



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TESIS DE GRADO:**

**FERTILIZACIÓN DE SOYA (Glycine max) APLICANDO  
NIVELES DE FOSFORO Y CLORURO DE POTASIO EN LA  
ZONA DE JUMON PROV. DEL ORO**

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGINIERA  
AGROPECUARIA**

**AUTOR**

**JUANA HAYDEE SALGUERO SALTOS**

**DIRECTOR**

**ING. FREDDY AGUSTIN SABANDO AVILA, M.s.c.**

**QUEVEDO — ECUADOR**

**2013**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, Juana Haydee salguero Saltos, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Juana Haydee salguero Saltos

## **CERTIFICACIÓN**

El suscrito Ing. Freddy Sabando Ávila, Docente de la **Universidad Técnica Estatal de Quevedo**, certifica que el egresada Juana Haydee Salguero Salto realizó la tesis de grado previo a la obtención del título **INGENIERO AGROPECUARIO** titulada **“FERTILIZACION DE SOYA (*Glycinemax*) APLICANDO NIVELES DE FOSFORO Y CLORURO DE POTASIO EN LA ZONA DE JUMON PROVINCIA DEL ORO”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con todas las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

**Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila M.Sc.**  
**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**  
**INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TEMA:**

**“Fertilización de soya (*Glycinemax*) Aplicando niveles de Fosforo y Cloruro de Potasio en la zona de Jumon Provincia del Oro”,**

**TESIS DE GRADO**

Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Ing. Francisco Espinosa Carrillo MSc.....  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Freddy Javier Guevara Santana MSc.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Lcdo. Héctor Castillo Vera MSc.....  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing.Freddy Agustín Sabando ÁvilaMSc.....  
**DIRECTOR DE TESIS**

**QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR**  
**2013**

## AGRADECIMIENTO

El autor de la presente investigación deja constancia de su agradecimiento a:

A mi alma mater **Universidad Técnica Estatal de Quevedo**, que me abrió las puertas para pertenecer a esta gran familia de ingeniería agropecuaria, que en cuyas aulas sus catedráticos me brindaron todo su conocimiento, para crecer en mi vida profesional por medio de los conocimientos.

Ing. Roque Luis Vivas Moreira, MSc. Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su apoyo a la educación.

A la Ing. Guadalupe Del Pilar Murillo Campuzano de Luna, MSc. Vicerrectora Administrativa de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su aporte diario de trabajo constante que ha tenido sus frutos, en beneficio de los estudiantes.

Al Eco. Roger Yela Burgos, MSc. Director de la Unidad de Estudios a Distancia, por la eficiencia y responsabilidad al frente de esta unidad Académica.

Al Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora MSc., Coordinador del Programa Carrera Agropecuaria.

Al Ing. Freddy Sabando Ávila Director de tesis por haberme orientado en la realización de esta investigación de tesis.

A la Ing. Marlene Medina por haberme orientado en mis estudios y poder realizar uno de mis objetivos.

A los Docentes de la UTEQ por haberme dado sus conocimientos desinteresadamente.

## **DEDICATORIA**

A **DIOS** sobre todas las cosas que me dio el privilegio de existir y que me ayudó en cada una de mis metas propuestas, guiándome con sabiduría.

A mi familia en especial mi hija **JENNIFER**.

A mi esposo y a mi madre, por su comprensión y apoyo, ayudándome tanto moral como económico en todo momento de mi vida.

## RESUMEN EJECUTIVO

Con el objetivo de comparar la eficiencia agronómica de niveles de fertilización del fósforo y cloruro de potasio en el cultivo de soya, se condujo una investigación de campo utilizando un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones; utilizando tres dosis diferentes más un testigo. Los resultados indican que se encontró diferencias estadísticas en todas las variables en estudio siendo la dosis más efectiva 150P-175KCl para las variables altura de planta, altura de carga del primer fruto, número de vainas por planta y peso de 100 semillas, mientras que la mejor dosis para rendimiento de grano fue 100P-125KCl. La mejor relación beneficio costo, presentó el tratamiento con mayor ingreso 100P-125KCl con un valor de 1,89. Todos los tratamientos respondieron positivamente en el rendimiento frente al testigo por consiguiente se concluye que es factible la alta respuesta a la aplicación de fertilizantes a base de fósforo y potasio, lo cual se refleja por los incrementos en rendimientos con la aplicación de las fuentes fosfóricas y de potasio con relación al testigo. Los niveles de aplicación de fósforo y cloruro de potasio se presentó como una buena alternativa agronómica en la fertilización en suelos de la localidad de estudio a pesar que no son apropiados para el cultivo.

## EXECUTIVE SUMMARY

With the objective of comparing the agronomic efficiency of phosphorus fertilizer levels and potassium chloride in the cultivation of soya, was conducted field research using a completely randomized design with 4 treatments and 4 replications, using three different doses plus a control. The results indicate that statistical differences were found in all the variables under study being the most effective dose for 150P – 175KCl flat height variables , loading height of the first fruit , number of pods per plant and 100 seed weight , while the best dose for grain yield was 100P- 125KCl . The best benefit -cost treatment presented 100P- 125KCl higher income with a value of 1.89. All responded positively treatments versus control performance therefore concluded that it is feasible high response to the application of fertilizers based on phosphorus and potassium, which is reflected by increases in yields with the application of phosphate sources and potassium with the control. Application levels of phosphorus and potassium chloride was presented as a good alternative agronomic fertilization in soils of the study site although not suitable for cultivation.

## ÍNDICE

PORTADA.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO .....	II
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	III
TRIBUNAL DE TESIS.....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
RESUMEN EJECUTIVO.....	VII
ABSTRAC.....	VIII
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
CAPITULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. Objetivos .....	5
1.2.1. General .....	5
1.2.2. Específicos.....	5
1.2.3. Hipótesis .....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO .....	6
2.1.1. Fundamentación Teórica .....	7
2.1.2. Descripción botánica.....	7
2.1.3. Origen y difusión .....	8
2.1.4. Clasificación Botánica de la soya.....	9
2.1.5. Valor nutricional en comparación con otras legumbres .....	11
2.1.6. Exigencias del Cultivo.....	12
2.1.7. Requerimientos nutricionales del cultivo.....	14
2.1.8. Fertilización Foliar.....	14
2.1.9. Necesidad de fertilizantes .....	15
2.1.10. Siembra.....	16
2.1.11. Profundidad de siembra.....	17
2.1.12. Densidad de siembra .....	17
2.1.13. Distancia entre surcos.....	17
2.1.14. Técnica de aplicación de los abonos .....	18
2.1.15. Abono de fondo de plantación o de vertedera .....	18
2.1.16. Fertilización de la soya con fosforo y cloruro de potasio.....	18

CAPITULO III .....	23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.1. Materiales y métodos .....	24
3.1.1. Condiciones meteorológicas .....	25
3.1.2. Diseño Experimental .....	25
3.2. Unidades Experimentales .....	26
3.3. Mediciones Experimentales .....	27
3.3.1. Altura de planta (cm).....	27
3.3.2. Altura de inserción o carga del primer fruto .....	27
3.3.3. Numero de vainas por planta .....	27
3.3.4. Numero de semillas por planta .....	27
3.3.5. Rendimiento .....	27
3.3.6. Costos Totales .....	28
3.3.7. Relación beneficio / costo .....	28
3.3.8. Manejo del Experimento .....	28
3.3.9. Preparación del terreno.....	28
3.3.10. Inoculación y Siembra.....	29
3.3.11. Fertilización.....	29
3.3.12. Germinación.....	29
3.3.13. Raleo.....	29
3.3.14. Riego.....	29
3.3.15. Deshierbas .....	30
3.3.16. Control fitosanitario .....	30
3.3.17. Floración y fructificación.....	30
3.3.18. Cosecha y desgrane .....	30
CAPITULO IV .....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1. Resultado y discusión .....	32
4.2. Altura de planta.....	33
4.3. Altura de carga del primer fruto.....	33
4.4. Numero de vainas por planta .....	34
4.5. Peso de 100 semillas.....	35
4.6. Rendimiento de grano.....	36
4.7. Análisis económico .....	37
CAPITULO V .....	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	38
5.1. Conclusiones .....	39
5.2. Recomendaciones .....	41

CAPITULO VI.....	42
CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
6.1. Bibliografía.....	43
CAPITULO VII.....	47
ANEXOS.....	48
7.1.Anexos.....	50

## ÍNDICE DE CUADRO

<b>CUADRO 1.</b> Contenido de nutrientes de la legumbre por cada 100 g .....	13
<b>CUADRO 2.</b> Condiciones meteorológicas del lugar experimental.....	24
<b>CUADRO 3.</b> Esquema del análisis de varianza para el estudio de fertilización en soya. Aplicando niveles de fosforo y cloruro de potasio.....	25
<b>CUADRO 4.</b> Delineamiento experimentales de las parcelas que se utilizaron en la investigación de fertilización de soya ( <i>Glycine max</i> ) aplicando niveles de fosforo y cloruro de potasio.....	26
<b>CUADRO 5.</b> Análisis económico del rendimiento Kg ha <sup>-1</sup> , en función al costo de los tratamientos, en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya .....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Altura de plantas de <i>Glycine max</i> (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya.....	31
<b>Figura 2.</b> Altura de carga al primer fruto <i>Glycine max</i> (soya) bajo cuatro tratamientos en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCL en el cultivo de soya.....	32
<b>Figura 3.</b> Numero de vainas por planta en <i>Glycine max</i> (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya.....	34
<b>Figura 4.</b> Peso de 100 semillas (g) <i>Glycine max</i> (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya.....	35
<b>Figura 5.</b> Rendimiento de grano (kg ha <sup>-1</sup> ) en <i>Glycine max</i> (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya.....	36

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN**

## 1. INTRODUCCIÓN

La soya, cuyo nombre científico es *Glycine max*, se cultiva mediante semillas que contienen aceite y proteínas. Los granos de soya son considerados muy versátiles, ya que pueden ser consumidas como semillas de soya, brotes de soya, y asimismo pueden ser procesados para obtener derivados como leche de soya, tofu, salsa de soya y harina. Además, la soya puede ser insumo de productos no comestibles, tales como cera para velas y biodiesel. (INEC, 2013).

La soya pertenece a la familia de las papilionáceas y es una planta de ciclo anual que tiene una altura de 20 centímetros a 2 metros. Las hojas son trifoliadas con hasta 4 folíolos por hoja, finos pelos de color gris y marrón cubren vainas, tallos y hojas de esta planta, y su fruto está compuesto por una vaina que contiene de una a cuatro semillas. De acuerdo al INIAP, las condiciones agroecológicas necesarias para el cultivo de soya en Ecuador son: entre 400 a 600mm de lluvia durante el ciclo de la planta, 12 horas de luz por día, una temperatura de 22 a 30 °C, y un suelo de franco arenoso o franco arcilloso con un pH que oscile entre 5,5 a 7,0. (INEC, 2013).

La cosecha de esta planta puede ser utilizada como vegetal o como oleaginosa. La soya como vegetal tiene las propiedades de ser de fácil cocción, mejor textura, mayor tamaño, mayor contenido de proteínas y poco aceite, este tipo de soya es el más demandado como insumo para la producción de queso y leche de soya. Por otra parte, la soya como oleaginosa tiene un alto contenido de aceite de aproximadamente el 20%, su la cantidad de proteínas bordea del 38 al 45%, y su uso apunta a la producción de biocombustibles. (INEC, 2013).

En el país las zonas tradicionalmente productoras de soya se localizan en la parte alta de la Cuenca del río Guayas o también llamada zona central y la parte baja de la misma cuenca. La primera está circunscrita a los alrededores de las poblaciones de El Empalme, Quevedo, Buena Fe, Fumisa, Patricia Pilar, Valencia San Carlos, La Mana, Mocache y otras. Estos ecosistemas se caracterizan por tener alta precipitación durante la época lluvia y buena retención de humedad en sus suelos. (Guaman y Castro 2005)

La segunda zona comprende a la parte baja de la Cuenca de río Guayas y está a los alrededores de las poblaciones de Ventanas, Catarama, Pueblo Viejo, San Juan, Vences, Baba, Babahoyo y Boliche, en donde el cultivo necesita de riegos suplementarios durante su desarrollo, las otras zonas producen la soya únicamente con la humedad remanente que queda en el suelo.

Existen algunas zonas potenciales para la siembra de soya, las más importantes están situadas en las provincias de Esmeraldas, Manabí, El Oro y Guayas, en ellas la soya debe sembrarse tomando en cuenta que la cosecha no coincida con periodos de lluvias. (Guaman y Castro 2005)

La producción de soya predomina en América con un promedio anual de 172'885.867 TM en la última década, lo cual representa el 85% del total mundial. Es necesario mencionar que en cuanto a la superficie cosechada de soya, América también es el continente que sobresale ya que ocupa el 75% del área total destinada a este cultivo; lo anterior resulta en el mejor rendimiento a nivel mundial con un promedio de 2,60 TM/Ha para el mismo período.

Por tanto, es preciso que se apliquen estudios de programas de fertilización en diferentes lugares geográficos del país para determinar la aplicación de fósforo y cloruro de sodio idóneos para cada sector, así como también tomar los resultados

producto de esta investigación como un aporte al gran sector sojero de la provincia y el país.

Además la falta de una adecuada fertilización de los minerales que serían aportados al suelo de determinada zona de Jumón provincia El Oro, hace que los medianos y pequeños productores sojeros no obtengan la producción y calidad esperada de su cultivo sumado a esto el precario manejo técnico, hacen que el productor de soya se desaliente al incrementar año a año hectáreas del mismo.

La fertilización de la soya debe ser más difundida en los el litoral ecuatoriano y principalmente donde se siembra esta oleaginosa para mejorar la producción y por ende la rentabilidad para los agricultores, ya que el continuo proceso de deterioro en la fertilidad de los suelos ha provocado la aparición de respuestas a la fertilización con fósforo (P) y con potasio (K).

Una de la cuales sería el uso de los fertilizantes como el fosforo y el cloruro de potasio con el objetivo de complementar las necesidades nutricionales, por ello la importancia de la aplicación de fosforo (P) y el potasio (K) en el suelo, generaría un mejor rendimiento y una mayor productividad en el contexto agrícola de nuestro país.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento productivo del cultivo de soya (*Glycine max L*) bajo diferentes niveles de fosforo y cloruro de potasio.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

Determinar el nivel adecuado de fosforo y cloruro de potasio que permita incrementar la producción de soya (*Glycine Max*).

Plantear un programa de la aplicación adecuada del producto para el cultivo.

Determinar la relación beneficio costo.

### 1.2.3. HIPÓTESIS

La aplicación de 150 – 175 g de fosforo y cloruro de potasio incrementara la producción en el cultivo de soya.

La aplicación de 150- 175g de fosforo y cloruro de potasio incrementará el rendimiento del cultivo de la soya.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. MARCO TEORICO

### 2.1.1. FUNDAMENTACION TEÓRICO

#### 2.1.2. Descripción botánica

La soya *Glycine max* (L.) Merrill pertenece a la familia Fabáceas subfamilia Papilionoideas, pero con características propias que la diferencian del resto de los integrantes de dicha familia, y que se destaca por su alto contenido de proteína y por su calidad nutritiva. Ocupa una posición intermedia entre las legumbres y los granos oleaginosos, conteniendo más proteínas que la mayoría de las legumbres, pero menos grasa que la mayor parte de las oleaginosas. (Kantolic, et al., 2006).

La soya al igual que las habas, se forman dentro de las vainas o legumbres, que es el fruto típico de esta familia de plantas. Se trata de una planta anual que se cultiva durante la estación cálida. La semilla de soja se recolecta cuando la vaina amarillea.

Cada vaina puede contener entre una y cuatro habas de pequeño tamaño y diferentes colores según variedades: amarillas, marrones, verdes, negras o moteadas. La más frecuente es amarilla y también la más apreciada, ya que es la que normalmente se utiliza para obtener de ella el aceite. (Armas. D. 2012)

Tanto su adaptación a climas diversos como las pocas enfermedades que le ataca; la convierten en un cultivo muy rentable, aunque su mayor enemigo es la sequía. El factor principal en su desarrollo en los países orientales fue la escasez de proteínas de alta calidad para la alimentación. Para sus pobladores, la soja ha sido siempre un vegetal sagrado, literalmente un regalo de los dioses, que, al igual que

los mejicanos con el maíz, aprendieron a preparar de muchas formas distintas. (Armas, D. 2012).

La respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en el suelo, pero también es afectada por factores del suelo, del cultivo y de manejo del fertilizante. Entre los factores del suelo, se destacan la textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH; mientras que entre los del cultivo deben mencionarse los requerimientos y el nivel de rendimiento. El diagnóstico de la fertilización fosfatada se basa en el análisis de muestras de suelo del horizonte superficial utilizando un extractante adaptado a los suelos del área en evaluación. La soja se caracteriza por presentar niveles críticos de P en suelo, por debajo de los cuales se observan respuestas significativas a la fertilización, menores a los de otros cultivos tales como alfalfa, trigo y maíz. Esta diferencia ha sido atribuida, entre otras causas, a cambios generados en el ambiente rizosférico del cultivo y al alto costo energético de los granos de soja (aceite + proteína). (García, F. 2010).

### **2.1.3. Origen y difusión**

De origen asiático, la soja cultivada es nativa del este asiático, probablemente originaria del norte y centro de China. Hacia el año 3000 AC los chinos ya consideraban a la soja como una de las cinco semillas sagradas. Su producción estuvo localizada en esa zona hasta después de la guerra chino-japonesa (1894-1895), época en que los japoneses comenzaron a importar tortas de aceite de soja para usarlas como fertilizantes. Es el alimento fuerte de los pueblos del oriente. (INTA, 1997).

Actualmente se cultiva en gran cantidad en toda Asia, EE.UU. y Oeste de África. En Europa, se cultiva por vía de ensayo, con éxito. E.E.U.U. produce la mitad de

toda la producción mundial, pero a pesar de ello, el consumo de soja es todavía muy bajo en los países de Occidente. En las últimas décadas los investigadores están descubriendo cada vez mayor número de propiedades curativas en este alimento. Esto ha hecho que ahora empiece a ser más apreciada por la población occidental, aunque con tres mil años de retraso respecto a la población oriental. (Armas, D. 2012).

La producción de soja predomina en América con un promedio anual de 172'885.867 TM en la última década, lo cual representa el 85% del total mundial. Es necesario mencionar que en cuanto a la superficie cosechada de soja, América también es el continente que sobresale ya que ocupa el 75% del área total destinada a este cultivo (INEC, 2012).

Dentro de los sistemas productivos de la zona central de litoral ecuatoriano, la soja es una de las leguminosas más importantes. Su siembra ha significado al país la diversificación de cultivos, aprovechamiento de muchas áreas desocupadas en el litoral y, lo que es más importante, el mejoramiento y conservación de los suelos. Además, sirve tanto para la alimentación humana como para la animal. Calero (2008). Sostiene que en el Ecuador, para poder satisfacer las necesidades de torta en la industria nacional en un 70% y, el país necesita sembrar aproximadamente 250000 ha de este cultivo.

#### **2.1.4. Clasificación Botánica de la soja.**

Según Infoagro (2012), la clasificación botánica de la soja es la siguiente.

Reino: Plantae

Sub Reino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnolipsida

Sub Clase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Sub Familia: Fabioideae

Tribu: Phaseoleae

Sub Tribu: Glicynineae

Género: Glicyne

Especie: max

**Origen:** Procede de otra especie silvestre (*Glycine ussuriensis*). Su centro de origen se sitúa en el Extremo Oriente (China, Japón, Indochina).

**Planta:** Planta herbácea anual, de primavera-verano, cuyo ciclo vegetativo oscila de tres a siete meses y de 40 a 100 cm de envergadura. Las hojas, los tallos y las vainas son pubescentes, variando el color de los pelos de rubio a pardo más o menos Grisáceo.

**Tallo:** Rígido y erecto, adquiere alturas variables, de 0,4 a 1,5 metros, según variedades y condiciones de cultivo. Suele ser ramificado. Tiene tendencia a encamarse, aunque existen variedades resistentes al vuelco.

**Sistema radicular:** Es potente, la raíz principal puede alcanzar hasta un metro de profundidad, aunque lo normal es que no sobrepase los 40-50 cm. En la raíz principal o en las secundarias se encuentran los nódulos, en número variable.

**Hojas:** Son alternas, compuestas, excepto las basales, que son simples. Son

trifoliadas, con los foliolos oval-lanceolados. Color verde característico que se torna amarillo en la madurez, quedando las plantas sin hojas.

**Flores:** Se encuentran en inflorescencias racemosas axilares en número variable. Son amariposadas y de color blanquecino o púrpura, según la variedad.

**Fruto:** Es una vaina dehiscente por ambas suturas. La longitud de la vaina es de dos a siete centímetros. Cada fruto contiene de tres a cuatro semillas.

**Semilla:** La semilla generalmente es esférica, del tamaño de un guisante y de color amarillo. Algunas variedades presentan una mancha negra que corresponde al hilo de la semilla. Su tamaño es mediano (100 semillas pesan de 5 a 40 gramos, aunque en las variedades comerciales oscila de 10 a 20 gramos). La semilla es rica en proteínas y en aceites. En algunas variedades mejoradas presenta alrededor del 40-42% de proteína y del 20-22% en aceite, respecto a su peso seco. En la proteína de soja hay un buen balance de aminoácidos esenciales, destacando lisina y leucina.

### **2.1.5. Valor nutricional en comparación con otras legumbres**

Que tantas leguminosas se aprovechan como fuente alimenticia y por qué muchas de ellas no se consideran comestibles. Aunque las leguminosas comprenden miles de especies, menos del 20% de éstas se explotan como fuente de alimento para el consumo humano o animal. A pesar de sus importantes atributos nutricionales, Este bajo aprovechamiento se debe, a que las leguminosas suelen contener compuestos tóxicos, flavonoides, alcaloides, amino ácidos no proteicos y proteínas no comunes, los que muchas veces se encuentran en las hojas, vainas y semillas y nunca en sus tubérculos radicales. Dichos venenos han limitado su consumo,

causando que los humanos sólo hayan seleccionado las que le producen menos daño. (Sotelo, 1981).

A diferencia de las otras legumbres, que carecen el aminoácido lisina, en la soya se encuentran los ocho aminoácidos esenciales y, aunque es un poco deficitaria en metionina, este problema se puede paliar si se consume alimentos que la complementen, como huevos, leche, arroz o trigo. Con el fin de aumentar su valor proteico, se recomienda que se sometan a un proceso de cocción a temperaturas superiores a 60 °C; de esa forma se destruye una sustancia que contiene y que actúa como inhibidor de los enzimas encargados de la digestión de las proteínas. (Calvo, D. 2003).

Su contenido en lípidos es de entre un 15 a un 20%, mayoritariamente insaturados (oleico y linoleico). De forma similar a los huevos, contiene de 1-5% de lecitina, grupo de fosfolípidos capaces de provocar la emulsión de las grasas, lo que facilita su disolución en agua y acelera su metabolismo, evitando así la formación de depósitos de grasa en las paredes de las arterias. Contiene alrededor de 0, 2- 0,3 g de isoflavonas, fenoles heterocíclicos de estructuras molecular próxima a la del estradiol. (Formulario agrícolas 2000).

#### **2.1.6. Exigencias del cultivo**

La soya necesita suelos profundos y bien drenados para que su sistema radicular se desarrolle adecuadamente y la planta no sufra períodos prolongados de inundación. El consumo aproximado de nutrientes es de unos 100kg de N, 25kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 40kg de K<sub>2</sub>O por cada tonelada de grano producido.

Al igual que las demás leguminosas, la soya obtiene por si misma todo el nitrógeno que necesita, gracias a la capacidad que tienen sus raíces de formar pequeños nódulos en los que se desarrollan bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico. (Collino, et al., 2007).

.Para favorecer el desarrollo de esas bacterias se utilizan normalmente inoculantes, formados por el Rhizobium y un substrato adecuado. Antes de la siembra, se prepara una pasta compuesta de entre 250 y 500g de inóculo, 1 litro de agua y 100 g de azúcar por cada 100kg de semilla. Inmediatamente después se mezclan las semillas con esta pasta y se procede a sembrarlas. Es importante que el sol no incida directamente sobre las semillas inoculadas, ya que ello podría provocar la muerte de las bacterias, y que el suelo esté bien aireado, pues la bacteria no puede fijar el nitrógeno en ausencia del oxígeno. (Colacelli y Bersch. 2003).

Cuadro 1. Contenido de nutrientes de la legumbre por cada 100 g

Energía (K cal)	422
Proteínas (g)	35
Carbohidratos (g)	30
Fibra alimentaria (g)	5
Lípidos totales(g)	18
Colesterol (mg)	0
Sodio (mg)	5
Potasio (mg)	170
Calcio (mg)	280
Magnesio (mg)	240
Hierro (mg)	8
Zinc (mg)	3
Fósforo (mg)	580

### **2.1.7. Requerimientos nutricionales del cultivo.**

Los cultivos tienen requerimientos específicos y absolutos, los cuales deben ser satisfechos para alcanzar altos rendimientos. Radiación, agua, tiempo de crecimiento y nutrición son los principales requerimientos a ser cubiertos. En el caso de la soya, el objetivo es desarrollar un cultivo con óptimo estado a floración que permita interceptar eficientemente toda la radiación incidente y maximizar la tasa de acumulación de materia seca durante el período de llenado de granos. Para alcanzar este objetivo, entre otros factores, el cultivo debe cubrir sus necesidades nutricionales. (García, F. 2013).

### **2.1.8. Fertilización Foliar**

Es una práctica aconsejable de efectuar cuando hay deficiencias de elementos menores. Se puede realizar una primera aplicación al cultivo de soya antes de la floración y la segunda después de pasada la floración; esto puede incrementar los rendimientos entre 5 y 8%, En la floración esta práctica puede causar pérdida de estructuras florales, pero por otra parte, cuando no se ha presentado una buena nodulación y se dificulta la aplicación del fertilizante nitrogenado al suelo se puede aplicar urea al follaje de 2 a 4% (2-4 kg de urea en 100 litros de agua) durante el desarrollo del fruto con intervalos de 7 a 10 días, por dos o tres ocasiones. (Valdiviezo, E. 2005).

La fertilización foliar es una vía alternativa para complementar la nutrición en soya y otros cultivos extensivos. El nitrógeno (N) en esta especie es cubierto por la fijación biológica de N (FBN), y el aporte de fósforo (P) y azufre (S) se realiza agregándolos al suelo, por lo general al momento de la siembra. Sin embargo, la aspersión de micronutrientes, formas fácilmente asimilables de macronutrientes y moléculas orgánicas puede complementar aquella estrategia de base dando como

resultado incrementos de rendimiento o una mejor calidad del producto cosechado. (García, F. 2013).

### **2.1.9. Necesidad de fertilizantes**

La soya crece y se desarrolla en una gran diversidad de suelos, aun en aquellos relativamente pobres, si se realiza una adecuada inoculación a la semilla y fertilización. En el Ecuador los suelos donde se cultiva la soya son Inceptisoles, molisoles, alfisoles y entisoles. En general estos suelos deben poseer buen drenaje para evitar encharcamientos que afecten los primeros estadios del crecimiento de la planta. El pH del suelo requerido es de 5,8 y 7,0 para una mejor adsorción de los nutrientes y una nodulación efectiva de las raíces su pH es de 6,0 a 6,5.

Normalmente no se abonan con nitrógeno los cultivos de soya, siempre que se inocule la semilla, con las bacterias nitro fijadoras sin embargo las bacterias no pueden aportar el nitrógeno suficiente para lograr altas producciones por lo que suele añadirse algo de nitrógeno de fondo o en cobertera si el cultivo lo necesita. (Calero, E, 2002).

La soya para producir 3.000 kg/ha absorbe cantidades apreciables de macro y micro nutrientes así tenemos que requiere de 200 Kg de N, 50 Kg de P, 120 Kg de P, 65 Kg de Ca, 20 Kg de Mg, 20 Kg de S, teniendo en cuenta el análisis de suelo y el análisis foliar, podemos determinar la cantidad de elementos a incorporar. Los demás elementos provienen del suelo y en base a las cantidades que la planta requiere se las ha dividido en tres grupos: los de mayor importancia, que corresponden a fósforo y potasio; los secundarios: calcio, magnesio y azufre; y, los de tercer orden: cloro, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y cobalto. (Ferraris, 2001).

### **2.1.10. Siembra**

La siembra convencional debe realizarse en suelos húmedos (capacidad de campo), jamás siembre la soya en suelo seco, ya que la semilla es muy delicada y pierde rápidamente el poder de germinación en condiciones adversas. En nuestro medio, la siembra se realiza casi en su totalidad con sembradoras de surcos, para que la semilla tenga buena posibilidad de transformarse en plántulas deseables, se recomienda que la sembradora esté calibrada. (Quiroz, J. 2012).

En las siembras tardías se recomienda la utilización de cultivares de ciclo tardío y reducir la distancia a 40 cm, manteniendo el número de plantas en la línea. De esta manera se consigue que las plantas crezcan y que aumente la altura de inserción de las primeras vainas. Cuando nos movemos entre las doscientas mil y las quinientas mil plantas por hectárea, la soya es capaz de compensar las variaciones en la densidad de siembra sin que se produzcan cambios significativos en el rendimiento. Ello supone que pueden emplearse entre 90 y 120kg de semilla por hectárea. (INEC 2012).

La densidad de siembra más adecuada depende de diversos factores, como la fecha de plantación, el cultivar, la fertilidad del suelo y el régimen de precipitaciones. En los terrenos poco fértiles y en los ligeros se utilizará una dosis de semilla menor que en los suelos ricos o de textura fuerte. Hay que tener siempre en cuenta que una densidad elevada favorece el encamado de las plantas.

La siembra convencional debe realizarse en suelos húmedos (capacidad de campo), jamás siembre la soya en suelo seco, ya que la semilla es muy delicada y pierde rápidamente el poder de germinación en condiciones adversas. En nuestro

medio, la siembra se realiza casi en su totalidad con sembradoras de surcos, para que la semilla tenga buena posibilidad de transformarse en plántulas deseables, se recomienda que la sembradora esté calibrada. (Quiroz, 2012).

#### **2.1.11. Profundidad de siembra**

La profundidad de siembra adecuada depende del tipo de suelo, su preparación y contenido de humedad. Se aconseja que la semilla se ubique entre 2.5 a 5 cm. Esa profundidad debe permanecer constante a lo largo de cada uno y en todos los surcos. (Mite, 2005).

#### **2.1.12. Densidad de siembra**

Una mayor densidad facilitará el encamado de las plantas. Normalmente se emplea entre 140 y 160 kg de simiente por hectárea. La densidad variará según el tipo de suelo, la variedad a emplear, si el cultivo es en secano o en regadío, etc. En suelos poco fértiles o en suelos ligeros se pondrá una dosis menor que en suelos ricos o de textura fuerte. Cuando la variedad sea de ciclo largo, se reducirá más la dosis que cuando se trate de una variedad temprana que alcanzará menos desarrollo. (Ortega y Tesara, 2003).

#### **2.1.13. Distancia entre surcos**

En fechas de siembra muy tardías no hay diferencias entre dichos espaciamientos, porque ambos no han sido suficientemente angostos, en ese ambiente baja la productividad, para alcanzar una cobertura vegetal adecuada. Seguramente una distancia entre surcos de 35 cm o menor, hubiese logrado mejoras en el rendimiento. (Satorre, 2003).

#### **2.1.14. Técnicas de aplicación de los abonos**

Los fertilizantes comerciales, se aplican a mano o con maquinaria. La distribución al suelo se hace al voleo, en aspersión, en línea a chorrillo o banda y mateado, según si el fertilizante es líquido, sólido o gaseoso. La distribución debe ser tal que la profundidad de colocación sea en promedio a 10 cm y a una distancia de la semilla o de la planta, en promedio de 6 cm; la semilla o planta en contacto directo con el fertilizante resultan dañadas y quemadas.

#### **2.1.15. Abonado de fondo de plantación o de vertedera**

La distribución se realiza un poco antes o en el momento de la siembra. En este abonado se aportan fundamentalmente, el P, el K y una parte de N. El abono se entierra mediante una labor de grada o de vertedera.

La distribución del abonado de fondo y de cobertera depende de cada cultivo; el método tradicional consiste en aplicar cantidades muy elevadas para el abonado de fondo, en la mayor parte de los casos, de NPK mineral y abono orgánico.

#### **2.1.16. Fertilización de la soya con fosforo y cloruro de potasio**

Infoagro (2012) expresa que las cantidades de fertilizantes a emplear en un cultivo de soya dependen del tipo de suelo y de cómo se abono el cultivo precedente. De acuerdo con FERTISA (2012) el muriato de potasio o cloruro de potasio, representa alrededor del 95% de todo el potasio que se consume en el mundo, por su alta concentración 60% de (K<sub>2</sub>O) y su abundancia en la naturaleza.

El rendimiento del cultivo de soja, como el de otros cultivos, se puede descomponer en número de granos y peso individual de los granos. La caída en los rendimientos producto de una deficiencia de P, se debe en general a una disminución en el número de granos. El peso de los granos, por el contrario, raramente es afectado. El número de granos del cultivo de soja se determina durante la formación de las vainas, esto es, entre floración y el comienzo del llenado de los granos. Para poder maximizar el rendimiento, es importante que durante esta etapa el cultivo pueda hacer un uso eficiente de los recursos del ambiente disponibles, como por ejemplo la radiación solar. La radiación solar que llega al cultivo es capturada y transformada en grano, y qué características del cultivo o procesos pueden afectar este pasaje de radiación a grano. (Gutierrez y Scheiner 2012)

Lograr una buena cobertura es importante para que el cultivo pueda capturar toda la radiación incidente. Para ello debe haber desarrollado un área foliar tal que le permita cubrir bien el suelo. Una buena cobertura a floración va a depender, entre otros factores, de la disponibilidad de P del suelo.

Una vez capturada la radiación incidente, esta energía es transformada en biomasa. La eficiencia de esta conversión (kg de materia seca acumulada por unidad de energía capturada) puede variar debido al estado nutricional del cultivo. Incluso cuando la deficiencia fosforada no es tan severa como para disminuir en forma importante la formación de área foliar, la eficiencia con que el cultivo hace uso de la radiación capturada puede ser afectada. la fertilización fosforada provocó un aumento en el número de granos y en el rendimiento. (Gutiérrez y Scheiner 2012)

El fósforo (P) es uno de los principales elementos limitantes del crecimiento de los cultivos en más del 30 % de la superficie cultivada del mundo. Es meritorio estudiar los medios por lo que se logre incrementar la eficiencia con la que las plantas lo adquieren y utilizan, lo que finalmente podrá redundar en una mayor rentabilidad agrícola y un uso sustentable del recurso. (Alonso et al 2012).

Se ha reportado que un mayor crecimiento temprano de soja (*Glycine max*) se observa cuando la disponibilidad de altas concentraciones de P está próxima a la línea de siembra, principalmente en suelos fríos durante la siembra o imperfectamente drenados. No está claro si este incremento en el crecimiento inicial se refleja en una mayor eficiencia en el uso del P, o si la planta puede compensar el retraso en el crecimiento cuando la fuente de P se encuentra alejada, una vez que la encuentra. Por otra parte, describe que la incorporación de fertilizantes en altas dosis próximas a línea de siembra reduce el número de plantas emergidas de en los cultivos, siendo conveniente diseñar estrategias de fertilización más eficientes en su utilización y aportes a los rendimientos del cultivo, reduciendo los riesgos de fallas en la implantación del cultivo. (Alonso et al 2012).

Las respuestas de las plantas a la nutrición con P son afectadas tanto por los hábitos de crecimiento de las raíces modificados por su localización relativa espacial y temporal con respecto a los sitios ricos en P disponible como por la proximidad entre las plantas y las condiciones edáficas donde se desarrollan. En suelos potencialmente deficientes en P, al incrementarse la distancia entre las plantas y los sitios enriquecidos en P mayor será el tiempo con insuficiente nutrición con P afectando así el normal crecimiento en sus estadios tempranos. (Alonso et al 2012). El potasio es esencial para el crecimiento vegetal; las cantidades de potasio absorbidas por los cultivos son casi tan grandes como las del nitrógeno y en algunos cultivos mucho mayor como la soja o el banano. Las

plantas absorben el potasio como ión y su función es en la mayoría de los procesos vitales de la planta. Su rol en la planta es múltiple: Es el catión más importante, no solo respecto a su alto contenido en los frutos, sino también respecto a sus funciones bioquímicas y fisiológicas tales como: a) Activación de enzimas; b) Crecimiento y división celular en tejidos jóvenes; c) Síntesis de carbohidratos, proteínas y aceites; d) Transporte de azúcares a través del floema usando ATPase como fuente de energía; e) Uso del agua: la absorción de agua por las raíces y regulación de la transpiración; f) Mayor tolerancia a condiciones estresantes debido a la sequía, salinidad, heladas y enfermedades, y g)) Regulador de los balances iónicos en la planta (Melgar y Castro 1987).

Su efecto se conoce desde hace tiempo, y es uno de los nutrientes más importantes junto con el nitrógeno y el fósforo. La fertilización potásica comenzó en el siglo XIX cuando Justus v. Liebig descubrió que las plantas necesitaban en diferentes proporciones y cantidades, nutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y potasio, para crear biomasa. La deficiencia de potasio es reconocida como un importante factor limitante de la producción de cultivos. (Melgar y Castro 1987)

La soja requiere gran cantidad de potasio, especialmente durante el rápido período de crecimiento vegetativo. La cantidad de potasio disponible tiene un efecto importante sobre el rendimiento y la calidad de la cosecha: el potasio es importante para la activación enzimática, la regulación osmótica y el transporte de asimilados, por ejemplo almidón y azúcar el potasio es necesario para el metabolismo de carbohidratos y proteínas que son esenciales para el crecimiento vegetativo y para la formación de las vainas y las semillas un suministro adecuado de potasio reduce la caída de las vainas antes de la cosecha el potasio promueve la nodulación de la raíces (fijación del nitrógeno a través de los rizobios) las plantas que están suficientemente suministradas con potasio pierden menos agua por unidad de área de hoja debido a una transpiración más eficiente el potasio tiene una influencia positiva en la calidad de la semilla reduciendo al mínimo el

número de vainas encogidas, apergaminados, mohosas y descoloridas (Kali. 2012)

El Potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 2002).

La soya absorbe grandes cantidades de potasio. Cuando el K es insuficiente, la maduración de la soya se retarda, la calidad de la semilla se reduce y la incidencia de enfermedades en la semilla aumenta. El potasio permanece muy móvil, y pasa rápidamente de los tejidos viejos a los puntos de crecimiento de las raíces y brotes. En la madurez, aproximadamente la mitad del potasio en las plantas altamente productivas estará en las semillas (FAO, 1995).

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en la Parroquia San Francisco de Jumón, cantón Santa Rosa, provincia de El Oro propiedad del Sr. Gustavo Espinosa. Cuya ubicación geográfica se encuentra en la llanura costera centro-occidental. Las coordenadas a 3° 26' 30 de latitud sur y 78° 57' 30" de longitud oeste. El trabajo de campo tuvo una duración de 120 días.

Descripción de los materiales y equipos que se utilizarón en la investigación de fertilización en soya (*glycine max*) aplicando niveles de fosforo y cloruro de potasio

DETALLE	CANTIDAD
Talento Humano	
➤ Jornales	5
➤ Tesista	1
Materiales y equipo	
➤ Terreno	200m2
➤ Maquinaria	1
➤ Semilla	50 lbs.
➤ Fertilizantes kg	0,50
➤ Inoculante kg	0,50
➤ Estacas	15
➤ Fichas para letreros	16
➤ Regaderas	2
➤ Pala	2
➤ Piola lbs.	2
➤ Gramera	1
➤ Machete	2
➤ Excavadora	1
➤ Bomba de mochila (20ltr)	1
➤ Cinta graduada	1
➤ Flexo metro	1
➤ Carretilla	1
➤ Balde	2

➤ Manguera	50m
➤ Regaderas	2
<b>OFICINA</b>	
➤ Cuaderno de apuntes	1
➤ Pluma	1
➤ Resaltador	1
➤ Memory	1
➤ Computadora	1
➤ Resma de papel	1
➤ Cámara fotográficas	1

### 3.1.1. Condiciones meteorológicas

Cuadro 2. Condiciones meteorológicas del lugar experimental.

Parámetros	Promedios anual
Altitud msnm	13
Temperatura (°C)	26 a 30 °C.
Superficie	933,1km <sup>2</sup>

Fuente: Estación meteorológica INHAMI Sta. Rosa. Machala. 2011

### 3.1.2. Diseño experimental

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Para determinar las diferencias entre medias de tratamientos se aplicó la prueba de rangos mínimo de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). En el siguiente cuadro se detalla el esquema del experimento y del análisis de varianza.

Cuadro. 3 Esquema del análisis de varianza para el estudio de fertilización en soya. Aplicando niveles de fosforo y cloruro de potasio.

Fuente de varianza		Grado de libertad
Tratamientos	$(t - 1)$	3
Error experimental	$(r-1) (t-1)$	12
Total	$(t \times r) - 1$	15

### 3.2. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para esta investigación se empleó cuatro tratamiento y cuatro repeticiones se utilizaron 16 parcelas experimentales cada una con un de área de 5 x 5 m<sup>2</sup>.

Cuadro 4. Delineamiento experimentales de las parcelas que se utilizaron en la investigación de fertilización de soya (*Glycine max*) aplicando niveles de fosforo y cloruro de potasio.

DESCRIPCION	MEDIDA
Forma de parcelas	cuadrado
Longitud de parcela:	5 m
Ancho de parcela:	5m
Plantas por metro lineal	2
Separación entre repeticiones (m)	1
Numero de hilera útil por parcelas.	12
Distancia entre hilera. (cm)	40
Distancia entre plantas: cm	40
Superficie útil por parcela. M <sup>2</sup>	25
Área total de las parcela m <sup>2</sup>	4002
Área Total del ensayo m <sup>2</sup>	625

### **3.3. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

#### **3.3.1. Altura de la planta. (cm)**

Se tomó 10 plantas al azar dentro del área útil de cada parcela experimental, se midió la distancia existente entre el suelo hasta la yema terminal, utilizando una regla graduada en centímetros.

#### **3.3.2. Altura de inserción o carga del primer fruto.**

En diez plantas se tomó dentro de cada parcela experimental, se registro la altura de la carga a la cosecha, midiendo la distancia entre el suelo hasta la inserción de las primeras vainas, expresando su promedio en centímetros.

#### **3.3.3. Número de vainas por planta.**

En el caso de vaina por plantas, se tomó diez plantas al azar dentro de cada parcela procediendo el conteo de las vainas, y se calculo el número promedio del tratamiento por parcela.

#### **3.3.4. Número de semillas por plantas**

Se contó 100 legumbres tomando diez plantas al azar de cada parcela, luego se desgrano para determinar el número promedio de granos por tratamiento.

#### **3.3.5 Rendimiento**

Se desgranaron las legumbres producidas en diez plantas tomadas al azar de cada tratamiento del área útil, valor que fue promediado.

### **3.3.6. Costos totales**

Se la obtuvo mediante la suma de los costos fijos (terreno, siembra, mano de obra, etc.) y los costos variables (Diferentes Niveles de fertilizante). Se lo calculo mediante la siguiente fórmula:

$$CT = CF + CV;$$

Donde:

CT = Costo total

CF = Costo Fijo

CV = Costo Variable

### **3.3.7. Relación beneficio / Costo**

Se obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento con los costos totales de dicho tratamiento.

$$R (B/C) = \text{Beneficio neto} / \text{Costo total} \times 100.$$

### **3.3.8. Manejo de Experimento**

#### **3.3.9. Preparación del terreno**

Se realizó dos pases de rastra a una profundidad de 25 centímetros, con la finalidad de incorporar rastrojos y malas hierbas y que el suelo quede disuelto y mutilado para asegurar una buena germinación.

#### **3.3.10. Inoculación y Siembra**

Se efectuó en forma manual en hileras, depositando la semillas ya preparada con el producto cruiser insecticida y (Biota Max inoculante) en un hoyo de 4 centímetros de profundidad.

### **3.3.11. Fertilización**

La fertilización se efectuó de acuerdo a los tratamientos en estudio. La fuente de superfosfato triple (46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en dosis de 00 – 50 – 100 – y 150 y el potasio aplicado fue el muriato de potasio que contiene 60% de K<sub>2</sub>O, en dosis de 00 -75 - 125 y 175 además se aplico a los 20 – 40 – 60 días después de la siembra kg/has. En forma foliar con una bomba de mochila con capacidad de 20 litros de agua.

### **3.3.12. Germinación.**

Cuando las semillas sembradas estuvieron al 100 por ciento germinadas durante los 3 días se instalo el cultivo además se mostro algunas plantas comprobándose que la inoculación sea correcta para conseguir el efecto deseado.

### **3.3.13. Raleo.**

Durante a los 15 a 20 días de haber efectuado la siembra se llevo a cabo el correspondiente raleo procediendo a eliminar las plantas menos crecidas y vigorosas, dejando las más fuertes y mejor desarrolladas.

### **3.3.14. Riego**

Se utilizó un riego manual con regadera antes y después de la siembra, luego se dio un riego hasta que el cultivo se desarrollo por completo.

### **3.3.15. Deshierbas**

Esta práctica se la realizo manualmente.

### **3.3.16. Control fitosanitario**

Debido a la alta incidencia de plagas que se presento entre los 30 y 40 días del cultivo, se realizo un controles fitosanitarios para lo cual hubo la necesidad de aplicar curacrón. Aplicándose con una bomba de 20ltr.

### **3.3.17. Floración**

Este registro se llevo a efecto contabilizando el tiempo transcurrido desde la siembra hasta que el 90% de las plantas florecieron.

### **3.3.17 Fecha de maduración**

Para ella se tomo en cuenta cuando el 90% de las plantas de soya prácticamente se veían ya maduras, lo que se comprobó un color amarillento en las hojas.

### **3.3.18. Cosecha y desgrane**

Cuando las plantas cumplieron el proceso de maduración se realizo en forma manual, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica, se procedió a cosechar las plantas.

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 4.1. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.2. Altura de planta

Realizado el análisis de varianza se determinó significancia estadística para los tratamientos. Siendo su coeficiente de variación de 4,38 (Cuadro 1 anexo).

Según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), el tratamiento donde se utilizó la dosis 150P – 175KCl se comportó estadísticamente superior alcanzando una altura de 78,68 cm, siendo estadísticamente superior a los tratamientos restantes que reportaron promedios de 71,08 (100P-125KCl); 64,20 (50P-75KCl) y 57,18 (Testigo)  $\text{kg ha}^{-1}$  (Figura 1) concordando con Roberts (1997), citando a varios autores, quien planteo que tanto el fósforo como el potasio son unos de los 3 nutrientes primarios esenciales para el crecimiento de la planta. Son elementos primarios porque la planta lo requiere en cantidades altas y esenciales, porque es indispensable para el crecimiento, desarrollo y reproducción de la planta y no puede ser reemplazado por otro nutriente.

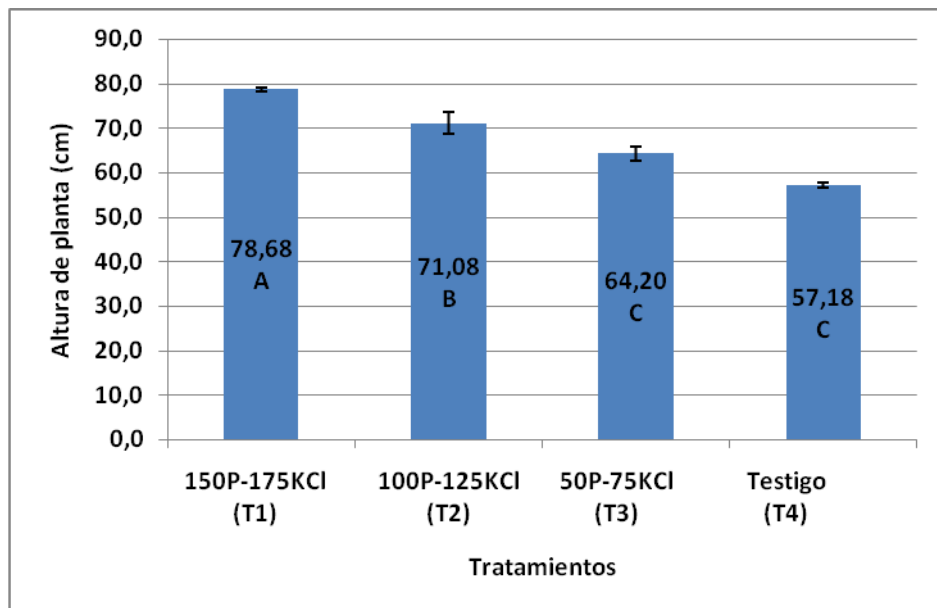


Figura 1. Altura de plantas de *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio "Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de SOYA". Con barras de Error Estándar. Medias seguidas por la misma letra no representan diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ )

### 4.3. Altura de carga del primer fruto

Según el análisis de varianza (Cuadro 2 Anexo), reporto alta significancia estadística para tratamientos, obteniendo un coeficiente de variación de 3,72%.

Realizada la prueba de Tukey Fig. 2; la aplicación de 150P – 175KCl kg ha<sup>-1</sup> alcanzo la mejor altura de carga del primer fruto con 16,83 cm; sin diferir estadísticamente a tratamiento en el cual se aplicó la dosis de 100P – 125KCl kg ha<sup>-1</sup> con 15,90 cm, pero superior al resto de tratamientos con promedios de 15,28 cm (50P-75KCl) y 13,28 cm (Testigo).

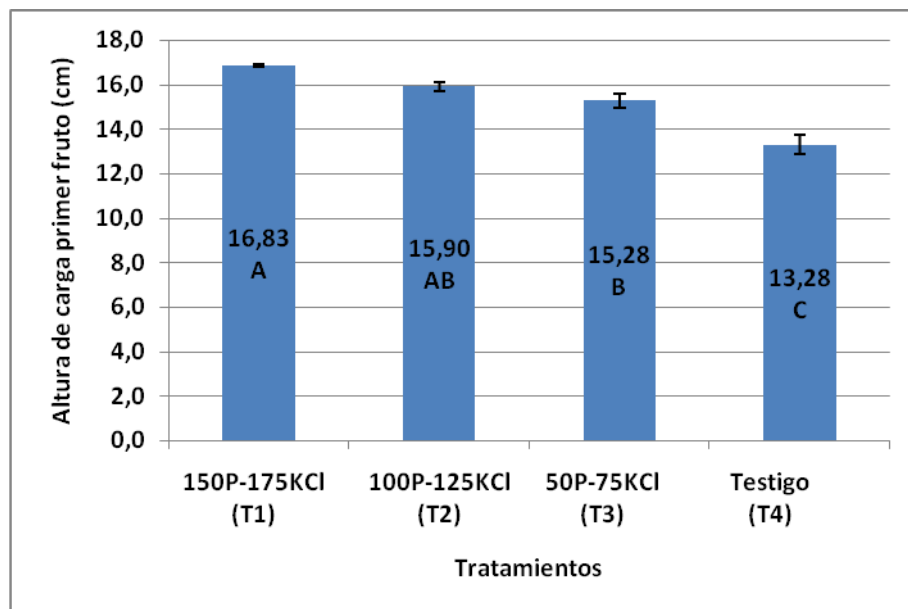


Figura 2. Altura de carga al primer fruto *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya”. Con barras de Error Estándar. Medias seguidas por la misma letra no representan diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ).

### 4.4. Número de vainas por planta

Los valores análisis de varianza de número de vainas por plantase observan en el cuadro 3 Anexos, en el cual el análisis registro significancia estadística para los tratamientos. Siendo su coeficiente de variación de 5,63 %.

El mayor número de vainas por planta lo obtuvo el tratamiento 150P-175KCl kg ha<sup>-1</sup> con 16,83 sin diferir estadísticamente del tratamiento donde se aplicó 100P-125KCl kg ha<sup>-1</sup> (15,90) pero superior a los tratamientos restantes que mostraron promedios inferiores entre 15,28 (50P-75KCl) y 13,28 (Testigo), concordando con lo manifestado por Barroso 1999, quien menciona que los componentes del rendimiento (vainas/planta, granos/vaina, y peso de 100 granos, no se ve influenciados estadísticamente por la aplicación de fósforo ni de potasio, aunque en el caso de las vainas/planta hay un mejor comportamiento donde se aplica los fosforo.

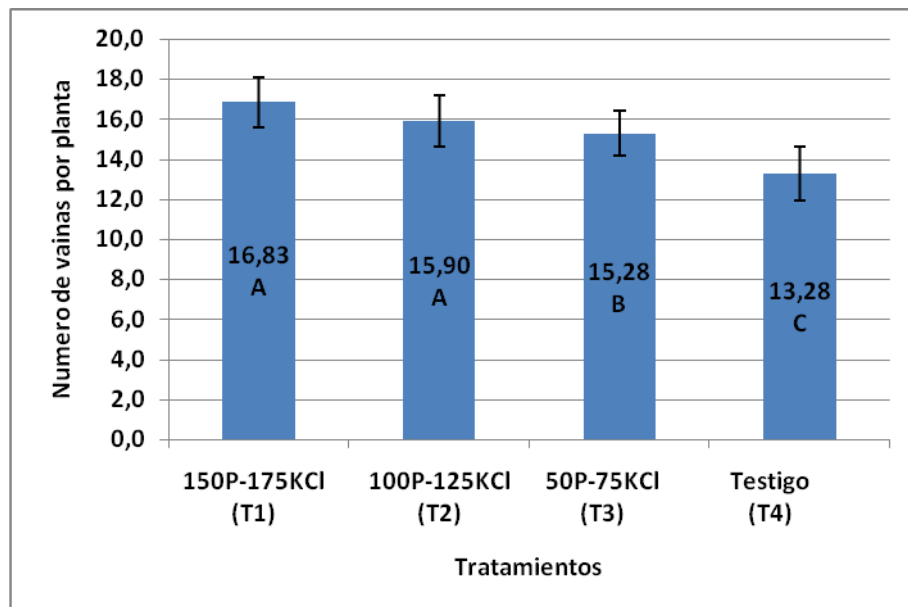


Figura 3. Numero de vainas por planta en *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya”. Con barras de Error Estándar. Medias seguidas por la misma letra no representan diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.5. Peso de 100 semillas

En el cuadro 3 de Anexos se presentan los resultados de análisis de varianza el cual reporto significancia estadística a nivel de 0,01 para los tratamientos. Siendo su coeficiente de variación de 5,67%.

La prueba de Tukey no mostro significancia estadística para las aplicaciones fertilizantes los cuales tuvieron un comportamiento similar con promedios de 18,64 g (150P-175KCl); 17,83 g (100P-125KCl) y 16,86 g (50P-75KCl) kg ha<sup>-1</sup>, mientras que el tratamiento testigo se comportó estadísticamente inferior con promedio de 15,26 g, lo cual concuerda con Gutiérrez y Scheiner 2012 quien manifiesta que el rendimiento del cultivo de soja, como el de otros cultivos, se puede descomponer en número de granos y peso individual de los granos. La caída en los rendimientos producto de una deficiencia de P, se debe en general a una disminución en el número de granos. El peso de los granos, por el contrario, raramente es afectado. El número de granos del cultivo de soja se determina durante la formación de las vainas, esto es, entre floración y el comienzo del llenado de los granos. Para poder maximizar el rendimiento, es importante que durante esta etapa el cultivo pueda hacer un uso eficiente de los recursos del ambiente disponibles, como por ejemplo la radiación solar. La radiación solar que llega al cultivo es capturada y transformada en grano, y qué características del cultivo o procesos pueden afectar este pasaje de radiación a grano.

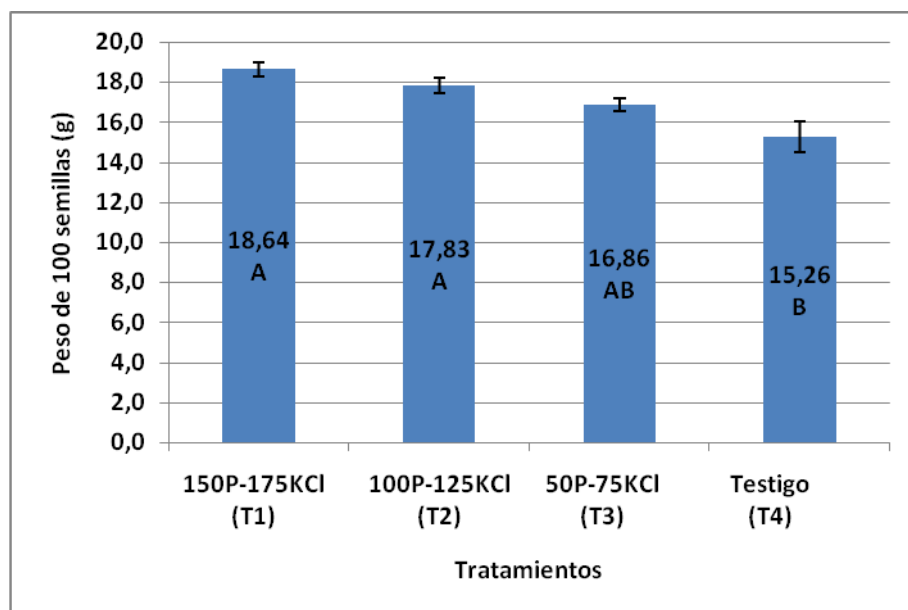


Figura 4. Peso de 100 semillas (g) *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio "Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya". Con barras de Error Estándar. Medias seguidas por la misma letra no representan diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.6. Rendimiento de grano

En el cuadro 5 anexos se expresan los valores del análisis de varianza el cual determino significancia estadística al nivel de 0,01 para tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 7,85 %.

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, el tratamiento donde se aplicó la dosis 100P-125KCl kg ha<sup>-1</sup> obtuvo el mejor rendimiento de grano, sin diferir estadísticamente a los tratamientos 150P-175KCl kg ha<sup>-1</sup> y 50P-75KCl kg ha<sup>-1</sup>, que alcanzaron promedios de 2736,56 y 2655,75 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Mientras que el Testigo fue inferior con un promedio de rendimiento de grano de 2148,60 kg ha<sup>-1</sup>, el cual estos resultados coincide con Ferraris 2001 quien revela que la soya para producir 3.000 kg/ha absorbe cantidades apreciables de macro y micro nutrientes así tenemos que requiere de 200 Kg de N, 50 Kg de P, 120 Kg de P, 65 Kg de Ca, 20 Kg de Mg, 20 Kg de S, teniendo en cuenta el análisis de suelo y el análisis foliar, podemos determinar la cantidad de elementos a incorporar. Los demás elementos provienen del suelo y en base a las cantidades que la planta requiere se las ha dividido en tres grupos: los de mayor importancia, que corresponden a fósforo y potasio; los secundarios: calcio, magnesio y azufre; y, los de tercer orden: cloro, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, molibdeno y cobalto.

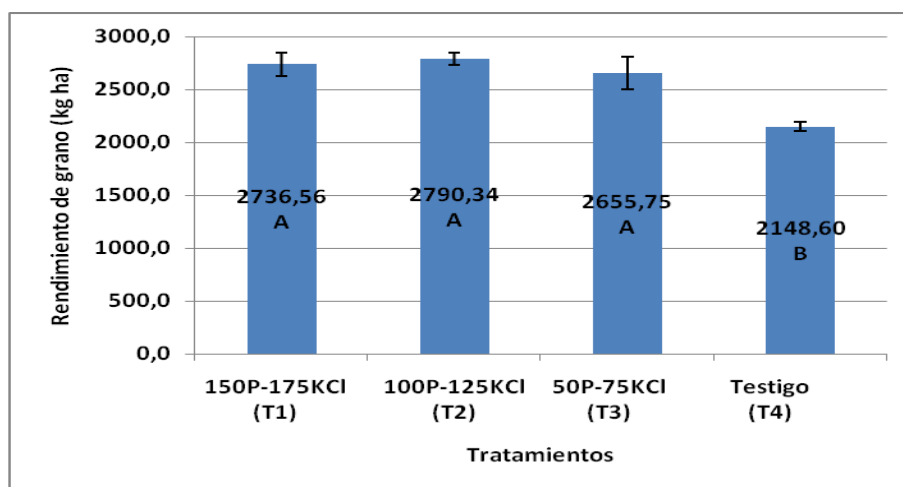


Figura 5. Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>) en *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio "Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya". Con barras de Error Estándar. Medias seguidas por la misma letra no representan diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ).

#### 4.7. Análisis económico

Realizado el análisis económico (Cuadro 4), se observa que el mayor ingreso bruto \$ 1534,69 se obtuvo con la dosis 100P-125KCl kg ha<sup>-1</sup>, seguido de la dosis 150P-175KCl kg ha<sup>-1</sup>, con \$ 1505,11. Los costos variables fueron superiores para las dosis más altas; con \$ 368,66 mientras que el menor valor se observó en el testigo. El costo fijo fue de \$ 458,63 que conformaron los rubros que afectan por igual al cultivo independiente de la variedad y dosis aplicadas; como son costo del terreno, preparación del suelo, control de malezas, etc; lo que determinó los mayores y menores costos totales y, dependiendo del costo variable de cada tratamiento. El mayor beneficio neto se logró con el tratamiento (T-2) 100P-125KCl kg ha<sup>-1</sup> con \$ 724,13 seguido de la dosis (T-1) 150P-175KCl kg ha<sup>-1</sup>, con \$ 678,45 obteniéndose una relación Beneficio – Costo de 1,89 y 1,82 respectivamente; que indica que por cada unidad monetaria invertida se obtuvo \$ 0,89 y 0,82 adicional o de beneficio.

Cuadro 5. Análisis económico del rendimiento Kg ha<sup>-1</sup>, en función al costo de los tratamientos, en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivo de soya”.

<b>Dosis Fertilizantes</b> <b>kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Rendimiento</b> <b>kg ha</b>	<b>Ingreso</b> <b>Bruto</b>	<b>Costos</b> <b>Variables</b>	<b>Costos</b> <b>Totales</b>	<b>Beneficio</b> <b>Neto</b>	<b>Relación</b> <b>B/C</b>
<b>(T-1)150P-175KCl</b>	2736,56	1505,11	368,66	826,66	678,45	1,82
<b>(T-2)100P-125KCl</b>	2790,34	1534,69	352,56	810,56	724,13	1,89
<b>(T-3) 50P-75KCl</b>	2655,75	1460,66	332,46	790,46	670,20	1,85
<b>(T-4) Testigo</b>	2148,60	1181,73	300,25	758,25	423,48	1,56

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. CONCLUSIONES

El tratamiento (T-1) donde se utilizó la dosis 150P – 175KCl, alcanzando una altura de 78,68 cm, siendo estadísticamente superior a los tratamientos (T-2 y T-3) restantes que reportaron promedios de 71,08 (100P-125KCl); 64,20 (50P-75KCl) y 57,18 (Testigo T-4) kg ha<sup>-1</sup>

El tratamiento (T-1) no mostro significancia estadística para las aplicaciones fertilizantes los cuales tuvieron un comportamiento similar con promedios de 18,64 g (150P-175KCl); (T-2) 17,83 g (100P-125KCl) y (T-3) 16,86 g (50P-75KCl) kg ha<sup>-1</sup> mientras que el tratamiento testigo (T-4) se comportó estadísticamente inferior con promedio de 15,26 g.

El tratamiento (T-2) donde se aplicó la dosis 100P-125KCl kg ha<sup>-1</sup> obtuvo el mejor rendimiento de grano, sin diferir estadísticamente a los tratamientos (T-1) 150P-175KCl kg ha<sup>-1</sup> y (T-3) 50P-75KCl kg ha<sup>-1</sup>, que alcanzaron promedios de 2736,56 y 2655,75 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Mientras que el Testigo (T-4) fue inferior con un promedio de rendimiento de grano de 2148,60 kg ha<sup>-1</sup>.

Se observa que el mayor ingreso bruto \$ 1534,69 se obtuvo con la dosis (T-2) 100P-125KCl kg ha<sup>-1</sup>, seguido de la dosis (T-1) 150P-175KCl kg ha<sup>-1</sup>, con \$ 1505,11. Los costos variables fueron superiores para las dosis más altas; con \$ 368,66 mientras que el menor valor se observó en el testigo.

El cultivo presento una alta respuesta a la aplicación de fertilizantes a base de fosforo y potasio, lo cual se refleja por los incrementos en rendimientos con la aplicación de las fuentes fosfóricas y de potasio con relación al testigo.

Los niveles de aplicación de fosforo y cloruro de potasio se presentó como una buena alternativa agronómica en la fertilización en suelos de la localidad de estudio a pesar que no son apropiados para el cultivo de soya.

## 5.2. CONCLUSIONES

Escalar y seguir con este tipo de investigación en condiciones de producción en suelos de similares características del área de estudio y contenido de fósforo y potasio y superar favorablemente los resultados alcanzados en esta investigación.

Con la aplicación de 150 – 175 g de fosforo y cloruro de potasio se acepta la hipótesis que dice que se incrementara la producción en el cultivo de soya.

Con la aplicación de 150- 175 g de fosforo y cloruro de potasio se acepta la hipótesis que dice que incrementará el rendimiento del cultivo de la soya.

**CAPITULO VI**  
**BIBLIOGRAFIA**

## 6.1. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, O; Gutiérrez, F; Rubio, G; y Díaz, M. 2012. Adsorción de fosforo y crecimiento de soja según distancias a sitios de fertilización con fosforo.

Armas, D. 2012 Derivados de la soja.

file:///C:/Users/UTEQ5/Desktop/LA%20SOYA%20%20%20LA%20SOYA.htm

Barroso, R. 1999. La roca fosfórica de Trinidad de Guedes: una alternativa en la fertilización de suelos ácidos bajos en fósforo. Tesis Máster en fertilidad de suelos. Universidad de Camagüey. 51 pp.

Calero, E. 2008. El cultivo de soja en el Ecuador. Manual Técnico Divulgativo. Guayaquil. 72p.

Calvo, D. 2003. La soja: Valor dietético y nutricional primer curso: Equilibrio alimentario en los escolares.

Colacelli, N. y Bertsch, H. 2003. Adsorción de nutrientes por los cultivos. Edición. No 1. San José, Costa Rica. P. 102.

Collino, D.J., De Luca, M., Peticari, A., Urquiaga Caballero, S., Racca, R.W. 2007. Aporte de la FBN a la nutrición de la soja y factores que la limitan, en diferentes Regiones de Argentina. XXIII RELAR, Los Cocos (Córdoba, Argentina), 175.

FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. Guía de bolsillo para los oficiales de extensión. FAO-Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes IFA. Roma. p. 8.

- FAO. 1995. El cultivo de soja en los trópicos: Mejoramiento y producción. Producción y protección vegetal No. 27. Empresa Brasileña de Producción Agropecuaria (EMBRAPA). Roma, p. 182.
- Ferraris, G. 2011. Micro elementos en cultivos extensivos. Necesidad actual o tecnología para el futuro. En actos del simposio fertilidad. Pp.121-133.
- Formulario Agrícolas 2000. Ecosol. Alimento para las plantas totalmente soluble en agua 2 p (Boletín Técnico, 1).
- García, F. Soja: Criterios para la fertilización del cultivo. INPOFOS/PPI/PPIC Cono Sur. [http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/Criterios\\_fertilizacion.pdf](http://agro.unc.edu.ar/~ceryol/documentos/soja/Criterios_fertilizacion.pdf).
- Guaman, R. y Castro J. 2005. La soja en el Ecuador, zonas y épocas de siembra Manual del cultivo de soja INIAP 2005
- Gutiérrez, F y Scheiner, J. 2012. Fertilización Fosforada del Cultivo de Soja. <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Fosforada%20del%20Cultivo%20de%20Soja.asp>
- INEC, 2012. Instituto Nacional de estadística y censos. Sistema Agroalimentario de la soja. Disponible en. [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec) [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com)
- INEC. 2013. Instituto Nacional de Estadística y Censo. Sistema Agroalimentario de la Soja. Disponible en. [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec) [www.ecuadorencifras.com](http://www.ecuadorencifras.com)
- INTA. 1997. tópicos sobre el cultivo de la soja. Disponible en: <http://foroacercandonos.wordpress.com/2009/11/21/topicos-sobre-el-cultivo-de-soja-en-argentina/> Citado el 20/06/2013
- INHAMI. Estación Meteorológica INHAMI. Machala. Ecuador 2012.

- Kantolic, A., P. Giménez y E. de la Fuente, 2004. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad de soja. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. 2da edición. Ed: A. Pascale, Buenos Aires. Pp 167-195.
- Kali. 2012. Potasio para plantas con rendimientos altos y saludables. [http://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/crops/soybean.html](http://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/crops/soybean.html)
- Melgar, R y Castro, L. 1987. INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Pergamino.
- Mite, F. 2005. Programa Nacional de Oleaginosas. Manual No 60. Segunda Edición. Guayaquil, Ecuador. Pp. 60-67.
- Ortega, S. y Tesara, J. 2003. Evaluación agronómica de adaptabilidad y rendimiento de veinte líneas promisorias de soja (*Glycine max. L.*) en el cantón Caluma, Provincia Bolívar.
- Quiroz, J. 2012. Evaluación agronómica de adaptabilidad y rendimiento de veinte líneas promisorias de soja (*Glycine max. L.*) En el cantón Caluma, Provincia Bolívar.
- Roberts, T. 1997. Papel del fósforo y del potasio en el establecimiento de los cultivos. Inf. Agroquímicas. No. 26. INPOFOS. p. 1-4.
- Satorre, E., 2003. El libro de la Soja, Ed: E. Satorre, Buenos Aires.
- Sotelo, 1981. Nutritivas y apetecibles: leguminosas comestibles. Parte I. Hojas, vainas y semillas divulgadoras de la ciencia.pg 29. Disponible en: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n66ne/leguminosas.pdf>.

Toledo, E. 2013. El cultivo de soja. Disponible en:  
<http://www.buscagro.com/www.buscagro.com/biblioteca/Ruben-Toledo/El-cultivo-de-soja.pdf>. Citado el 20/08/2013.

Valdiviezo, E. 2005. Aspectos nutricionales y fertilización en el cultivo de soya. Manual del cultivo de soya. INIAP 2005.

**CAPITULO VII**  
**ANEXOS**

## 7.1. ANEXOS

Cuadro 1. ADEVA altura de planta de *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivos de soya”.

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	1019,36	339,79	38,57	<0,0001
Error	12	105,72	8,81		
Total	15	1125,08			

CV = 4,38

Cuadro 2. ADEVA altura de planta de *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivos de soya”.

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	27,14	9,05	27,82	<0,0001
Error	12	3,90	0,33		
Total	15	31,04			

CV = 3,72

Cuadro 3. ADEVA números de vaina por planta *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivos de soya”.

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	1027,10	342,37	53,66	<0,0001
Error	12	76,57	6,38		
Total	15	1103,67			

CV = 5,63

Cuadro 4. ADEVA peso de 100 semillas *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivos de soya”.

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	25,36	8,45	8,96	0,0022
Error	12	11,33	0,94		
Total	15	36,69			

CV = 5,67

Cuadro 5. ADEVA rendimiento de grano *Glycine max* (soya) bajo cuatro tratamientos, en el estudio en el estudio “Efecto de fertilización de P y KCl en el cultivos de soya”.

Fuente V.	gl	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	3	1042264,25	347421,42	8,44	0,0028
Error	12	493916,43	41159,70		
Total	15	1536180,68			

CV = 7,85

## ANEXOS



Limpieza y medicion del ensayo de investigacion fertilizacion de soya (*Glycine max*)  
aplicando niveles de fosforo y cloruro de potasio



Medición e identificación del ensayo de investigación en fertilización de soya (*Glycine max*) aplicando niveles de fosforo y cloruro de potasio.

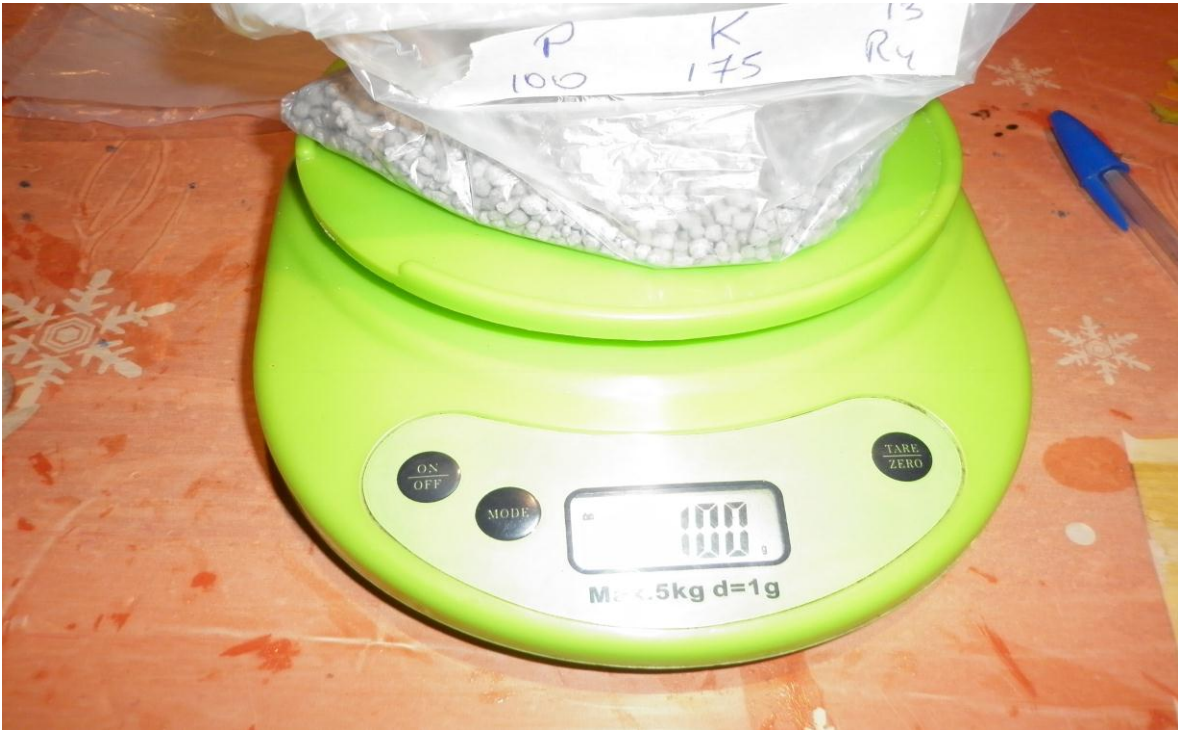


Aplicación de fertilizantes en los diferentes tratamietos, de esta investigacion en soya en la zona de Jumon provincia de el Oro.



Riego a los diferentes tratamientos de la investigación de fertilización en soya (*Glycine max*) aplicando niveles de fosforo y cloruro de potasio





Peso de fertilizantes de fosforo y cloruro de potasio para aplicar a los diferentes tratamientos en soya (*Glycine max*) en la zona de Jumon provincia de el Oro.





Peso y embalaje a los diferentes tratamientos en soja (*Glycine max*) en la zona de Jumon provincia de el Oro.