos establecidos que corresponde a 0kg, 50kg y 100kg en la parcela grande. La aplicación de K corresponde a la sub-parcela se aplicó como corresponde a cada tratamiento, 100 % a los 20 días después de la siembra.

4.6 Control de malezas

El control de malezas se realizó utilizando glifosato después de la siembra debido a que la semilla es muy pequeña y tiene un desarrollo lento en sus primeros 25 días, y 38 días después se realizó un control debido a que posteriormente no necesito ya que la planta inhibió el crecimiento de malezas.

4.7 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se realizaron aplicaciones de Karate Zeon un insecticida piretroide, 10 días después de la siembra debido a la presencia de gusano cortador (*Agrotis sp*), gusano peludo (*Estigmene acrea*) y aplicaciones periódicas antes de la floración, cada ocho días para control de hormiga cortadora (*Atta sp*) también en la etapa de floración se realizaron aplicaciones de *Previene* un insecticida para el control de pulgón (*Aphis sp*).

Debido a precipitaciones y humedad relativa alta presento condiciones favorables para el desarrollo de mancha de la hoja (*Alternaria sesami*), para su control se realizaron aplicaciones periódicas de Dithane.

4.8 Cosecha

La recolección de los frutos se realizó cuando el 80-90% mostraron un color amarillo marrón en las hojas y las capsulas presentaron apertura.

Una vez dadas las características se procedió a cortar la planta en la base del tallo antes que presentaran una mayor apertura de capsulas para evitar pérdidas de grano por el golpe al momento de cortar. Las plantas cortadas se colocaron en grupos de forma vertical para evitar la caída de grano y facilitar el secado y apertura de las capsulas.

4.9 Cuidados posteriores a la recolección.

Debido a las condiciones de cosecha los granos presentaran gran cantidad de agua en su parte carnosa, una vez finalizada la recolección el grano debe almacenarse con una humedad de 9 %.

4.10 Modelo estadístico

El diseño experimental utilizado fue parcelas divididas arreglado con bloques completamente al azar donde la parcela grande fue para el P y la sub-parcela fue para el K.

$$y_{ijk} = \mu + ai + R_K + ar_{ik} + b_j + ab_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = El valor observado en el i-esimo nivel del factor A (Parcela grande) en combinación con el j-esimo nivel del factor B, en el k-esimo bloque. .

μ = Promedio general común de todas las observaciones

ai = Efecto del i-esimo nivel del factor A

R_K = Es el efecto del k-esimo bloque

ar_{ik} = Es el efecto de la interacción del i-esimo factor A con el k-esimo bloque representando el error(a) asea en nivel de parcela.

b_j = Es el efecto del j-esimo nivel del factor (B) ubicado en la sub-parcela.

ab_{ij} = Es el efecto de la interacción del i-esimo nivel del factor A con el j-esimo nivel del factor B.

e_{ijk} = Es el error aleatorio asociado a la observación y_{ijk} tal que $e_{ijk} \sim N(0;0^2)$

La unidad experimental estaba constituida por 6 surcos de la parcela grande con un área de 54.24 m² y la sub-parcela con 18 m² a una distancia de 0.05m entre planta.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento.

Niveles de P kg/ha	Niveles de K kg/ha
0 Kg	0 kg
50 kg	50 kg
100 kg	100 kg

4.11 Variables evaluadas.

Las variables evaluadas en los tratamientos de fertilización utilizados entre estas variables son: días a floración, días a cosecha, numero de ramas, numero de capsulas, altura de planta, peso de 100 capsulas, peso de 100 capsulas con semilla, diámetro de tallo, rendimiento de semilla.

4.11.1 Días a floración

Para obtener el dato de días a floración se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta la floración tomando una medida de dos metros lineales de un surco y contando la cantidad de plantas en floración si este dato supera el 50% corresponde a un dato más exacto.

4.11.2 Días a cosecha.

Se contaran los días desde la siembra hasta cuando la planta presento caída de sus hojas basales y la capsula que contiene las semillas haya presentado dehiscencia.

4.11.3 Altura de planta

Se utilizaron 10 plantas completamente al azar del área útil y se midieron respectivamente en centímetro (cm) desde el comienzo del tallo hasta el meristemo apical de la planta, para medir se utilizó una estadia para facilitar la toma de medidas.

4.11.4 Diámetro del tallo

La medición del diámetro se realizó tomando 10 plantas por tratamiento midiendo en centímetros (cm), tomando como referencia 10 cm desde el comienzo de la zona radicular y se procedió a medir utilizando como instrumento de medición un pie de rey.

4.11.5 Numero de ramas por planta

Este dato se obtuvo seleccionando 10 plantas al azar de cada tratamiento y luego se contó el número de ramas presentes en cada planta.

4.11.6 Numero de capsulas por planta

Para determinar el número de capsulas por planta se seleccionaran 10 plantas al azar, se procederá a contar cuantas capsulas posee cada planta.

4.11.7 Peso de 100 capsulas

El peso de 100 capsulas se obtuvo tomando 10 capsulas una vez haya sido extraído el grano se procedió a pesar.

4.11.8 Peso de 100 capsulas con grano

El peso de 100 capsulas se obtuvo tomando 10 capsulas fisiológicamente maduras sin apertura para secar con cuidado y de manera que no se pierda el grano para esto se necesitaron 10 plantas seleccionadas al azar por cada tratamiento, una vez secas se pesaron.

4.11.9 Rendimiento

Para determinar este dato se tomaron todas las capsulas cosechadas del área útil. Primero se extrajo la semilla de las capsulas previamente secas en campo, luego se pesaran las semillas cosechadas para determinar el rendimiento se utilizara la siguiente formula.

$$R = \left(\frac{\text{peso del campo } kg \times 10,000m^2}{\text{Área útil } m^2} \right)$$

Peso de campo = Peso total de semilla

Área útil = Área de la parcela cosechada

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los datos obtenidos con respecto a las variables días a floración y días a cosecha los resultados mostraron una igualdad estadística ($P \geq 0.05$) a los 60 días y la cosecha de igual manera 100 días después de siembra mostro las características específicas observando su madurez fisiológica y determinar así su cosecha, a diferencia de lo que demuestra (Rubén.2012) que obtuvo una floración de igual manera homogénea pero en 38 días después de siembra.

Cuadro 2. Promedios para las variables número de ramas, numero de capsulas, diámetro de tallo (cm), peso de 100 capsulas (g), según los tratamientos utilizados.

Kg de P	kg de K	Num de ramas	Num de capsulas	Diámetro de tallo (cm)	Peso 100 capsulas (g)
0	0	2.93	56.26	1.19	24.62
	50	4.36	68.03	1.28	23.9
	100	5.35	82.6	1.4	25.5
50	0	4.36	81.16	1.39	27.67
	50	5.06	66.133	1.35	24.89
	100	4.06	67.11	1.36	26.43
100	0	5.2	82.96	1.42	24.81
	50	4.93	83.66	1.51	24.33
	100	4.96	90.8	1.48	23.26
Media general		4.58	75.41	1.38	25.04
Significancia para P		*	n.s	**	n.s
Significancia para K		n.s	n.s	n.s	n.s
Significancia para P*K		*	n.s	n.s	n.s
R2		0.426	0.257	0.582	0.085
C.V		14%	21%	6%	10%

R2= Coeficiente de determinación

C.V= Coeficiente de variación

* = Significativo ($P \leq 0.05$)

**= Altamente significativo ($P \leq 0.01$)

n.s= No significativo ($P \geq 0.05$)

Estos cambios no son influenciados por la aplicación de fertilizante o la densidad de plantas, podemos decir que los resultados son genéticos, las diferencias encontradas en cada uno de los experimentos tiene que ver con las condiciones climáticas ya que fueron realizadas en años diferentes.

5.1 Numero de ramas

El efecto de la aplicación de 100 kg de P muestra una diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) con respecto a la cantidad de numero de ramas por planta. En la figura 1 se muestran las diferencias de cada uno de los niveles mostrando un mayor número de ramas al aplicar 100 kg de P y un número menor de ramas sin la aplicación de fertilizante la tendencia aumenta el número de ramas al aumentar los Kg de P estos resultados podrían atribuirse al estímulo que causa la presencia de P en los meristemos apicales, en cambio no satisfaciendo las necesidades nutricionales del cultivo de ajonjolí los resultados esperados son insatisfactorios dando como resultado una disminución de numero de ramas, la deficiencia de P disminuye el número de ramas por planta, sabemos que el suelo cuenta con P pero en algunos casos no está disponible para las plantas ya que forma compuestos inorgánicos o insolubles en agua y la aplicación de fertilizantes a base de P aumentan el porcentaje en la solución del suelo siendo más disponible para la planta.

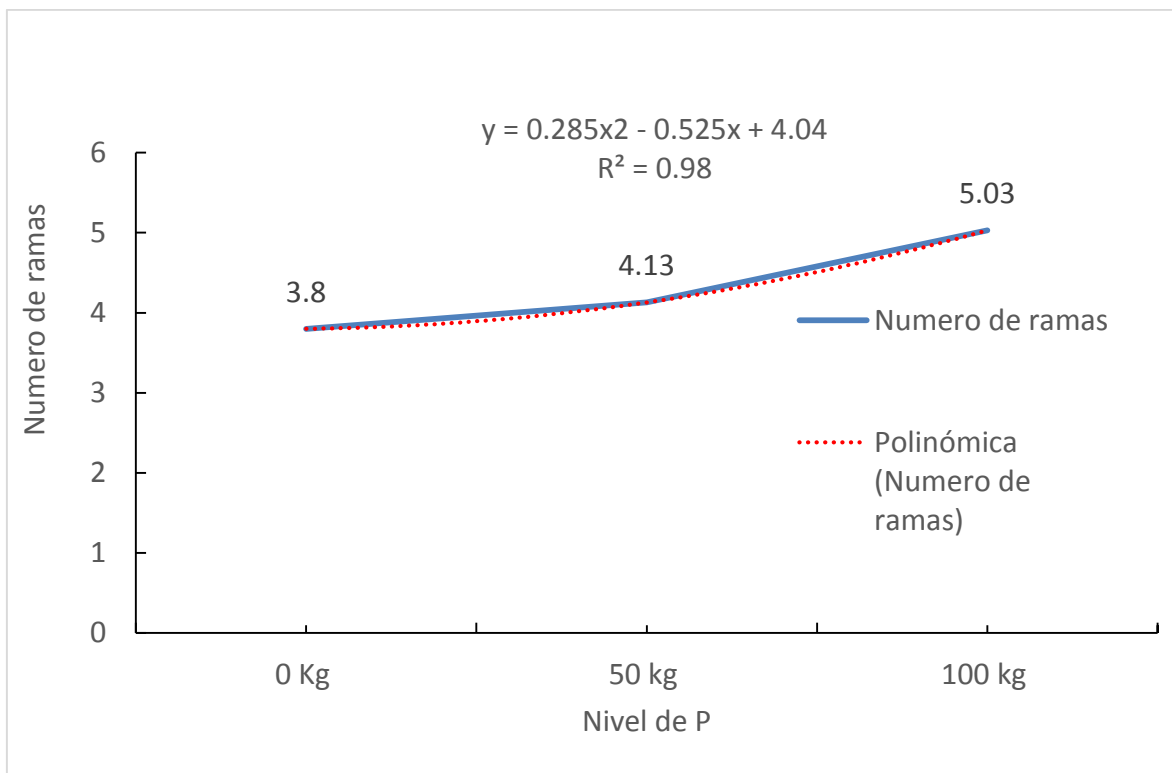


Figura 1 Comportamiento en la variable número de ramas con relación nivel de P aplicado.

Al analizar los resultados de cada una de las aplicaciones se obtuvo significancia ($P \leq 0.05$) en las interacciones de cada uno de los diferentes niveles como lo muestra la figura 2 con respecto a la variable número de ramas por planta obteniendo un mejor resultado con 5 ramas sin aportación de P (0 kg) y 100 kg de K con una tendencia decreciente, disminuyendo el número de ramas a mayor aplicación de K, en cambio la deficiencia de K y el aumento de P muestra una tendencia creciente con 3 ramas sin aplicación de P y K y un aumento de ramas a mayor aplicación de P resultando 5 ramas con 0 Kg de K Y 100 de P mostrando una tendencia creciente.

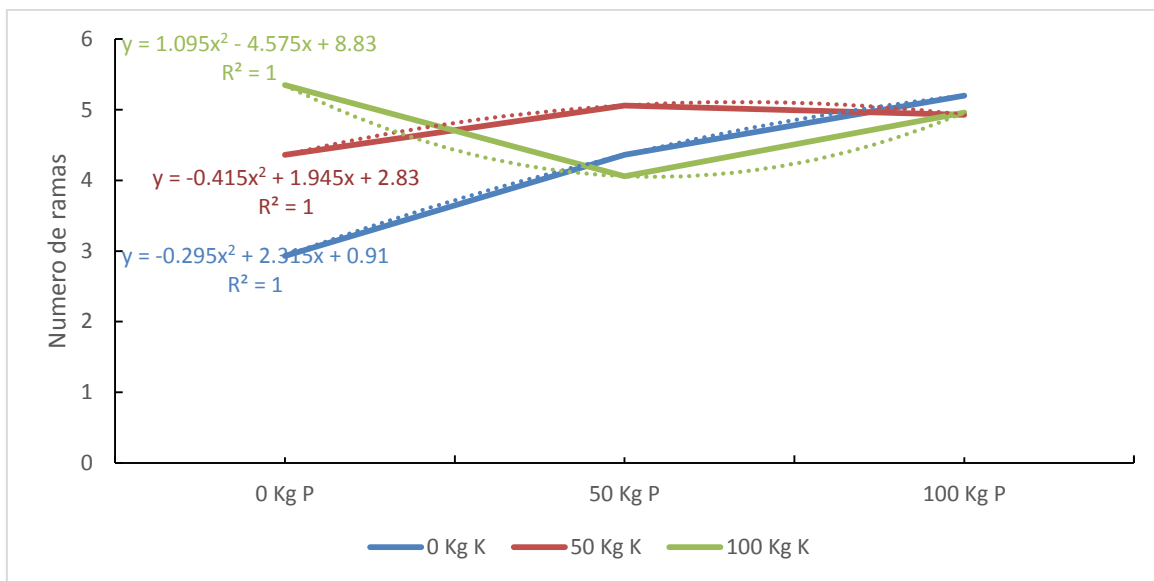


Figura 2 Comportamiento en la variable número de ramas con relación a la interacción P y K.

5.2 Diámetro de tallo

Los resultados obtenidos para la variable diámetro de tallo muestran una defenecía estadística significativa ($P \leq 0.05$) con la aplicación de varios niveles de P en las plantas de ajonjolí, como lo muestra la figura, obteniendo un diámetro de 1.46 cm al aplicar 100 Kg de P y disminuye a medida que disminuye la aplicación de P mostrando así un diámetro de 1.36 cm con aplicación de 50 kg de P y la tendencia se mantiene igual si disminuye los Kg de P observando diferencias entre cada uno de los niveles utilizados, estas diferencias en cada uno de los tratamientos indican que la aplicación de P tiene influencia en la variable diámetro de tallo y que están relacionadas directamente con la cantidad de P aplicado al suelo estos resultados son favorables siendo relativos al crecimiento de la planta debido a que a mayor P también aumenta la altura de la planta y el aumento de tallo proporciona mayor resistencia a daños mecánicos causados por el viento, estos resultados se pueden atribuir al papel fisiológico que realiza el P en la planta.

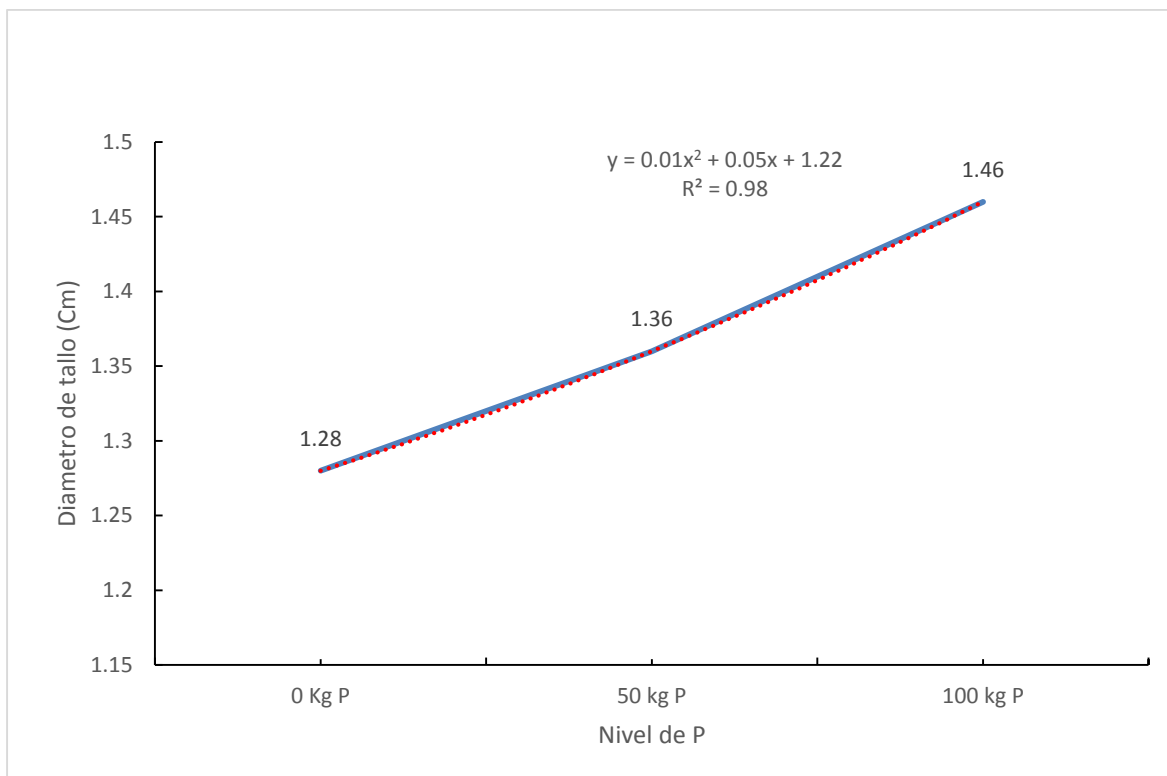


Figura 3 Comportamiento de la variable diámetro de tallo (Cm) en relación al nivel de P aplicado.

La aplicación de K con diferentes niveles no mostro efectos significativos ($P \geq 0.05$) para la variable diámetro de tallo, como lo muestra el cuadro 2. Esto demuestra que el suelo donde se realizó el experimento cumple con las demandas de K demostrando diámetros de tallos similares.

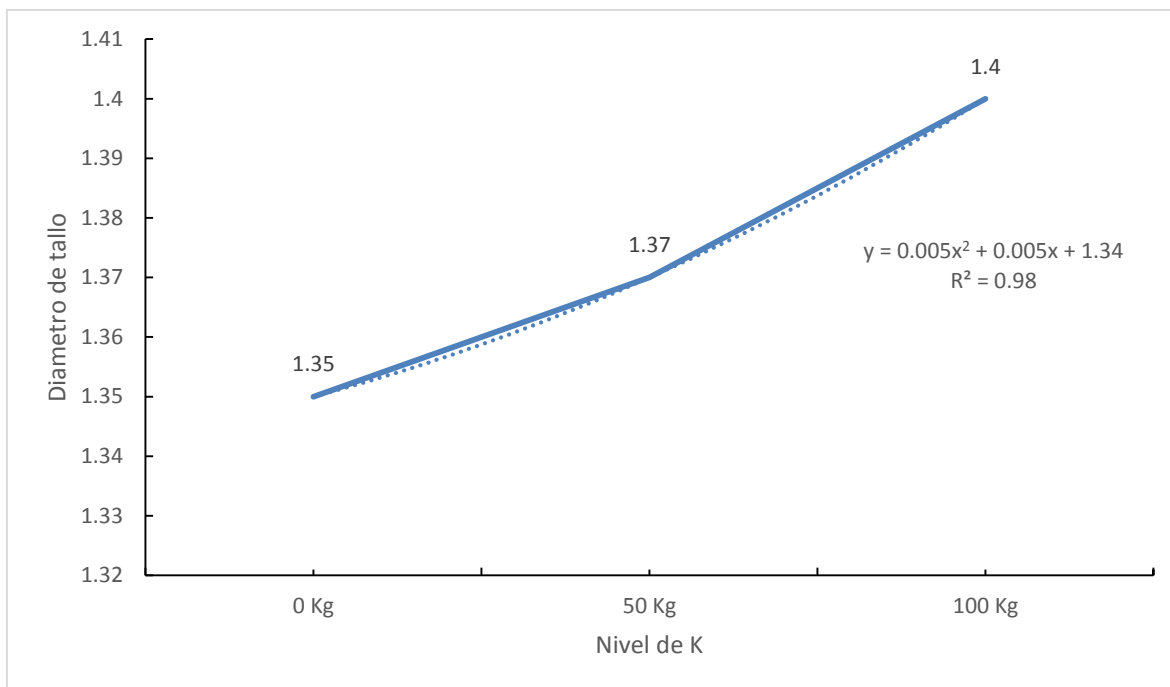


Figura 4. Comportamiento en la variable diámetro de tallo (cm) en relación al nivel de K aplicado.

Según los datos obtenidos se muestran los promedios en el cuadro 3 para la variable altura de planta resultando una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) obteniendo un mayor crecimiento de 205 cm con la aplicación de 100 kg de P y un menor crecimiento sin aplicación de P (0kg), también una interacción significativa ($P \leq 0.05$) entre los niveles de P y K. En la variable peso de 100 capsulas con grano se observan los promedios mostrando una diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.01$) en la parcela grande, en la parcela pequeña y la interacción de cada factor obteniendo los mejores resultados con la aplicación de 100 kg de P y una interacción con 50 kg de P y 50 kg de K y un menor peso de capsulas sin aplicación de fertilizantes. Analizando los promedios de la variable de rendimiento mostrados en el cuadro 3 se determina una diferencia estadística significativa ($P \leq 0.05$) obteniendo un mayor rendimiento realizando aplicaciones de fertilizante con 100 kg de P y 100 kg de K y un menor rendimiento de 254 kg sin aplicación de P y K.

Cuadro 3. Promedios para las variables altura de planta (cm), peso de 100 capsulas con grano (g) y rendimiento (kg/ha) según los tratamientos utilizados.

kg de P	kg de K	Altura de plantas (cm)	Peso de 100 capsulas con grano (g)	Rendimiento Kg/ha
0	0	174.66	38.73	254.9
	50	178	47.09	350.37
	100	181.5	48.47	393.15
50	0	196.3	48.55	447.17
	50	192	49.64	496.93
	100	188.8	47.24	440.06
100	0	201.3	47.5	522.8
	50	208	47.59	542.6
	100	207	49.92	595.09
Media general		191.95	47.19	449.23
Significancia para P		**	**	*
Significancia para K		n.s	**	n.s
Significancia P*K		*	**	n.s
R2		0.96	0.665	0.483
C.V		2%	4%	18%

R2= Coeficiente de determinación

C.V= Coeficiente de variación

* = Significativo ($P \leq 0.05$)

**= Altamente significativo ($P \leq 0.01$)

n.s= No significativo ($P \geq 0.05$)

5.3 Altura de plantas

Al aplicar diferentes niveles de P se obtuvo un efecto altamente significativo ($P \leq 0.01$) resultando un crecimiento de 205 cm con la aplicación de 100 Kg de P y una gran diferencia sin aplicar P (0kg) mostrando un menor crecimiento con una diferencia de 27.8 cm menos, resultados similares fueron detectados por (I. Hafiz 2012) aplicando 95 Kg de P_2O_5 . El crecimiento es directamente proporcional a la aplicación de P como lo muestra la figura ya que a mayor aplicación

de P se obtiene un mayor crecimiento en las plantas de ajonjolí, estos resultados se pueden atribuir al papel fisiológico que

realiza el fosforo en la planta ya que interfiere en el crecimiento y desarrollo formando parte de muchos compuestos orgánicos como ser moléculas de carácter energético como puede ser el ATP o el NADPH, realizando una función clave en la fotosíntesis, la respiración celular y todo el metabolismo energético, también actúa la regulación de la síntesis y transporte de hidratos de carbono que se van a depositar en las zonas de crecimiento, induciendo también a un mayor desarrollo de las raíces facilitando la absorción de otros minerales y agua necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

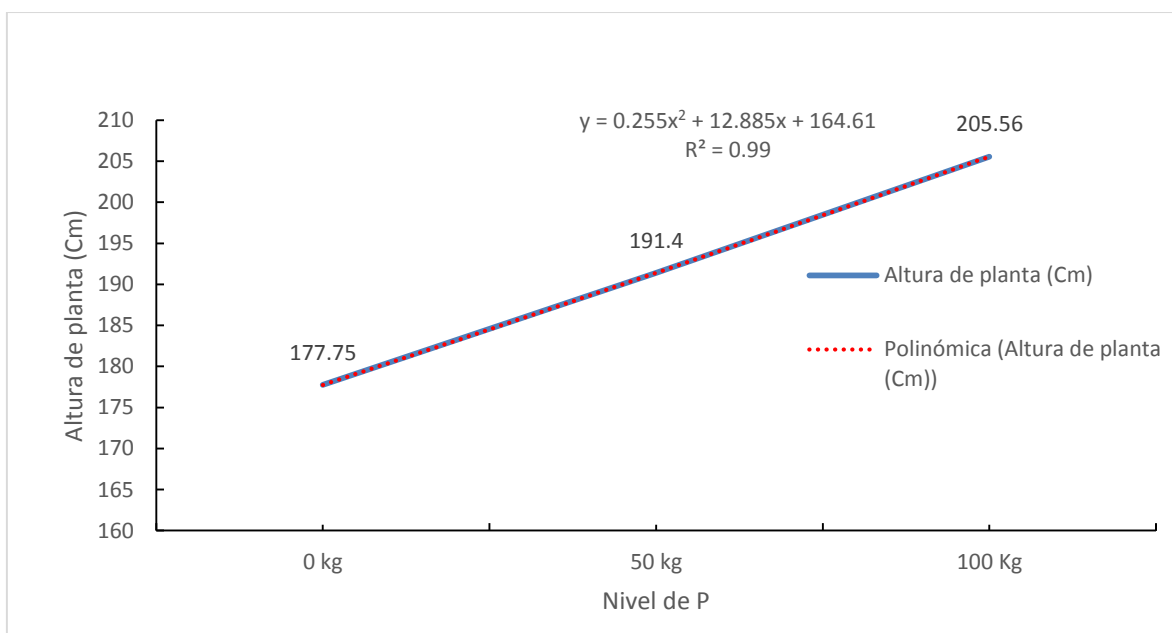


Figura 5 Comportamiento de la variable altura de planta (cm) en relación al nivel de P aplicado.

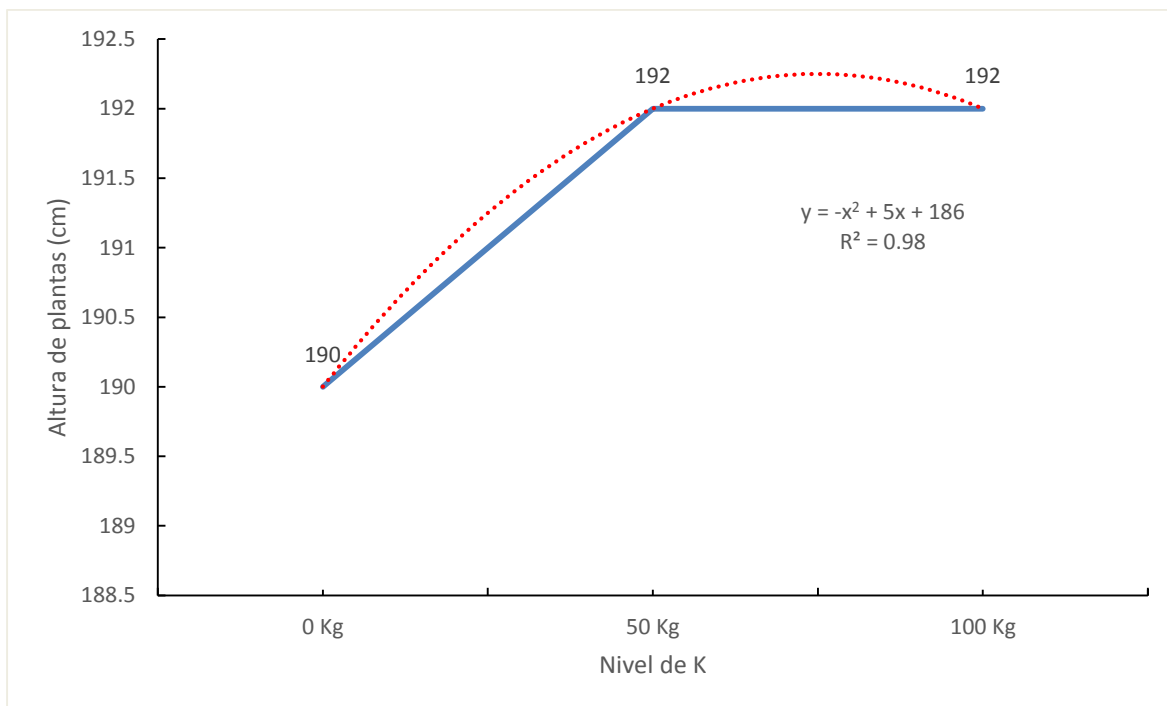


Figura 6. Comportamiento de la variable altura de planta (cm) en relación al nivel de K aplicado

La aplicación con diferentes niveles de K no muestra diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$) como lo muestra cuadro 2 estos resultados muestran que la aplicación de K en la fertilización de ajonjolí es insignificante para la variable altura de plantas, estos resultados se pueden atribuir a que el suelo donde se realizó el experimento posee características de un suelo tipo vertisol y está formado por arcillas tipo 2:1 que se caracterizan por poseer cantidades altas de K, (Martínez 2003), las cuales satisfacen las necesidades del cultivo.

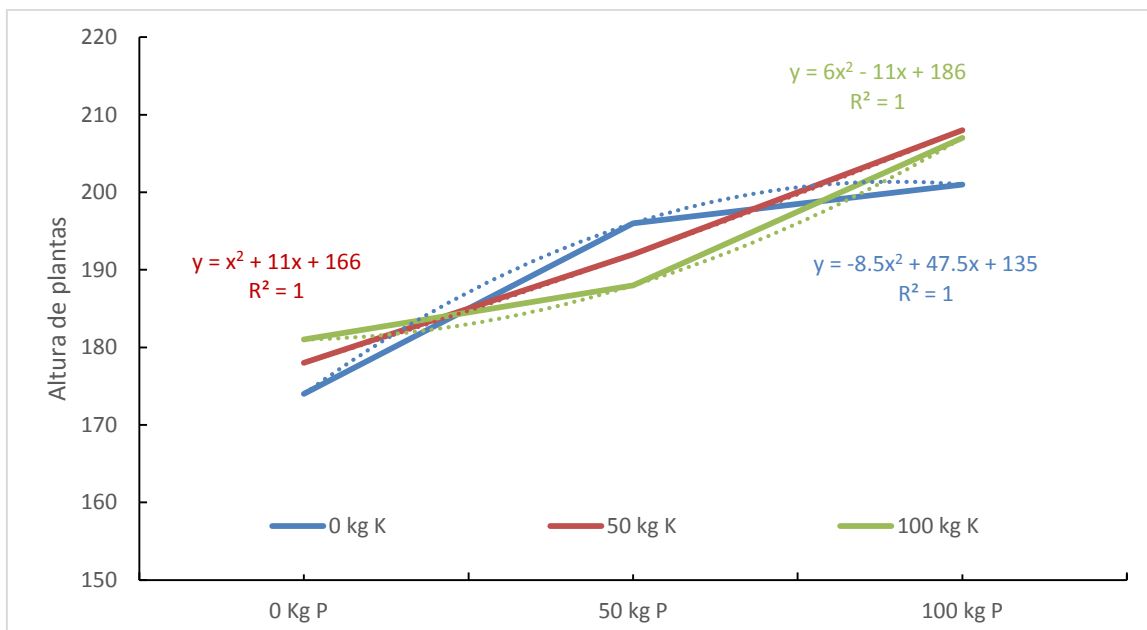


Figura 7. Comportamiento en la variable número de ramas en relación con la interacción de los niveles de P y K.

Se muestra una interacción significativa ($P \leq 0.05$) entre P Y K para la variable altura de plantas mostrando una mayor altura aplicando 100 kg de P Y 50 Kg de K con un crecimiento de 208 cm mostrando en la figura un efecto positivo y una tendencia a aumentar el crecimiento a medida que se aumente el nivel de cada tratamiento. El promedio de crecimiento aproximado 192cm se encuentra en la aplicación de 50 kg de P Y 50 Kg de K y la figura muestra una tendencia más uniforme.

5.4 Peso de 100 capsulas con grano

La variable de peso de 100 capsulas con grano muestra un aumento altamente significativo ($P \leq 0.01$) como muestra el cuadro 3 aplicando 100 kg de P obteniendo un peso de capsulas de 48.46g muy similar con la aplicación de 50 kg de P y muy diferente sin aplicación de P (0 kg) resultando un peso respectivo de 44.3 g y posee una tendencia de mantener un mismo peso en 50 y 100 Kg como lo muestra la figura. Los resultados obtenidos se atribuyen al aumento de compuestos orgánicos formados en las hojas y una translocación eficiente hacia el fruto estimulado por la presencia de P en la planta debido a una mayor

disponibilidad en la solución del suelo mediante las distintas aplicaciones, esta disponibilidad de P favorece la formación y llenado del grano obteniendo resultados positivos en la aplicación de 50 y 100 Kg de P.

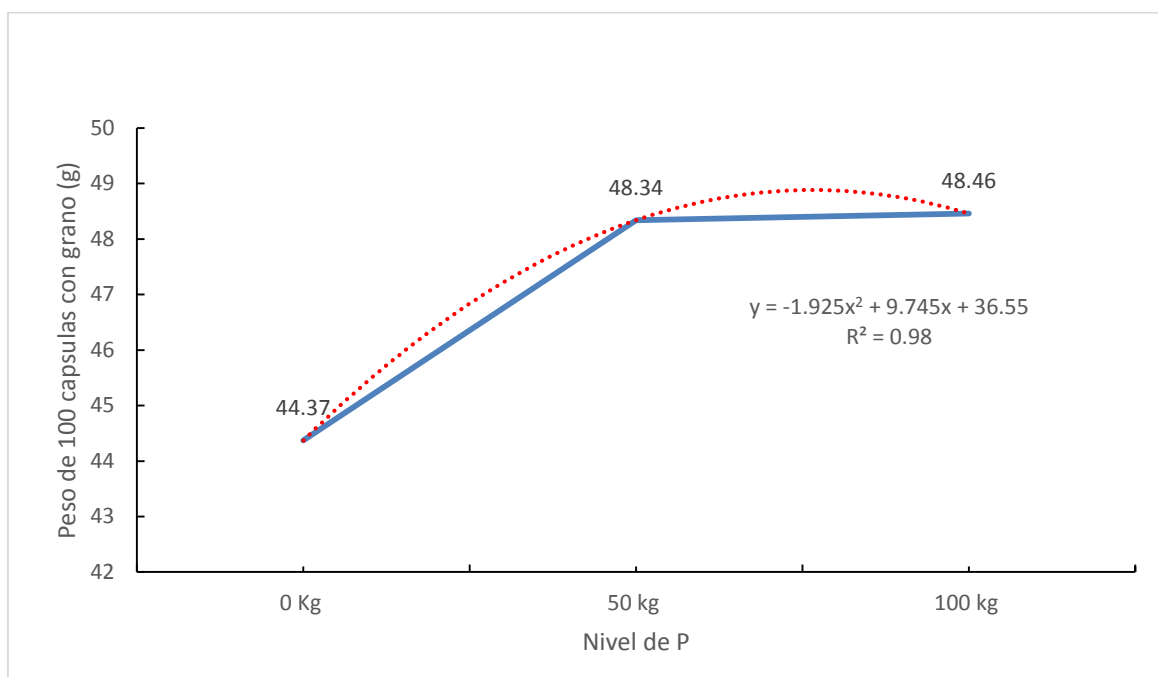


Figura 8. Comportamiento de la variable peso de 100 capsulas con grano (g) en relación al nivel de P aplicado.

La aplicación de K en la fertilización de ajonjolí causa un efecto altamente significativo para la variable peso de 100 capsulas ($P \leq 0.01$) como lo muestra el cuadro 3 utilizando 100 Kg de K obteniendo un peso de 48.5 g de peso, manteniendo un peso similar con la aplicación de 50 Kg de K y una diferencia de 4g sin aplicación de K (0 kg) como lo demuestra la figura 5 Resultados similares fueron obtenidos por (Hafiz 2012) al realizar aplicaciones de K en el cultivo de ajonjolí. Estos resultados se pueden atribuir al papel que desempeña el potasio en la planta, cabe destacar que el potasio no se encuentra formando compuestos orgánicos en las plantas pero si influye en gran manera mejorando la actividad de enzimas y el metabolismo de los lípidos es vital en la fotosíntesis; cuando hay deficiencias, ésta se reduce e incrementa la respiración, por lo que disminuye la

acumulación de carbohidratos, como consecuencia adversa en el crecimiento y producción de la planta. Es absorbido en grandes cantidades por las plantas, más que cualquier otro, a excepción del nitrógeno y en algunos casos del calcio obteniendo como resultado un aumento de peso en cada 100 capsulas (Martínez 2003).

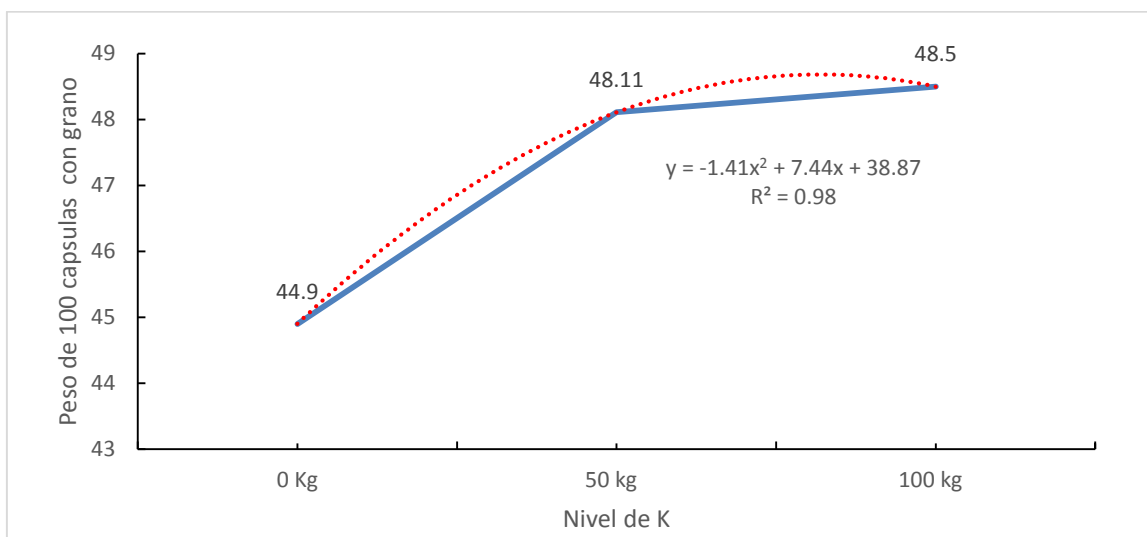


Figura 9 Comportamiento de la variable peso de 100 capsulas con grano (g) en relación al nivel de K aplicado.

Mediante la aplicación de diferentes niveles de P y K se obtuvo una alta significancia ($P \leq 0.01$) para la variable peso de 100 capsulas con grano obteniendo un mayor peso con la aplicación de 100kg de P y 100 Kg de K dando como resultado un peso de 49.92g, estos datos son muy similares a los que presenta la aplicación de 50 kg de P y 50 Kg de K con un peso de 49.64 g cercano a este peso se encuentra la aplicación de 100 kg de K sin aplicación de P con un peso de 48.47g al no realizar aplicaciones de P y K se obtiene un menor peso en comparación de todos los tratamientos obteniendo como resultado un peso de 38.7g con una diferencia aproximada de 10 g.

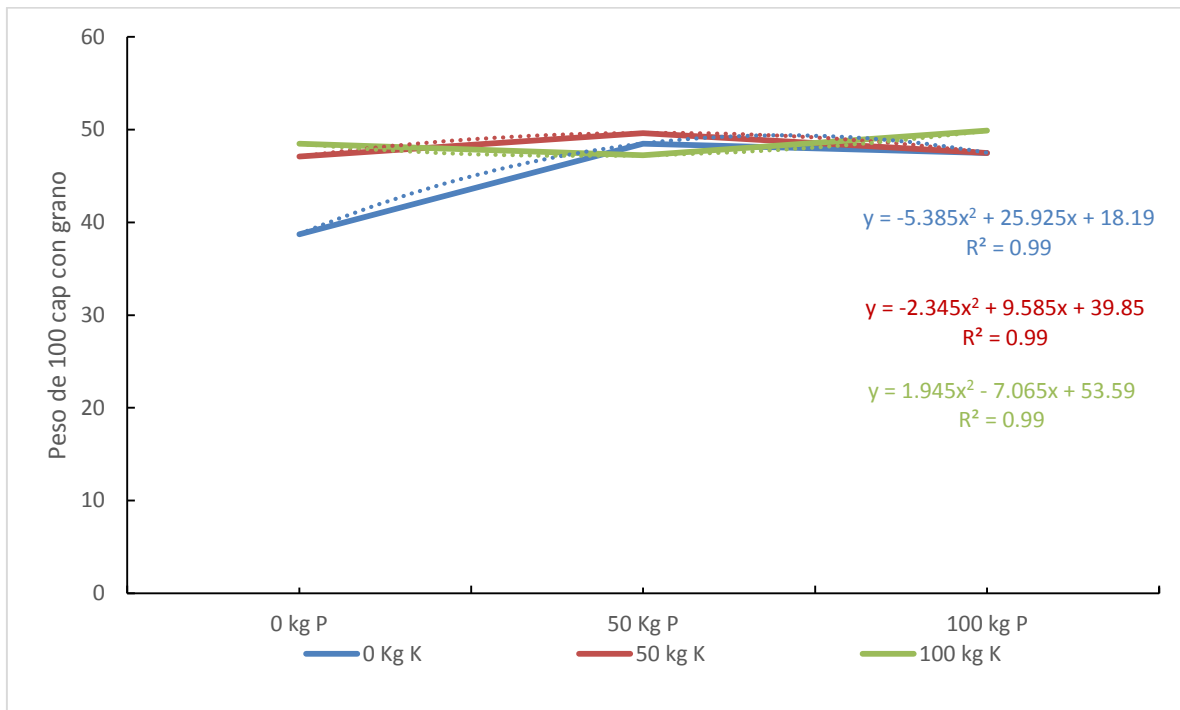


Figura 10. Comportamiento en la variable peso de 100 capsulas en relación con la interacción de los niveles de P y K.

5.5 Rendimiento

La aplicación de diferentes niveles de P muestra un efecto significativo ($P \leq 0.05$) obteniendo 553 kg de grano con la aplicación de 100 kg de P, y un menor rendimiento sin aplicación de P (0 kg) con un rendimiento de 324 kg de grano con una diferencia de 229 kg atribuido de manera directa a cada una de las variables antes mencionadas, número de ramas por planta, altura de planta y peso de capsulas con grano. El rendimiento es directamente proporcional a la aplicación de P y manteniendo una tendencia positiva con una tendencia de aumentar el rendimiento a medida que se aumente los kg de P, resultados similares fueron obtenidos por (Hafiz 2003). El efecto positivo de la fertilización de P podría atribuirse a que el suelo donde se realizó el experimento cuenta con las características de un suelo vertisol con un porcentaje moderado en P (Martinez 2003). Según (Augstburger F. 2000) un factor limitante para obtener rendimientos altos en ajonjolí es la deficiencia de P debido a un sistema radicular pobre la absorción de otros minerales y

agua necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta limitarían su desarrollo y su rendimiento.

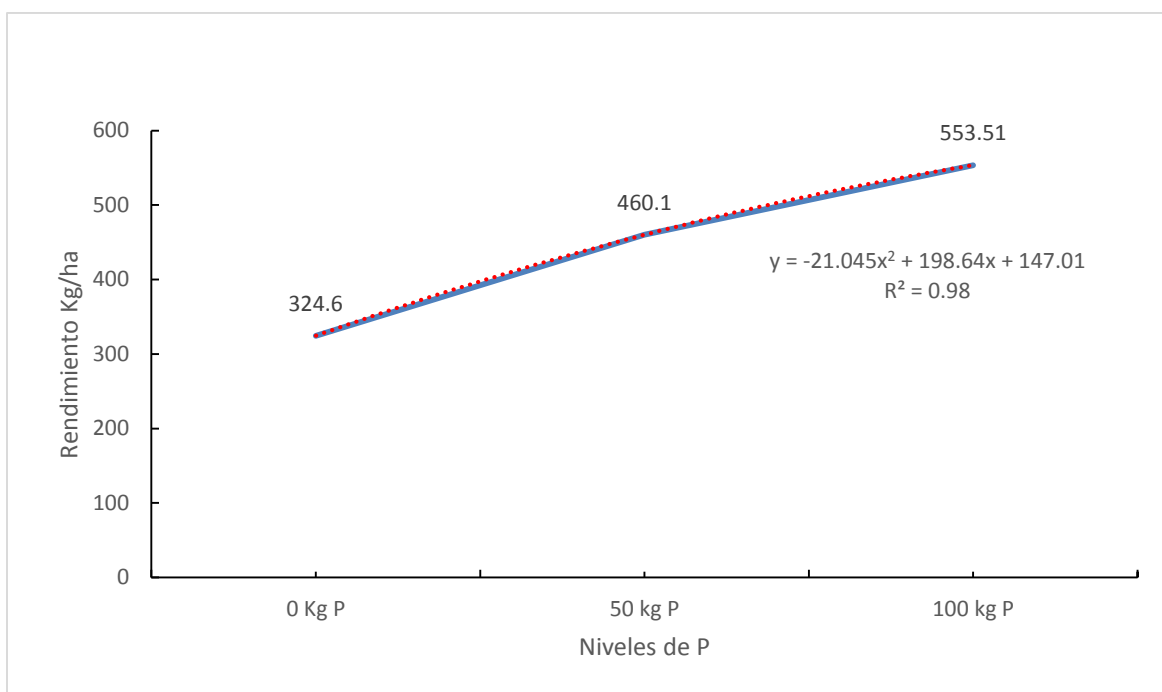


Figura 11. Comportamiento de la variable peso de rendimiento (Kg/ha) en relación al nivel de P aplicado

La aplicación de diferentes niveles de K no muestra diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en el rendimiento del cultivo de ajonjolí estos resultados demuestran que el suelo donde se realizó el experimento suplió la demanda nutricional de K. Por cada 1000 Kg de grano el cultivo de ajonjolí extrae del suelo 61 kg de K, la tendencia de la figura demuestra que si se van a extraer grandes cantidades de grano es necesario la aplicación de K para aumentar la solución del suelo y que haya un equilibrio entre el K disponible y el potasio retenido por las partículas de arcilla.

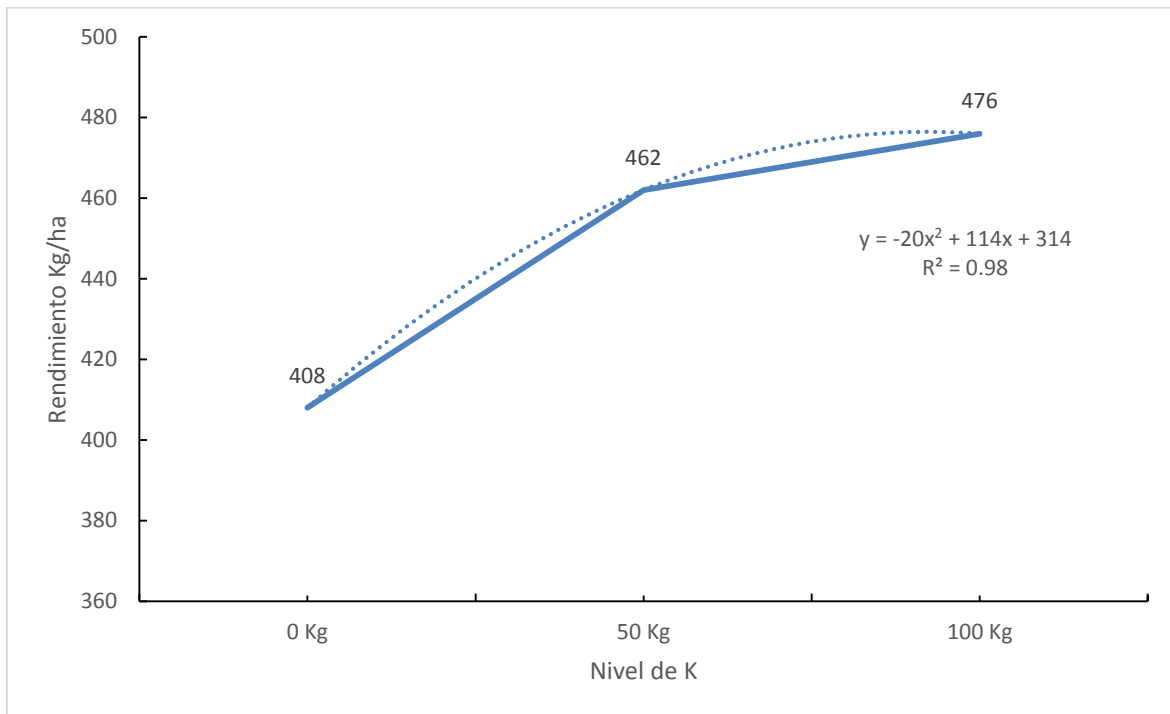


Figura 12. Comportamiento de la variable peso de rendimiento (Kg/ha) en relación al nivel de K aplicado.

5.6 Análisis económico

El análisis económico realizado en función al costo de producción y la utilidad en cada uno de los diferentes tratamientos utilizados como se muestra en el cuadro 4 demuestran la diferencia en los tratamientos, obteniendo una mayor utilidad que corresponde a 21,202 lps, aplicando 100 kg de P y 100kg de K y una menor utilidad de 11,430 lps sin realizar aplicaciones de P y K. Los costos respectivos para una hectárea de ajonjolí realizando aplicaciones de fertilizantes con el objetivo de aportar P y K van a ser directamente proporcional a la cantidad de Kg de grano que se desean producir obteniendo de esta manera resultados satisfactorios para cada uno de los diferentes tratamientos.

Cuadro 4. Costo de fertilizante en cada uno de los tratamientos y su utilidad.

kg de P,K	Costo Total Lps	Rendimiento Kg	Igresos Lps	Utilidad Lps	RCB
0,0	0	254	11430	11430	0
0,50	1106	350	15750	14644	41.8
0,100	2213	393	17685	15472	39.4
50,0	1680	447	20115	18435	41.2
50,50	2760	496	22320	19560	39.4
50,100	3893	440	19800	15907	36.2
100,0	3360	522	23490	20130	38.6
100,50	4466	542	24390	19924	36.8
100,100	5573	595	26775	21202	35.6

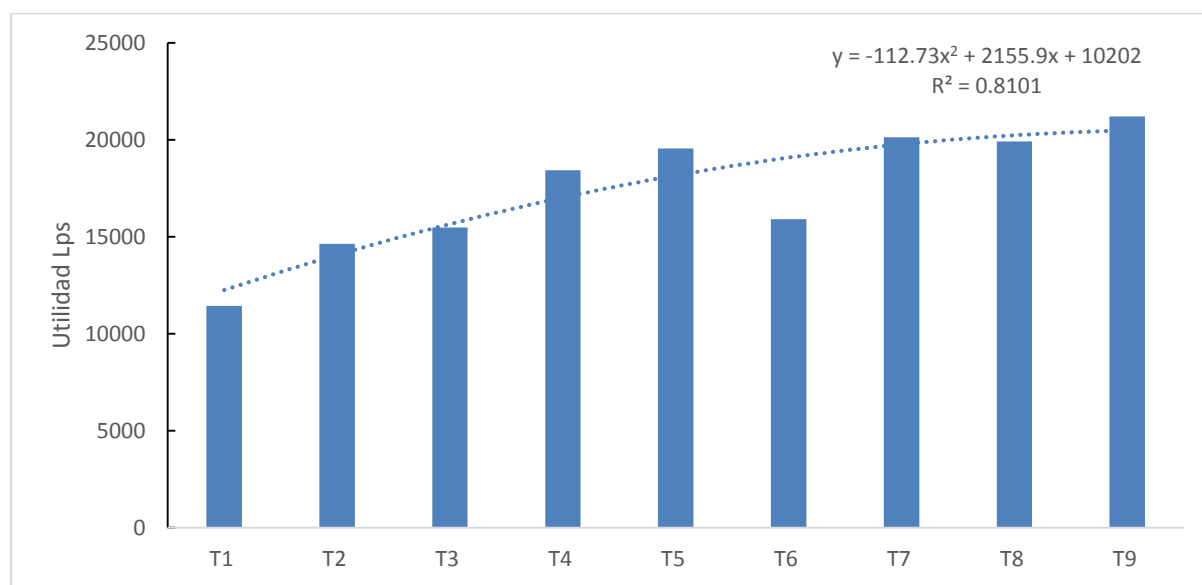


Figura 13 Comportamiento de los diferentes tratamientos en relación a su utilidad.

VI. CONCLUSIONES

La evaluación de diferentes niveles de P y K presentaron diferencias significativas en algunas de las variables como ser numero de ramas, diámetro de tallo, altura de planta, peso de 100 capsulas con grano, y rendimiento, las diferencias estadísticas en cada tratamiento se atribuyen a la deficiencia de P presente en el suelo donde se realizó el experimento.

El K en el cultivo de ajonjolí presento diferencias significativas en la variable peso de 100 capsulas con grano debido a que aumenta la actividad enzimática y síntesis de lípidos aumentando el porcentaje de aceite en el grano.

El rendimiento del cultivo de ajonjolí se ve influenciado directamente con la aplicación de P en el suelo, ya que aumenta los porcentajes de P en la solución del suelo, de esta forma es altamente disponible para las plantas.

El suelo donde se realizó el experimento cumple con los requisitos de K ya que al ser una arcilla el K puede ser intercambiable con mayor facilidad y estar disponible para ser absorbido por las planta.

VII. RECOMENDACIONES

Para obtener altos rendimientos y un buen desarrollo en el cultivo de ajonjolí se recomienda aplicaciones de 50 kg de potasio y 100 kg de fosforo por hectárea, los rendimientos están relacionados directamente proporcional a la cantidad de kilogramos de fosforo aplicados.

Los resultados en la producción de ajonjolí van a variar de acuerdo a la zona y el tipo de suelo para ello se debe realizar experimentos en distintas zonas para determinar una mejor fertilización del cultivo.

Promover la siembra de ajonjolí en el departamento de Olancho como una alternativa para mejorar las condiciones de vida de la población.

La siembra del cultivo de ajonjolí se recomienda en meses donde no se presente lluvias al momento de secado y recolección de grano para a favorecer a una menor perdida de grano por presencia de lluvias que no son convenientes en tiempo de cosecha.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alexandra Friedmann y Betsabe Weil, revisado por Reinaldo Penner, editado por Melisa Martínez 2009 SÉSAMO INNOVACIÓN EN AGRONEGOCIOS (en línea). Consultado el 26 de Julio Disponible en <http://www.mag.gov.py/usaids/sesamo-innovacion-en-agronegocios%202009.pdf>

Bruno Mazzani , Investigación y tecnología del cultivo del ajonjolí en Venezuela 1999,(en línea) Consultado el 26 de Julio, Disponible en http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Investigaci%25F3n+y+Tecnolog%25EDa+del+Cultivo+del+Ajonjol%25ED_000h8hqc5w702wx7ha07ybue2cgx0eq5.pdf

Centro de exportaciones e inversiones de Nicaragua, Agencia de cooperación internacional de Japon, Estudio de Mercado de Japón para la Semilla de Ajonjolí Nicaragüense 2013, (en línea) Consultado el 10 de Julio, Disponible en http://www.jica.go.jp/nicaragua/espanol/office/topics/c8h0vm000001q4bc-att/estudio_01.pdf

Felipe Pilarte Pavón 2001, Función de los elementos esenciales en los cultivos (en línea) Consultado el 10 de Agosto. Disponible en http://a4n.com.sv/uploaded/mod_documentos/Funci__n%20de%20los%20elementos%20esenciales%20en%20los%20cultivos.pdf

Franz Augstburger, Jörn Berger, Udo Censkowsky, Petra Heid, Joachim Milz, Christine Streit 2000. Agricultura Orgánica en el Trópico y Subtrópico (en línea). Consultado el 10 de Julio Disponible en <http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Publication/Espanol/ajonjoli.pdf>

José Luis Vidal Martínez 2003 Dinámica del potasio en el suelo y su requerimiento por los cultivos (en línea). Consultado el 12 de Noviembre disponible en www.ipni.net/.../Dinámica_del_potasio._Marzo_5._Jose_Luis_Vidal.doc

Nicaraocoop RL.2013 Revista de comercio exterior, Ajonjolí (en línea). Consultado el 26 de Julio Disponible en <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/mensuales/externo/externior/2013/19.pdf>

SAG, Análisis rápido de la cadena de valor ajonjolí Honduras 2011 (en línea). Consultado el 10 de Julio. Disponible en <http://www.pymerural.org/resumen/ajonjoli.pdf>

S. I. Hafiz and M. A. S. El-Bramawy 2012, Response of sesame (*Sesamum indicum* L.) to phosphorus fertilization and spraying with potassium in newly reclaimed sandy soils. (en línea). Consultado el 24 de Junio. Disponible en <http://basicresearchjournals.org/agric/pdf/El-Bramawy%20and%20Hafiz.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza para la variable número de ramas por planta.

Numero de ramas					
F.V	GL	S.C	C.M	F	Significancia
R	2	0.05	0.025	0.052	0.052 *
P	2	5.479	2.739	5.732	0.018 **
Error (R)*(P)	4	1.247	0.312	0.652	0.63 ns
K	2	1.931	0.996	2.02	0.175 ns
Interacción (P,K)	4	5.987	1.497	3.132	0.05 *
ERROR	12	5.73	0.478		
TOTAL	26	21.64			
R ²	0.426			C.V 14%	

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable número de capsulas por planta.

Numero de capsulas por planta					
F.V	GL	S.C	C.M	F	Significancia
R	2	472.17	236.089	0.887	0.437 n.s
P	2	1418.13	709.065	2.663	0.11 n.s
Error (R)*(P)	4	2429.63	607.409	2.281	0.121 n.s
K	2	277.33	138.668	0.521	0.607 n.s
Interacción (P,K)	4	1187.4	296.751	1.115	0.394 n.s
ERROR	12	3194.85	266.238		
TOTAL	26	9318.25			
R ²	0.527			C.V 21%	

Anexo 3 Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm).

Altura de plantas					
F.V	GL	S.C	C.M	F	Significancia
R	2	197.594	98.797	7.121	0.009**
P	2	3024.536	1512.268	109.005	0.000**
Error (R)*(P)	4	195.373	48.843	3.521	0.040*
K	2	19.958	9.979	0.715	0.507 n.s
Interacción (P,K)	4	213.376	53.344	3.845	0.031*
ERROR	12	166.48	13.873		
TOTAL	26	4155.852			
R ²	0.96			C.V 2%	

Anexo 4 Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm).

Diámetro de tallo					
F.V	GL	S.C	C.M	F	Significancia
R	2	0.122	0.061	10.93	0.002**
P	2	1418.3	709.065	2.663	0.02**
Error (R)*(P)	4	0.055	0.014	2.437	0.104 n.s
K	2	0.028	0.014	2.471	0.126 n.s
Interacción (P,K)	4	0.047	0.012	2.083	1.146 n.s
ERROR	12	0.067	0.006		
TOTAL	26	0.348			
R ²	0.582			C.V 6 %	

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable peso de 100 capsulas (g).

Peso de 100 vainas					
F.V	GL	S.C	C.M	F	Significancia
R	2	40.803	2.402	0.318	0.733 n.s
P	2	24.404	12.202	1.616	0.239 n.s
Error (R)*(P)	4	38.926	9.732	1.289	0.328 n.s
K	2	7.858	3.929	0.52	0.607 n.s
Interacción (P,K)	4	10.284	3.571	0.341	0.845 n.s
ERROR	12	90.584	7.549		
TOTAL	26	180.89			
R ²	0.085			C.V 10%	

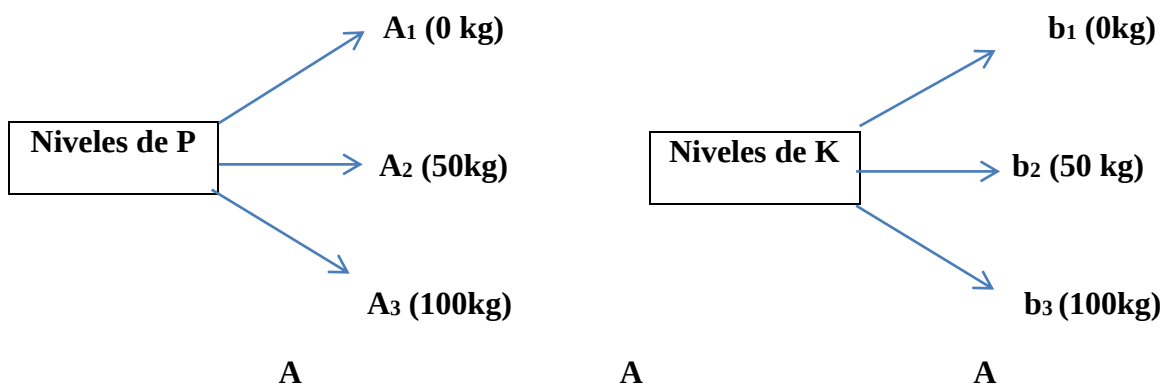
Anexo 6. Análisis de varianza para la variable peso de 100 capsulas con grano (g).

Peso de 100 capsulas con grano					
F.V	GL	S.C	C.M	F	Significancia
R	2	3.154	1.577	0.361	0.704 n.s
P	2	69.214	34.607	7.932	0.006 **
Error (R)*(P)	4	15.295	3.824	0.876	0.506 n.s
K	2	67.609	33.804	7.748	0.007 **
Interacción (R,K)	4	111.026	27.757	6.362	0.005 **
ERROR RPK	12	52.353	4.363		
TOTAL	26	338.85			
R ²	0.665			C.V 4 %	

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable rendimiento kg/ha.

Rendimiento					
F.V	GL	S.C	C.M	F	Significancia
R	2	12831.874	6415.937	0.882	0.439 n.s
P	2	195027.455	97513.127	13.41	0.001 **
Error (R)*(P)	4	2912.687	728.172	0.1	0.980 n.s
K	2	22311.302	11155.651	1.534	0.255 n.s
Interacción (P,K)	4	20296.068	5074.017	0.698	
ERROR	12	87261.676	7271.806		
TOTAL	26	365618.396			
R ²	0.483			C.V 18 %	

Anexo 8. Croquis de campo.



→ 4.8m

A ₁ b ₃ R ₃ T ₃ 18m ²	A ₁ b ₂ R ₃ T ₂	A ₁ b ₁ R ₃ T ₁	A ₂ b ₂ R ₃ T ₅	A ₂ b ₃ R ₃ T ₆	A ₂ b ₁ R ₃ T ₄	A ₃ b ₁ R ₃ T ₉	A ₃ b ₂ R ₃ T ₈	A ₃ b ₃ R ₃ T ₇
--	--	--	--	--	--	--	--	--

A ₂ b ₂ R ₂ T ₅	A ₂ b ₁ R ₂ T ₄	A ₂ b ₃ R ₂ T ₆	A ₃ b ₃ R ₂ T ₉	A ₃ b ₂ R ₂ T ₈	A ₃ b ₁ R ₂ T ₇	A ₁ b ₂ R ₂ T ₂	A ₁ b ₃ R ₂ T ₃	A ₁ b ₁ R ₂ T ₁
--	--	--	--	--	--	--	--	--

A ₃ b ₂ R ₁ T ₈	A ₃ b ₃ R ₁ T ₉	A ₃ b ₁ R ₁ T ₇	A ₁ b ₂ R ₁ T ₂	A ₁ b ₁ R ₁ T ₁	A ₁ b ₃ R ₁ T ₃	A ₂ b ₃ R ₁ T ₃	A ₂ b ₁ R ₁ T ₄	A ₂ b ₂ R ₁ T ₅
b	b	b	b	b	b	b	b	b

Anexo 9. Imagenes del experimento.



Cultivo de ajonjolí en crecimiento.



Cultivo de ajonjolí en floración



Capsulas del cultivo de ajonjolí





Cultivo en senescencia



Secado de Grano



Cosecha del grano

