



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Proyecto de Investigación  
previo a la obtención del título  
de Ingeniero Agrónomo.**

**Título del Proyecto de Investigación**

“Efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya (*Glycine max*, L.) sembrado en la época seca, zona de Quevedo.”

**AUTOR:**

**Rosa Ivanna Campi Liuba**

**Director del Proyecto de Investigación**

**Ing. Agr. Freddy Sabando Ávila**

**QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR**

**2019**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Rosa Ivanna Campi Liuba**, 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 normativa institucional vigente.

Atentamente;

---

Rosa Ivanna Campi Liuba

**Autor**

## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito **Ing.Agr.Freddy Sabando Ávila**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Rosa Ivanna Campi Liuba**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya (*Glycine max*, L.) sembrado en la época seca, zona de Quevedo.**” previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

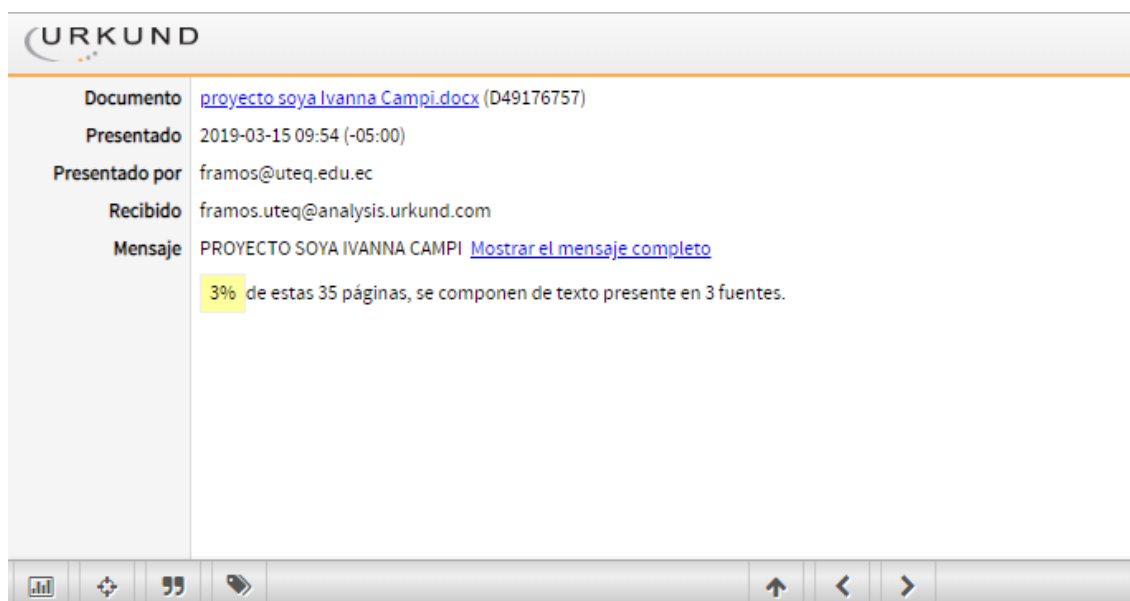
Atentamente;

---

Ing. Agr. Freddy Sabando Ávila

**Director del Proyecto de Investigación**

# REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

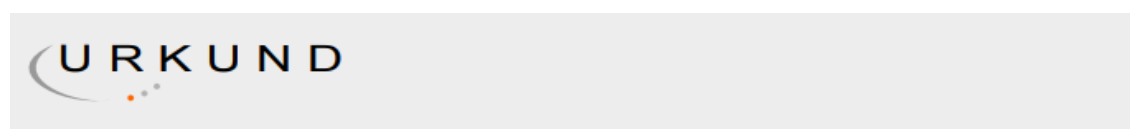


The screenshot shows the URKUND interface with the following details:

- Documento:** [proyecto soya Ivanna Campi.docx](#) (D49176757)
- Presentado:** 2019-03-15 09:54 (-05:00)
- Presentado por:** framos@uteq.edu.ec
- Recibido:** framos.uteq@analysis.orkund.com
- Mensaje:** PROYECTO SOYA IVANNA CAMPI [Mostrar el mensaje completo](#)

A yellow highlight indicates: 3% de estas 35 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

The interface includes a toolbar at the bottom with icons for a bar chart, zoom, quote, and navigation arrows.



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** proyecto soya Ivanna Campi.docx (D49176757)  
**Submitted:** 3/15/2019 3:54:00 PM  
**Submitted By:** framos@uteq.edu.ec  
**Significance:** 3 %

### Sources included in the report:

bd9ce1e5-f9bc-4562-8620-33aef81a1984  
55dd5c86-3d16-4183-a4a0-a8a12c412643  
53c52f03-698f-4c84-a33d-2993a2f57d78

### Instances where selected sources appear:

21

---

Ing. Agr. Freddy Sabando Ávila  
Director del Proyecto de Investigación



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:**

“Efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya (*Glycine max*, L.) sembrado en la época seca, zona de Quevedo.”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

**Aprobado por:**

---

Ing. Freddy Amores Puyotaxi M.Sc.

**Presidente del Tribunal**

---

Ing. Manuel Jiménez Icaza M.Sc.

**Miembro del Tribunal**

---

Dr. Daniel Vera Avilés

**Miembro del Tribunal**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, a mi madre Ana Liu-Bá que siempre me ha impulsado a seguir adelante con mis estudios, quien ha sido mi hombro en momentos de dificultad y de debilidad para llegar lejos y poder lograr mis objetivos, a mis padres Dora Galarza y Eugenio Liu-Bá quienes me han demostrado que con esfuerzo y dedicación todo se logra, como no agradecer a mi esposo Winther Zamora que me brindo su paciencia y apoyo incondicional durante el proceso de la investigación, de la misma manera a mi padre David Campi por ayudarme durante el proceso educativo y en el comienzo de mi investigación, también quiero agradecer a mi familia que de una u otra forma me han ayudado, así mismo a mis suegros Félix Zamora y Glenda Mera por estar pendiente del transcurso de mi investigación y como amistad a Maite Bazurto que desde que empezó nuestra formación superior siempre nos brindamos la mano, por estar siempre conmigo les digo muchas gracias.

Me encantaría agradecer mediante estas líneas, a la Facultad de Ciencias Agraria de la Carrera de Ingeniería Agronómica por abrirme las puertas y acogerme en sus aulas permitiéndome realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo, a mis profesores quienes impartieron sus conocimientos en mí, para crecer cada día más, al Economista Flavio Ramos quien me ayudo a mejorar mi proyecto de investigación, al Dr. Daniel Vera quien me ayudo en el proceso de mi investigación, de la misma manera agradezco al Ing. Agri. Msc. Leonardo Matute Matute, Decano, a mi director del proyecto de investigación Ing. Agr. Freddy Sabando Ávila quien fue mi guía y me brindo la ayuda necesaria para cumplir este objetivo, al Ing. Freddy Amores por toda la enseñanza durante la revisión de mi tesis conjuntamente con el Ing. Manuel Jiménez.

Finalmente quiero expresar todo mi agradecimiento a mis compañeros por compartir durante estos años de estudios momentos que se solo se viven una vez.

**Rosa Ivanna Campi Liuba**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico a Dios por darme la fuerza necesaria y superarme día a día, guiándome por el sendero correcto para así lograr mi propósito.

Se lo dedico con todo mi amor a mi madre Ana Liu-Bá quien ha sido para mi padre y madre en las situaciones de dificultad como de felicidad, por dedicarme cada minuto de su vida durante mi proceso de estudiantado, formándome como una profesional.

A mis amados padres Dora Galarza y Eugenio Liu-Bá, quienes siempre han visto por mí, para que siga creciendo profesionalmente.

A mi esposo Winther Zamora por estar siempre conmigo y brindarme su cariño y apoyo incondicional durante el transcurso de mi formación como profesional, a mi hermoso hijo Liang Zamora Campi quien es mi pilar principal para seguir creciendo y superarme día a día.

A mi familia Liu-Ba Galarza por estar siempre acompañándome, brindándome apoyo moral durante esta etapa de mi vida.

**Rosa Ivanna Campi Liuba**

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el campus experimental de la Finca “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas 79° 27' longitud Oeste y 01°06' de latitud Sur, elevación 73 msnm. El estudio tuvo como objetivo, establecer el efecto de la densidad poblacional, tipos de siembra y fertilización edáfica que mejore el desarrollo y crecimiento en el cultivo de soya. La fecha de siembra fue el 28 de agosto del 2018. Dentro de esta investigación se usó la variedad INIAP 307 así mismo se utilizaron dos tipos de siembra: voleo e hilera, dos densidades poblacionales de: 280000 y 360000 p ha<sup>-1</sup>, además de aplicaciones con y sin fertilizante, el tipo de abono edáfico utilizado en la investigación fue el 8-20-20 (NPK) en dosis de 200kg ha<sup>-1</sup> distribuidos en dos partes iguales, la dosis por nutriente fue: N= 32g P= 80g y K= 80g. Para la distribución de los tratamientos en el campo se realizó el diseño experimental Parcelas Subdivididas (PS) con 8 tratamientos con tres repeticiones. En la comparación de medias entre tratamientos de las variables seleccionadas se empleó la prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ). Se registraron datos de las siguientes variables: días a la emergencia, días a la floración, altura de planta a los 30, 60 y 90 días, conteo de nódulos, peso seco de la planta y raíz, altura de carga, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semilla, rendimiento por parcela útil en kg, rendimiento por hectárea. En base a los resultados obtenidos con el factor tipos de siembra las variables: días a la emergencia, altura de planta a los 60 días, conteo de nódulos, altura de planta a los 90 días, peso de planta, altura de carga, granos por vainas, coinciden con el factor densidades en altura de carga vainas por plantas, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil, rendimiento por hectárea estos mostraron significancia, mientras que en el factor fertilizante: altura de planta a los 90 días, altura de carga, vainas por planta mostraron resultados similares. La mejor respuesta en rendimiento fue la combinación INIAP – 307 en el tipo de siembra hilera con la densidad 280000 pl ha<sup>-1</sup> y aplicación con fertilizante, esta muestra un mayor rendimiento de 1842,68 kg ha<sup>-1</sup> a una relación beneficio costo de 1,30 y por lo consiguiente mostrando la mejor rentabilidad con 29,65%.

**Palabras clave:** tipos de siembra; densidad; fertilizante; población.



## SUMMARY

The present investigation was carried out in the experimental campus of the "La María" farm, owned by the State Technical University of Quevedo, located at Km. 7 of the Quevedo-El Empalme road, Los Ríos province, between the geographic coordinates of 79° 27' Longitude West and 01°06' of South Latitude, 73 msnm. The objective of the study was to establish the effect of population density, types of planting and fertilization, education to improve development and growth in soybean cultivation. It was on August 28, 2018. Within this research, the INIAP 307, variety was used. Two types of sowing were used: volley and row, two population densities of: 280000 and 360000 p ha<sup>-1</sup>, as well, as applications with and without Fertilizer, the type of fertilizer editable in the research was 8-20-20 (NPK) in the dose of 200 kg ha<sup>-1</sup> distributed in two equal parts, the dose per nutrient was: N = 32g P = 80g and K = 80g. For the distribution The distribution of the treatments in the field is done by the experimental design. Subdivided Plots (PS) with 8 treatments with three repetitions. In the comparison of means between the treatments of the variables, the Tukey test was selected (p = 0.05). Data were recorded on the following variables: days to emergence, days to flowering, plant height at 30, 60 and 90 days, nodule count, plant and root dry weight, loading height, pods per plant, Grains per pod, weight of 100 seeds, yield per useful plot in kg, yield per hectare. Based on the results with the factor of the woman the variables: days to emergence, height of the plant at 60 days, nodule count, height of the plant at 90 days, weight of the plant, height of the load , grains per vain, coincide with the factor densities in the height of the load, empty by the plants, weight of 100 seeds, yield per useful plot, yield per property, these are significant, while in the factor fertilizer: height of the plant at 90 days, loading height, pods per plant results similar results. The best response in the yield was the INIAP - 307 combination in the seed row type with the density 280000 pl ha<sup>-1</sup> and application with fertilizer, this is a higher yield of 1842.68 kg ha<sup>-1</sup> at a cost benefit ratio of 1, 30 and so they show the best profitability with 29.65%.

**Keywords:** types of planting; density fertilizer population.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
REPORTE DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN .....	viii
SUMARY .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvi
CÓDIGO DUBLÍN .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Problema de la investigación.....	4
1.2. Objetivos .....	5
1.2.1. Objetivo general .....	5
1.2.2. Objetivos específicos.....	5
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE INVESTIGACIÓN	
2.1. Marco teórico .....	8
2.1.1. Importancia del cultivo de soya.....	8
2.1.2. Taxonomía del cultivo de soya.....	9
2.1.3. Morfología.....	9
2.1.4. Sistema radicular .....	9

2.1.5.	Tallo.....	9
2.1.6.	Flores .....	9
2.1.7.	Fruto .....	9
2.1.8.	Pubescencia .....	10
2.1.9.	Hoja .....	10
2.1.10.	Semilla.....	10
2.1.11.	Cantidad de semilla .....	10
2.1.12.	Inoculación en soya .....	11
2.2.	Fisiología .....	12
2.2.1.	Nodulación .....	12
2.2.2.	Fotoperiodo .....	13
2.2.3.	Dehiscencia .....	13
2.2.4.	Humedad .....	14
2.2.5.	Temperatura.....	14
2.2.6.	Luminosidad.....	14
2.2.7.	Suelo.....	14
2.3.	Manejo agronómico.....	15
2.3.1.	Época de siembra.....	15
2.3.2.	Siembra.....	15
2.3.3.	Tipos de siembra .....	15
2.3.4.	Fertilización.....	16
2.3.5.	Nutrientes esenciales .....	16
2.3.6.	Nitrógeno.....	17
2.3.7.	Fósforo.....	17
2.3.8.	Potasio .....	17
2.3.9.	Producción.....	17
2.4.	Marco referencial .....	21

2.4.1.	Floración.....	21
2.4.2.	Rendimiento de granos .....	21
2.4.3.	Densidades.....	22
2.4.4.	Fertilización.....	22
2.4.5.	Producción.....	23

### CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Ubicación del sitio experimental.....	25
3.2.	Características edafoclimáticas .....	25
3.3.	Tipo de investigación .....	25
3.4.	Material genético.....	25
3.5.	Materiales de campo.....	25
3.6.	Materiales de oficina .....	25
3.7.	Factores en estudio .....	26
3.8.	Diseño experimental.....	27
3.9.	Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA) .....	27
3.10.	Manejo del experimento.....	28
3.10.1.	Preparación del terreno.....	28
3.10.2.	Desinfección de semilla.....	28
3.10.3.	Inoculación .....	28
3.10.4.	Riego .....	28
3.10.5.	Control de malezas .....	28
3.10.6.	Control de plagas y enfermedades.....	29
3.10.7.	Cosecha .....	29
3.11.	Registro de datos y formas de evaluación .....	29
3.11.1.	Días a la emergencia de plántulas (DEP) .....	29
3.11.2.	Días a la floración (DF).....	29
3.11.3.	Altura de planta a los 30, 60 y 90 días (cm) (AP) .....	29

3.11.4. Conteo de nódulos (CN).....	29
3.11.6. Altura de carga (cm) (AC).....	30
3.11.7. Vainas por planta (VP).....	30
3.11.8. Granos por vaina (GV).....	30
3.11.9. Peso de 100 semillas (g) (PS).....	30
3.11.10. Rendimiento por parcela (R-kg/P) .....	30
3.11.11. Rendimiento por hectárea (R – kg ha <sup>-1</sup> ) .....	30
3.11.12. Análisis económico .....	31

#### CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados .....	34
4.2. Discusión .....	46

#### CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones .....	50
5.2. Recomendaciones .....	51

#### CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFIA

6.1. Bibliografía.....	53
------------------------	----

#### CAPÍTULO VII ANEXOS

7.1. Anexos.....	56
------------------	----

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de semilla por metro lineal para población de 400000 plantas por hectárea.....	11
Tabla 2. Requerimientos climáticos y edáficos.....	13
Tabla 3. Principales características de la variedad cultivable INIAP – 307.....	18
Tabla 4. Fases de desarrollo de la soya. ....	19
Tabla 5. Combinación de los tres factores establecidos de ocho tratamientos según se detalla a continuación.....	26
Tabla 6. Características de las parcelas. ....	27
Tabla 7. Análisis de varianza en parcelas subdivididas utilizada en la investigación.....	27
Tabla 8. Costos .....	32
Tabla 9. Efecto del tipo de siembra sobre días a la emergencia, días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento.....	34
Tabla 10. Efecto de las densidades sobre días a la emergencia, días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil. ....	35
Tabla 11. Efecto de la fertilización sobre las variables días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de vainas por planta, número granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil. ....	36
Tabla 12. Efecto del tipo de siembra por las densidades sobre las variables días a la emergencia, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número	

de nódulos, altura de carga, granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil.....	38
Tabla 13. Efecto del tipo de siembra por fertilizante sobre días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de vainas por planta, número granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil. ....	40
Tabla 14. Efecto del fertilizante por las densidades sobre días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, altura de carga, número de vainas por planta, número granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil.....	42
Tabla 15. Efecto del tipo de siembra por densidades por fertilizante sobre días a la emergencia, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, altura de carga, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil. ....	44
Tabla 16. Análisis económico del rendimiento en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.....	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Distribución de parcelas en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	56
<b>Anexo 2.</b> Días a la emergencia en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	57
<b>Anexo 3.</b> Días a la floración en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	57
<b>Anexo 4.</b> Altura de planta a los 30 días en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	58
<b>Anexo 5.</b> Altura de planta a los 60 días en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	58
<b>Anexo 7.</b> Altura de planta a los 90 días en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	59
<b>Anexo 8.</b> Peso de las plantas en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	60
<b>Anexo 9.</b> Peso de las raíces en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	60
<b>Anexo 10.</b> Altura de carga en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	61



<b>Anexo 11.</b> Vainas por planta en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	61
<b>Anexo 12.</b> Granos por vaina en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	62
<b>Anexo 13.</b> Peso de 100 semillas en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	62
<b>Anexo 14.</b> Rendimiento por parcela útil en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	63
<b>Anexo 15.</b> Rendimiento por hectárea en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo. ....	63
<b>Anexo 17.</b> Siembra en hilera y a voleo con semilla certificada INIAP – 307.....	65
<b>Anexo18.</b> Aplicación del fertilizante 8 - 20 - 20 (NPK) en la finca experimental “La María”.....	65
<b>Anexo 19.</b> Aplicación de insecticida en el cultivo de soya. ....	66
<b>Anexo 20.</b> Presencia de flores a los 45 días, en el cultivo de soya. ....	66
<b>Anexo 21.</b> Toma de datos, altura de planta en la finca experimental “La María”. ....	67
<b>Anexo 22.</b> Presencia de nódulos sin aplicación de fertilizante en el cultivo de soya. ....	67
<b>Anexo 23.</b> Poca presencia de nódulos con aplicación de fertilizante 8 -20-20 (NPK). ..	68
<b>Anexo 24.</b> Peso de la planta y la raíz del cultivo de soya, con la presencia del director Ing. Freddy Sabando Ávila. ....	68
<b>Anexo25.</b> Cosecha del cultivo de soya en la finca experimental “La María”.....	69
<b>Anexo 26.</b> Desgrane del cultivo de soya. ....	69

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título:</b>	“Efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> , L.) sembrado en la época seca, zona de Quevedo.”			
<b>Autor:</b>	Campi Liuba Rosa Ivanna			
<b>Palabras clave:</b>	Tipos de siembra	Densidad	Fertilizante	Población
<b>Resumen:</b>	<p>La presente investigación se realizó en el campus experimental de la Finca “La María”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, provincia de Los Ríos, entre las coordenadas geográficas 79° 27´ longitud Oeste y 01°06´ de latitud Sur, elevación 73 msnm. El estudio tuvo como objetivo, establecer el efecto de la densidad poblacional, tipos de siembra y fertilización edáfica que mejore el desarrollo y crecimiento en el cultivo de soya. La fecha de siembra fue el 28 de agosto del 2018. Dentro de esta investigación se usó la variedad INIAP 307, así mismo, se utilizaron dos tipos de siembra: hilera y voleo, dos densidades poblacionales de: 280000 y 360000 pl ha<sup>-1</sup>, además, de aplicaciones con y sin fertilizante, el tipo de abono edáfico utilizado en la investigación fue el 8-20-20 (NPK) en dosis de 200kg ha<sup>-1</sup> distribuidos en dos partes iguales, la dosis por nutriente fue: N= 32g P= 80g y K= 80g. Para la distribución de los tratamientos en el campo se realizó el diseño experimental Parcelas Subdivididas (PS) con 8 tratamientos con tres repeticiones. En la comparación de medias entre tratamientos de las variables seleccionadas se empleó la prueba de Tukey (<math>p = 0.05</math>). Se registraron datos de las siguientes variables: días a la emergencia, días a la floración, altura de planta a los 30,60 y 90 días, conteo de nódulos, peso húmedo y peso seco de la planta y raíz, altura de carga, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semilla, rendimiento por parcela útil en kg, rendimiento por hectárea. En base a los resultados obtenidos con el factor tipos de siembra las variables: días a la emergencia, altura de planta a los 60 días, conteo de nódulos, altura de planta a los 90 días, peso de planta, altura de carga, granos por vainas, coinciden con el factor densidades en altura de carga vainas por plantas, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil, rendimiento por hectárea estos mostraron significancia, mientras que en el factor fertilizante: altura de planta a los 90 días, altura de carga, vainas por planta mostraron resultados similares. La mejor respuesta en rendimiento fue la combinación INIAP – 307 en el tipo de siembra hilera con la densidad 280000 pl ha<sup>-1</sup> y aplicación con fertilizante, esta muestra un mayor rendimiento de 1842,68 kg ha<sup>-1</sup> a una relación beneficio costo de 1,30 y por lo consiguiente mostrando la mejor rentabilidad con 29,65%.</p>			
<b>Descripción:</b>	105 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
<b>URL</b>				

## INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max*, L.) es un cultivo de gran importancia en el ámbito económico para la agricultura en la zona de la costa del Ecuador, siendo un producto sustancial en la elaboración de aceites, balanceados y demás productos derivados de la misma.

Según productores de soya es de mayor rentabilidad sembrar en la época seca, debido a que el cultivo no requiere de niveles elevados de humedad para lograr una buena producción, más bien evita la presencia de malezas y enfermedades fúngicas, bacterianas que se desarrollan a temperaturas altas.

Dentro del manejo tecnológico la densidad poblacional es un factor que incide en el rendimiento del grano; pues cada genotipo requiere de un apropiado número de plantas por hectárea, para que estas logren un crecimiento normal y potencialicen sus funciones fisiológicas originando incrementos significativos en el rendimiento del grano.

La siembra tradicional de este cultivo se lo realiza en distancias de 10 a 12 semillas por metro lineal, se utilizan variedades INIAP-307; INIAP-308; INIAP- JUPITER con unas densidades de siembras que están entre 200 000 a 300 000 p ha<sup>-1</sup> (Jaime, 2014), se recomienda tener más poblaciones de plantas porque a mayor población incorpora al suelo mayor cantidad de nitrógeno.

La variedad INIAP 307 se caracteriza por su alto rendimiento, resistente a cercosporiosis, virosis y en menor grado al nemátodo. Este material es de buena altura de planta y de carga, lo que nos ayuda con mayor facilidad a la cosecha mecanizada; además, presenta un promedio de 48 vainas por planta, misma que en más del 50 % presentan tres semillas. Además, la elección del distanciamiento entre hileras depende de la fecha de siembra, la latitud, las condiciones ambientales y las características del cultivar. En condiciones limitantes para el crecimiento del cultivo, la reducción del espaciamiento contribuye a mejorar el aprovechamiento de la radiación, el control de malezas e incrementa el rendimiento.

La fertilización de la soya es una práctica que debe ser más habitual en los suelos donde se siembra este cultivo en el Ecuador, ya que el continuo proceso de deterioro en la fertilidad ha provocado la aparición de respuestas a la fertilización con fósforo (P) y con potasio (K). En síntesis, la fertilización en soya se plantea a partir de la necesidad de mejorar los

rendimientos y la rentabilidad del cultivo, y los balances de nutrientes para mantener y/o mejorar su capacidad de producción.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de la investigación**

En el sector agrícola sigue existiendo la escasa experiencia, donde solo utilizan sistemas de cultivo tradicionales para una agricultura de subsistencia, dejando una baja productividad, y esto ocasiona que el productor opte por monocultivos como el maíz, banano y cacao.

Por otra parte, la falta de equipos de maquinaria agrícola y aplicación de nuevas tecnologías impide el seguimiento y manejo adecuado que requiere el cultivo para alcanzar mejoras en la producción y rentabilidad.

### **Formulación del problema**

¿Cómo afecta la productividad y rentabilidad de producción de soya en un entorno del tipo de siembra y densidades variables en función del fertilizante?

### **Diagnóstico del problema**

Una vez planteada la problemática se plantean las siguientes inquietudes.

¿Cómo realizar una mejora que genere mayor crecimiento y desarrollo del cultivo de soya?

¿Cómo se obtendría una máxima producción de grano?

¿Cómo potencializar el rendimiento en grano en base a una aplicación de fertilizante?

¿Se obtendría mejores resultados en rentabilidad del cultivo sin afectar el costo de producción?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Establecer el efecto de la densidad poblacional, tipo de siembra y fertilización edáfica que mejore el desarrollo y crecimiento en el cultivo de soya.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- ✓ Determinar la densidad poblacional que genere mayor crecimiento y desarrollo del cultivo de soya.
- ✓ Evaluar el tipo de siembra que logre maximizar el rendimiento en grano.
- ✓ Identificar el efecto del fertilizante que potencialice el rendimiento.
- ✓ Realizar el análisis económico de los tratamientos en función del rendimiento y costo de los tratamientos.

### **1.3. Justificación**

La soya por ser un cultivo de gran potencial económico no solo en la cadena alimenticia del ser humano sino también animal, por esta razón se busca la manera de obtener mejores producciones a bajo costo. Sin duda alguna los productores son muchas veces decepcionados por las bajas en producción, razón alguna por la que se llega a estas circunstancias es por la temporada de siembra la forma en cómo se siembra (tipos de siembra) y sobre todo la fertilización que ha sido un fundamental problema que ha venido dando por años.

Los Agricultores creen que el cultivo de soya no necesita fertilización por fijar N al suelo dejando a un lado los demás nutrientes que necesita esta, para su óptimo desarrollo y por consiguiente llegar a producir mejor, de aquí se rige una seria investigación sobre densidades, tipos de siembra y sobre todo la fertilización.

Los siguientes resultados de la investigación ayudaran a mejorar la respuesta productiva y económica que presenta el cultivo de soya, de acuerdo a los factores estudiados.

Este proyecto contribuye a dar mejoras y esclarecer las dudas que tienen los agricultores sobre el manejo de este cultivo. Además, como material de apoyo para consultas de una nueva investigación.



**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco teórico**

### **2.1.1. Importancia del cultivo de soya**

La soya (*Glycine max*, L.) es una leguminosa de origen asiático, su composición es de alto contenido proteínico y graso medio, consumida como fuente de nutrientes en la alimentación humana y en las últimas décadas se ha venido empleando como importante insumo para producir alimento para el ganado en mayor escala de avícola y porcino. En la nutrición humana se consume en su forma básica de gramínea o en procesados tales como aditivos de sabor, carne de soya, se extrae aceites por sus contenidos grasos es muy recomendado. A partir de la soya existen industrias que la cuentan como sus insumos para la producción de dulces, confitería, repostería, galletas. También existe actividad en la industria de producción de harina de soya y sus derivados (Vergara, 2016).

Ecuador posee condiciones excelentes para su producción según el informe de rendimientos y características de soya en el verano. El rendimiento a nivel nacional para el ciclo de verano del 2015 se determinó en 2.04 T ha<sup>-1</sup>. La provincia de mayor rendimiento fue Los Ríos con una producción de 2.16 T ha<sup>-1</sup>. Los cantones que se destacaron con un rendimiento superior a la media nacional fueron Baba y Vinces en Los Ríos y Urbina Jado en Guayas. En contraste, los cantones de menor rendimiento fueron Ventanas y Pueblo Viejo en Los Ríos y Milagro en Guayas (Vergara, 2016).

Es una oleaginosa de gran importancia económica en el Ecuador, es considerada a nivel mundial como una especie estratégica debido a su composición nutricional, destacándose el alto contenido de proteínas que posee (38 a 42%) y el grado de concentración de aceite (18 a 22 %), por lo que su cultivo es de vital importancia para la industria de aceites vegetales y concentrados para la elaboración de balanceados para alimentación animal (INIAP, 2014).

Los aceites y grasas constituyen un grupo de alimentos altamente energéticos, estos aceites que se acumulan en algunas especies vegetales (oleaginosas) producto de su metabolismo; constituyen reservas de energía para el embrión cuando este empieza su desarrollo. En el Ecuador en los últimos 50 años se ha desarrollado una floreciente industria en torno al aprovechamiento de cultivos herbáceos oleaginosos y leñosos, mismos que comprenden un conjunto variado de especies vegetales de diferentes familias; están caracterizadas por producir frutos y semillas con altos contenidos de aceite (Villamarín, 2015).

### **2.1.2. Taxonomía del cultivo de soya**

<b>Reino:</b>	<i>Plantae</i>
<b>División:</b>	<i>Traqueofita</i>
<b>Clase:</b>	<i>Angiospermae</i>
<b>Orden:</b>	<i>Fabales</i>
<b>Familia:</b>	<i>Fabaceae</i>
<b>Género:</b>	<i>Glycine</i>
<b>Especie:</b>	<i>max</i> (L.)

(Olivo, 2012).

### **2.1.3. Morfología**

La soya es una planta herbácea anual, cuyo ciclo vegetativo oscila de tres a siete meses y de 0,40 a 1 m de cobertura. Las hojas, los tallos y las vainas son pubescentes, variando el color de los pelos, de rubio a pardo más o menos grisáceo (Olivo, 2012).

### **2.1.4. Sistema radicular**

El sistema radicular es pivotante, extenso (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), y rico en nódulos con numerosas raíces secundarias que horizontalmente pueden alcanzar entre 0,50 y 1 metro de longitud (Olivo, 2012).

### **2.1.5. Tallo**

Rígido y erecto, adquiere alturas variables, de 0,4 a 1,5 metros, según variedades y condiciones de cultivo, suele ser ramificado están cubiertos por finos pelos o pubescencia, aunque existen variedades resistentes al vuelco (Avila, 2011).

### **2.1.6. Flores**

Se encuentran en inflorescencias racimosas axilares en número variable son amariposadas de color blanco o lila, según la variedad antes mencionada que la diferencia de las demás, con una producción elevada haciéndola llamativa para los productores (Aguilar, 2014).

### **2.1.7. Fruto**

Es una vaina dehiscente por ambas suturas, la longitud de la vaina es de siete centímetros,

cada fruto contiene de dos a cuatro semillas (Aguilar, 2014).

La fecundación es autógama. La vaina es dehiscente por ambas suturas, la forma de las vainas puede ser recta o ligeramente curva. El número de semillas por vaina varía de 1 a 5; pero principalmente en las variedades comerciales suele ser de 2 a 3 semillas (Olivo, 2012).

#### **2.1.8. Pubescencia**

Los tallos hojas y vainas están cubiertos por unos finos pelos, cuando está seca la planta, estos pueden tomar un color gris o de diferentes tonalidades de castaño o marrón; pueden ser escasos o abundantes y también encrespados, erectos o recortados. La pubescencia de la mayoría de las variedades comerciales es casi erecta (Lara, 2009).

#### **2.1.9. Hoja**

Son alternas, trifoliadas, excepto las cotiledonales, que son simples. Los folíolos son oval-lanceolados. Color verde característico que se torna amarillo en la madurez, quedando finalmente las plantas sin hojas (Aguilar, 2014).

#### **2.1.10. Semilla**

La semilla es generalmente esférica. El hilum es de color variable (desde crema hasta negro). 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 (Olivo, 2012).

#### **2.1.11. Cantidad de semilla**

Para obtener la cantidad de semilla a sembrar depende del distanciamiento de siembra que se va a realizar, así mismo ver la prueba de germinación y saber su efectividad al momento de la siembra, iniciar con un buen desarrollo plantas uniformes mediante sus diferentes etapas vegetativas, es así como se manejan en países subdesarrollados mientras que no conviene realizar o cultivar semillas de mala calidad o reciclada puesto a que es donde se transmiten la mayoría de malezas y enfermedades virales fúngicas que asechan la cosecha. Es aquí donde se producen najas producciones de cultivos por el motivo mismo que el Agricultor deja de cultivar este tipo de cereales (Olivo, 2012) y (Labandera, 2003).

**Tabla 1.** Cantidad de semilla por metro lineal para población de 400000 plantas por hectárea.

% de germinación	Ancho de surco (m)				Kg ha <sup>-1</sup>
	0,60	0,55	0,50	0,45	
<b>80</b>	34	31	29	26	<b>78</b>
<b>85</b>	32	29	27	24	<b>75</b>
<b>90</b>	30	28	25	23	<b>70</b>

### 2.1.12. Inoculación en soya

La soya es un cultivo nitrógeno (N) dependiente. Esto significa que cuanto más N pueda incorporar en el rendimiento biológico, mayor será el rendimiento de grano. Descontando entonces que el N es importante para este cultivo, nos podemos preguntar ¿cuáles son las fuentes que de este nutriente pueden abastecer a la soya? En este sentido podemos considerar:

- 1) El N derivado de la mineralización de la materia orgánica;
- 2) El N proveniente de la fijación biológica;
- 3) El aportado por las descargas eléctricas y las lluvias;
- 4) El que integran las deyecciones sólidas y líquidas de los animales;
- 5) El N que se pueda incorporar con los fertilizantes (Ventimiglia, 2016).

Los inoculantes son productos que contienen bacterias vivas, por lo tanto, requieren de condiciones particulares de almacenaje y manejo que deben ser atendidas de modo de obtener el máximo beneficio de ellos. Las técnicas de inoculación realizadas correctamente aseguran una adecuada transferencia de los rizobios desde el inoculante hasta la semilla y promueven la sobrevivencia de los mismos sobre ésta (Labandera, 2003).

Desde hace más de tres años, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), viene realizando experiencias con un sistema de inoculación diferente a los tradicionales. El mismo consiste en aplicar el inoculante líquido vehiculizado con agua, chorreado en el surco de siembra. Es conocido que una buena carga bacteriana es imprescindible para lograr una buena infectividad en primer lugar y luego una buena efectividad. Esta condición es válida

tanto para los lotes con o sin historia sojera. No cabe duda que, con los sistemas clásicos de inoculación, la semilla en germinación en su ascenso, arrastra consigo una gran cantidad de bacteria, alejando a éstas del lugar donde deben ubicarse para poder infectar las raicillas de soja.

Lógicamente si el inoculante es colocado en el fondo del surco, en lo posible antes que sea depositada la semilla, esto se presenta totalmente minimizado, por lo que la cantidad de bacterias disponibles para infectar las raicillas de soja se encontrarán en un número mayor, teniendo de esta manera mejor posibilidad de cumplir con su cometido (Ventimiglia, 2016).

## **2.2. Fisiología**

### **2.2.1. Nodulación**

Este cultivo tiene la particularidad de asociarse con la bacteria *Rhizobium japonicum*, la cual al entrar en contacto con las raíces de la planta forma unas protuberancias llamadas nódulos. Dentro de estos, está la bacteria que toma el nitrógeno preferentemente del aire y lo convierte en un pequeño depósito de este elemento, que es rápidamente aprovechado por la planta para su propia nutrición y crecimiento. Para la conversión del nitrógeno atmosférico en orgánico, la bacteria necesita energía que se la suministra la planta en forma de carbohidratos; como es un producto de la fotosíntesis, es necesario que la planta reciba abundante luz solar (Lara, 2009).

En las condiciones de campo se ha encontrado que el desarrollo de los nódulos empieza a observarse a partir del sexto día de la siembra y dos o tres semanas más tarde se puede detectar la fijación de nitrógeno. La fijación puede continuar hasta que el nódulo tenga 45 0 55 días de edad, momento en que comienza su senescencia. La mayor eficiencia en la fijación de N se logra cuando:

- ✓ Se tienen pocos nódulos
- ✓ Pero que ellos sean grandes (5-6mm de diámetro)
- ✓ Que al partirlos se observen húmedos
- ✓ Que internamente presenten un color rosado característico (Lara, 2009).

La cantidad de N fijado se estima entre 60 y 80 kg/ha dependiendo de las condiciones del cultivo la granulometría del suelo donde será cultivado el cereal (pH del suelo, humedad, etc.) (Lara, 2009).

### 2.2.2. Fotoperiodo

La soya es muy sensible al efecto de la luz. Cada variedad necesita una longitud de día adecuada y esta sensibilidad determina la posible adaptación de variedades en áreas específicas. Si la soya en sus estados iniciales recibe menos de 10 horas de oscuridad diaria, muestra un excesivo desarrollo vegetativo y no florece. Si por el contrario en sus estados iniciales recibe más de 10 horas de oscuridad cesa su desarrollo vegetativo con lo cual fructifica estando joven y se reduce relativamente la producción. En nuestro medio, en donde el fotoperiodo es de 12 horas durante el año, las variedades han tenido que vencer paulatinamente el problema del fotoperiodo, es decir, adaptando la planta a crecer en nuestras latitudes, y ello se ha logrado a través de varios procesos de mejoramiento genético (Lara, 2009).

### 2.2.3. Dehiscencia

El tiempo que transcurre entre maduración y desgrane es típico de cada variedad (entre 5 y 20 días) pero puede ser afectado por las condiciones ambientales, de suelo y de manejo del cultivo. Parte del desgrane ocurre al arrancar, al acordonar y al combinar la cosecha. A fin de disminuir las pérdidas debidas al desgrane se recomienda sembrar variedades de desgrane tardío, óptima preparación del suelo en lo que a nivelación se refiere y emplear distancias de siembras uniformes y adecuadas a cada variedad, recolectar oportunamente, no esperar obtener un 100% de vainas secas para cosecharlas; ello favorece el desgrane por lo cual se debe recolectar con un 95% de vainas secas (Lara, 2009).

**Tabla 2.** Requerimientos climáticos y edáficos.

<b>Precipitación:</b>	450 mm a 650 mm durante el ciclo.
<b>Temperatura:</b>	22 a 30 °C.
<b>Altitud:</b>	0 a 1200 msnm.
<b>Suelo:</b>	Franco arenoso o franco arcilloso, bien drenados.
<b>pH:</b>	5.5 a 7.0
<b>Luz:</b>	12 horas de luz por día.

(INIAP, 2014).

#### **2.2.4. Humedad**

La disponibilidad de agua en el suelo es el principal factor ambiental que afecta la germinación, la semilla requiere para germinar un contenido de humedad cercano al 50 % de su peso. Los niveles excesivos de humedad del suelo no favorecen la germinación debido a la poca disponibilidad de oxígeno, con lo que se crea un ambiente favorable para la aparición de enfermedades, tanto en la semilla como en el sistema radicular. La altura de planta, el diámetro del tallo, el número de flores, el número de semillas y su peso, son caracteres que están relacionadas a la disponibilidad de la humedad del suelo durante el cultivo. Por otro lado, la falta de humedad causa la máxima reducción en el rendimiento y ocurre durante las etapas de inicio y completa formación de semillas (Lara, 2009).

#### **2.2.5. Temperatura**

La temperatura óptima de germinación para la semilla de soya se ubica entre 24 y 32 °C, pudiéndose realizar la siembra a partir de los 20°C. El mínimo absoluto de germinación es de 5 °C y el máximo absoluto 60 °C. Es necesario evitar en toda circunstancia la siembra en el suelo seco, y que la semilla, en condiciones de sequedad y alta temperatura, sufre una rápida pérdida de vigor. La soya requiere de temperaturas cálidas para un buen desarrollo, siendo la temperatura

óptima de los 21-31 °C (Olivo, 2012).

#### **2.2.6. Luminosidad**

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. Esta planta requiere de 8 a 12 horas diarias de luz solar. (Olivo, 2012)

#### **2.2.7. Suelo**

La soya es un cultivo poco exigente en cuanto a suelos. No son adecuados muy arenosos o arcillosos, la productividad más alta se alcanza en franco arenosos, bien drenado y con mediana fertilidad, en estos suelos se consigue que la planta logre un buen desarrollo del sistema radicular y por ende un buen desarrollo del cultivo.

Este cultivo prospera con un pH de 5.5 a 7, pero el ideal está entre los 6 y 6.5. Este cultivo tiene menor sensibilidad a cierto grado de acidez que otras leguminosas (Lara, 2009).



## **2.3. Manejo agronómico**

### **2.3.1. Época de siembra**

Una buena parte del éxito de producir soya depende de la época en que se siembren las variedades disponibles. Tanto para riego como temporal, el periodo de siembra en el ciclo primavera-verano comprende del 15 de junio al 20 de julio, siendo la mejor época la primera quincena de julio (Maldonado, et al. 2007).

Sembrar oportunamente, tiene la ventaja de poner el cultivo bajo las condiciones climatológicas más favorables para su desarrollo. La planta crece entre 70 y 90 cm y se pueden obtener altos rendimientos al ubicar el periodo de llenado de grano de la soya, R4-R7 lo más cerca de septiembre, el cual es el mes de mayor probabilidad de lluvia. Por otro lado, la cosecha se realiza en noviembre, cuando las lluvias tienden a disminuir (Maldonado, et al. 2007).

### **2.3.2. Siembra**

Este cultivo requiere de, una arada profunda y dos pases de rastra cruzados para mullir bien el suelo. La profundidad de siembra óptima se encuentra entre los 2 y 4 cm. Es conveniente no pasar los 5 cm. Una condición importante es nivelar correctamente el terreno. Esto tiene influencia después, sobre el momento de cosechar con máquina (Olivo, 2012).

### **2.3.3. Tipos de siembra**

En el país el conocimiento sobre el uso de la siembra al voleo, es cada vez más extensivo (es un sistema fácil y rápido de siembra del cultivo), sin embargo, con los problemas que presenta el método de siembra, se produce el 85 % del hectárea de soya. Este problema no ha sido visible con el uso de la siembra directa (el 15 % o 10000 ha<sup>-1</sup>, son sembradas con esta metodología), la cual ha sido fuertemente estudiada, pero con resultados aún discutibles en las zonas donde se ha implementado (Villamarín, 2015).

La siembra directa (SSD) es caracterizada esencialmente por rastros en la superficie, y el no movimiento o no laboreo del suelo. Sus beneficios son la protección del suelo contra la erosión, además del incremento de la estratificación de la materia orgánica. El uso del SSD se caracteriza por la menor intensidad de movilización del suelo y por la reducción de la frecuencia del tráfico de máquinas sobre el terreno, y por mantener sobre la superficie del suelo gran cantidad de cobertura vegetal, proveniente de un cultivo implantado para ese fin.

La soja se adapta a distintos espaciamientos y a diversas densidades de siembra sin experimentar grandes modificaciones en su capacidad productiva. En siembra con distancias cortas entre líneas, la planta se ramifica menos y crece más en altura. Aumentando la distancia, la ramificación será más abundante, y la altura de las plantas, menor. Debe recordarse que en las siembras tempranas la distancia entre líneas debe ser mayor que en las tardías. El espaciamiento básico del cultivo entre líneas es de 60 cm (Parodi & Enciso, 2018).

#### **2.3.4. Fertilización**

Para alcanzar un rendimiento en grano de 4.600 Kg ha<sup>-1</sup>, se requiere una acumulación máxima (en madurez fisiológica) de 330 Kg ha<sup>-1</sup> de N y 31 Kg ha<sup>-1</sup> de P. La acumulación de N y P se anticipa a la materia seca, lo cual evidencia la necesidad de garantizar un elevado suministro de esos nutrientes desde que comienza el ciclo para lograr una adecuada nutrición del cultivo. Además, existe una alta relación entre la acumulación de nutrientes esenciales primarios (N, P, K) y el rendimiento, ya que la proporción de los mismos en los granos a la madurez del cultivo muestra la importante exportación de esos nutrientes (Galindo, 2012).

#### **2.3.5. Nutrientes esenciales**

Existen 18 elementos que se consideran esenciales para la soja y a los que se los puede dividir en:

- ✓ Nutrientes no minerales: carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Constituyen los principales componentes de la materia seca de la planta, representando aproximadamente entre el 91 al 93% de la misma. Se obtienen o absorben como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y O<sub>2</sub> libre atmosférico (Baigorri, 2010).
- ✓ Nutrientes minerales: Son obtenidos del suelo y en el caso del (N), al 9% de la materia seca (MS) de la planta. Pueden ser subdivididos en:
  - a) Primarios: (N), (P) y (K) (6% de la MS).
  - b) Secundarios: calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S) (1,7% de la MS).
  - c) Micronutrientes: hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cobre (Cu), boro (B), zinc (Zn) y cloro (Cl) (0,2% de la MS).
  - d) A esta lista se agrega el cobalto (Co), que es beneficioso para la fijación de N<sub>2</sub>.

El elemento esencial más recientemente descubierto para la soja es el níquel (Ni), que es requerido únicamente por la soja, cuando fija N<sub>2</sub> simbióticamente (Baigorri, 2010)

### **2.3.6. Nitrógeno**

Para suplir las necesidades de nitrógeno, por lo general, la soya se inocula con bacterias del género *Bradyrhizobium* (*B. japonicum*, *B. elkanii*) sostenidas sobre un soporte sólido que se aplica a razón de 500 g del biopreparado por quintal de semilla, esta inoculación aporta el N<sub>2</sub> necesario al cultivo (Galindo, 2012).

### **2.3.7. Fósforo**

El manejo del fósforo (P) es determinante para la producción de soya, particularmente en los suelos ácidos en los cuales la fijación de este elemento es elevada. La falta de P es grave, debido a que impide que otros nutrientes sean absorbidos por la planta. Durante el final del desarrollo de las semillas, el fósforo es trascolado desde las partes vegetativas de la planta hacia la semilla. En la madurez, entre el 60 al 90% del P absorbido por la planta es almacenado en la semilla (Galindo, 2012).

### **2.3.8. Potasio**

Respecto al K, la soya necesita buena disponibilidad de este elemento en el suelo. Cuando es insuficiente, el aborto floral es alto, la implantación de los frutos disminuye, la maduración se retarda, la calidad de la semilla se reduce y la incidencia de enfermedades en la semilla aumenta. El abono se puede aplicar al voleo antes de la siembra, también en el momento de la siembra, debiendo quedar depositado cinco cm por debajo de la semilla. En cada caso, después de echar el fertilizante es conveniente regar. Cuando se fertiliza en el momento de la siembra, hay que evitar el contacto del abono con la semilla porque la daña y afecta la germinación (Galindo, 2012).

### **2.3.9. Producción**

La producción de cultivos por planta tiende a disminuir, bajo una determinada población, a medida que se aumenta la densidad de las plantas dentro de la hilera. La soya se ha recomendado tradicionalmente en hileras separadas a 60-80 cm usando poblaciones entre 300.000 y 400.000 p ha<sup>-1</sup>. Actualmente en los principales países productores es a acortar las distancias entre hileras, usar poblaciones más altas por unidad de área. Un sistema de siembra en hileras angostas conocido como hileras dobles o hileras apareadas donde las hileras dentro de cada par se separan a una corta distancia (comúnmente 20 cm) mientras que cada par se separa del siguiente a distancia mayor (comúnmente 40-60 cm) (INIA , 2004).

La siembra tradicional de este cultivo se lo realiza en distancias de diez a doce semillas por metro lineal, se utilizan variedades INIAP-307 (ver Tabla 3); INIAP-308; INIAP- JUPITER con unas densidades de siembras que están entre 200 000 a 300 000 plts ha<sup>-1</sup>, las mismas que no se recupera la inversión que hace el agricultor, se recomienda tener más poblaciones de plantas porque a mayor población de plantas incorpora al suelo mayor cantidad de nitrógeno (Jaime Holger, 2014).

Las características de los productores de soya ecuatorianos en el ciclo de verano del 2015 fueron: siembra bajo sistema convencional sin nivelación o acceso a riego de una superficie promedio de 6.41 hectáreas; utilización de semilla en su mayoría correspondiente a la variedad P34 e implementación del método de siembra al voleo; fertilización del cultivo con la aplicación bastante homogénea de fertilizantes nitrogenados, fosforados y potásicos; y mecanización de la preparación del suelo. El principal problema reportado por los agricultores fue la Roya” (Vergara, 2016).

**Tabla 3.** Principales características de la variedad cultivable INIAP – 307.

CARACTERISTICAS	INIAP 307
Días a la floración	43 – 48
Días al maduración	100
Días a la cosecha	105 – 120
Altura de planta (cm)	60 a 78
Altura de carga (cm)	14 – 18
Volcamiento	Resistente
Ramas por planta	3 – 8
Color de hojas	Verde oscuro
Forma del trifolio	Oval
Color de pubescencia	Café cobrizo
Vainas por planta	40 a 80
De 55 65% de vainas	Con 3 semillas
Vainas	Indehiscentes
Semillas por planta	64 a 145
Color de grano	Amarillento
Peso de 100 semillas (g)	16 a 20

Contenido de aceite (%)	22,7
Contenido de proteínas (%)	36,5
Insectos defoliadores	Tolerantes
Cercospora	Tolerantes
Peronospora	Tolerantes
Virosis	Tolerantes
Meloidogyne	Moderadamente resistente
Rendimiento (Kg ha <sup>-1</sup> )	4 467

**Tabla 4.** Fases de desarrollo de la soya.

<b>Fases</b>	<b>Descripción</b>
<b>Vegetativa</b>	
V1	aparece el primer nudo, primer par de hojas unifoliadas completamente desarrolladas y frente una de otra.
V2	Primer hoja trifoliada emergido en el nudo superior al unifoliado y completamente extendidas.
V3	Hojas trifoliadas completamente desarrolladas en el tercer nudo.
Vn	Enésimo de nudos sobre el tallo principal con hojas trifoliadas.
<b>Reproductiva</b>	
R1	Comienzo de floración, una flor en cualquier nudo.
R2	Planta totalmente florecida.
R3	Comienzo de desarrollo de las vainas. Vainas de 5 mm de largo en uno de los cuatro nudos superiores.
R4	Elongación de las vainas a 2 cm de largo.
R5	Inicio de la formación de las semillas en los frutos de cualquiera de los cuatro nudos superiores.
R6	Vainas con semillas de color verde.
R7	Legumbres amarillentas, el 50 % de las hojas se tornan amarillas y madurez fisiológica.
R8	95 % de las legumbres de color marrón. Maduración completa .

(Lara, 2009).

Sin restar importancia a las diferentes fases vegetativas y reproductivas del desarrollo de la planta (ver Tabla 3), el periodo de tiempo comprendido entre las fases R1 a R6 son las más críticas. En este periodo todos los factores de producción deben ser favorables al cultivo de soya para obtener el máximo rendimiento posible, de acuerdo el potencial genético y al medio ambiente donde se desarrolla la planta (Lara, 2009).

Por otra parte, para obtener rendimientos comerciales que sobre pasen los 2500 kg ha<sup>-1</sup> (55qq ha<sup>-1</sup>) es indispensable las recomendaciones de manejo del cultivo que a continuación indican: (Guaman, 2003).

- ✓ Para siembras en la Cuenca Baja del Rio Guayas, preparar el suelo con una arada y dos pases de rastra en forma de cruz. Además, nivelar el suelo con un implemento pesado.
- ✓ Realizar un análisis químico de suelos, con el propósito de evaluar el estado de fertilidad de los suelos y diseñar estrategias para el manejo eficiente de fertilizantes y enmiendas.
- ✓ Sembrar luego de la cosecha de arroz o maíz, tan pronto como le sea posible con el propósito de aprovechar al máximo humedad residual que queda en el suelo después de la época lluviosa. Evite dejar la semilla descubierta.
- ✓ Calibrar la sembradora para obtener a la emergencia ocho plántulas por metro lineal durante la época lluviosa, y en la época seca 12 a 15 plántulas por metro lineal. De esta manera se conseguirá durante el periodo de lluvias poblacionales aproximadas de 200 000 plts ha<sup>-1</sup> y durante la época seca 300 000a 350 000 plts ha<sup>-1</sup>. La distancia entre surcos recomendada es de 0.40m.
- ✓ En la Cuenta Alta del Rio Guayas, con el sistema “Cero Labranza” (siembra sobre el rastrojo del cultivo anterior), las plantas aprovecharan al máximo la humedad remanente de los suelos, durante las etapas de floración y llenado de vainas. En este sistema de siembra utilice las poblaciones de plantas indicadas en el sistema.
- ✓ Prefiera la siembra en hileras a la de “voleo”, pues con la primera se obtienen rendimientos de 15 a 25% superiores a la segunda y se facilitan las labores de campo.
- ✓ La cantidad de semilla requeridas por hectárea es de 70 a 80 kg con una germinación mínima del 85%.
- ✓ Cuando siembre por primera vez inocule la semilla con *Bradyrhizobium japonicum*, en dosis de 500g ha; si anteriormente ha sembrado con semilla inoculada, utilice una

cantidad de 300g ha<sup>-1</sup> sembrado con semilla inoculada, utilice 300g ha.

- ✓ Controle maleza insectos plagas oportunamente, basado en los principios de la forma de manejo integrado de plagas (MIP) (Guaman, 2003).

Este cultivo de soya está adaptado a un amplio rango de texturas del suelo. Se pueden producir altos rendimientos, tanto en suelos arenosos como arcillosos, si el agua y los nutrientes no son limitantes. Si bien la soya es inusualmente productiva en suelos pobres, es exigente en fertilidad para alcanzar altos rendimientos. A pesar que antiguamente se consideró que poseía baja respuesta a la fertilización, la investigación ha demostrado que si bien presenta menor respuesta que gramíneas como maíz y trigo, en general crece y se desarrolla mejor en suelos fértiles y en muchos casos responde a la fertilización directa (Baigorri, 2010).

En las siembras “tardías” después del periodo recomendado, las variedades sensibles al fotoperiodo corto florecen muy temprano por lo que su ciclo de vida y la altura de la planta se reducen, a menos de 110 días y menos de 70 cm, respectivamente y disminuyen los valores de los componentes del rendimiento como es el número de vainas por planta y el peso de 100 semillas, además, el periodo de llenado de grano ocurre después de la época de lluvias (septiembre); este conjunto de factores explica por qué generalmente los rendimientos son bajos cuando se siembra “tarde” en el verano (Maldonado, et al. 2007).

## **2.4. Marco referencial**

### **2.4.1. Floración**

En las siembras “tardías” después del periodo recomendado, las variedades sensibles al fotoperiodo corto florecen muy temprano por lo que su ciclo de vida y la altura de la planta se reducen, a menos de 110 días y menos de 70 cm, respectivamente y disminuyen los valores de los componentes del rendimiento como es el número de vainas por planta y el peso de 100 semillas, además, el periodo de llenado de grano ocurre después de la época de lluvias (septiembre); este conjunto de factores explica por qué generalmente los rendimientos son bajos cuando se siembra “tarde” en el verano (Maldonado, et al. 2007).

### **2.4.2. Rendimiento de granos**

Mediante análisis han demostrado que el rendimiento de granos de soya en siembra al voleo es mayor en un 35,33 % en relación a la siembra directa con diferencias de (1.128 kg ha<sup>-1</sup>).

Esos resultados eran esperados ya que mediante la siembra al voleo se obtiene una mayor distribución de las plantas por unidad de área, facilitando la penetración de luz y aumentando consecuentemente el porcentaje de asimilación líquida de CO<sub>2</sub>, repercutiendo en la productividad (Parodi & Enciso, 2018).

### **2.4.3. Densidades**

La siembra tradicional de este cultivo se lo realiza en distancias de diez a doce semillas por metro lineal, se utilizan variedades INIAP-307; INIAP-308; INIAP- JUPITER con unas densidades de siembras que están entre 200 000 a 300 000 plts ha<sup>-1</sup>, las mismas que no se recupera la inversión que hace el agricultor, se recomienda tener más poblaciones de plantas porque a mayor población de plantas incorpora al suelo mayor cantidad de nitrógeno (Jaime Holger, 2014).

### **2.4.4. Fertilización**

Para alcanzar un rendimiento en grano de 4.600 Kg por hectárea, se requiere una acumulación máxima (en madurez fisiológica) de 330 Kg ha<sup>-1</sup> de N y 31 Kg ha<sup>-1</sup> de P. La acumulación de N y P se anticipa a la materia seca, lo cual evidencia la necesidad de garantizar un elevado suministro de esos nutrientes desde que comienza el ciclo para lograr una adecuada nutrición del cultivo. Además, existe una alta relación entre la acumulación de nutrientes esenciales primarios (N, P, K) y el rendimiento, ya que la proporción de los mismos en los granos a la madurez del cultivo muestra la importante exportación de esos nutrientes (Galindo, 2012).

El nitrógeno es un elemento químico no metálico, que en condiciones normales aparece como un gas diatómico, incoloro e inodoro. El nitrógeno molecular está ampliamente distribuido en la naturaleza en forma sólida, disuelta y gaseosa. Pero es en la atmósfera donde se encuentra el mayor potencial biológico de reserva de nitrógeno. El nitrógeno que respiran los organismos no es utilizable directamente y sólo algunas plantas en simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno pueden originar compuestos susceptibles de incorporarse al suelo o a los seres vivos, es decir, que pueden originar compuestos aprovechables. Es aquí donde se evidencia el papel vital que tienen dichas plantas para la vida y los seres vivos. Gran parte de las moléculas biológicas están compuestas por nitrógeno. La importancia de este elemento queda clara en las grandes cantidades de nitrógeno demandadas para formar parte de las moléculas biológicas. Aparece de forma muy abundante en la naturaleza, tanto



libre como formando combinaciones; libre constituye 4/5 partes del aire en volumen, y combinado se encuentra en ácidos nucleicos, aminoglúcidos, urea, poliaminas, vitaminas, nitratos, nitritos, proteínas de todo tipo tanto animales como vegetales (García, 2017).

Existen múltiples aproximaciones en el campo de la investigación para mejorar el uso que estas bacterias tienen en la actualidad. Existen una tendencia hacia la ingeniería de cereales capaces de asociarse a este tipo de bacterias fijadoras, o bien hacia la posibilidad de que el complejo nitrogenasa sea capaz de funcionar en las células vegetales. Este tipo de soluciones pueden tardar décadas en llegar, sin embargo, el uso en diferentes cultivos de bacterias fijadoras de nitrógeno (y otras PGPR) es ya una realidad y una buena solución para paliar la falta de nutrientes y evitar la contaminación del medio ambiente (Arvensis Agro S.A., 2017)

#### **2.4.5. Producción**

La producción de cultivos por planta tiende a disminuir, bajo una determinada población, a medida que se aumenta la densidad de las plantas dentro de la hilera. La siembra de la soya se ha recomendado tradicionalmente en hileras separadas a 60-80 cm usando poblaciones entre 300.000 y 400.000 p ha<sup>-1</sup>. Actualmente la tendencia en los principales países productores es a acortar las distancias entre hileras y usar poblaciones más altas por unidad de área. Un sistema de siembra en hileras angostas lo constituye el sistema conocido como hileras dobles o hileras apareadas donde las hileras dentro de cada par se separan a una corta distancia (comúnmente 20 cm) mientras que cada par se separa del siguiente a una distancia mayor (comúnmente 40-60 cm) (INIA , 2004).

La soya es el principal cultivo del país, se realiza en seco y los rendimientos obtenidos son inferiores a los de la región. Las deficiencias hídricas son la principal limitante de los ambientes de producción, las mismas afectan el rendimiento por la disminución en la acumulación de materia seca y por los efectos negativos en la fijación biológica de N<sub>2</sub>. Se desarrollaron dos ensayos en años consecutivos con características climáticas contrastantes. El objetivo fue cuantificar las pérdidas de rendimiento provocadas por deficiencias hídricas en diferentes etapas de desarrollo. Las deficiencias se generaron por intercepción de las precipitaciones a través de la utilización de simuladores de sequía y el bienestar hídrico se logró con riego suplementario. Las deficiencias hídricas provocaron diferencias significativas y disminuciones del rendimiento de 44 a 50 %. Los estreses hídricos en las etapas previas no generan diferencias estadísticas y provoca pérdidas de 23%. (Giménez, 2014)

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

### **3.1. Ubicación del sitio experimental**

La investigación se realizó en la finca experimental “La María”, perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo localizada en el Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme. Su ubicación definida de manera geográficamente por las coordenadas de 79° 27’ longitud oeste y 01° 06’ de latitud sur y a una altitud de 73 metros sobre el nivel del mar.

### **3.2. Características edafoclimáticas**

El clima de la zona es tropical húmedo, temperatura media anual de 24.8° C, precipitación promedio anual de 2252.2 mm, con humedad relativa media de 84% y Heliofania de 894 horas luz año.

Presenta una topografía de relieve irregular, suelo de textura franco –limoso, profundidad de 0,6 m a 1 m en terrenos planos, el análisis de suelo en el sitio experimental muestra los siguientes resultados: M.O = 4%, P = ppm, K = 0,57 mg/100cc, pH de 5,8.

### **3.3. Tipo de investigación**

**Investigación experimental:** está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver.

### **3.4. Material genético**

Se utilizó la variedad INIAP 307 la cual se empleó durante la investigación en la finca experimental “La María”.

### **3.5. Materiales de campo**

Machetes, rastrillos, flexómetro, tractor, rastra, estaquillas, bomba de mochila, regadera, piolas, balanza analítica, fertilizante (8-20-20), postes, letreros de identificación, libreta de campo, tarjetas de identificación y cámara digital.

### **3.6. Materiales de oficina**

Los materiales que utilizaron durante esta investigación fueron Papel bond tamaño A4, computadora, impresora, lápiz, regla, internet, lapiceros, carpetas de varillas, borrador, pen drive, software estadístico.

### 3.7. Factores en estudio

Se estudiarán tres factores:

**Factor A:** tipos de siembra voleo e hilera.

Previo a la siembra se procedió a identificar cada tratamiento utilizando el croquis decampo. Luego se efectuó la siembra el 28 de agosto del 2018, manualmente al TS1 voleo arrojándolas de la manera más uniforme posible y a TS2 hilera por chorro continuo, de acuerdo a las densidades poblacionales en estudio (280000 – 360000 pl ha<sup>-1</sup>). Posteriormente se procedió a tapar la semilla cuidadosamente con la bota.

**Factor B:** densidades poblacionales 280000 y 360000.

Para llegar a las densidades que se estudiaron, se procedió a calcular el volumen de plantas por hectárea rigiéndose de investigaciones realizadas, iniciando por la distancia entre hileras y plantas.

**Factor C:** con y sin fertilizante. (8-20-20)

La aplicación de fertilizante se realizó manualmente a un costado de la planta con el fertilizante 8 – 20 – 20, en dosis de 200 Kg ha<sup>-1</sup> y 0,30 Kg/parcela distribuidos en dos partes iguales a los 15 y 30 días después de la siembra.

#### Tratamientos

**Tabla 5.** Combinación de los tres factores establecidos de ocho tratamientos según se detalla a continuación.

Tratamientos	Tipos de siembra	Densidad Pl/ha	Fertilizante
T1 INIAP – 307	Voleo	280000	CF
T2 INIAP – 307	Voleo	280000	SF
T3 INIAP – 307	Voleo	360000	CF
T4 INIAP – 307	Voleo	360000	SF
T5 INIAP – 307	Hilera	280000	CF
T6 INIAP – 307	Hilera	280000	SF
T7 INIAP – 307	Hilera	360000	CF
T8 INIAP – 307	Hilera	360000	SF

- ✓ **CF:** Con fertilizante.
- ✓ **SF:** Sin fertilizante.

**Tabla 6.** Características de las parcelas.

N° de tratamientos:	8
N° de repeticiones:	3
N° de unidades experimentales:	24
Distancia entre repeticiones:	1,5 m
N° de hileras por parcela:	5
Hileras útiles por parcela:	3
Longitud de hileras:	6 m
Distancia entre hileras:	0.5 m
Área total de la parcela:	(2.50 m x 6 m) = 15 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela:	(1.50 m x 6 m) = 9 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo:	(21 m x 21 m) = 441 m <sup>2</sup>
Área neta del ensayo:	(8 m x 24 m) = 192 m <sup>2</sup>

### 3.8. Diseño experimental

Se empleó el diseño de parcelas Sub Subdivididas 2x2x2 en tres repeticiones. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza (ADEVA). Para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey al 0.05. Se realizó el análisis de correlación y regresión lineal entre la variable dependiente rendimiento.

### 3.9. Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA)

**Tabla 7.** Análisis de varianza en parcelas subdivididas utilizada en la investigación.

Fuente de variación	Grados de Libertad
Repeticiones	2
Tipos de siembra	1
Error (a)	2
Parcelas principales	5
Densidades	1
Interacción (TS x D)	1
Error (b)	4
Fertilizantes	1
Interacción (TS x F)	1
Interacción (F x D)	1
Interacción (TS x D x F)	1
Error (c)	8
Total	23

- ✓ **TS:** Tipos de siembra.
- ✓ **D:** Densidades.
- ✓ **F:** Fertilizante.

### **3.10. Manejo del experimento**

#### **3.10.1. Preparación del terreno**

Se preparó el terreno con un pase de rastra pesada y dos de rastra liviana en sentido cruzado, para que el suelo quede suelto y mullido; posteriormente se realizó la medición del área total de acuerdo a la distribución de las unidades experimentales.

#### **3.10.2. Desinfección de semilla**

Para proteger la semilla contra el ataque de patógenos del suelo, y asegurar una buena germinación y emergencia, se desinfectó con el fungicida Vitavax (Carboxin) en dosis de 3 g por kg de semilla.

#### **3.10.3. Inoculación**

Este proceso de inoculación se lo realizo con Nitragin en dosis de 4 g por Kg de semilla, este proceso se llevó a cabo con la ayuda de agua azucarada para una mejor adherencia del polvo, una vez mezclada uniformemente se la dejo a temperatura ambiente durante 2 a 3 minutos para que se adhiera la solución.

#### **3.10.4. Riego**

Se aplicó riegos un día antes y después de la siembra, con el propósito de mantener la humedad del terreno y asegurar la germinación, posteriormente se realizaron cuatro riegos hasta los 45 días cuando las plantas ya cerraron calles. Cabe señalar que el riego se realizó en forma manual.

#### **3.10.5. Control de malezas**

El control de malezas se lo realizó de manera pre emergente con la aplicación de Prowl (Pendimetalin) en dosis de  $2.5 \text{ l ha}^{-1}$  + Ranger (Glifosato) en dosis de  $2 \text{ l ha}^{-1}$ , a los 12 días después de la siembra se aplicó de manera post emergente Graminol (Clethodim) + Flex (Fomesafen) en dosis de  $0.5 \text{ l ha}^{-1}$ , luego se controló a los 40 y 60 días con aplicaciones de Gramoxone (Paraquat) en dosis de  $1 \text{ l ha}^{-1}$ .

### **3.10.6. Control de plagas y enfermedades**

Para el control de insectos en el follaje del cultivo y en el suelo, se aplicó Lorsban (Clorpirifos) en dosis de  $0.75 \text{ l ha}^{-1}$  a los 10 días después de la siembra, a los 20 días después de la siembra se aplicó Proclaim (Benzoato de emamectina) en dosis de  $100 \text{ g ha}^{-1}$ .

Para el control de enfermedades se aplicó Toledo (Tebuconazole) en dosis de  $0.4 \text{ l ha}^{-1}$ .

### **3.10.7. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual cuando el cultivo haya alcanzado la madurez comercial. Procediendo arrancarla y posterior trilla.

## **3.11. Registro de datos y formas de evaluación**

### **3.11.1. Días a la emergencia de plántulas (DEP)**

Para esta variable se registró contando los días transcurridos desde la siembra, hasta cuando más del 50% de las plántulas emergieron en el área útil de cada parcela experimental.

### **3.11.2. Días a la floración (DF)**

El registro de días a la floración fue tomado desde el momento de la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas de cada parcela presentaron flores abiertas, para luego ser manifestado en el proceso.

### **3.11.3. Altura de planta a los 30, 60 y 90 días (cm) (AP)**

Se tomó 10 plantas al azar dentro del área útil en cada parcela experimental para luego proceder a medir la altura en cm desde la base del tallo, hasta la yema apical de cada planta, utilizando un flexómetro.

### **3.11.4. Conteo de nódulos (CN)**

Para esta variable se procedió a extraer de cada sub parcela 5 plantas tomadas al azar, tratando de no arrancar las raíces con ayuda de un machete para cavar alrededor y así mantener los nódulos en perfecto estado para luego proceder a contar cada uno de estos por planta en cada parcela útil. Esta labor se realizó a los 75 días de edad que tuvo la planta contando desde el inicio de siembra.

### **3.11.5. Peso seco de las plantas y las raíces**

De la variable anterior se tomó 5 plantas antes extraídas de cada parcela útil, en el cual se procedió a cortar dejando la parte foliar y las raíces separadas.

### **3.11.6. Altura de carga (cm) (AC)**

Se midió la altura de carga con un flexómetro desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la primera vaina en centímetros, en 10 plantas tomadas al azar en cada parcela neta, previo a la cosecha.

### **3.11.7. Vainas por planta (VP)**

Se registró en la cosecha, contando el total de cápsulas existentes en cada una de las 10 plantas tomadas al azar, de cada parcela neta.

### **3.11.8. Granos por vaina (GV)**

Se abrió 10 vainas al azar de cada parcela neta, se contó el número de granos por vaina y se calculó posteriormente su promedio.

### **3.11.9. Peso de 100 semillas (g) (PS)**

Se tomó una muestra al azar de 100 granos provenientes de cada unidad experimental, teniendo en cuenta que no estén afectadas por daños de insectos o enfermedades. Se pesó en una balanza de precisión en gramos y se ajustará al 14% de humedad con ayuda de cierta fórmula empleada.

### **3.11.10. Rendimiento por parcela (R-kg/P)**

Luego de la cosecha y trilla, se procedió a pesar los granos de cada área útil de cada parcela experimental en una balanza de precisión, su valor que se expresó en kg por parcela y estimado a el área.

### **3.11.11. Rendimiento por hectárea (R – kg ha<sup>-1</sup>)**

Dentro de esta variable se consideró la totalidad de granos obtenidos en el área útil de cada parcela experimental, la cual se ajustó al 14 % de humedad y se procedió a transformar a kilogramos por hectárea, para lo cual se aplicó la siguiente ecuación matemática:



$$R = \text{PCP kg} \times \frac{10.000 \text{ m}^2}{\text{ANC m}^2/\text{l}} \times \frac{100-\text{HC}}{100-\text{HE}}; \text{ donde:}$$

R = Rendimiento en kg/ha, al 14 % de humedad.

PCP = Peso de Campo por Parcela en kg.

ANC = Área Neta Cosechada en m<sup>2</sup>.

HC = Humedad de Cosecha en porcentaje.

HE = Humedad Estándar (14 %).

### 3.11.12. Análisis económico

El análisis económico se realizó en base al rendimiento y al costo de cada uno de los tratamientos extrapolados a una hectárea, para posteriormente hallar la relación beneficio costo con la fórmula siguiente que utilizo un precio de venta de \$ 0,46 por Kg.

$$R(B/C) = \frac{IB}{CT}$$

Dónde:

R (B/C): Relación beneficio – costo

IB: Ingreso Bruto

CT: Costo Total

El rendimiento se ajustó al 14% de humedad y luego se extrapoló a rendimiento por hectárea con la siguiente fórmula:  $\text{Kg ha}^{-1} = (10000\text{m}^2 * \text{Kg cosechados}) / \text{Área útil del ensayo}$ . Finalmente, el rendimiento por hectárea se multiplico por 0.42 para que el análisis económico sea coherente con un escenario real de producción en la zona.

Para obtener el Ingreso bruto se multiplicó el precio de venta del Kg que fue de \$0,46 por el rendimiento en  $\text{Kg ha}^{-1}$ . El costo de tratamiento fue el precio de la semilla INIAP - 307 (\$45), más el costo de la siembra que fue variable para cada densidad (ver Tabla 9). El costo de cosecha y transporte se obtuvo multiplicando el rendimiento en  $\text{Kg ha}^{-1}$  por \$0,03, que corresponde al costo combinado de cosechar y transportar un kg de soya hasta

el lugar de comercialización.

El costo total está dado por la suma del costo diferenciado de la semilla, siembra y cosecha más el costo de las prácticas agrícolas e insumos aplicados (preparación del terreno, abonos, insecticidas, fungicidas, control de malezas, etc.)

La utilidad neta es igual al ingreso bruto menos costo total. La relación B/C se dio por la división de ingreso bruto sobre costo total, en la que se observa la ganancia por cada dólar invertido. Culminando con la rentabilidad dada en porcentaje usando la fórmula:  

$$\text{Rentabilidad \%} = (\text{Utilidad neta} / \text{Costo Total}) 100\%$$

**Tabla 8. Costos**

**Soya INIAP - 307**

Precio de semilla	\$ 45,00
<b>Precio de siembra</b>	
<b>Densidades</b>	
280000	\$ 60
360000	\$ 77,14
<b>Costos Variables</b>	
Alquiler del terreno	\$ 250,00 Ha
Pases de rastra	\$ 50,00 pases 2
Insecticidas	\$ 50,00
Fungicidas	\$ 30,00
Fertilizantes	\$ 88,00
Control de malezas	\$ 125,00
<b>Cosecha</b>	
Precio costo/transporte	\$ 0.03 kg
Precio de venta	\$ 0,43 Kg

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

## 4.1. Resultados

### Tipos de siembra

Según la Tabla 9 el efecto de los tipos de siembra fue estadísticamente significativa para las variables días a la emergencia, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos por planta, peso seco de planta, altura de carga y granos por vaina.

En el tipo de siembra en hilera las plantas emergieron más rápido (8,42 días). Con este sistema la altura de planta a los 60 (71,51 cm) y 90 días (75,55 cm) fue superior, la cantidad de nódulos (40,85) fue más alta, la altura de carga (20,40 cm) fue más alta, y presentó un mayor número de granos por vaina (2,78), en comparación con la siembra al voleo. El efecto de los tipos de siembra sobre los días a la floración, altura de planta a los 30 días, peso seco las raíces, número de vainas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento por parcela útil no fue significativo.

**Tabla 9.** Efecto del tipo de siembra sobre días a la emergencia, días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento.

Tipos de Siembra	# Días a la emergencia	# Días a la floración	Altura de planta a los 30 días, cm	Altura de planta a los 60 días, cm	Altura de planta a los 90 días, cm	# de nódulos	Peso seco de las plantas g	Peso seco de las raíces g	Altura de carga, cm	# Vainas por planta	# Granos por vaina	Peso de 100 semillas, g	Rendimiento P/U, kg
<b>Hilera</b>	12,58 a	45,33 a	25,50 a	71,51 a	75,55 a	40,85 a	303,87 a	24,50 a	20,40 a	126,89 a	2,78 a	15,22 a	3,97 a
<b>Voleo</b>	8,42 b	45,17	17,97	48,42 b	51,78 b	27,48 b	279,45	24,08	10,01 b	119,83	2,48 b	13,89	3,89
<b>Promedio</b>	10,50p	45,25	21,70	59,96	62,28	34,16	291,66	24,29	21,04	123,36	2,63	14,55	3,93
<b>CV %</b>	3,37	1,43	7,66	4,57	9,77	11,83	16,19	11,43	7,28	3,84	2,20	3,03	0,40

## Densidades

Según la Tabla 10 el efecto de la densidad de siembra fue estadísticamente significativa para altura de carga, número de vainas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento.

Con la densidad 280000 plantas la altura de carga (16,96 cm) fue superior a aquella a la de 360000 plantas por hectárea. Por el contrario, la densidad de 360000 plantas causó el mayor número de vainas por planta (127,58), peso de 100 semillas (14,98 g) más alto y un mayor rendimiento por parcela útil (3,96 kg) en comparación con la densidad 280000 plantas por hectáreas. El efecto de la densidad de siembra sobre días a la emergencia, días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, número de granos por vainas, no causó significación estadística.

**Tabla 10.** Efecto de las densidades sobre días a la emergencia, días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil.

Densidades	# Días a la emergencia	# Días a la floración	Altura de planta a los 30 días, cm	Altura de planta a los 60 días, cm	Altura de planta a los 90 días, cm	# de nódulos	Peso seco de las plantas g	Peso seco de las raíces g	Altura de carga, cm	# Vainas por planta	# Granos por vainas	Peso de 100 semillas, g	Rendimiento P/U, kg
<b>360000</b>	10,50 <sub>a</sub>	45,25 <sub>a</sub>	22,73 <sub>a</sub>	61,16 <sub>a</sub>	62,67 <sub>a</sub>	34,71 <sub>a</sub>	307,83 <sub>a</sub>	24,75 <sub>a</sub>	13,45 <sub>b</sub>	127,58 <sub>a</sub>	2,61 <sub>a</sub>	14,98 <sub>a</sub>	3,96 <sub>a</sub>
<b>280000</b>	10,50	45,25	20,74	58,77	61,68	33,62	275,49	23,83	16,96 <sub>a</sub>	119,13 <sub>b</sub>	2,65	14,13 <sub>b</sub>	3,91 <sub>b</sub>
<b>Promedio</b>	10,50	45,25	21,70	59,96	62,28	34,16	291,66	24,29	21,04	123,36	2,63	14,55	3,93
<b>CV %</b>	3,37	1,43	7,66	4,57	9,77	11,83	16,19	11,43	7,28	3,84	2,20	3,03	0,40

## Fertilizante

Según la Tabla 11 el efecto de la fertilización causó diferencias estadísticas para días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, número de nódulos, peso seco de plantas, peso seco de las raíces, número de granos por vainas, peso de 100 semillas y rendimiento.

Con la aplicación de fertilizante la altura de planta a los 30 (23,18 cm) y 60 (63,58 cm) días fue superior, el peso seco de las plantas fue superior (738 g), las raíces alcanzaron mayor peso seco (25,71 g), el número de granos por vaina fue más alto (2,67 g), las 100 semilla alcanzaron más peso (14,97 g) y se obtuvo más rendimiento por parcela (3,95 Kg). Por el contrario, sin fertilizante las plantas florecieron más rápido (44,58), y produjeron más nódulos (43,72). Solo el efecto de la fertilización sobre la altura de planta a los 90 días, altura de carga, numero de vainas por planta, no produjo diferencias estadísticas.

**Tabla 11.** Efecto de la fertilización sobre las variables días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de vainas por planta, número granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil.

Fertilizantes	Altura de planta a los 30 días, cm	Altura de planta a los 60 días, cm	Altura de planta a los 90 días, cm	# Conteo de nódulos	Peso seco de las plantas, g	Peso seco de las raíces, g	Altura de carga, cm	# Vainas por planta	# Granos por vainas	Peso de 100 semillas, g	Rendimiento P/U, kg
<b>Con Fertilizante</b>	23,18 a	63,54 a	64,94 a	24,61 b	322,99 a	25,71 a	15,60 a	125,44 a	2,67 a	14,97 a	3,95 a
<b>Sin Fertilizante</b>	20,29 b	56,38 b	59,39	43,72 a	260,33 b	22,88 b	14,81	121,28	2,59 b	14,14 b	3,92 b
<b>Promedio</b>	21,70	59,96	62,28	34,16	291,66	24,29	21,04	123,36	2,63	14,55	3,93
<b>CV %</b>	7,66	4,57	9,77	11,83	16,19	11,43	7,28	3,84	2,20	3,03	0,40

### **Interacción tipos de siembra por densidades (TS x D)**

Según la Tabla 12 la interacción TS x D fue estadísticamente significativa para días a la emergencia, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, altura de carga, número de granos por vainas, peso de 100 semillas y rendimiento por parcela útil.

El tipo de siembra sobre la variable días a la emergencia dependió de la densidad de plantas por hectárea. Con la densidad más alta las plantas emergieron más rápido (8,33 días) en el sistema en hilera, pero fue más tardía con el sistema al voleo en comparación con la densidad más baja (12,67 días).

Con la densidad más alta la altura de planta a los 60 días fue superior (72,88 cm) con la siembra en hilera, pero menor cuando el tipo de siembra fue al voleo. Con la densidad más alta la altura de planta a los 90 días fue mayor (73,98 cm) con el sistema en hilera, pero fue menor cuando el sistema fue al voleo.

Con la densidad más alta la cantidad de nódulos fue superior (41,97) en el tipo de siembra en hilera, pero fue inferior cuando el tipo de siembra fue al voleo.

Con la densidad más baja la altura de carga fue superior (21,77 cm), con el tipo de siembra en hilera, pero fue más baja sembrando al voleo en comparación con la densidad más alta (7,87 cm).

Con la densidad más baja el número de granos por vainas fue mayor (2,82) con el tipo de siembra en hilera, pero fue menor con el tipo de siembra al voleo en comparación con la densidad más alta (2,47).

En la densidad más alta el peso de las semillas fue superior (15,75 g), con el sistema en hilera, pero fue menor sembrado al sistema al voleo (13,58 g).

Con la densidad más alta el rendimiento por parcela útil fue superior (4,01 Kg), sembrado en hilera, pero fue menor cuando se sembró al voleo con la densidad más alta (3,88 Kg).

El efecto de la interacción en cuestión sobre las variables, días a la floración, altura de planta a los 30 días, peso seco de las raíces, número de vainas por planta, no alcanzó significancia estadística.

**Tabla 12.** Efecto del tipo de siembra por las densidades sobre las variables días a la emergencia, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, altura de carga, granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil.

<b>Interacción TS x D</b>	# Días a la Emergencia	Altura de planta a los 60 días, cm	Altura de planta a los 90 días, cm	# de nódulos	Altura de carga, Cm	# Granos por Vaina	Peso de 100 semillas, g	Rendimiento P/U, kg
<b>Hilera + 280000</b>	8,50 b	70,13 a	71,12 a	39,73 a	21,77 a	2,82 a	14,68 ab	3,94 b
<b>Hilera + 360000</b>	8,33 b	72,88 a	73,98 a	41,97 a	19,03 b	2,75 a	15,75 a	4,01 a
<b>Voleo + 280000</b>	12,50 a	47,40 b	55,22 b	27,50 b	12,15 c	2,48 b	13,58 b	3,88 b
<b>Voleo + 360000</b>	12,67 a	49,43 b	51,35 b	27,45 b	7,87 d	2,47 b	14,20 b	3,90 b
<b>Promedio</b>	10,50	59,96	62,28	34,16	21,04	2,63	14,55	3,93
<b>CV %</b>	3,37	4,57	9,77	11,83	7,28	2,20	3,03	0,40



### **Interacción tipos de siembra por fertilizante (TS x F)**

Según la Tabla 13 la interacción TS x F fue estadísticamente significativa para días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de granos por vainas, peso de 100 semillas y rendimiento por parcela útil.

Sin fertilizante la floración fue más temprana (44,33 días) con el sistema en hilera, pero tardó más cuando en el sistema voleo (45,83 días). Con fertilizante la altura de planta a los 30 días fue superior (26,27 cm) al sembrarse en hilera, pero fue inferior con el sistema al voleo sin fertilizante (15,08 cm).

Con fertilizante la altura de planta a los 60 días fue mayor (75,00 cm) sembrando en hileras, pero fue de menor altura con el tipo de siembra al voleo sin aplicación de fertilizante (52,08 cm).

Con fertilizante la altura de planta a los 90 días fue superior (72,12 cm) sembrando en hilera, pero fue inferior con el sistema al voleo (49,80 cm). Sin fertilizante la cantidad de nódulos fue mayor (52,50) con el tipo de siembra en hilera y menor con el sistema al voleo (20,02).

Con fertilizante el peso seco de las plantas fue superior (323,73 g) sembrando al voleo, pero fue inferior con el sistema de siembra hilera sin fertilizante (285,48 g). Con fertilizante el peso seco de las raíces fue superior (27,17 g) sembrado al sistema en voleo, pero fue inferior sembrado al sistema de siembra hilera sin fertilización (24,75 g).

Con fertilizante la altura de carga fue mayor (20,90 cm) con el sistema en hilera, pero fue menor con sistema de siembra al voleo (9,72 cm). Con fertilizante el número de vainas por plantas fue superior (129,85) con el tipo de siembra en hilera, pero fue de menor cantidad con el tipo de siembra al voleo sin fertilización (118,62).

Con fertilizante el número de granos fue superior (2,85) sembrando en hilera, pero fue menor con el tipo de siembra al voleo (2,47). Con fertilizante el peso de 100 semillas fue superior (15,60 g) con la siembra en hilera, pero fue de menor peso con el sistema de siembra al voleo sin fertilizante (13,45 g).

Con fertilizante el rendimiento por parcela útil fue superior (3,99 Kg) sembrando en hilera, pero fue menor con la siembra al voleo (3,88 Kg).

**Tabla 13.** Efecto del tipo de siembra por fertilizante sobre días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, peso seco de las raíces, altura de carga, número de vainas por planta, número granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil.

<b>Interacción TS x F</b>	# Días a la floración	Altura de planta a los 30 días, cm	Altura de planta a los 60 días, cm	Altura de planta a los 90 días, cm	# de nódulos	Peso seco de las plantas, g	Peso seco de las raíces, g	Alt de carga, cm	# Vainas por planta	#Granos por vainas	Peso de 100 semillas, g	Rendimiento P/U, kg
<b>Hilera + Con Fertilizante</b>	46,00 a	26,27 a	75,00 a	76,12 a	29,20 b	322,25 a	24,25 ab	20,90 a	129,85 a	2,85 a	15,60 a	3,99 a
<b>Hilera + Sin Fertilizante</b>	44,33 b	24,73 a	44,75 d	68,98 a	52,50 a	285,48 ab	24,75 ab	19,90 a	123,93 ab	2,72 b	14,83 ab	3,96 b
<b>Voleo + Con Fertilizante</b>	45,83 a	20,08 b	68,02 b	53,77 b	20,02 c	323,73 a	27,17 a	10,30 b	121,03 b	2,48 c	14,33 b	3,90 c
<b>Voleo + Sin Fertilizante</b>	44,83 ab	15,85 c	52,08 c	49,80 b	34,93 b	235,17 b	21,00 b	9,72 b	118,62 b	2,47 c	13,45 c	3,88 c
<b>Promedio</b>	45,25	21,70	59,96	62,28	34,16	291,66	24,29	21,04	123,36	2,63	14,55	3,93
<b>CV %</b>	1,43	7,66	4,57	9,77	11,83	16,19	11,43	7,28	3,84	2,20	3,03	0,40

### **Interacción densidades por fertilizante (F x D)**

Según la Tabla 14 la interacción F x D fue estadísticamente significativa para días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, altura de carga, número de vainas por planta, número de granos por vainas, peso de 100 semillas y rendimiento por parcela útil.

Con la densidad más alta la floración se alcanzó en menos tiempo (44,67 días) que, sin fertilización, pero se tardó más cuando se aplicó fertilizante en comparación con la densidad baja (46,00 días).

Con la densidad más alta la altura de planta a los 30 días fue mayor (23,78 cm) con fertilizante, pero fue menor sin fertilizante, en comparación con la densidad baja (18,92 cm).

Con la densidad más alta la altura de planta a los 60 días fue superior (64,40 cm) con fertilizante, pero fue menor sin fertilizante en comparación con la densidad baja (54,85 cm). Con la densidad más alta el número de nódulos fue superior (34,90) sin fertilizante al compararse con la parcela fertilizada (23,70).

Con la densidad alta el peso de las plantas fue mayor (329,23 g) con fertilizante y menor sin fertilizante. Con la densidad más baja la altura de carga fue superior (17,42 cm) con fertilizante e inferior sin fertilizante (13,12 cm).

Con la densidad más alta el número de vainas fue superior (129,20) con fertilizante, pero fue inferior sin aplicación de fertilizante en comparación con la densidad más baja (116,58).

Con la densidad más baja el número de granos por vainas fue mayor (2,70) con fertilizante, pero fue menor cantidad sin fertilizante (2,58). Con la densidad más alta el peso de 100 semillas fue mayor con (15,38 g) con fertilizante y menor sin fertilizante, en comparación con la densidad más baja (13,72 g).

Con la densidad más alta el rendimiento por parcela útil también fue superior (3,97 Kg) con fertilizante e inferior sin fertilizante en comparación con la densidad más baja (3,90 Kg).

El efecto de la interacción en cuestión sobre las variables altura de planta a los 90 días, peso seco de las raíces no alcanzo significancia estadística.

**Tabla 14.** Efecto del fertilizante por las densidades sobre días a la floración, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, número de nódulos, peso seco de las plantas, altura de carga, número de vainas por planta, número granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil.

<b>Interacción F x D</b>	<b># Días a la floración</b>	<b>Altura de planta a los 30 días, cm</b>	<b>Altura de planta a los 60 días, cm</b>	<b># de nódulos</b>	<b>Peso seco de las plantas, g</b>	<b>Altura de carga, cm</b>	<b># Vainas por planta</b>	<b># Granos Por vaina</b>	<b>Peso de 100 semillas, g</b>	<b>Rendimiento P/U, kg</b>
<b>Con Fertilizante + 280000</b>	46,00 a	22,57 a	62,68 ab	23,70 b	316,25 ab	17,42 a	121,68 ab	2,70 a	14,55 b	3,92 bc
<b>Sin Fertilizante + 280000</b>	44,50 c	18,92 b	54,85 c	43,53 a	234,23 b	16,50 a	116,58 b	2,60 ab	13,72 c	3,90 c
<b>Con Fertilizante + 360000</b>	45,83 ab	23,78 a	64,40 ab	25,52 b	329,23 a	13,78 b	129,20 a	2,63 ab	15,38 a	3,97 a
<b>Sin Fertilizante + 360000</b>	44,67 bc	21,67 ab	57,92 bc	43,90 a	286,42 ab	13,12 b	125,97 a	2,58 b	14,57 b	3,94 b
<b>Promedio</b>	45,25	21,70	59,96	34,16	291,53	21,04	123,36	2,63	14,55	3,93
<b>CV %</b>	1,43	7,66	4,57	11,83	11,43	7,28	3,84	2,20	3,03	0,40

### **Interacción tipos de siembra por densidades por fertilizante (TS x D x F)**

Según la Tabla 15 la interacción TS x D x F fue estadísticamente significativa para días a la emergencia, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, conteo de nódulos, altura de carga, número de vainas por planta, número granos por vainas, peso de 100 semillas y rendimiento por parcela útil.

Sin fertilizante con la densidad más alta la emergencia de las plantas ocurrió en menor tiempo (8,33 días) con el tipo de siembra en hilera, y fue menor con el tipo de siembra al voleo en comparación con las parcelas fertilizadas y con menor densidad (12,33 días). Al combinarse la fertilización con la densidad alta la altura de planta a los 30 días fue superior (27,70 cm) con la siembra en hilera, pero fue inferior con el tipo de siembra al voleo con la parcela sin fertilizante y la densidad menor (14,77 cm).

Con fertilizante y la densidad alta la altura de planta a los 60 días fue mayor (75,77 cm) con el tipo de siembra en hilera, y menor con el sistema al voleo sin aplicación de fertilizante en las parcelas con la menor densidad (43,67 cm). Con fertilizante y la densidad alta la altura de planta a los 90 días fue mayor (76,77 cm) con sistema en hilera, pero fue menor con el sistema al voleo (51,70 cm).

Sin fertilizante en la densidad alta la cantidad de nódulos fue superior (53,40) con el tipo de siembra en hilera, y menor con la siembra al voleo en las parcelas fertilizadas y la densidad menor (18,53). Con fertilizante y la densidad menor la altura de carga fue mayor (22,27 cm) con el tipo de siembra en hilera y menor con el sistema al voleo sin fertilizante y con la densidad más la densidad alta (7,70 cm). Con fertilizante y la densidad alta el número de vainas por planta fue superior (133,60) con el sistema en hilera, y menor con el tipo de siembra al voleo (113,63). Con fertilización y la densidad menor la cantidad de granos por vaina fue superior (2,90) con el tipo siembra en hilera e inferior con el tipo de siembra al voleo (2,47).

Con fertilizante más la densidad alta el peso de 100 semillas fue mayor (16,17 g) con el sistema de siembra en hilera, pero fue menor con el sistema al voleo sin fertilizante y la densidad menor (13,10 g). Con fertilizante y la densidad alta el rendimiento por parcela útil fue superior (4,03 Kg) con el tipo de siembra en hilera e inferior al sistema al voleo sin aplicación de fertilizante y la densidad menor (3,87 Kg) El efecto de la interacción en cuestión sobre las variables días a la floración, no alcanzo significancia estadística.

**Tabla 15.** Efecto del tipo de siembra por densidades por fertilizante sobre días a la emergencia, altura de planta a los 30 días, altura de planta a los 60 días, altura de planta a los 90 días, número de nódulos, altura de carga, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento por parcela útil.

<b>Interacción TS x D x F</b>	<b># Días a la emergencia</b> a	<b>Altura de planta a los 30 días, cm</b>	<b>Altura de planta a los 60 días, cm</b>	<b>Altura de planta a los 90 días, cm</b>	<b># de nódulos</b>	<b>Altura de carga, cm</b>	<b># Vainas por planta</b>	<b># Granos por vaina</b>	<b>Peso de 100 semillas, g</b>	<b>Rendimiento P/U, kg</b>
<b>Hilera + 280000 + Con Fertilizante</b>	8,33 b	24,83 ab	74,23 ab	75,47 a	27,87 bc	22,27 a	126,10 ab	2,90 a	15,03 abc	3,95 bc
<b>Hilera + 280000 +Sin Fertilizante</b>	8,67 b	23,07 ab	66,03 b	66,77 abc	51,60 a	21,27 ab	119,53 ab	2,73 ab	14,33 bcd	3,92 cd
<b>Hilera + Con Fertilizante + 360000</b>	8,33 b	27,70 a	75,77 a	76,77 a	30,53 bc	19,53 ab	133,60 a	2,80 ab	16,17 a	4,03 a
<b>Hilera + 360000 +Sin Fertilizante</b>	8,33 b	26,40 a	70,00 ab	71,20 ab	53,40 a	18,53 b	128,33 ab	2,70 b	15,33 ab	3,99 ab
<b>Voleo + 280000 + Con Fertilizante</b>	12,33 a	20,30 bc	51,13 cd	52,73 bc	19,53 c	12,57 c	117,27 b	2,50 c	14,07 bcd	3,89 de
<b>Voleo + 280000 + Sin Fertilizante</b>	12,67 a	14,77 d	43,67 d	51,70 bc	35,47 b	11,73 c	113,63 b	2,47 c	13,10 d	3,87 e
<b>Voleo + 360000 + Con Fertilizante</b>	12,33 a	18,87 bc	53,03 c	54,80 bc	20,50 c	8,03 d	124,80 ab	2,47 c	14,60 bc	3,91 cde
<b>Voleo + 360000 + Sin Fertilizante</b>	13,00 a	16,93 cd	45,83 cd	47,90 c	34,40 b	7,70 d	123,60 ab	2,47 c	13,80 cd	3,89 de
<b>Promedio</b>	10,50	21,70	59,96	62,28	34,16	21,04	123,36	2,63	14,55	3,93
<b>CV %</b>	3,37	7,66	4,57	9,77	11,83	7,28	3,84	2,20	3,03	0,40

## Análisis económico

La mayor relación B/C se alcanzó con la variedad INIAP – 307 sembrada en hilera a una densidad de 280000 pl ha<sup>-1</sup> y con fertilización. Igual afirmación es aplicable al índice de rentabilidad. Por cada dólar invertido el productor recuperó dicho dólar y \$0,30 de retorno. Con la densidad 360000 pl ha<sup>-1</sup>, con fertilizante, solo recupero \$ 0.29, a pesar de que la soya rindió más. Sin embargo, la brecha de rentabilidad entre la densidad más alta y la densidad más baja fue similar para ambos híbridos. La densidad de 280000 pl ha<sup>-1</sup> con una rentabilidad de 29,65% obtuvo menos rendimiento la mayor densidad con una menor rentabilidad (29,32%). Cabe recalcar que todos los tratamientos obtuvieron una buena relación beneficio/costo.

**Tabla 16.** Análisis económico del rendimiento en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Ingreso Bruto \$	Costo totales \$	Utilidad Neta \$	Relación B/C	Rentabilidad %
INIAP - 307 Voleo 280000 pl ha <sup>-1</sup> CF	1817,90	963,49	752,54	210,95	1,28	28,03
INIAP - 307 Voleo 280000 pl ha <sup>-1</sup> SF	1803,06	955,62	752,09	203,53	1,27	27,06
INIAP - 307 Voleo 360000 pl ha <sup>-1</sup> CF	1826,72	968,16	769,94	198,22	1,26	25,74
INIAP - 307 Voleo 360000 pl ha <sup>-1</sup> SF	1817,20	963,12	769,66	193,46	1,25	25,14
INIAP - 307 Hilera 280000 pl ha <sup>-1</sup> CF	1842,68	976,62	753,28	223,34	1,30	29,65
INIAP - 307 Hilera 280000 pl ha <sup>-1</sup> SF	1830,78	970,31	752,92	217,39	1,29	28,87
INIAP - 307 Hilera 360000 pl ha <sup>-1</sup> CF	1882,72	997,84	771,62	226,22	1,29	29,32
INIAP - 307 Hilera 360000 pl ha <sup>-1</sup> SF	1861,72	986,71	770,99	215,72	1,28	27,98

\*Se refiere al costo del tratamiento más el costo de la cosecha y transporte del rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>.

**Precio de Venta (Kg):** \$ 0.46 Kg

**Costo de cosecha y transporte (Kg):** \$ 0.05 Kg

## 4.2. Discusión

La ventaja que mostro el tipo de siembra en hilera respecto al periodo de emergencia más corto y mayor desarrollo vegetativo y reproductivo, al compararse con la siembra al voleo, parece que se originó en la mejor disponibilidad de humedad al momento de sembrar. Puesto que la siembra se realizó en plena época seca surgió la necesidad de humedecer el suelo regando las hileras donde se depositó la semilla, circunstancia que concentro la humedad más cerca de ellas, haciendo que germinen varios días antes que aquellas semillas sembradas al voleo. La ventaja proporcionada por la germinación más temprana beneficio el crecimiento, formación de las vainas y rendimiento. Este beneficio se reforzó con los riegos adicionales que se aplicaron después también a lo largo de las hileras. En cambio, el riego complementario en las parcelas con siembra al voleo se distribuyó como una aspersion simulada en toda la superficie; ciertamente la distribución de la humedad en este caso no fue uniforme ni se puede decir que el volumen de agua aplicado haya sido comparable con el riego realizado en el sistema en hilera (Maldonado, et al. 2007).

La ausencia de significancia estadística para las variables asociadas al desarrollo vegetativo de la soya indica que la densidad es un factor que no influye sobre el crecimiento, aunque esta respuesta parece haber sido condicionada por la restricción de humedad que sufrió el cultivo; una excepción es la mayor altura de carga obtenida con la menor densidad, cuando se esperaba lo contrario. El rendimiento por parcela útil fue superior con la densidad más alta como consecuencia de que con esta densidad el rendimiento fue mayor al igual que el peso de 100 semillas, posiblemente sugiriendo que la densidad de 360000 plantas por hectárea se encuentra cerca de la densidad más óptima para este cultivo en la zona. Por otro lado, hay que tener en cuenta que la producción de soya es bastante sensible a la variación del número de plantas por hectárea (INIA, 2004).

La aplicación de fertilizante extendió el número de días a la floración porque las plantas, al disponer de una mayor riqueza nutritiva en el suelo, se beneficiaron de una estimulación del desarrollo vegetativo alcanzando una mayor altura de planta. Por el contrario, la cantidad de nódulos producidos por la planta no se benefició de la fertilización. Es ampliamente conocido que la adición de nitrógeno al suelo como fertilizante aumenta su disponibilidad para las plantas; por lo tanto, éstas no tienen necesidad de la nodulación para abastecerse del nitrógeno atmosférico.



Como era de esperarse las plantas no solo respondieron a la fertilización como más crecimiento si no también con mayor producción de biomasa.

lo que explica el mayor peso seco en las plantas de las plantas abonadas. Mas desarrollo y más biomasa hicieron que la soya en las parcelas fertilizadas alcanzara un mayor índice de área foliar que se tradujo en más actividad fotosintética. El mayor número de granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento por parcela útil es una clara respuesta a la actividad fotosintética que se incrementa en plantas mejor nutridas (Galindo, 2012).

La respuesta del número de días a la emergencia, altura de planta, nodulación, peso seco de las plantas, granos por vaina, peso de 100 semillas, no dependieron de la densidad, pero si del sistema de siembra. Con la siembra al voleo las plantas tardaron más en emerger y tuvieron menor crecimiento y nodulación, básicamente porque el contenido de la humedad en el suelo fue más bajo (Parodi & Enciso, 2018).

La respuesta de la altura de carga no solo dependió de la densidad de plantas, sino también del sistema de siembra. Con la baja densidad parece que al tener menos competencia las plantas crecieron más, tanto en el sistema en hilera como en el sistema al voleo, ya que tuvieron más nutrientes a su disposición. La ausencia de diferencia en el rendimiento entre las dos densidades fue el resultado de una mayor limitación de humedad en el sistema de siembra al voleo. Por el contrario, en el sistema de siembra en hilera el rendimiento por parcela útil si respondió positivamente a una mayor densidad de plantas, lo que permite pensar que el contenido de humedad en estas parcelas fue menos crítica (Parodi & Enciso, 2018).

El mayor número de día a la floración con fertilizante en el sistema en hilera, al parecer tiene su explicación en el estímulo que recibió el crecimiento vegetativo de la soya por acción del abono. Este estímulo se prolongó hasta los 90 días en la altura de planta, aunque la diferencia estadística con el sistema de hilera y sin fertilizante solo se detectó a los 60 días. En cuanto al número de nódulos el fertilizante deprimió más esta variable en el sistema en hilera comparado con el sistema al voleo, posiblemente porque hubo mayor disponibilidad de nitrógeno en el sistema de hilera favorecida por mejores condiciones de humedad como resultado de aplicar el agua directamente en los surcos lo que promovió mayor infiltración. La diferencia más amplia en el peso seco de las plantas por acción del fertilizante en el sistema en hileras vuelve a sugerir que las plantas se beneficiaron de una mayor cantidad de nutrientes con este sistema en presencia de mejores condiciones de humedad del suelo, como ya quedó señalado

anteriormente. Respecto a la mayor amplitud del peso seco de las raíces con y sin fertilizantes en el sistema de siembra al voleo, puede explicarse por el hecho de que las plantas asignaron una mayor cantidad de productos fotosintéticos a las raíces para mejorar su capacidad de exploración del suelo tratando de sobrevivir frente a la insuficiencia hídrica (Giménez, 2014).

La respuesta del número de días a la floración más tardía dependió del fertilizante, Esto quiere decir que, al disponer las plantas de una mayor riqueza nutritiva, la altura de planta se benefició de un mayor crecimiento vegetativo extendiéndose hasta los 60 días. A diferencia de la baja cantidad de nódulos con la aplicación de fertilizantes que se debe a que de por sí la planta ya fija nitrógeno; entonces si se adiciona abono la bacteria del género *Rhizobium* ya no ejerce su trabajo como debería. Además, el rendimiento superior con la densidad más alta se vio reforzado con la fertilización que mejoró el estado nutritivo de las plantas (García 2007).

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- ✓ Con la densidad 360000 plantas por hectárea se alcanzó el mayor rendimiento 3,6 Kg, aunque todas las variables de crecimiento vegetativo incluyendo la nodulación se desempeñaron igual para ambas densidades.
- ✓ El rendimiento de grano en el sistema de siembra en hilera supero a voleo dando el siguiente resultado 3,97 Kg.
- ✓ El rendimiento 3,95 Kg se benefició de la fertilización con un incremento del 3% en relación al cultivo no fertilizado 3,92 Kg.
- ✓ Los tratamientos con mejor desempeño económico fue la combinación de la siembra en hilera con fertilización en ambas densidades, mostrando una rentabilidad entre 29,32 y 29,65%. Aunque hubo una mayor producción con la densidad 360000 pl ha<sup>-1</sup> , sin embargo el costo por ha fue mayor bajando el margen de rentabilidad.

## 5.2. Recomendaciones

- ✓ Formular un experimento en parcelas de mayor superficie para una mejor estimación del rendimiento (en relación con el rendimiento comercial) de la soya en relación con las distintas densidades de siembra.
  
- ✓ Determinar cuan cerca se encuentra la densidad de 360000 plantas del punto máximo del rendimiento incluyendo otras densidades con intervalos cortos.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía

- Aguilar, D. (2014). “Estudio de diferentes densidades de siembra en dos líneas promisorias de soya (*Glycine max* L. Merrill ), en la zona de Babahoyo-Provincia de los Ríos.”. Babahoyo.
- Arvensis Agro S.A. (2017). Bacterias fijadoras de nitrógeno. Zaragoza: Arvensis.
- Avila, M. (2011). Determinacion de las características agronomicas de varios cultivares de soya (*Glycine max* (L) Merrill) evaluados en la zona de Pueblo Nuevo, Provincia de los Rios. . Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Baigorri, H. (2010). Requerimientos nutricionales del cultivo de soja. Argentina: Engormix.
- Galindo, W. (2012). Efecto de dos dosis de abonos orgánicos en el desarrollo y un componente del rendimiento del cultivo de la soya (*Glycine max* (L.) Merrill), en áreas de la Universidad de Granma. Latacunga: Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- García, S. C. (2017). Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. Salamanca: Enciclopedia Universal.
- Giménez, L. (2014). Efecto de las deficiencias hídricas en diferentes etapas de desarrollo sobre el rendimiento de soya. Montevideo: Agrociencia .
- Guaman, r. (2003). INIAP 307 Nueva variedad de gran rendimiento y resistente al acame. Guayas: INIAP.
- INIA . (2004). Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Poblaciones y sistemas de siembra en dos cultivares de soya (*Glycine max* (L.) Merr.] de diferentes hábitos de crecimiento en el estado Portuguesa. Revista de la Facultad de Agronomía.
- INIAP. (2014). Soya. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Tecnología, 1.
- Jaime Holger. (2014). Estudio de la densidad poblacional de tres variedadesde soya (*Glycine max* L.) (INIAP-307; INIAP 308; INIAP- JUPITER 102-97). Machala.
- Jaime, H. (2014). Estudio de la densidad de población de tres variedades de soya (*Glycine max* L.) (INIAP-307; INIAP 308; INIAP-JUPITER 102-97). Machala: Universidad Tecnica de Machala.

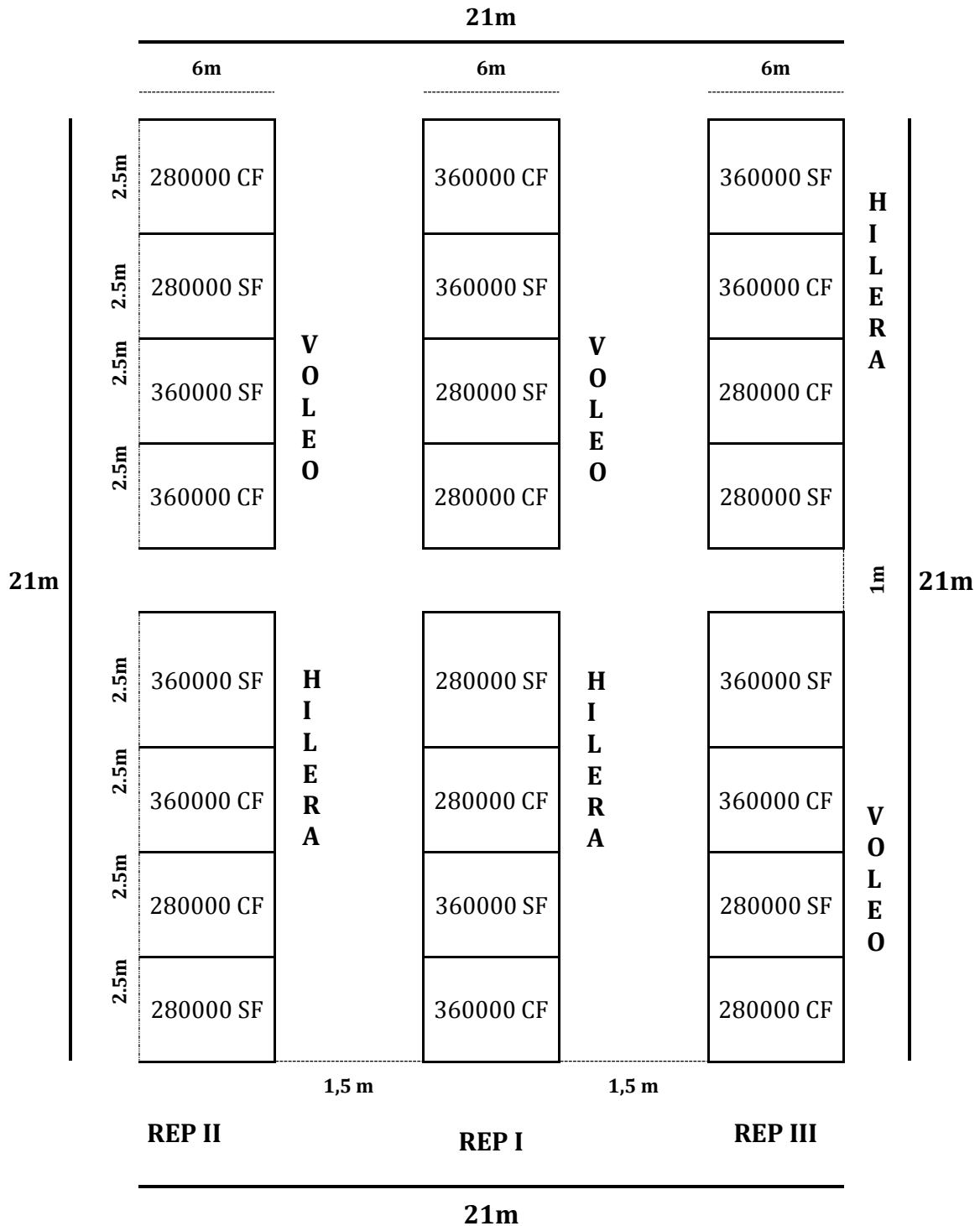
- Labandera, C. (2003). Soya: Inoculantes e Inoculación. Montevideo: Actividades del Departamento de Microbiología de Suelos - MGAP.
- Lara, S. (2009). Evaluación de varios Bioestimulantes Foliare en la producción del Cultivo de Soya (*Glycine max* L.), en la zona de Babahoyo Provincia de los Rios. Guayaquil: Escuela Superior Plitecnica del Litoral.
- Maldonado, N., Ascencio, G., & Avila, J. (2007). Guia para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. Mexico: Inifap.
- Olivo, C. (2012). Evaluacion agronomicas de 16 lineas de soya en la Estacion Experimental Pichilingue, Cantón Quevedo, Provincia Los Rios. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Parodi, A., & Enciso, V. (2018). Rentabilidad de la producción de soja (*Glicine max* l.), en sistema de siembra al voleo y sistema de siembra directa en el distrito de santa fe-alto paraná-paraguay. Paraguay: Universidad Nacional del Este Paraguay.
- Quintanilla, J. (2013). Efecto de la fertilización fósforo-potásica aplicada al suelo y vía foliar en el rendimiento de dos líneas de soya (*Glycine max*. L. Merril.). Guayaquil.
- Ventimiglia, L. (2016). Inoculación en soya: Un nuevo sistema que permite mejorar la captura de Nitrógeno. INTA 9 de Julio.
- Vergara, N. (2016). El cultivo de soya y su importancia para el Ecuador. Guayaqui: Universidad de Guayaquil.
- Villamarín, J. (2015). Efectos de sistemas de siembra en combinación con aplicaciones de magnesio fósforo y boro sobre el rendimiento del cultivo de Soya en la zona de Babahoyo. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.



**CAPÍTULO VII**  
**ANEXOS**

**7.1. Anexos**

**Anexo 1.** Distribución de parcelas en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.



**Anexo 2.** Días a la emergencia en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	0,25	0,13	3,00	0,2500	NS
Tipos de siembra	1	104,17	104,17	2500,00	0,0004	**
Error (a)	2	0,08	0,04			
Parcelas Principales	5	104,5	20,9			
Densidad	1	0,00	0,00	0,00	0,9999	NS
Interacción (TS X D)	1	0,17	0,17	8,20	0,6779	*
Error (b)	4	3,33	0,83			
Fertilización	1	0,67	0,67	5,33	0,0497	*
Interacción (TS X F)	1	0,17	0,17	7,33	0,2815	*
Interacción (F X D)	1	0,00	0,00	0,00	0,9999	NS
Interacción (TS X D X F)	1	0,17	0,17	8,33	0,2815	*
Error (c)	8	1,00	0,13			
Total	23	110,00				
<b>Coefficiente de variación</b>					3,37	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 3.** Días a la floración en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	0,75	0,38	0,69	0,5909	NS
Tipos de siembra	1	0,17	0,17	0,31	0,6349	NS
Error (a)	2	1,08	0,54			
Parcelas Principales	5	2,00	0,40			
Densidad	1	0,00	0,00	0,00	0,9999	NS
Interacción (TS X D)	1	0,67	0,67	3,20	0,1481	NS
Error (b)	4	0,83	0,21			
Fertilización	1	10,67	10,67	25,60	0,001	**
Interacción (TS X F)	1	0,67	0,67	6,60	0,2415	*
Interacción (F X D)	1	0,17	0,17	6,40	0,5447	*
Interacción (TS X D X F)	1	0,17	0,17	0,40	0,5447	NS
Error (c)	8	3,33	0,42			
Total	23	18,5				
<b>Coefficiente de variación</b>					1,43	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 4.** Altura de planta a los 30 días en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	49,98	24,99	0,72	0,5812	NS
Tipos de siembra	1	340,51	340,51	9,82	0,0885	NS
Error (a)	2	69,36	34,68			
Parcelas Principales	5	459,84	91,97			
Densidad	1	23,60	23,60	0,89	0,3989	NS
Interacción (TS X D)	1	7,48	7,48	0,28	0,6235	NS
Error (b)	4	106,1	26,52			
Fertilización	1	49,88	49,88	18,01	0,0028	**
Interacción (TS X F)	1	10,93	10,93	17,95	0,0822	**
Interacción (F X D)	1	3,53	3,53	7,27	0,2919	*
Interacción (TS X D X F)	1	1,71	1,71	16,62	0,4551	**
Error (c)	8	22,16	2,77			
Total	23	685,23				
<b>Coefficiente de variación</b>					7,66	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 5.** Altura de planta a los 60 días en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	129,54	64,77	0,41	0,7099	NS
Tipos de siembra	1	3199,35	3199,35	20,18	0,0461	*
Error (a)	2	317,02	158,51			
Parcelas Principales	5	3645,91	729,18			
Densidad	1	34,32	34,32	0,85	0,4079	NS
Interacción (TS X D)	1	0,77	0,77	10,02	0,8966	*
Error (b)	4	160,89	40,22			
Fertilización	1	307,45	307,45	40,93	0,0002	**
Interacción (TS X F)	1	0,18	0,18	21,02	0,8796	**
Interacción (F X D)	1	2,73	2,73	19,36	0,563	**
Interacción (TS X D X F)	1	1,76	1,76	18,23	0,6413	**
Error (c)	8	60,10	7,51			
Total	23	4214,12				
<b>Coefficiente de variación</b>					4,57	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 6.** Conteo de nódulos a los 75 días en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	9,59	4,80	0,14	0,8742	NS
Tipos de siembra	1	1073,34	1073,34	32,21	0,0297	**
Error (a)	2	66,65	33,33			
Parcelas Principales	5	1149,59	229,92			
Densidad	1	7,15	7,15	0,57	0,4909	NS
Interacción (TS X D)	1	7,82	7,82	11,63	0,4726	*
Error (b)	4	49,85	12,46			
Fertilización	1	2190,77	2190,77	134,91	0,0001	**
Interacción (TS X F)	1	105,42	105,42	6,49	0,0343	*
Interacción (F X D)	1	3,15	3,15	10,19	0,6711	*
Interacción (TS X D X F)	1	0,51	0,51	15,03	0,8637	**
Error (c)	8	129,91	16,24			
Total	23	3644,18				
<b>Coefficiente de variación</b>					11,80	

\*\* ; Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 7.** Altura de planta a los 90 días en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	154,80	77,4	1,05	0,4866	NS
Tipos de siembra	1	2587,53	2587,53	35,27	0,0272	*
Error (a)	2	146,74	73,37			
Parcelas Principales	5	2889,07	577,81			
Densidad	1	6,00	6,00	0,22	0,6628	NS
Interacción (TS X D)	1	20,91	20,91	7,77	0,4298	*
Error (b)	4	108,61	27,15			
Fertilización	1	184,82	184,82	5,01	0,0555	NS
Interacción (TS X F)	1	15,04	15,04	6,41	0,5408	*
Interacción (F X D)	1	2,80	2,80	0,08	0,7898	NS
Interacción (TS X D X F)	1	30,37	30,37	16,82	0,3905	**
Error (c)	8	294,87	36,86			
Total	23	3552,49				
<b>Coefficiente de variación</b>					9,77	

\*\* ; Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 8.** Peso de las plantas en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc</b>	<b>p-valor</b>	
Repeticiones	2	13878,08	6939,04	0,60	0,5399	NS
Tipos de siembra	1	247152,51	247152,51	01,43	0,008	NS
Error (a)	2	23058,58	11529,29			
Parcelas Principales	5	284089,18	56817,83			
Densidad	1	1169,01	1169,01	0,68	0,2267	NS
Interacción (TS X D)	1	4069,01	4069,01	08,40	0,9641	NS
Error (b)	4	6777,16	1694,29			
Fertilización	1	228833,01	228833,01	70,00	0,0001	**
Interacción (TS X F)	1	38360,01	38360,01	11,73	0,0092	**
Interacción (F X D)	1	1528,01	1528,01	7,02	0,8916	*
Interacción (TS X D X F)	1	753,76	753,76	09,23	0,187	NS
Error (c)	8	26149,33	3268,66			
Total	23	591728,48	25727,32			
<b>Coefficiente de variación</b>					16,19	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 9.** Peso de las raíces en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Calc</b>	<b>p-valor</b>	
Repeticiones	2	1	54,53	1	0,6592	NS
Tipos de siembra	1	48,74	48,74	0,46	0,5668	NS
Error (a)	2	210,93	105,47			
Parcelas Principales	5	368,73	73,75			
Densidad	1	6,20	6,20	0,23	0,6561	NS
Interacción (TS X D)	1	64,03	64,03	2,38	0,1976	NS
Error (b)	4	107,53	26,88			
Fertilización	1	448,94	448,94	8,38	0,0201	*
Interacción (TS X F)	1	223,26	223,26	7,17	0,0755	*
Interacción (F X D)	1	64,03	64,03	6,19	0,3062	**
Interacción (TS X D X F)	1	48,74	48,74	0,91	0,3682	NS
Error (c)	8	428,66	53,58			
Total	23	1760,11				
<b>Coefficiente de variación</b>					11,43	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 10.** Altura de carga en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	6,89	3,44	9,97	0,0912	NS
Tipos de siembra	1	647,92	647,92	1875,76	0,0005	**
Error (a)	2	0,69	0,35			
Parcelas Principales	5	655,50	131,10			
Densidad	1	73,85	73,85	392,13	0,0001	**
Interacción (TS X D)	1	3,6	3,6	19,13	0,0119	*
Error (b)	4	0,75	0,19			
Fertilización	1	3,76	3,76	3,07	0,1178	NS
Interacción (TS X F)	1	0,26	0,26	8,21	0,657	*
Interacción (F X D)	1	0,09	0,09	7,08	0,789	*
Interacción (TS X D X F)	1	0,09	0,09	16,08	0,789	**
Error (c)	8	9,80	1,22			
Total	23	747,71				
<b>Coefficiente de variación</b>					7,28	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 11.** Vainas por planta en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	880,11	440,05	4,41	0,185	NS
Tipos de siembra	1	299,63	299,63	3,00	0,2254	NS
Error (a)	2	199,72	99,86			
Parcelas Principales	5	1379,45	275,89			
Densidad	1	428,42	428,42	9,33	0,0378	*
Interacción (TS X D)	1	0,54	0,54	0,00	0,9189	NS
Error (b)	4	183,63	45,91			
Fertilización	1	104,17	104,17	4,64	0,0633	NS
Interacción (TS X F)	1	18,38	18,38	7,82	0,3919	*
Interacción (F X D)	1	5,23	5,23	6,23	0,6422	*
Interacción (TS X D X F)	1	0,48	0,48	6,02	0,8871	*
Error (c)	8	179,44	22,43			
Total	23	2299,72				
<b>Coefficiente de variación</b>					3,84	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 12.** Granos por vaina en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	0,0100	0,01	1,86	0,35	NS
Tipos de siembra	1	0,5700	0,5700	195,57	0,0051	**
Error (a)	2	0,0100	2,900			
Parcelas Principales	5	0,5871	0,1174			
Densidad	1	0,0100	0,0100	1,79	0,2524	NS
Interacción (TS X D)	1	0,0038	0,0038	8,64	0,4676	*
Error (b)	4	0,0200	0,0100			
Fertilización	1	0,0300	0,0300	10,12	0,013	*
Interacción (TS X F)	1	0,0200	0,0200	6,12	0,0384	*
Interacción (F X D)	1	0,0038	0,0038	6,13	0,3198	*
Interacción (TS X D X F)	1	0,0004	0,0004	15,13	0,7328	**
Error (c)	8	0,0300	0,0033			
Total	23	0,7100				
<b>Coefficiente de variación</b>					2,20	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 13.** Peso de 100 semillas en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	1,4000	0,7000	0,62	0,6179	NS
Tipos de siembra	1	10,5300	10,5300	9,33	0,0925	NS
Error (a)	2	2,2600	1,1300			
Parcelas Principales	5	14,1750	2,8350			
Densidad	1	4,2500	4,2500	10,74	0,0306	*
Interacción (TS X D)	1	0,3000	0,3000	9,77	0,4305	*
Error (b)	4	1,5800	0,4000			
Fertilización	1	4,0800	4,0800	20,99	0,0018	**
Interacción (TS X F)	1	0,0200	0,0200	14,10	0,7543	**
Interacción (F X D)	1	0,0004	0,0004	6,00	0,9642	*
Interacción (TS X D X F)	1	0,0300	0,0300	16,17	0,688	**
Error (c)	8	1,5600	0,1900			
Total	23	26,0200				
<b>Coefficiente de variación</b>					3,03	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo



**Anexo 14.** Rendimiento por parcela útil en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	0,0023	0,0023	0,14	0,8773	NS
Tipos de siembra	1	0,0400	0,0400	5,05	0,1537	NS
Error (a)	2	0,0200	0,0100			
Parcelas Principales	5	0,0605	0,0121			
Densidad	1	0,0100	0,0100	14,06	0,0199	*
Interacción (TS X D)	1	0,0043	0,0043	9,59	0,0988	*
Error (b)	4	0,0037	0,0009			
Fertilización	1	0,0100	0,0100	21,6	0,0016	**
Interacción (TS X F)	1	0,0002	0,0002	7,07	0,3319	*
Interacción (F X D)	1	0,0006	0,0006	6,27	0,6195	*
Interacción (TS X D X F)	1	0,0002	0,0002	14,07	0,3319	**
Error (c)	8	0,002	0,0002			
Total	23	0,09				
<b>Coefficiente de variación</b>					0,40	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

**Anexo 15.** Rendimiento por hectárea en el estudio del efecto de las densidades poblacionales, tipos de siembra y fertilización edáfica en el cultivo de soya sembrado en la época seca, zona de Quevedo.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F. Calc	p-valor	
Repeticiones	2	1972,75	986,38	0,10	0,9059	NS
Tipos de siembra	1	49777,04	49777,04	5,24	0,1492	NS
Error (a)	2	18981,08	9490,54			
Parcelas Principales	5	70730,88	14146,18			
Densidad	1	18760,04	18760,04	14,20	0,0196	*
Interacción (TS X D)	1	4902,04	4902,04	13,71	0,1263	*
Error (b)	4	5284,17	1321,04			
Fertilización	1	6970,04	6970,04	21,46	0,0017	**
Interacción (TS X F)	1	155,04	155,04	19,48	0,5091	**
Interacción (F X D)	1	30,37	30,37	18,09	0,7675	**
Interacción (TS X D X F)	1	442,04	442,04	18,36	0,2769	**
Error (c)	8	2598,00	324,75			
Total	23	109872,63				
<b>Coefficiente de variación</b>					0,41	

\*\* ;Altamente significativo, \* ; Significativo, NS; No significativo

Anexo 16. Preparación del terreno en la finca experimental “La María”.





**Anexo 17.** Siembra en hilera y a voleo con semilla certificada INIAP – 307.



**Anexo18.** Aplicación del fertilizante 8 - 20 - 20 (NPK) en la finca experimental “La María”





**Anexo 19.** Aplicación de insecticida en el cultivo de soya.



**Anexo 20.** Presencia de flores a los 45 días, en el cultivo de soya.





**Anexo 21.** Toma de datos, altura de planta en la finca experimental “La María”.



**Anexo 22.** Presencia de nódulos sin aplicación de fertilizante en el cultivo de soja.



**Anexo 23.** Poca presencia de nódulos con aplicación de fertilizante 8 -20-20 (NPK).



**Anexo 24.** Peso de la planta y la raíz del cultivo de soya, con la presencia del director Ing. Freddy Sabando Ávila.





**Anexo25.** Cosecha del cultivo de soya en la finca experimental “La María”.



**Anexo 26.** Desgrane del cultivo de soya.







**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**

**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre	: Zamora Winther
Dirección	:
Ciudad	: Mocache
Teléfono	:
Fax	:

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre	: La Maria
Provincia	: Los Ríos
Cantón	: Quevedo
Parroquia	:
Ubicación	:

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual	:
N° Reporte	: 5417
Fecha de Muestreo	: 01/03/2019
Fecha de Ingreso	: 01/03/2019
Fecha de Salida	: 11/03/2019

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
94568	Muestra 1		5,8 MeAc	42 A	8 B	0,57 A	10 A	1,9 M	14 M	3,2 M	12,2 A	348 A	5,6 M	0,21 B



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION				
pH			Elementos: de N a B	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S

*[Signature]*  
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

*[Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO





**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

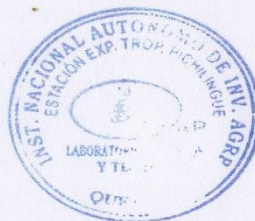
**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre	: Zamora Winther
Dirección	:
Ciudad	: Mocache
Teléfono	:
Fax	:

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre	: La María
Provincia	: Los Ríos
Cantón	: Quevedo
Parroquia	:
Ubicación	:

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cultivo Actual	:
N° de Reporte	: 5417
Fecha de Muestreo	: 01/03/2019
Fecha de Ingreso	: 01/03/2019
Fecha de Salida	: 11/03/2019

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
94568					4,0 M	5,2	3,33	20,88	12,47			35	54	11	Franco-Limoso



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
<b>B</b> = Bajo	<b>NS</b> = No Salino	<b>S</b> = Salino	<b>B</b> = Bajo
<b>M</b> = Medio	<b>LS</b> = Lig. Salino	<b>MS</b> = Muy Salino	<b>M</b> = Medio
<b>T</b> = Tóxico			<b>A</b> = Alto

ABREVIATURAS	
<b>C.E.</b>	= Conductividad Eléctrica
<b>M.O.</b>	= Materia Orgánica
<b>RAS</b>	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
<b>C.E.</b>	= Conductímetro
<b>M.O.</b>	= Titulación de Walkley Black
<b>Al+H</b>	= Titulación con NaOH

*x. w. J...*  
**RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA**

*+ @...*  
**RESPONSABLE LABORATORIO**