



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

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

**Título del Proyecto de Investigación**

“Determinación del efecto del riego y la fertilización en el  
rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de  
Mocache”

**Autor:**

Joffre Alexis Freire Carvajal

**Director del Proyecto de Investigación:**

Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2018

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

Yo, **Joffre Alexis Freire Carvajal**, 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;

---

Joffre Alexis Freire Carvajal  
**Autor**

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

El suscrito **Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Joffre Alexis Freire Carvajal**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de Mocache**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

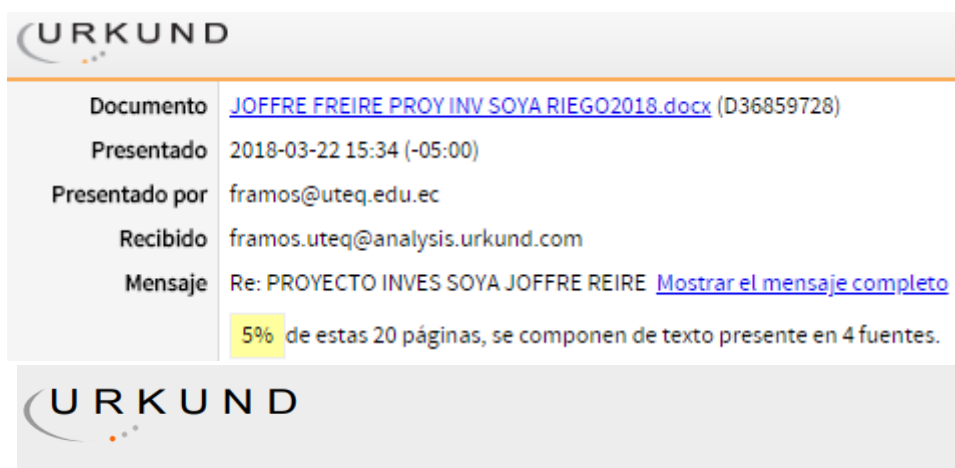
Atentamente;

---

Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández  
**Director del Proyecto de Investigación**

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

El suscrito **Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**Determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de Mocache**”, perteneciente a la estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica **Joffre Alexis Freire Carvajal**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 5%.



The screenshot shows the URKUND interface. At the top is the URKUND logo. Below it is a table with the following information:

Documento	<a href="#">JOFFRE FREIRE PROY INV SOYA RIEGO2018.docx</a> (D36859728)
Presentado	2018-03-22 15:34 (-05:00)
Presentado por	framos@uteq.edu.ec
Recibido	framos.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	Re: PROYECTO INVES SOYA JOFFRE REIRE <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>

Below the table, a yellow box highlights the text: "5% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes."

At the bottom of the screenshot is another URKUND logo.

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** JOFFRE FREIRE PROY INV SOYA RIEGO2018.docx (D36859728)  
**Submitted:** 3/22/2018 9:34:00 PM  
**Submitted By:** framos@uteq.edu.ec  
**Significance:** 5 %

Sources included in the report:

<http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Fosforada%20del%20Cultivo%20de%20Soya.asp>  
<http://www.fertilizando.com/articulos/Manejo%20del%20Nitrogeno%20en%20la%20Soya%20-%20Fijacion%20Biologica%20o%20Fertilizacion.asp>  
[http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_soya.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_soya.pdf)  
<http://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-soja-bajo-pivot>

Instances where selected sources appear:

8

---

Ing. M. Sc. Ramiro Remigio Gaibor Fernández  
**Director del Proyecto de Investigación**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de Mocache”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

**Ingeniero Agrónomo**

Aprobado por:

---

Ing. M. Sc. César Bermeo Toledo

**Presidente del Tribunal**

---

Ing. Ludvik Amores Puyutaxi

**Miembro del Tribunal**

---

Ing. M. Sc. Luis Llerena Ramos

**Miembro del Tribunal**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2018

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por estar a mi lado dándome sus bendiciones y no permitir que me rinda.

A mis padres que siempre estuvieron a mi lado durante toda mi etapa de estudios y darme su amor y consejos para no decaer y continuar hasta cumplir mis metas.

A mis hermanas por alentarme en todo momento a conseguir mis ideales.

Al Econ. Flavio Ramos Martínez, por todas sus sugerencias a lo largo de la ejecución de la investigación.

Al Ing. M. Sc. Ramiro Gaibor Fernández por su colaboración en la presente investigación.

A mi amiga Josselyn Vélez quien ha compartido conmigo toda la etapa de formación profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UTEQ que con sus enseñanzas he logrado obtener conocimiento que serán de gran ayuda en mi vida profesional.

Joffre Alexis Freire Carvajal

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de investigación a Dios por sus bendiciones, y no dejarme rendir en los momentos más difíciles, y permitir que mis padres, demás familiares, y mis amigos estén a mi lado.

A mis padres, por haberme dado la vida y guiarme siempre por el buen camino gracias a sus consejos y por depositar su entera confianza en mí.

A mis hermanas que con su cariño me alientan a alcanzar cada meta que me propongo

A mis amigos por estar siempre apoyándome y haber compartido tantas cosas juntos sin importar los momentos difíciles

Joffre Alexis Freire Carvajal

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar el efecto del riego y la fertilización edáfica y foliar en las características fenotípicas y fenométricas del cultivo de soya durante la época seca en la zona de Mocache. El ensayo se llevó a cabo en terrenos de la finca “San Vicente”, ubicada en el Recinto El Descanso del cantón Mocache, entre las coordenadas 01°18'36" S 79°29'39" O a una altitud de 50 m.s.n.m. Se estudiaron dos factores: el riego (Con y sin riego) y la fertilización (NPK, NPK+Evergreen, Sin fertilización), así como sus respectivas interacciones. Los sistemas de riego, fertilizantes ni las interacciones influyeron en el porcentaje de emergencia de las plántulas de soya. Tanto la adición de riego como la carencia del mismo no presentaron una influencia significativa sobre el tiempo a la floración, días al llenado de vainas, altura de plantas a la cosecha, total de vainas por plantas y vainas con 1, 2 y 3 granos. La adición de riego al cultivo produjo un efecto significativo en el llenado de vainas, observándose un incremento de número de vainas con 4 granos, con 3.0 granos más que cuando no se aplicó riego, lo que además se vio reflejado en un incremento del rendimiento de 355.6 Kg/ha al aplicarse riego al cultivo en comparación de la no adición de este. Con NPK+Evergreen se registró 2.5 y 1.0 días menos a la floración y al llenado de vainas, así como también 6.3 y 2.7 cm de altura por encima de los resultados observados con NPK y sin fertilización, además presentó mayor número de vainas por planta con 41.2 vainas (66.36 % tuvieron 3 granos y el 24.76% 4 granos por vaina), alcanzando un rendimiento de 2438.9 Kg/ha. La fertilización a base de NPK+Evergreen presentó mayor número de vainas por planta con 41.2 vainas, de las cuales el 66.36% tuvieron 3 granos y el 24.76% 4 granos por vaina, influyendo notablemente en el rendimiento alcanzado que fue de 2438.9 Kg/ha en que superó en 261.1 y 788.9 Kg/ha a la fertilización a base de NPK y a la no aplicación de fertilizantes, correspondientemente. La combinación del riego con la aplicación de NPK+Evergreen reflejó menor tiempo a la floración y llenado de vainas (40.3 y 72.7 días, respectivamente), un mayor crecimiento de plantas (87.2 cm de altura a la cosecha), más vainas por planta con 44.0 vainas (15 con 3 granos y 12.0 con 4 granos), lo que desencadenó un mayor rendimiento con 2538.9 Kg/ha. La rentabilidad del cultivo fue mayor con NPK+Evergreen tanto con riego como sin riego reflejando valores de 83.67 y 65.43% de rentabilidad, respectivamente.

**Palabras claves:** riego, fertilización, soya, Evergreen



## SUMMARY

The purpose of the present investigation was to determine the effect of irrigation and edaphic and foliar fertilization on the phenotypic and phenometric characteristics of the soybean crop during the dry season in the Mocache area. The trial was carried out on land belonging to the "San Vicente" farm, located in the El Descanso area of the Mocache canton, between the coordinates  $01^{\circ} 18'36''$  S  $79^{\circ} 29'39''$  W at an altitude of 50 msnm. Two factors were studied: irrigation (With and without irrigation) and fertilization (NPK, NPK + Evergreen, Without fertilization), as well as their respective interactions. Irrigation systems, fertilizers and interactions influenced the percentage of emergence of soybean seedlings. Both the addition of irrigation and the lack of it did not have a significant influence on the time to flowering, days to fill pods, height of plants to harvest, total pods by plants and pods with 1, 2 and 3 grains. The addition of irrigation to the crop produced a significant effect in the filling of pods, observing an increase in the number of pods with 4 grains, with 3.0 grains more than when irrigation was not applied, which was also reflected in an increase in the yield of 355.6 Kg/ha when irrigating the crop compared to the non-addition of this. With NPK + Evergreen it was recorded 2.5 and 1.0 days less to the flowering and to the filling of pods, as well as 6.3 and 2.7 cm of height over the observed results with NPK and without fertilization, in addition it presented greater number of pods per plant with 41.2 pods (66.36% had 3 grains and 24.76% 4 grains per pod), reaching a yield of 2438.9 Kg/ha. NPK + Evergreen fertilization had a higher number of pods per plant with 41.2 pods, of which 66.36% had 3 grains and 24.76% 4 grains per pod, significantly affecting the yield reached of 2438.9 Kg/ha in which it exceeded in 261.1 and 788.9 Kg/ha NPK-based fertilization and the non-application of fertilizers, correspondingly. The combination of irrigation with the application of NPK + Evergreen reflected less time to flowering and pod filling (40.3 and 72.7 days, respectively), higher plant growth (87.2 cm height at harvest), more pods per plant with 44.0 pods (15 with 3 grains and 12.0 with 4 grains), which triggered a greater yield with 2538.9 Kg/ha. The profitability of the crop was greater with NPK + Evergreen, both with irrigation and without irrigation, reflecting values of 83.67 and 65.43% of profitability, respectively.

**Keywords:** irrigation, fertilization, soybeans, Evergreen

## TABLA DE CONTENIDO

Portada .....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos .....	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación .....	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico .....	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación .....	v
Agradecimientos .....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen .....	viii
Summary.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiv
Índice de Gráficos.....	xiv
Índice de Anexos .....	xv
Código Dublín .....	xvi
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Problematización .....	3
1.1.1. Planteamiento del problema .....	3
1.1.2. Formulación del problema .....	3
1.1.3. Sistematización del problema .....	3
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1. Objetivo general .....	4
1.2.2. Objetivos específicos .....	4
1.3. Justificación.....	4
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	5

2.1. Marco teórico .....	6
2.1.1. Cultivo de soya.....	6
2.1.1.1. Requerimientos edafoclimáticos de la soya .....	8
2.1.1.2. Importancia del cultivo.....	9
2.1.2. Fertilización en la agricultura.....	10
2.1.2.1. Nitrógeno.....	11
2.1.2.2. Fósforo.....	12
2.1.2.3. Potasio .....	13
2.1.3. Evergreen .....	14
2.1.3.1. Beneficios del Evergreen.....	14
2.1.3.2. Composición de Evergreen .....	15
2.1.4. Riego en la agricultura .....	17
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
3.1. Localización de la investigación .....	21
3.2. Características climáticas .....	21
3.3. Tipo de investigación .....	21
3.4. Métodos de investigación.....	21
3.5. Fuentes de recopilación de la información.....	22
3.6. Diseño experimental y análisis estadístico.....	22
3.6.1. Especificaciones del experimento .....	22
3.7. Instrumentos de investigación .....	23
3.7.1. Factores en estudio.....	23
3.7.2. Tratamientos estudiados.....	23
3.7.3. Material genético.....	24
3.7.4. Manejo del experimento.....	24
3.7.4.1. Preparación del suelo.....	24

3.7.4.2. Siembra.....	24
3.7.4.3. Control de malezas .....	24
3.7.4.4. Control de plagas y enfermedades.....	25
3.7.4.5. Fertilización.....	25
3.7.4.6. Riego .....	25
3.7.4.7. Cosecha .....	26
3.7.5. Datos registrados y formas de evaluación.....	26
3.7.5.1. Porcentaje de emergencia (%).....	26
3.7.5.2. Número de días a la floración.....	26
3.7.5.3. Número de días al llenado de vainas .....	27
3.7.5.4. Altura de plantas a la cosecha (cm).....	27
3.7.5.5. Número de vainas por planta.....	27
3.7.5.6. Rendimiento (Kg/ha).....	27
3.7.5.7. Contenido de humedad.....	27
3.7.5.8. Análisis económico .....	28
3.8. Recursos humanos y materiales .....	28
3.8.1. Recursos humanos.....	28
3.8.2. Recursos materiales.....	28
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
4.1. Resultados .....	31
4.1.1. Porcentaje de emergencia.....	31
4.1.2. Número de días a la floración .....	33
4.1.3. Número de días al llenado de vainas.....	35
4.1.4. Altura de plantas a la cosecha .....	37
4.1.5. Número de vainas por planta .....	39
4.1.6. Rendimiento (Kg/ha).....	41

4.1.7. Contenido de humedad.....	42
4.1.8. Análisis económico .....	43
4.2. Discusión .....	45
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
5.1. Conclusiones .....	49
5.2. Recomendaciones .....	50
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....	51
6.1. Literatura citada.....	52
CAPÍTULO VII: ANEXOS .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Esquema del análisis de varianza.....	22
Tabla 2.	Descripción del riego aplicado en las parcelas de estudio.....	26
Tabla 3.	Porcentaje de emergencia de plantas en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ) en la zona de Mocache 2017.....	32
Tabla 4.	Días a la floración en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ) en la zona de Mocache 2017.....	34
Tabla 5.	Días al llenado de vainas en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ) en la zona de Mocache 2017. ....	36
Tabla 6.	Altura de plantas a la cosecha en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ) en la zona de Mocache 2017. ....	38
Tabla 7.	Número de vainas por planta en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ) en la zona de Mocache 2017. ....	40
Tabla 8.	Rendimiento de semillas por hectárea en respuesta al riego y fertilización en el cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ) sembrado en la zona de Mocache 2017.....	42
Tabla 9.	Análisis económico del rendimiento del grano del cultivo de soya en función de la aplicación del riego y fertilizantes. ....	44

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Control de humedad en el suelo en el estudio del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ) sembrado en la zona de Mocache .....	43
------------	--	----

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo del sitio experimental .....	57
Anexo 2. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia.....	58
Anexo 3. Análisis de varianza de días a la floración .....	58
Anexo 4. Análisis de varianza de altura de plantas a la cosecha .....	58
Anexo 5. Análisis de varianza de días al llenado de vainas.....	58
Anexo 6. Análisis de varianza de número de vainas por planta .....	59
Anexo 7. Análisis de varianza de número de vainas con un grano por planta .....	59
Anexo 8. Análisis de varianza de número de vainas con dos granos por planta .....	59
Anexo 9. Análisis de varianza de número de vainas con tres granos por planta .....	60
Anexo 10. Análisis de varianza de número de vainas con tres granos por planta .....	60
Anexo 11. Análisis de varianza de número de vainas con tres granos por planta .....	60
Anexo 12. Datos de evaporación y precipitación en la zona de estudio. ....	61
Anexo 13. Preparación del terreno.....	62
Anexo 14. Siembra.....	62
Anexo 15. Determinación de la cantidad de fertilizante edáfico a aplicar.....	63
Anexo 16. Aplicación de fertilizante edáfico (NPK) .....	63
Anexo 17. Aplicación de Evergreen .....	64
Anexo 18. Evaluación de daños por insectos en el follaje .....	64
Anexo 19. Aplicación de insecticidas .....	65
Anexo 20. Conteo del número de vainas por planta .....	65
Anexo 21. Cosecha del cultivo de soya.....	66

## CÓDIGO DUBLÍN

<b>Título:</b>	Determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya ( <i>Glycine max</i> ) en la zona de Mocache”
<b>Autor:</b>	Joffre Alexis Freire Carvajal
<b>Palabras clave:</b>	riego, fertilización, soya, Evergreen
<b>Fecha de publicación</b>	
<b>Editorial:</b>	
<b>Resumen:</b>	<p>La presente investigación tuvo como finalidad determinar el efecto del riego y la fertilización edáfica y foliar en las características fenotípicas y fenométricas del cultivo de soya durante la época seca en la zona de Mocache. El ensayo se llevó a cabo en terrenos de la finca “San Vicente”, ubicada en el Recinto El Descanso del cantón Mocache, entre las coordenadas 01°18’36’’ S 79°29’39’’ O a una altitud de 50 m.s.n.m. Se estudiaron dos factores: el riego (Con y sin riego) y la fertilización (NPK, NPK+Evergreen, Sin fertilización), así como sus respectivas interacciones. Los sistemas de riego, fertilizantes ni las interacciones influyeron en el porcentaje de emergencia de las plántulas de soya. Tanto la adición de riego como la carencia del mismo no presentaron una influencia significativa sobre el tiempo a la floración, días al llenado de vainas, altura de plantas a la cosecha, total de vainas por plantas y vainas con 1, 2 y 3 granos. La adición de riego al cultivo produjo un efecto significativo en el llenado de vainas, observándose un incremento de número de vainas con 4 granos, con 3.0 granos más que cuando no se aplicó riego, lo que además se vio reflejado en un incremento del rendimiento de 355.6 Kg/ha al aplicarse riego al cultivo en comparación de la no adición de este. Con NPK+Evergreen se registró 2.5 y 1.0 días menos a la floración y al llenado de vainas, así como también 6.3 y 2.7 cm de altura por encima de los resultados observados con NPK y sin fertilización, además presentó mayor número de vainas por planta con 41.2 vainas (66.36 % tuvieron 3 granos y el 24.76% 4 granos por vaina), alcanzando un rendimiento de 2438.9 Kg/ha. La fertilización a base de NPK+Evergreen presentó mayor número de vainas por planta con 41.2 vainas, de las cuales el 66.36% tuvieron 3 granos y el 24.76% 4 granos por vaina, influyendo notablemente en el rendimiento alcanzado que fue de 2438.9 Kg/ha en que superó en 261.1 y 788.9 Kg/ha a la fertilización a base de NPK y a la no aplicación de fertilizantes, correspondientemente. La combinación del riego con la aplicación de NPK+Evergreen reflejó menor tiempo a la floración y llenado de vainas (40.3 y 72.7 días, respectivamente), un mayor crecimiento de plantas (87.2 cm de altura a la cosecha), más vainas por planta con 44.0 vainas (15 con 3 granos y 12.0 con 4 granos), lo que desencadenó un mayor rendimiento con 2538.9 Kg/ha. La rentabilidad del cultivo fue mayor con NPK+Evergreen tanto con riego como sin riego reflejando valores de 83.67 y 65.43% de rentabilidad, respectivamente.</p>
<b>Descripción:</b>	
<b>Url</b>	



## INTRODUCCIÓN

La soya es una oleaginosa de alto valor nutritivo con múltiples usos tanto para el consumo humano como animal y tiene una demanda importante en el país, siendo el mayor consumidor el sector de la avicultura, debido a que la torta de soya representa alrededor del 15% al 20% de la composición de los alimentos balanceados. Las tasas de conversión del grano de soya son: un 70% del grano se transforma en pasta de soya y un 18% en aceite; el resto de usos de la soya para elaborar carne, leche o harinas es marginal (Quintanilla, 2013).

El cultivo de soya en el Ecuador es estacional, utilizado por los agricultores como alternativa de siembra del arroz y maíz duro durante la época seca, por lo que no hay un alto nivel de especialización en el cultivo y no se hereda al interior de las familias. El rendimiento nacional registrado durante el ciclo productivo de verano 2015 fue de 2.04 t/ha, siendo la provincia de Los Ríos de mayor rendimiento y mejor manejo del cultivo (Moreno & Salvador, 2015).

La producción de alto rendimiento del cultivo de soya, que ayude a obtener buenos ingresos o ganancias para el productor, precisa de suelos fértiles con presencia de nutrientes en cantidades suficientes, balanceadas y asimilables por las plantas, además de tener un clima favorable para la producción. Para corregir las deficiencias de nutrientes es necesario implementar sistemas de fertilización que provea la nutrición adecuada de las plantas. Además, se ha evidenciado los beneficios de la adición de riego a los cultivos por lo que es importante obtener información de primera mano sobre dichos beneficios para luego de evaluarlos en el campo recomendarlos a los agricultores para de esta manera promover su desarrollo agro socioeconómico.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problematización**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

El bajo rendimiento del cultivo de soya ocasionado por el inadecuado manejo agronómico (falta de fertilización, riego y otras labores culturales oportunas) ha disminuido el interés de los agricultores hacia esta leguminosa. En la actualidad los agricultores no aplican fertilizantes ni realizan riego, y solo cultivan con el agua remanente; siendo uno de los principales motivos para la disminución del rendimiento.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿Cómo influye el riego y fertilizantes en el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*)?

### **1.1.3. Sistematización del problema**

¿Cuál es la respuesta agronómica del cultivo de soya a la aplicación de fertilización y riego?

¿Qué influencia tiene la fertilización y riego sobre el llenado de granos del cultivo de soya?

¿Qué tratamiento representa el mayor beneficio económico para el agricultor?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar el efecto del riego, la fertilización edáfica y foliar en las características fenotípicas y fenométricas del cultivo de soya durante la época seca en la zona de Mocache.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Establecer el comportamiento agronómico como respuesta a la fertilización y riego en el cultivo de la soya.
- Determinar la influencia de la fertilización y riego sobre el llenado de granos del cultivo de soya.
- Realizar el análisis económico del rendimiento del grano en función del costo de los tratamientos.

## **1.3. Justificación**

En el Ecuador, el cultivo de soya (*Glycine max*) tiene gran importancia económica, nutricional y de conservación al suelo, ya que al ser una leguminosa mejora la fertilidad y estructura del mismo. Por lo que la identificación de la influencia del riego y fertilización de su rendimiento aportará resultados que servirán de ayuda para un adecuado manejo del mismo a fin de incrementar la producción

Con los resultados de la presente investigación se tiene datos relevantes de la influencia del riego y la fertilización sobre el cultivo de soya, para proponer una opción de producción que sea llamativa para el agricultor tanto productiva como económicamente.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco teórico**

### **2.1.1. Cultivo de soya**

La soya 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 consideran como uno de sus principales 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).

La soya (*Glycine max*), es una oleaginosa de alto valor nutritivo con múltiples usos tanto para el consumo humano como animal y tiene una demanda importante en el país, siendo el mayor consumidor el sector de la avicultura debido a que la torta de soya representa alrededor del 15% al 20% de la composición de los alimentos balanceados. Las tasas de conversión del grano de soya son: un 70% del grano se transforma en pasta de soya y un 18% en aceite; el resto de usos de la soya para elaborar carne, leche o harinas es marginal (Quintanilla, 2013).

La soya ha significado una gran revolución productiva-comercial en la cadena agroalimentaria mundial por ser principal fuente de proteína vegetal para alimentación animal, así como proveedoras de aceites para la alimentación humana. Adicionalmente, en estos últimos años es también uno de los cultivos claves para la obtención de biocombustibles (Torres, 2013).

El cultivo de soya en el Ecuador no se caracteriza por ser un cultivo tradicional, por lo que los productores reportan ser la primera generación en su familia que siembra este cultivo. De igual manera, el cultivo de soya en el Ecuador no se caracteriza por un alto nivel de especialización; por lo que 55% de los productores de soya ecuatorianos complementan sus ingresos con otras fuentes de trabajo como la producción de otro cultivo, el comercio o

empleo asalariado. De hecho, la mayoría de los productores realiza la siembra de soya una sola vez al año en época de verano como alternativa a la siembra de cultivos tradicionales como el arroz y maíz duro seco (Vergara, 2016).

Zapata & Mejía (2011) señalan que la altura y el vigor de la planta son de gran importancia en la soya debido a su influencia en el rendimiento, desarrollo, acame y cosecha ya que cultivares que presentan alturas medias son preferidas porque no presentan problemas en las cosechas, como las muy altas y las muy bajas, además de que un cultivar puede variar considerablemente en altura debido a. la época de siembra, espaciamiento entre las plantas, fertilidad del suelo y otros factores ambientales.

El crecimiento de la planta de soya es un proceso fisiológico que comprende un ciclo completo desde la germinación hasta la maduración del grano. En nuestras condiciones, el ciclo de vida de las variedades comerciales de soya varía de 100 a 130 días. El desarrollo de la planta se divide en dos fases: vegetativo (V) y reproductivo (R); la primera comprende desde el momento de la germinación de la semilla, hasta la aparición de los primeros brotes florales, y la segunda fase se inicia con la aparición de los primeros botones florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha (Calero, 2010).

La fase vegetativa, comprende hasta los 40 días después de la siembra y consta de las siguientes etapas:

- **V<sub>1</sub>**: Aparece el primer nudo, primer par de hojas unifoliadas completamente desarrolladas y frente una de otra
- **V<sub>2</sub>**: Primer hoja trifoliada emergido en el nudo superior al unifoliado y completamente extendidas.
- **V<sub>3</sub>**: Hojas trifoliadas completamente desarrolladas en el tercer nudo
- **V<sub>n</sub>**: Enésimo de nudos sobre el tallo principal con hojas trifoliadas

El mismo autor sostiene que la fase reproductiva comienza a partir de los 40 días, y sus etapas son:

- **R<sub>1</sub>**: Comienzo de floración, una flor en cualquier nudo
- **R<sub>2</sub>**: Planta totalmente florecida
- **R<sub>3</sub>**: Comienzo de desarrollo de las vainas. Vainas de 5 mm de largo en uno de los cuatro nudos superiores
- **R<sub>4</sub>**: Elongación de las vainas a 2 cm de largo
- **R<sub>5</sub>**: Inicio de la formación de las semillas en los frutos de cualquiera de los cuatro nudos superiores
- **R<sub>6</sub>**: Vainas con semillas de color verde
- **R<sub>7</sub>**: Plantas amarillentas, el 50 % de las hojas se tornan amarillas y madurez fisiológica
- **R<sub>8</sub>**: 95 % de las plantas de color marrón. Maduración completa

#### **2.1.1.1. Requerimientos edafoclimáticos de la soya**

INIAP (2014), indica que los requerimientos climáticos y edáficos de la soya son los siguientes:

**Precipitación:** 450 mm a 650 mm durante el ciclo.

**Temperatura:** 22 a 30 °C.

**Altitud:** 0 a 1200 msnm.



**Suelo:** Franco arenoso o franco arcilloso, bien drenados.

**pH:** 5,5 a 7.0

**Luz:** 12 horas de luz por día

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

La soya es el grano más concentrado que la naturaleza ha provisto. Su importancia va mucho más allá de lo que realmente comprendemos, pues proporciona una gama completa de aminoácidos sales minerales, magnesio, calcio, hierro y fósforo producto que resulta óptimo para la construcción de los tejidos musculares esenciales que el organismo no puede producir y su déficit ocasiona enfermedades; a su vez suministra vitaminas del grupo A, B, D, E y F (Linares, 2006).

El grano de soya contiene entre 18 a 20% de aceite, con un valor nutritivo de 38 a 40% de proteína, comparable al de la carne, leche, huevos o pescado por lo anterior puede desempeñar una importante función en la disminución de la carencia de proteínas y energía en la nutrición humana (Jiménez, 2008).

El porcentaje de proteína de la harina de soya es del 16% y se usa en la fabricación de concentrados para aves, bovinos, porcinos, etc. La soya constituye una excelente materia prima para la industria y los subproductos (aceite y harina) , siendo transformados en adhesivos, barnices, cosméticos, glicerina, jabones, pinturas, plásticos, etc (Linares, 2006).

Además de ser una rica fuente alimenticia, contiene importantes propiedades medicinales. Entre ellas se mencionan: complementa y fortifica los riñones, apoya al corazón en su acción nerviosa, ayuda a expulsar los gases y proporciona una clara visión, estimula la circulación sanguínea, facilita la diuresis, baja la fiebre, disuelve el colesterol depositado en las arterias haciéndolas elásticas, en su consumo periódico aumenta la globulina de la sangre aumentando las defensas del cuerpo, nutre adecuadamente las glándulas de secreción interna previniendo la vejez prematura, el agotamiento físico, la impotencia, normaliza la distribución de peso. Definitivamente se menciona tanto que la soya es un reto en la investigación agrícola, médica y nutricional (Jiménez, 2008).

## **2.1.2. Fertilización en la agricultura**

La aplicación de fertilizantes considerando el balance de nutrientes constituye un pilar fundamental de la agricultura sustentable. El conocimiento de los niveles de productividad de los distintos suelos en cada uno de los ambientes, junto con los requerimientos nutricionales de los cultivos son también aspectos fundamentales para lograr un mejor manejo de la fertilización que permita un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales (Berardo, 2004).

Normalmente no se abonan con nitrógeno los cultivos de soya, siempre que se inocule la semilla con las bacterias nitro-fijadoras. Sin embargo, las bacterias no pueden aportar el nitrógeno suficiente para lograr altas producciones por lo que suele añadirse algo de nitrógeno de fondo si el cultivo lo necesita. Aunque la soya es más tolerante a la acidez que otras leguminosas, es conveniente realizar un encalado en los suelos pobres en cal, ya que se aumentará el rendimiento en grano y las bacterias se desarrollarán mejor (Haro & Pacheco, 2013).

Los beneficios de la fertilización tienen que ser evaluados con un enfoque mucho más amplio, tratando de conocer el destino y el reciclaje de los nutrientes que se incorporan al suelo y sus efectos sobre la producción de todos los cultivos dentro de la rotación. Por lo general, se analiza solamente el efecto de esta práctica sobre los rendimientos o la producción del cultivo que se fertiliza y no tanto los efectos residuales y colaterales de los nutrientes. Entre ellos se pueden mencionar sus transformaciones en el suelo, tanto en forma directa como a través de los residuos, sus efectos sobre la materia orgánica y sobre las propiedades físicas y la modificación de la actividad biótica, que tienden a producir cambios sustanciales en la relación suelo-planta y en la productividad de los suelos, lo cual se logra solamente si se mejora el estado nutricional de las especies utilizadas (Berardo, 2004).

La soya con un rendimiento de 3000 Kg/ha de granos puede extraer del suelo 205 kg de nitrógeno, 55 kg de fósforo y 135 kg de potasio. Un mayor contenido de fósforo determina mayor nodulación y ambos originan un aumento en el rendimiento de la soya (Rojas, 2013). Cuando la disponibilidad de fósforo en el suelo es baja, la fertilización puede

aumentar el número de flores, vainas, granos por planta y consecuentemente el rendimiento (Ferraris, Ferrari, & Ostojic, 2001).

### **2.1.2.1. Nitrógeno**

Durante mucho tiempo se ha evitado recomendar aplicaciones de Nitrógeno en soya debido a que el proceso de fijación biológica es una consecuencia de un ambiente carente de nitrógeno, y una dosis excesiva de nitrógeno puede inhibir la nodulación (Melgar, Torres, & Lavandera, 2016).

Las formas de abastecimiento de los requerimientos de N son variadas pudiendo provenir tanto del suelo, a partir de la mineralización de la MO y de la aplicación de fertilizantes nitrogenados, como del aire a partir del proceso de fijación biológica. Algunos autores han encontrado que en cultivos de altos rendimientos que requieren de una elevada disponibilidad de N el aporte de N por el suelo y la fijación biológica puede no resultar suficiente y una aplicación tardía de N puede resultar en aumentos de rendimientos (Barraco, 2010). Sin embargo, estos resultados difieren de lo hallado por Gutiérrez *et al.* (2004), quienes no encontraron aumentos de rendimiento mediante el agregado de N en estadíos de R<sub>3</sub> o R<sub>5</sub> de los cultivos.

En promedio, se requieren aproximadamente 80 kg de N para producir 1 tonelada de grano de soya, dentro de un rango entre 53 y 156 kg de N por tonelada. El requerimiento de N del cultivo soya, aproximadamente 4 veces superior al de los cereales, está dado por la alta concentración de N en el grano (Salvagiotti, Capurro, & Enrico, 2009).

La acumulación de N es lenta en las primeras etapas de desarrollo del cultivo y se incrementa a partir de los 30 días después de la emergencia (coincidente aproximadamente con el inicio de la floración – R1) hasta aproximadamente la finalización del llenado del grano. Sin embargo, el curso de la FBN durante el ciclo del cultivo muestra 3 etapas diferentes. La primera de ellas es desde la emergencia hasta 30 días, en donde el aporte de la FBN es muy bajo debido a que el aparato nodular se está desarrollando y tiene baja funcionalidad. La absorción de N del cultivo depende en gran medida del aporte de N del suelo. En situaciones en las cuales los suelos presentan un bajo aporte de N del suelo, esta etapa puede ser crítica para el establecimiento de los nódulos, ya que el N disponible puede

no ser suficiente para desarrollar el área foliar mínima necesaria para el crecimiento inicial del cultivo y de los nódulos (Salvagiotti, Capurro, & Enrico, 2009).

#### **2.1.2.2. Fósforo**

Para poder maximizar el rendimiento, es importante que durante la etapa de formación de vainas el cultivo tenga una buena cobertura de hojas, lo cual depende de la disponibilidad de fósforo en el suelo. Las plantas que crecen en suelos con baja disponibilidad de fósforo llegan a floración capturando 25% menos de radiación solar, debido a que la deficiencia de fósforo disminuye tanto el tamaño como la velocidad de aparición de hojas (Sovalvarro & Cruz, 1999).

La soya absorbe cerca de la mitad del fósforo que necesita durante los últimos cuarenta días de la estación de crecimiento, si la presencia de fósforo disminuye sensiblemente en la mitad del ciclo del cultivo, se puede desistir de obtener la meta inicial de producción (Rojas, 2013).

El rendimiento del cultivo de soya, como el de otros cultivos, se puede descomponer en número de granos y peso individual de los granos. La caída en los rendimientos producto de una deficiencia de P, se debe en general a una disminución en el número de granos. El peso de los granos, por el contrario, raramente es afectada (Gutierrez & Scheiner, 2002).

La proporción de la materia seca acumulada por el cultivo que se cosecha en los granos es lo que se llama índice de cosecha. Esta característica se ha mostrado poco sensible a las variaciones en la disponibilidad de P. En síntesis, una deficiencia fosforada en soya puede provocar una caída en los rendimientos por su efecto sobre la formación del área foliar y, por lo tanto, sobre la cantidad de radiación capturada, y también por su efecto sobre la eficiencia de conversión de esta radiación en materia seca. La suma de estos efectos provoca un menor crecimiento entre floración y comienzo de llenado de los granos, un menor número de granos y, por lo tanto, un menor rendimiento (Gutierrez & Scheiner, 2002).

Para poder maximizar el rendimiento, es importante que durante la etapa de formación de vainas el cultivo tenga una buena cobertura de hojas, lo cual depende de la disponibilidad

de fósforo en el suelo. Las plantas que crecen en suelos con baja disponibilidad de fósforo llegan a floración capturando 25% menos de radiación solar, debido a que la deficiencia de fósforo disminuye tanto el tamaño como la velocidad de aparición de hojas. La soya absorbe cerca de la mitad del fósforo que necesita durante los últimos cuarenta días de la estación de crecimiento, si la presencia de fósforo disminuye sensiblemente en la mitad del ciclo del cultivo, se puede desistir de obtener la meta inicial de producción (Rojas, 2013).

### **2.1.2.3. Potasio**

La soya absorbe grandes cantidades de potasio. Cuando el K es insuficiente, la maduración de la soya se retarda, la calidad de la semilla se reduce y la incidencia de enfermedades en la semilla aumenta. El potasio permanece muy móvil, y pasa rápidamente de los tejidos viejos a los puntos de crecimiento de las raíces y brotes (Quintanilla, 2013).

La adecuada disponibilidad de P es crítica para el logro de un crecimiento rápido y el desarrollo adecuado del cultivo tanto en su parte aérea como radicular. La respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en el suelo, pero también es afectada por factores del suelo, del cultivo y de manejo del fertilizante. Los niveles críticos de P en suelo, aquellos por debajo de los cuales se observan respuestas significativas a la fertilización, son menores para soya que para otros cultivos tales como alfalfa, trigo y maíz. Esta diferencia ha sido atribuida, entre otras causas, a cambios generados en el ambiente rizosférico del cultivo y al alto costo energético de los granos de soya (aceite + proteína) (Barraco, 2010). Melgar *et al.* (1995) determinaron que en suelos con niveles de P menores a 9 ppm, es factible obtener respuestas mayores a 300 kg/ha por fertilización fosfatada.

En cuanto a la forma de aplicación de fertilizantes, sería recomendable evitar la aplicación junto con la semilla, dada la susceptibilidad de la soya a los efectos fitotóxicos generados por la disolución de los fertilizantes (salinidad, pH, amoníaco). Estos efectos sobre la semilla son independientes de la fuente de fertilizante fosfatado y se magnifican en suelos de textura arenosa y con bajo contenido de humedad. Para evitar tales inconvenientes se aconseja la aplicación separada de la línea de siembra (2-3 cm) o el manejo de la oferta de P a partir de aplicaciones de este nutriente en otros cultivos de la rotación (Barraco, 2010).

### **2.1.3. Evergreen**

Evergreen es un fertilizante foliar que contiene un complejo de 3 macronutrientes, 3 fitohormonas, ácido húmico, 7 microelementos y 7 vitaminas obtenidas de extractos de origen vegetal y que actúan como promotores del crecimiento y de la maduración de los cultivos tratados, contribuyendo al mejor desarrollo de las plantas desde su inicio hasta el llenado y maduración de las cosechas (Excel Ag Corp, 2005).

Es un complejo nutricional balanceado y bioestimulante de origen vegetal, que contiene las tres principales hormonas de crecimiento de las plantas (Giberelinas, Citoquininas y Auxinas) todas presentes en una forma balanceada y que actúan como las promotoras del crecimiento y la maduración de las plantas tratadas permitiendo un mejor desarrollo y producción de los cultivos (Mendoza, 2016).

Excel Ag Corp (2005), manifiesta que este producto es formulado especialmente en suspensión con ácidos húmicos de alta calidad obtenidos de la Leonardita, que es un eficaz acondicionador que incrementa la eficiencia del producto y de las mezclas con pesticidas. Puede ser usado en todos los cultivos, anuales y perennes, tales como: granos, forrajes, vegetales, frutales en general, etc. Las aplicaciones foliares de este producto aumentan la salud y resistencia del cultivo a condiciones adversas en general, incrementando el tamaño de frutos reduciendo el período para la cosecha.

#### **2.1.3.1. Beneficios del Evergreen**

Aguirre (2009), señala que entre los principales beneficios del uso de Evergreen se tiene:

- El tratamiento de semilla promueve el desarrollo más rápido de plántulas recién germinadas.
- Provee mayor vigor al cultivo.
- Promueve floración más temprana y uniforme.
- Promueve cosecha más tempranas (8 – 10 días)

- Mayor producción a la cosecha.
- Mejor calidad de grano a la cosecha.
- Menor porcentaje de humedad del grano.
- Mayor número de granos por mazorca.
- Menos impurezas.
- Relación costo – beneficio significativa
- Incrementa el desarrollo radicular
- Maximiza la eficiencia de absorción de nutrientes del suelo
- Uniformiza la calidad y tamaño del fruto
- Aumentando el rendimiento del cultivo tratado y mejora la acción de los agroquímicos cuando se mezcla con ellos.

### 2.1.3.2. Composición de Evergreen

- **Macroelementos y fitohormonas**

Nitrógeno Nítricos.....7%

Fósforo Asimilable (P205).....7%

Potasio Soluble (K20).....7%

- **Fitohormonas**

Citoquinina.....90 ppm

Giberelina.....40 ppm.

Auxinas.....40 ppm.

- **Ácido húmico**

Acido húmico..... 12%

- **Microelementos**

Boro..... 0.024%

Cobre..... 0.013%

Hierro EDTA..... 0.050%

Magnesio..... 0.036%

Manganeso EDTA..... 0.018%

Molibdeno..... 0.0003%

Zinc EDTA..... 0.0009%

- **Vitaminas**

Colina..... 750 ppb.

Tiamina..... 150 ppb.

Niacina..... 90 ppb.

Acido Pantoténico..... 12 ppb.

Acido Fólico..... 1 ppb.

Nicotinamida..... 2 ppb.

Riboflavina..... 1.5 ppb.



#### **2.1.4. Riego en la agricultura**

Los sistemas de riego se definen como infraestructura hidráulica para poder proveer de la cantidad de agua necesaria a una determinada área de cultivo; es decir, son aquellas técnicas de riego que se utilizan para proporcionar la medida exacta de agua a plantas, por ejemplo, gracias a que en todos los sistemas de riego se puede obtener una elevada uniformidad, esto permite hacer un uso más eficiente del agua disponible, maximizar la producción y limitar las pérdidas de agua por percolación profunda (Vinueza, 2007).

Un riego bien dirigido debe permitir que la planta se establezca, es decir, que el suelo este suficientemente húmedo como para asegurar el adecuado brotamiento de la planta y que permita el desarrollo de una forma continua y progresiva. Se debe evitar un exceso de agua en el suelo que pueda ser motivo de asfixia en las raíces y a nivel del cuello que favorece la podredumbre del mismo. La frecuencia y la cantidad de agua suministrada en cada riego dependen del tipo de suelo, de la profundidad y de la extensión de las raíces y de las pérdidas que pueda experimentar el terreno y la planta (Bazán, 2015).

El agua y la temperatura, junto con la radiación solar, son las principales variables agrometeorológicas que regulan los procesos metabólicos de las plantas. Si bien la elección del cultivar es un paso importante para lograr máximos rendimientos, la implementación de un sistema de riego puede resultar beneficioso para incrementar rendimientos de soya (Zuil, 2011).

La soya resiste bastante bien la sequía, es por ello que necesita humedad, pero sin llegar a los encharcamientos, que podrían asfixiar las raíces de la planta. Los riegos no deben ser copiosos, pero sí deben mantener una ligera humedad en el terreno para que mejore la vegetación de la soya. El número de riegos varía en función del suelo y las condiciones climáticas (TRAXCO, 2013).

El aporte de agua es de suma importancia al cultivo de soya ya que evidencia un mayor llenado de vainas, y al ser el número de granos por vaina un componente del rendimiento, se puede acotar que el riego favorece notoriamente el rendimiento (Cuitiño, 2012). Respecto a esto, Flores *et al.* (2009), sostienen que la emergencia de plántulas ocurre

cuando las condiciones de suelo son las óptimas y las semillas colocadas en el mismo tienen un alto poder germinativo.

TRAXCO (2013), indica que las necesidades hídricas máximas tienen lugar en las siguientes etapas del cultivo:

- Desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas. La semilla de la soya tiene que absorber como mínimo el 50% de su peso en agua para que la germinación sea buena. En esta fase, el contenido de agua en el suelo debe oscilar entre el 50% y 80% sobre el total de agua disponible.
- Desde la floración hasta el llenado de granos. Las necesidades de agua del cultivo de soya aumentan con el desarrollo de la planta, llegando en esta etapa al máximo (7 a 8 mm/día). Un déficit hídrico durante esta fase provocará alteraciones fisiológicas en la planta (cierre estomático, torcimiento de hojas, muerte prematura, aborto de flores y caída de legumbre).

Zuil (2011), determinó el rendimiento en secano y bajo riego por goteo de tres cultivares de soya, efectuando la siembra en un lote bien provisto de materia orgánica (2.5 %), con niveles adecuados de fósforo y nitrógeno disponible en los dos sistemas (riego y secano), proporcionando riego durante todo el ciclo del cultivo para evitar restricciones, mientras que el de secano se desarrolló sólo con el agua proveniente de precipitaciones durante la campaña 2010-2011. El mencionado autor realizó dos fechas de siembra: 27 de septiembre (primera) y 11 de diciembre (segunda).

Los resultados de dicho autor, demostraron que en todos los cultivares usados para las diferentes fechas de siembra, el tratamiento con riego incrementó el rendimiento en comparación con el tratamiento de secano, de tal manera que en la primera fecha de siembra el rendimiento de los materiales A800, MUNASQA y DK5520 en condiciones de secano fue de 4000, 3500 y 1500 Kg/ha, respectivamente, siendo de 4500, 4750 y 2200 Kg/ha bajo riego. Similar comportamiento se observó en la segunda fecha de siembra, en la que los rendimientos en condiciones de secano fueron de 4500, 4250 y 2600 Kg/ha y de 4700, 4400 y 3600 Kg/ha, para los mencionados materiales genéticos.

Mambrin *et al.* (2005), realizaron una evaluación del rendimiento de soya bajo riego en dos modalidades y secano en la EEA Corrientes - INTA, utilizando la variedad de soya Natalia 49. Estudiaron tres tratamientos: platabanda con 5 camellones de 3 surcos cada uno, (0.20m de distancia entre surcos), parcela de 25m por 0,70m, con 23 semillas por metro lineal. Manto con distancia entre surcos 0.20 m, con 23 semillas por metro lineal y Testigo siembra convencional con surcos distanciados a 0.20 m y se colocaron 23 semillas por metro lineal, sembradas con sembradora experimental.

Los resultados de los mencionados autores demostraron un mayor rendimiento cuando se aplicó riego al cultivo, de tal manera que en platabanda fue de 5510.1 Kg/ha y en manto 7681.1 Kg/ha, siendo de 5350.3 Kg/ha para el testigo sin riego. Además, al aplicarse riego se obtuvieron plantas más altas de 61.5 cm en platabanda, 61.0 cm en manto, mientras que el testigo produjo plantas de 58.0 cm de altura.

El estrés hídrico es uno de los factores más limitantes del crecimiento, la composición y distribución de las especies (Chaves *et al.*, 2002; Otieno *et al.*, 2005). El déficit hídrico afecta varios aspectos del funcionamiento de las plantas, desde el metabolismo celular (incluyendo la fotosíntesis) hasta el crecimiento. La fotosíntesis es el proceso fisiológico de mayor envergadura en el desempeño de las plantas. La tasa de fotosíntesis, tanto de las plantas C<sub>3</sub> como de las C<sub>4</sub>, decrece a medida que su contenido hídrico relativo y el potencial hídrico disminuyen (Lawlor & Cornic, 2002). Por otra parte, el cierre estomático es el primer paso en la respuesta ante la restricción hídrica. Una menor conductancia estomática reduce la pérdida de agua, disminuye la tasa de desarrollo del estrés y minimiza su severidad (Raftoyannis & Radoglou, 2002), pero reduce la absorción de CO<sub>2</sub>, todas estas respuestas tienen como consecuencia la disminución del crecimiento global de la planta y, por ende, una disminución en la acumulación de biomasa (Donoso *et al.*, 2011)

El transporte de agua en la planta es una parte integral del proceso de crecimiento, ya que una variedad de procesos relacionados con el crecimiento, incluyendo la formación y expansión de células vegetales, son dependientes de la presión de turgencia y el volumen celular (Woodruff, Bond, & Meinzer, 2004). Por tanto, las relaciones existentes entre las variables hídricas, fotosíntesis y conductancia estomática son aspectos clave en la comprensión del proceso de tolerancia al estrés, lo cual determina a su vez el crecimiento, reproducción, distribución y composición de especies vegetales (Donoso *et al.*, 2011).

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Localización de la investigación**

La presente investigación se llevó a cabo en terrenos de la finca “San Vicente”, propiedad de Olmes Freire Carvajal, ubicada en el Recinto El Descanso del cantón Mocache, entre las coordenadas 01°18'36'' S 79°29'39'' O a una altitud de 50 m.s.n.m.

### **3.2. Características climáticas**

El clima de la zona es de tipo tropical húmedo: temperatura promedio anual de 24,8 °C, precipitación anual de 2552,2 mm, humedad relativa 84% y 894 horas luz al año.

### **3.3. Tipo de investigación**

Se efectuó una investigación de tipo experimental en la cual se manejaron dos factores de estudio para la obtención de resultados a través de la evaluación de diferentes variables de respuesta.

### **3.4. Métodos de investigación**

Se utilizaron los siguientes métodos:

- **Inductivo:** en el establecimiento de las variables de respuesta de acuerdo a los objetivos planteados.
- **Deductivo:** para la determinación del efecto específico del riego y de la fertilización en el comportamiento agronómico del cultivo de soya, y por ende en la rentabilidad del mismo.
- **Analítico:** para el análisis de los datos obtenidos en la evaluación de las variables de respuestas, para la generación de resultados en función de los objetivos de la investigación.

### 3.5. Fuentes de recopilación de la información

En la investigación en cuestión se obtuvo información de fuentes primarias y secundarias, siendo las fuentes primarias la información proveniente de los datos obtenidos en la medicación de las diferentes variables de respuesta evaluadas en campo, y las fuentes secundarias aquella información proveniente de libros, revistas, folletos, boletines divulgativos y documentos en línea.

### 3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño parcelas divididas 2x3 en 3 repeticiones, siendo las parcelas principales el riego, y las subparcelas los tipos fertilización. Las variables en estudio se sometieron al análisis de varianza para establecer la significancia estadística y la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para el establecimiento de las diferencias estadísticas entre los factores y tratamientos. El procesamiento de los datos se realizó con el empleo del programa Infostat.

El esquema del análisis de varianza se presenta en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Esquema del análisis de varianza

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	2
Riego	1
Error. A	2
Fertilización	2
Riego* Fertilización	2
Error. B	8
Total	17

#### 3.6.1. Especificaciones del experimento

<b>Ancho de repeticiones</b>	: 5 m
<b>Área de la cada unidad experimental</b>	: 12 m <sup>2</sup>
<b>Área total del ensayo</b>	: 311.6 m <sup>2</sup>
<b>Dimensiones del ensayo</b>	: 16.4 m * 19.0 m

<b>Dimensiones de cada unidad experimental</b>	: 2.4 m * 5.0 m
<b>Distancia entre hileras</b>	: 0.6 m
<b>Número de plantas por metro lineal</b>	15
<b>Distancia entre repeticiones</b>	: 2 m
<b>Longitud de repeticiones</b>	: 16.40 m
<b>Número de hileras por parcela</b>	: 4
<b>Número de plantas por unidad experimental</b>	: 300
<b>Número de plantas útiles por unidad experimental</b>	: 150
<b>Número de repeticiones</b>	: 3
<b>Número de tratamientos</b>	: 6
<b>Total de plantas en el ensayo</b>	: 5400
<b>Total de plantas útiles en el ensayo</b>	: 2700
<b>Total de parcelas experimentales</b>	: 18

### 3.7. Instrumentos de investigación

#### 3.7.1. Factores en estudio

- **Factor A:** Riego

**A<sub>1</sub>:** Con riego (2.79 mm)

**A<sub>2</sub>:** Sin riego

- **Factor B:** Fertilización

**B<sub>1</sub>:** NPK (20 Kg + 20 Kg + 50 Kg) 150 Kg/ha

**B<sub>2</sub>:** NPK (20 Kg + 20 Kg + 50 Kg) 150 Kg/ha + Evergreen

**B<sub>3</sub>:** Sin Fertilización

#### 3.7.2. Tratamientos estudiados

Con la combinación de los dos factores se establecieron seis tratamientos que se detallan:

**T<sub>1</sub>:** Con riego (2.79 mm) + NPK (20 Kg + 20 Kg + 50 Kg) 150 Kg/ha

**T<sub>2</sub>:** Con riego (2.79 mm) + NPK (20 Kg + 20 Kg + 50 Kg) 150 Kg/ha + Evergreen

**T<sub>3</sub>:** Con riego (2.79 mm) + Sin fertilización

**T<sub>4</sub>:** Sin riego + NPK (20 Kg + 20 Kg + 50 Kg) 150 Kg/ha

**T<sub>5</sub>:** Sin riego + NPK (20 Kg + 20 Kg + 50 Kg) 150 Kg/ha + Evergreen

**T<sub>6</sub>:** Sin riego + Sin fertilización

### **3.7.3. Material genético**

Se utilizó como material genético la semilla de soya Panorama P-29, cuyas características agronómicas se muestran a continuación:

<b>Tipo de crecimiento:</b>	Indeterminado
<b>Color de flores:</b>	Morado
<b>Color de pubescencia:</b>	Rojo
<b>Forma de hojas:</b>	Redonda
<b>Peso de 100 semillas:</b>	17 g
<b>Altura de planta:</b>	90 cm.
<b>Altura de carga:</b>	17 cm
<b>Rendimiento:</b>	2500 – 3500 Kg/ha
<b>Siembra:</b>	80 – 100 Kg/ha

### **3.7.4. Manejo del experimento**

#### **3.7.4.1. Preparación del suelo**

Se efectuó mediante un pase de Romeplow y otro con rastra liviana en ambos sentidos para que el suelo este suelto y mullido.

#### **3.7.4.2. Siembra**

La siembra se realizó con una sembradora lineal, dejando entre hileras 60cm de separación y 15 plantas por metro lineal, dando una población de 250 000 plantas por hectárea.

#### **3.7.4.3. Control de malezas**

Para esta labor se utilizó en pre-emergencia una mezcla de 2.0 l/ha de Pendimetalin + 1.0 Kg/ha de Linuron. A los 21 días de la siembra en post-emergencia se realizó un segundo



control de malezas, utilizando 0.8 l/ha de Clethodin + 0.8 l/ha de Acifluorfen para controlar malezas gramíneas y hoja ancha. Posteriormente, cuando el cultivo cerró calles, se aplicó 1.5 l/ha de Paraquat de manera dirigida.

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

A los 15 días se efectuó una aplicación de 0.3 l/ha de Benomil + 0.6 l/ha de Diazinón. Posteriormente a los 30 días se aplicó 0.5 l/ha de Opera para prevenir enfermedades fungosas como la roya (*Phakopsora pachyrhizi*), mientras que el tercer control se hizo a los 45 días aplicando 0.5 l/ha de Opera + 0.5 l/ha de Karate para la prevención y control de mariquitas (*Cerotoma fascialis*), gusanos defoliadores (*Anticarsia gemmatilis*) y pulgones (*Aphis glycines*).

#### **3.7.4.5. Fertilización**

Se efectuaron dos fertilizaciones a los 20 y 40 días después de la siembra, cada una aplicando en bandas 50 Kg/ha de urea + 50 Kg/ha de muriato de potasio. Además, se efectuaron dos aplicaciones de Evergreen en los tratamientos que lo requirieron en dosis de 0.5 l/ha a los 15, 30, 45 días después de la siembra.

#### **3.7.4.6. Riego**

Se dio un riego inicial para asegurar la germinación y emergencia de las plántulas. Posteriormente en los tratamientos correspondientes se aplicó riego semanalmente desde la emergencia hasta la aparición de las primeras vainas.

Se utilizó un aspersor 2014 HS – 1 – ½" M boquilla # 7 (7/64) lima, cuyo caudal es de 1.68 galones por minuto (381.53 l/h) a una presión de trabajo de 25 PSI, con un diámetro de cobertura de 20.14 m. El aspersor se instaló a una altura de 1.8 m para incrementar un diámetro de cobertura.

Se llevó un registro de la precipitación y evapotranspiración del cultivo, para de acuerdo a estos valores y el Kc de la soya establecer, la lámina de riego al 75% de reposición,  $K_{tan}=0,75$ , tal como se muestra en la Tabla 2:

**Tabla 2.** Descripción del riego aplicado en las parcelas de estudio.

Edad del cultivo (días)	Etan Acumulada (mm)	Etan (mm)	Eto	Kc	Etc	LB mm/ha	LB (l/12 m <sup>2</sup> )	Lámina al 75% (l/12 m <sup>2</sup> )	Tiempo de riego (min)
7	18.30	18.3	13.7	0.90	12.4	11.2	134.40	100.8	15.9
14	17.90	17.7	13.3	0.90	11.9	10.7	128.40	96.3	15.1
21	15.00	15.0	11.3	1.00	11.3	10.2	122.40	91.8	14.4
28	14.90	14.9	11.2	1.00	11.2	10.1	121.20	90.9	14.3
35	15.80	15.8	11.9	1.15	13.6	12.2	146.40	109.8	17.3
42	19.70	19.7	14.8	1.15	17.0	15.3	183.60	137.7	21.7
49	18.30	14.1	10.6	1.15	12.2	11.0	132.00	99.0	15.6

#### 3.7.4.7. Cosecha

Se realizó una cosecha en forma cuando el cultivo cumplió su ciclo vegetativo y alcanzó la madurez total (defoliación de hojas y secamiento total de las vainas). La trilla se realizó a los siete días después de la cosecha, empleando una trilladora estacionaria para soya.

#### 3.7.5. Datos registrados y formas de evaluación

##### 3.7.5.1. Porcentaje de emergencia (%)

Se contabilizó el número de plantas emergidas dentro de la parcela útil en cada tratamiento, para posteriormente determinar el porcentaje de emergencia utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de emergencia} = \frac{\text{Número de plantas emergidas}}{\text{Total de semillas sembradas en la parcela útil}} * 100$$

##### 3.7.5.2. Número de días a la floración

Se registró el número de días entre la fecha de siembra y el momento en el que el 50% de las plantas del área útil presentaron flores.

### **3.7.5.3. Número de días al llenado de vainas**

Para la evaluación de esta variable se contó el número de días transcurridos entre la fecha de siembra y el momento en que se apreció el llenado de vainas en el 50% de las plantas en cada unidad experimental.

### **3.7.5.4. Altura de plantas a la cosecha (cm)**

Se midieron 10 plantas tomadas al azar, considerando la longitud comprendida entre el nivel del suelo y el ápice de la hoja más joven, para posteriormente hallar el promedio y expresarlo en centímetros

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

Se seleccionaron 10 plantas al azar de cada tratamiento, en las cuales se contabilizó el total de vainas por planta, vainas con 1, 2, 3 y 4 semillas. Luego se obtuvo el promedio por cada parámetro.

### **3.7.5.6. Rendimiento (Kg/ha)**

El rendimiento estuvo constituido por el peso de las semillas provenientes de las parcelas útiles y transformadas a Kg/ha, por medio de regla de tres simple.

### **3.7.5.7. Contenido de humedad**

Se registró el contenido de humedad del suelo cada 7 días, obteniendo una muestra por tipo riego, luego se procedió a llevarla a laboratorio ubicando en la estufa a 105°C por 24 horas. Para determinar el porcentaje de humedad del suelo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{\text{PIM} - \text{PFM}}{\text{PIM}} * 100$$

Dónde:

**PIM:** Peso inicial de la muestra (100 g)

**PFM:** Peso final de la muestra (g)

### 3.7.5.8. Análisis económico

El análisis económico de los tratamientos se realizó considerando el nivel de rendimiento extrapolado a la hectárea, con sus respectivos costos: fijo, de tratamiento y variable. En base a dichos datos se estableció la relación beneficio/costo y la rentabilidad utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Ingreso bruto}}$$

$$\text{Porcentaje de rentabilidad} = \frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Ingreso neto}}$$

## 3.8. Recursos humanos y materiales

### 3.8.1. Recursos humanos

Como principal recurso humano se contó con la colaboración del Ing. M. Sc. Ramiro Gaibor Fernández en calidad de Director del Proyecto de Investigación y del Econ. Flavio Ramos Martínez tanto en las labores de campo como en el análisis e interpretaciones de datos y resultados obtenidos, así como en la redacción del documento. Además, se tuvo la participación de jornales de trabajo, quienes ayudaron a la ejecución de las diferentes labores agrícolas a lo largo del proceso de producción de soya.

### 3.8.2. Recursos materiales

- Aspersora de mochila
- Aspersora de motor
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Balanza digital
- Muriato de potasio

- Urea
- Superfosfato triple
- Machetes
- Rastrillo
- Piola
- Latillas de caña
- Fundas plásticas
- Calculadora
- Libreta de campo
- Computadora
- Impresora
- Hojas de papel bond
- Pendrive

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. Resultados**

### **4.1.1. Porcentaje de emergencia**

Los promedios correspondientes al porcentaje de emergencia se presentan en la Tabla 3. De acuerdo al análisis de varianza, los sistemas de riego no alcanzaron significancia estadística, al igual que los fertilizantes e interacciones; siendo el coeficiente de variación 1.3 %.

Tanto la aplicación de riego como la carencia de este se comportaron estadísticamente igual con 95.6 %, cada uno.

El mayor porcentaje de emergencia 96.3% se observó en el tratamiento sin fertilizante, en igualdad estadística de NPK+ Evergreen y NPK que registraron promedios de 95.7 y 94.8% de emergencia, respectivamente.

La interacción conformada por Sin riego y tratamientos fertilizantes se comportaron estadísticamente igual con promedios que variaron entre 94.2 y 96.9 %; siendo el de mayor valor el tratamiento testigo (sin riego y sin fertilizante).

**Tabla 3.** Porcentaje de emergencia de plantas en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de Mocache 2017.

<b>Tratamientos</b>	<b>Porcentaje de emergencia (%)</b>
<b>Riego</b>	
A <sub>1</sub> : Con riego	95.6 a
A <sub>2</sub> : Sin riego	95.6 a
<b>Fertilización</b>	
B <sub>1</sub> : NPK	94.8 a
B <sub>2</sub> : NPK + Evergreen	95.7 a
B <sub>3</sub> : Sin fertilización	96.3 a
<b>Interacciones</b>	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> : Con riego + NPK	95.4 a
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> : Con riego + NPK + Evergreen	95.7 a
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> : Con riego + Sin fertilización	95.7 a
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> : Sin riego + NPK	94.2 a
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> : Sin riego + NPK + Evergreen	95.7 a
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> : Sin riego + Sin fertilización	96.9 a
<b>Promedio</b>	95.6
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	1.3

\* Promedios con las mismas letras en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad



#### **4.1.2. Número de días a la floración**

En la Tabla 4, se muestran los promedios del número de días de la floración. Realizado el análisis de varianza las repeticiones y los fertilizantes alcanzaron significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 1.2 %.

El tratamiento sin riego presentó el mayor número de días a la floración con 42.9 días, en igualdad estadística con la aplicación que si recibieron riego que presentó un promedio de 41.4 días a la floración.

El mayor número de días a la floración con 43.5 días se registró, en el testigo superior a las aplicaciones de NPK y NPK+ Evergreen que presentaron promedios de 42.0 y 41.0 días a la floración.

Al no aplicarse riego ni fertilizante las plantas tardaron más en florecer con 44.3 días, superior estadísticamente a las demás interacciones que registraron entre 40.3 y 42.7 días a la floración; siendo las de menor promedio las plantas con riego y NPK+ Evergreen.

**Tabla 4.** Días a la floración en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de Mocache 2017.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de días a la floración</b>
<b>Riego</b>	
A <sub>1</sub> : Con riego	41.4 a
A <sub>2</sub> : Sin riego	42.9 a
<b>Fertilización</b>	
B <sub>1</sub> : NPK	42.0 b
B <sub>2</sub> : NPK + Evergreen	41.0 c
B <sub>3</sub> : Sin fertilización	43.5 a
<b>Interacciones</b>	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> : Con riego + NPK	41.3 bc
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> : Con riego + NPK + Evergreen	40.3 c
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> : Con riego + Sin fertilización	42.7 b
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> : Sin riego + NPK	42.7 b
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> : Sin riego + NPK + Evergreen	41.7 bc
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> : Sin riego + Sin fertilización	44.3 a
<b>Promedio</b>	42.2
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	1.2

\* Promedios con las mismas letras en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

### **4.1.3. Número de días al llenado de vainas**

Los valores correspondientes al número de días al llenado de vainas se muestran en la Tabla 5, el análisis de varianza no reflejó significancia estadística para riego y si para fertilizantes e interacciones; siendo 0.7% el coeficiente de variación.

El mayor número de días al llenado de vainas con 75.6 días, se representó en el tratamiento sin riego sin diferir estadísticamente a la aplicación de riego con 73.8 días al llenado de vainas.

Sin fertilizante las plantas tardaron más tiempo para el llenado de vainas con 76.0 días, superior estadísticamente a NPK y NPK+ Evergreen que presentaron promedios de 74.5 y 73.5 días al llenado de vainas, respectivamente.

La interacción conformada por la carencia de riego y sin aplicación de fertilizante registró mayor número de días al llenado de vainas con 77.0 días, superando estadísticamente a las demás interacciones que tardaron entre 72.7 y 75.3 días para el llenado de vainas; siendo el de menor promedio el tratamiento con riego y NPK + Evergreen

**Tabla 5.** Días al llenado de vainas en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de Mocache 2017.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de días al llenado de vainas</b>
<b>Riego</b>	
<b>a<sub>1</sub></b> : con riego	73.8 a
<b>A<sub>2</sub></b> : Sin riego	75.6 a
<b>Fertilización</b>	
<b>B<sub>1</sub></b> : NPK	74.5 b
<b>B<sub>2</sub></b> : NPK + Evergreen	73.5 c
<b>B<sub>3</sub></b> : Sin fertilización	76.0 a
<b>Interacciones</b>	
<b>A<sub>1</sub>B<sub>1</sub></b> : Con riego + NPK	73.7 cd
<b>A<sub>1</sub>B<sub>2</sub></b> : Con riego + NPK + Evergreen	72.7 d
<b>A<sub>1</sub>B<sub>3</sub></b> : Con riego + Sin fertilización	75.0 bc
<b>A<sub>2</sub>B<sub>1</sub></b> : Sin riego + NPK	75.3 b
<b>A<sub>2</sub>B<sub>2</sub></b> : Sin riego + NPK + Evergreen	74.3 bc
<b>A<sub>2</sub>B<sub>3</sub></b> : Sin riego + Sin fertilización	77.0 a
<b>Promedio</b>	74.7
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	0.7

\* Promedios con las mismas letras en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

#### **4.1.4. Altura de plantas a la cosecha**

Los promedios de número de altura de plantas a la cosecha se presentan en la Tabla 6. El análisis de varianza determinó que los fertilizantes alcanzaron alta significancia estadística, mientras que los sistemas de riego e interacciones no presentaron significancia estadística, con un coeficiente de variación de 1.4 %.

Con la aplicación de riego se observó mayor altura de plantas a la cosecha con 83.6 cm, sin diferir estadísticamente de la no aplicación de riego con 81.0 cm de altura de plantas a la cosecha.

Al aplicarse NPK+Evergreen se obtuvieron plantas de mayor altura a la cosecha con 85.6 cm, estadísticamente superior a NPK y sin aplicación de fertilizante que produjeron plantas de 82.0 y 79.3 cm de altura, respectivamente.

Cuando se aplicó riego en combinación con NPK+Evergreen se produjeron plantas de mayor altura con 87.2 cm, en igualdad estadística con la no aplicación de riego con NPK+Evergreen con 84.0 cm, superiores estadísticamente a las demás interacciones que registraron valores entre 78.0 y 83.0 cm de altura de plantas a la cosecha.

**Tabla 6.** Altura de plantas a la cosecha en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de Mocache 2017.

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de plantas a la cosecha</b>
<b>Riego</b>	
A <sub>1</sub> : Con riego	83.6 a
A <sub>2</sub> : Sin riego	81.0 a
<b>Fertilización</b>	
B <sub>1</sub> : NPK	82.0 b
B <sub>2</sub> : NPK + Evergreen	79.3 c
B <sub>3</sub> : Sin fertilización	85.6 a
<b>Interacciones</b>	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> : Con riego + NPK	83.0 bc
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> : Con riego + NPK + Evergreen	87.2 a
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> : Con riego + Sin fertilización	80.6 cd
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> : Sin riego + NPK	81.0 bcd
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> : Sin riego + NPK + Evergreen	84.0 ab
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> : Sin riego + Sin fertilización	78.0 d
<b>Promedio</b>	82.3
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	1.4

\* Promedios con las mismas letras en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad

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

En la Tabla 7, se presenta el número de vainas por plantas. Según el análisis de varianza solo los tipos de fertilizante mostraron significancia estadística el nivel 0.05, no así en los sistemas de riego e interacciones siendo el coeficiente de variancia 9.0%.

La aplicación de riego alcanzo el mayor número de vainas con 36.8 en igualdad estadística del tratamiento sin riego que alcanzo 33.3 vainas por plantas.

Cuando se fertilizo con NPK + Evergreen se obtuvo 41.2 vainas por plantas estadísticamente superior a la aplicación de NPK y al tratamiento sin fertilización que presentan promedios de 33.7 y 30.3 vainas, para la aplicación NPK y sin fertilización.

La mayor cantidad de vaina por planta se obtuvo en condiciones de riego y la aplicación NPK + Evergreen con 44.0 vainas, sin fertilizante estadísticamente igual al tratamiento riego más NPK con 36.0 vainas y la fertilización de NPK+ Evergreen sin riego con 38.3 vainas estadísticamente superior a los demás tratamientos que presentaron promedios de 30.3 y 31.3 vainas.

**Tabla 7.** Número de vainas por planta en la determinación del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soya (*Glycine max*) en la zona de Mocache 2017.

Tratamientos	Vainas con 1 semilla	Vainas con 2 semillas	Vainas con 3 semillas	Vainas con 4 semillas	Total de vainas por planta
<b>Riego</b>					
A <sub>1</sub> : Con riego	4.6 a	11.4 a	13.0 a	7.8 a	36.8 a
A <sub>2</sub> : Sin riego	6.6 a	12.0 a	10.0 a	4.8 b	33.3 a
<b>Fertilización</b>					
B <sub>1</sub> : NPK	3.2 c	12.3 a	12.3 a	5.8 b	33.7 b
B <sub>2</sub> : NPK + Evergreen	5.3 b	11.5 a	12.3 a	10.2 a	41.2 a
B <sub>3</sub> : Sin fertilización	8.2 a	11.3 a	8.0 b	2.8 c	30.3 b
<b>Interacciones</b>					
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> : Con riego + NPK	3.0 c	11.3 a	14.0 a	7.7 b	36.0 ab
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> : Con riego + NPK + Evergreen	6.3 b	10.7 a	15.0 a	12.0 a	44.0 a
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> : Con riego + Sin fertilización	4.3 bc	12.3 a	10.0 ab	3.7 c	30.3 b
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> : Sin riego + NPK	3.3 bc	13.3 a	10.7 ab	4.0 c	31.3 b
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> : Sin riego + NPK + Evergreen	4.3 bc	12.3 a	13.3 ab	8.3 b	38.3 ab
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> : Sin riego + Sin fertilización	12.0 a	10.3 a	6.0 b	2.0 c	30.3 b
<b>Promedio</b>	5.6	11.7	11.5	6.3	35.1
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	19.7	14.1	21.4	17.4	9.0

\* Promedios con las mismas letras en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad



#### **4.1.6. Rendimiento (Kg/ha)**

El rendimiento de semillas se muestra en la tabla 8, realizado el análisis de variancia los sistemas de riegos los tipos de fertilización y la interacción riego por fertilización presentaron significancia estadística en los niveles 0.05 y 0.01 siendo el coeficiente de variación 3.2%.

Con la aplicación de riego alcanzo una producción de 2266.7 Kg/ha estadísticamente superior al tratamiento sin riego que presentó 1911.1 Kg/ha.

El tratamiento fertilizado NPK + Evergreen registro el mayor rendimiento con 2438.9 Kg/ha estadísticamente superior con al tratamiento fertilizado y sin fertilizante que alcanzaron rendimiento entre 2177.8 y 1650.0 Kg/ha.

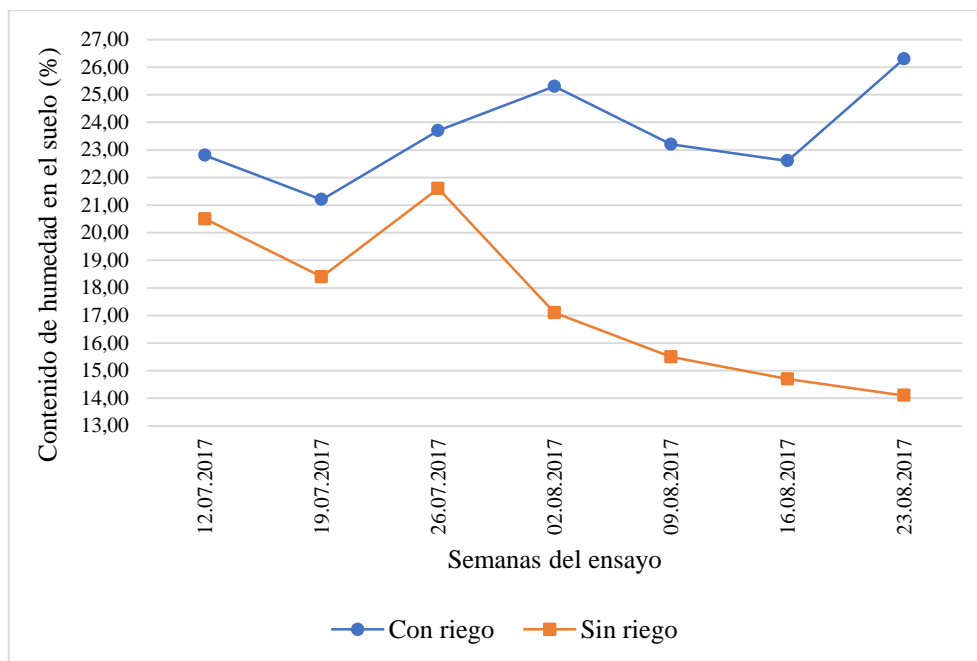
Cuando se aplicó NPK + Evergreen y riego el rendimiento alcanzado fue de 2538.9 Kg/ha, estadísticamente superior a las demás interacciones que presentaron promedios de 1333.3 y 2338.9 Kg/ha.

**Tabla 8.** Rendimiento de semillas por hectárea en respuesta al riego y fertilización en el cultivo de soya (*Glycine max*) sembrado en la zona de Mocache 2017.

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (Kg/ha)</b>
<b>Riego</b>	
A <sub>1</sub> : Con riego	2266.7 a
A <sub>2</sub> : Sin riego	1911.1 b
<b>Fertilización</b>	
B <sub>1</sub> : NPK	2177.8 b
B <sub>2</sub> : NPK + Evergreen	2438.9 a
B <sub>3</sub> : Sin fertilización	1650.0 c
<b>Interacciones</b>	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> : Con riego + NPK	2294.4 b
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> : Con riego + NPK + Evergreen	2538.9 a
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> : Con riego + Sin fertilización	1966.7 c
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> : Sin riego + NPK	2061.1 c
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> : Sin riego + NPK + Evergreen	2338.9 b
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> : Sin riego + Sin fertilización	1333.3 d
<b>Promedio</b>	2088.9
<b>Coefficiente de variación (%)</b>	3.2

#### 4.1.7. Contenido de humedad

Como se observa en el Gráfico 1, con la aplicación de riego el porcentaje de humedad existente en el suelo osciló entre 21.2 y 26.30 %, mientras que en condiciones de carencia de riego este porcentaje estuvo comprendido entre 14.1 y 21.6%, evidenciándose una diferencia desde 2.1 a 12.2 % de humedad entre estos dos sistemas de producción.



**Gráfico 1.** Control de humedad en el suelo en el estudio del efecto del riego y la fertilización en el rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max*) sembrado en la zona de Mocache

#### 4.1.8. Análisis económico

La Tabla 9 refleja el análisis económico de los tratamientos en estudio en función del rendimiento y de los costos de producción, en base al cual se determinó que la adición de NPK y Evergreen en un sistema de producción en ausencia de riego produjo una mayor rentabilidad (83.67%), a pesar de que el rendimiento fue de 2338.9 Kg/ha, lo que generó un ingreso bruto de \$ 1250.12, a un costo de tratamiento de \$ 128.20, costo variable de \$ 268.53, con un costo total de producción de \$ 789.53, produciendo un ingreso neto de \$ 660.59, con una relación beneficio/costo de 1.84, lo que indica que por cada dólar invertido con este tratamiento se obtiene una ganancia de \$ 0.84.

En el sistema de producción con riego, la adición de NPK y Evergreen, también generó mayor rentabilidad con un 65.43%, ya que produjo 2538.9 Kg/ha, siendo el mayor rendimiento en comparación con los demás tratamientos, generando un ingreso bruto de \$ 1574.12, a un costo de tratamiento de \$ 278.20, costo variable de \$ 430.53, con un costo total de \$ 951.53, reflejando un ingreso neto de \$ 622.59. Cabe indicar que los demás tratamientos produjeron rentabilidades positivas que oscilaron entre 37.55 y 79.26%.

**Tabla 9.** Análisis económico del rendimiento del grano del cultivo de soya en función de la aplicación del riego y fertilizantes.

Tratamientos	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo de tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> : Con riego + NPK	2294.4	1422.53	218.20	355.86	876.86	545.67	1.62	62.23
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> : Con riego + NPK + Evergreen	2538.9	1574.12	278.20	430.53	951.53	622.59	1.65	65.43
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> : Con riego + Sin fertilización	1966.7	1219.35	150.00	268.00	789.00	430.35	1.55	54.54
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> : Sin riego + NPK	2061.1	1277.88	68.20	191.87	712.87	565.01	1.79	79.26
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> : Sin riego + NPK + Evergreen	2338.9	1450.12	128.20	268.53	789.53	660.59	1.84	83.67
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> : Sin riego + Sin fertilización	1333.3	826.65	0.00	80.00	601.00	225.65	1.38	37.55

<b>Costo de la úrea:</b>	\$ 17.00/50 Kg
<b>Costo Super fosfato triple:</b>	\$ 20.00/50 Kg
<b>Costo muriato de potasio:</b>	\$ 20.00/50 Kg
<b>Costo Evergreen:</b>	\$ 20.00/1 litro
<b>Costo jornal:</b>	\$ 10.00
<b>Precio de venta:</b>	\$ 0.62/Kg
<b>Cosecha + transporte:</b>	\$ 0.06/Kg
<b>Costo fijo:</b>	\$ 521.00
<b>Sistema de riego:</b>	\$ 1300.00/5 años; \$ 260.00/año; \$ 130.00/ciclo

## 4.2. Discusión

El porcentaje de emergencia no mostró una influencia directa por los sistemas de riego, fertilizantes e interacciones, de tal manera que se demuestra que las condiciones de suelo, principalmente la humedad existente, fue suficiente para una buena germinación de la semilla y por ende emergencia de plántulas, lográndose un alto porcentaje de emergencia que en promedio fue de 95.6%, ya que de acuerdo a Doria (2010), la absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos que incluye la respiración, síntesis proteica y movilización de reservas. A su vez, la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula. De allí se puede puntualizar que ésta variable es influenciada principalmente por el poder germinativo, vigor y viabilidad de las semillas del material genético utilizado, lo que es corroborado por Flores *et al.* (2009), quienes sostienen que la emergencia de plántulas ocurre cuando las condiciones de suelo son las óptimas y las semillas colocadas en el mismo tienen un alto poder germinativo.

La adición y la carencia de riego no produjeron un efecto significativo tanto en el número de días a la floración, así como en el tiempo al llenado de vainas, evidenciándose que, al aplicarse riego al cultivo, este presentó un acorte de 1.5 días a la floración y 1.8 días al llenado de vainas en comparación con la carencia de riego, lo que se puede atribuir a que el recurso hídrico no influyó directamente en dicha variable, considerándose que para que tanto la floración como el llenado de vainas ocurra, se necesita de un óptimo y equilibrado aporte nutricional. Esto se pone en evidencia al compararse los fertilizantes, observándose, que cuando se aplicó NPK+Evergreen el cultivo registró 2.5 y 1.0 días menos a la floración y al llenado de vainas menos que las plantas a las que no se les aplicó fertilizante y que aquellas que se agregó únicamente NPK, respectivamente. El efecto observado se relaciona directamente con el aporte nutricional al cultivo, ya que Evergreen contiene fitohormonas y demás macro y microelementos, que producen un efecto significativo al momento de acelerar las cosechas (Mendoza, 2016).

Al combinarse la aplicación de NPK+Evergreen el periodo de tiempo a la floración y llenado de vainas se disminuyó en 4.0 y 4.3 días en comparación de aquellas plantas a las que no se aplicó riego ni NPK+Evergreen, esto refleja que con la adición de riego al

cultivo se comprueba la ventaja de tener un porcentaje idóneo de humedad en el suelo, lo que promueve una mayor y más rápida asimilación de los fertilizantes edáficos (Zuil, 2011), que en combinación con Evergreen provee un mejor desarrollo de las plantas desde su inicio hasta el llenado y maduración de las cosechas (Excel Ag Corp, 2005).

En lo concerniente a la altura de plantas, no se presentó diferencias significativas entre los sistemas de riego, siendo la diferencia de apenas 2.6 cm al aplicarse riego, lo que demuestra que la humedad presente en el suelo tanto con y sin riego fue suficiente para que las plantas crezcan normalmente, mientras que al compararse los fertilizantes, se evidenció una notable diferencia de 6.3 cm al aplicarse NPK+Evergreen en referencia a la no aplicación de fertilizantes, siendo la diferencia de 2.7 cm, cuando solo se aplicó NPK, esto permite puntualizar que hubo un notorio efecto de la fertilización sobre el crecimiento de las plantas, siendo mayor producto de una influencia de Evergreen que de acuerdo a Mendoza (2016), contiene microelementos y además otros compuestos bioestimulantes que promueven en crecimiento de las plantas. Lo anterior, adquiere mayor relevancia al observarse que en las interacciones tanto en el sistema con riego y sin riego, en combinación con NPK+Evergreen mostraron los más altos valores de altura de planta con 87.2 cm al aplicarse riego y 82.4 en ausencia del mismo, reflejando notables diferencias estadísticas con los demás tratamientos.

Cuando se aplicó riego no se produjo un efecto notable y diferencial significativo en relación a la no aplicación del mismo en la producción de vainas por planta siendo la diferencia de 3.5 vainas por planta al aportarse agua al cultivo frente a las 33.3 vainas por planta producidas sin el aporte hídrico, de igual manera no se observaron diferencias significativas en el número de vainas con 1, 2 y 3 granos, sin embargo al evaluarse el número de vainas con 4 granos se evidenció una notable diferencia de 3 vainas al aplicarse riego en comparación de la no aplicación del mismo, esto le da una mayor importancia al aporte de agua al cultivo ya que evidencia un mayor llenado de vainas, y al ser el número de vainas por planta y los granos por vaina un componente del rendimiento, se puede acotar que el riego favorece notoriamente el rendimiento (Cuitiño, 2012).

La comparación del total de vainas por planta, reflejó una marcada diferencia significativa de la aplicación de NPK+Evergreen que produjo un total de 41.2, con 7.5 y 10.9 vainas más que la aplicación de NPK y la no aplicación de fertilizantes, respectivamente,

destacándose además que cuando se aplicó conjuntamente NPK+Evergreen hubieron más vainas con 3 y 4 granos con 14.2 y 10.2 granos, evidenciándose un mayor llenado de granos, lo que se puede identificar como un efecto de una fertilización más completa y balanceada, en mayor parte influenciada por Evergreen que tiene varios oligoelementos y compuestos bioestimulantes que de acuerdo a Aguirre (2009), uniformiza la calidad y tamaño de frutos, incrementando el rendimiento del cultivo tratado y mejorando la acción de los agroquímicos cuando se mezcla con ellos, y en cultivo de maíz ha producido más granos por mazorca.

La producción de vainas por planta fue mayor cuando se tuvo riego y se aplicó Evergreen+NPK, con un total de 44.0 vainas por planta, observándose un mejor llenado de vainas de tal manera que 15.0 vainas tuvieron 3 granos y 12.0 presentaron 4 granos por vainas, lo que responde no solo a una mayor nutrición sino a un mayor aporte hídricos, factores que, en conjunto, promueven el llenado de vainas, respecto a esto, Torres (2013), sostiene que el llenado de granos por vaina, es mayor cuando las plantas se desarrollan en un entorno satisfactorios, es decir con una buena nutrición, así como un suficiente contenido de humedad en el suelo.

Al evidenciarse una mayor producción de vainas, así como un mayor llenado de grano al aplicarse riego, esto potenció considerablemente reflejando un incremento en el rendimiento con 355.6 Kg/ha al aplicarse riego al cultivo en comparación de la no aplicación de éste. Un efecto similar al observado en la producción de vainas y llenado de vainas en respuesta a los fertilizantes evaluados, mostró una notable influencia en el rendimiento alcanzado que fue de 2438.9 Kg/ha con NPK+Evergreen, que superó en 261.1 y 788.9 Kg/ha a la fertilización a base de NPK y a la no aplicación de fertilizantes, correspondientemente. Estos resultados demuestran que tanto la adición del riego como la fertilización a base de NPK+Evergreen, incrementan el rendimiento por unidad de superficie en el cultivo de soya. Lo anterior cobra mayor relevancia al observarse que el efecto combinado del riego y la fertilización con NPK+Evergreen desencadenó un mayor rendimiento con 2538.9 Kg/ha. Además, la rentabilidad del cultivo fue mayor con NPK+Evergreen tanto con riego como sin riego reflejando valores de 83.67 y 65.43% de rentabilidad, respectivamente.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 5.1. Conclusiones

- Los sistemas de riego, fertilizantes ni las interacciones influyeron en el porcentaje de emergencia de las plántulas de soya.
- Tanto la adición de riego como la carencia del mismo no presentaron una influencia significativa sobre el tiempo a la floración, días al llenado de vainas, altura de plantas a la cosecha, total de vainas por plantas y vainas con 1, 2 y 3 granos.
- Cuando se aplicó NPK+Evergreen el cultivo registró 2.5 y 1.0 días menos a la floración y al llenado de vainas que las plantas a las que no se les aplicó fertilizante y a aquellas que se les aplicó solo NPK, siendo dicho tratamiento el que produjo plantas que superaron en 6.3 y 2.7 cm de altura por encima de los resultados observados con NPK y sin fertilización.
- La combinación del riego con la aplicación de NPK+Evergreen reflejó menor tiempo a la floración y llenado de vainas (40.3 y 72.7 días, respectivamente), así como un mayor crecimiento de plantas (87.2 cm de altura a la cosecha).
- La adición de riego al cultivo produjo un efecto significativo en el llenado de vainas, observándose un incremento de número de vainas con 4 granos con 3.0 granos más que cuando no se aplicó riego, lo que además se vió reflejado en un mayor rendimiento con 355.6 Kg/ha al aplicarse riego al cultivo.
- La fertilización a base de NPK+Evergreen presentó mayor número de vainas por planta con 41.2 vainas, de las cuales el 66.36 % tuvieron 3 granos y el 24.76% 4 granos por vaina, influyendo notablemente en el rendimiento alcanzado que fue de 2438.9 Kg/ha que superó en 261.1 y 788.9 Kg/ha a la fertilización a base de NPK y a la no aplicación de fertilizantes, correspondientemente.

- La producción de vainas por planta fue mayor cuando se tuvo riego y se aplicó Evergreen+NPK, con un total de 44.0 vainas por planta, observándose un mejor llenado de vainas de tal manera que 15.0 vainas tuvieron 3 granos y 12.0 presentaron 4 granos por vainas.
- El efecto combinado del riego y la fertilización con NPK+Evergreen sobre la producción de vainas por planta fue notable al evidenciarse que se obtuvo 44.0 vainas por planta (15 con 3 granos y 12.0 con 4 granos), lo que desencadenó un mayor rendimiento con 2538.9 Kg/ha.
- La rentabilidad del cultivo fue mayor con NPK+Evergreen tanto con riego como sin riego reflejando valores de 83.67 y 65.43% de rentabilidad, respectivamente.

## **5.2. Recomendaciones**

- Aplicar riego al cultivo de soya en combinación con fertilización para lograr mayor rendimiento y por ende mayor rentabilidad económica.
- Comparar la aplicación de fertilización edáfica con la foliar de Evergreen para determinar existencia de diferencias significativas entre dichos tratamientos, a fin de establecer el de mayor respuesta y disminuir costos de producción.
- Evaluar diferentes láminas de riego aplicadas al cultivo de soya para identificar la que promueva el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas.
- Estudiar distintas dosis de aplicación de Evergreen a fin de establecer la de mayor adaptación para el cultivo de soya.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Literatura citada

- Aguirre, R. (2009). Evaluación de 8 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) con la aplicación de los bioestimulantes Evergreen y Biosil en condiciones de secano en la zona de San Carlos (Tesis de Grado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 81 p.
- Barraco, M. (2010). Nutrición y fertilización de soja. INTA. Buenos Aires-Argentina. 5 p.
- Bazán, D. (2015). Cuatro niveles de fertiliación N-P-K en el cultivo de melón (*Cucumis melo* var. *reticulatus* L.) bajo las condiciones del valle de Cañete. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. 113 p.
- Berardo, A. (2004). Manejo de la fertilización en una agricultura sustentable. Informaciones Agronómicas No. 23. INTA. 5 p.
- Calero, E. (2010). El cultivo de soja en el Ecuador. Tercera Edición. IDEAGRO. Guayaquil-Ecuador. 43 p.
- Chaves, M., Pereira, J., Maroco, J., Rodrigues, M., Ricardo, C., Osório, M., Pinheiro, C. (2002). How plants cope with water stress in the field: photosynthesis and growth. *Annals of Botany* 89: 907-916 pp.
- Cuitiño, M. (2012). Relación entre producción de semilla y componentes de rendimiento en variedades de *Lotus corniculatus* L. en Uruguay. Tesis de Maestría. Universidad de la República. Montevideo-Uruguay. 113 p.
- Donoso, S., Peña, K., Pacheco, C., Luna, G., & Aguirre, A. (2011). Respuesta fisiológica y de crecimiento en plantas de Quillaja saponaria y *Cryptocarya alba* sometidas a restricción hídrica. *Bosque (Valdivia)* 32(2): 187-195 pp.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales* 31(1): 74-85 pp.
- Excel Ag Corp. (2005). Evergreen. Obtenido de <https://excelag.com/product/evergreen/?lang=es>
- Ferraris, G., Ferrari, M., & Ostojic, J. (2001). Fertilización fosforada en soja. *Revista de Tecnología Agropecuaria* 6(18): 20-23 pp.

- Flores, E., Moratinos, P., Ramírez, M., & García, D. (2009). Evaluación de la emergencia y las características morfológicas iniciales de *Tamarindus indica* L. con fines agroforestales. *Pastos y Forrajes* 32(2): 1-11 pp.
- Gutiérrez, F., Scheiner, J., Rimski, H., & Lavado, R. (2004). Late season nitrogen fertilization of soybean: effects on leaf senescent, yield and environment. *Nutrient Cycling in Agroecosystem* 68: 109-115 pp.
- Gutierrez, H., & Scheiner, J. (2002). Fertilización fosforada del cultivo de soja. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Fosforada%20del%20Cultivo%20de%20Soja.asp>
- Haro, S., & Pacheco, J. (2013). Respuesta agronómica del cultivo de soja (*Glycine max* L) a la aplicación de cinco bioestimulantes foliares, en el sitio Ventanilla, cantón Ventanas provincia Los Ríos. Tesis de Grado. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda-Ecuador. 117 p.
- INIAP. (2014). Soya. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/molea/rsoya>
- Jiménez, S. (2008). Producción y comercialización de productos de soja. Tesis de Grado. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito. Quito-Ecuador. 159 p
- Lawlor, D., & Cornic, G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell & Environment* 25: 275–294 pp.
- Linares, R. (2006). Evaluación de la adaptabilidad y potencial de rendimiento de 6 cultivares de soja (*Glycine max* L.), para producción de semilla, en época de invierno (agosto a diciembre) en tres localidades del Departamento de Chiquimula. Universidad de San Carlos de Guatemala. Chiquimula-Guatemala. 61 p.
- Mambrin, M., Debortoli, G., Bast, R., Méndez, M., & Currie, H. (2005). Evaluación del rendimiento de soja bajo riego en dos modalidades y secano. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Resumen: A-037. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes-Argentina. 2p.

- Melgar, R., Torres, M., & Lavandera, J. (2016). El manejo del nitrógeno en la soja: ¿fijación biológica o fertilización? Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/>
- Mendoza, H. (2016). Respuesta a la aplicación de fertilizantes foliares orgánicos en la productividad del pepino (*Cucumis sativus* L.). Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 70 p.
- Moreno, B., & Salvador, S. (2015). Rendimientos y características de soja en el Ecuador, verano 2015. Obtenido de [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_soya.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_soya.pdf)
- Otieno, D., Schmidt, M., Adiku, S., & Tenhunen, J. (2005). Physiological and morphological responses to water stress in two Acacia species from contrasting habitats. *Tree Physiology* 25: 361-371 pp.
- Quintanilla, J. (2013). Efecto de la fertilización fósforo-potásica aplicada al suelo y vía foliar en el rendimiento de dos líneas de soja (*Glycine max.* L. Merrill). Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 57 p.
- Raftoyannis, Y., & Radoglou, K. (2002). Physiological responses of beech and sessile oak in a natural mixed stand during a dry summer. *Annals of Botany* 89: 723-730 pp.
- Rojas, A. (2013). Aplicación de diferentes fuentes y dosis de fertilizantes fosfatados en el cultivo de soja en un oxisol. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Asunción. San Lorenzo – Paraguay. 67 p.
- Salvagiotti, F., Capurro, J., & Enrico, J. (2009). El manejo de la nutrición nitrogenada en soja. Para mejorar la producción 42: 45-51 pp.
- Saud, J. (2012). Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivos en zonas con escasas de agua. Tesis de Grado. Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 100 p.
- Sovalvarro, C., & Cruz, I. (1999). Estudio de periodos de enmalezamiento y de control de malezas sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la soja. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 67 p.

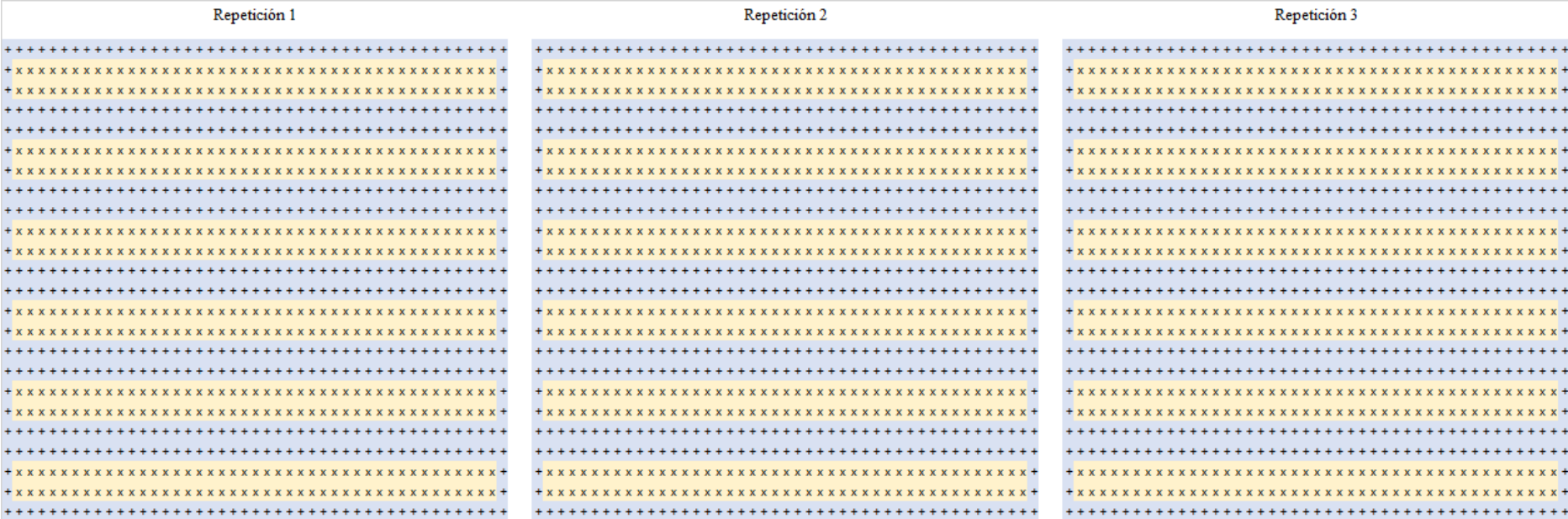
- Torres, J. (2013). Evaluación de materiales de soja (*Glycine max* L.) de varias procedencias en la zona de Montalvo, provincia de Los Ríos. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 91 p.
- TRAXCO. (2013). Cultivo de soja bajo Pivot. Obtenido de [http://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-soja-bajo-pivot-agroeconomicos/rendimiento\\_soya.pdf](http://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-soja-bajo-pivot-agroeconomicos/rendimiento_soya.pdf)
- Vergara, N. (2016). El cultivo de soja y su importancia para el Ecuador. INNOVA Research Journal 1 (12): 77-85 pp.
- Vinueza, G. (2007). Optimización del Recurso Hídrico mediante el cambio de Método de Riego. Ecuador. 72 p
- Woodruff, D., Bond, B., & Meinzer, F. (2004). Does turgor limit growth in tall trees?. Plant, Cell & Environment 27: 229-236 pp.
- Zapata, F., & Mejía, N. (2011). Evaluación del rendimiento del cultivo de soja (*Glycine max* Merrill), bajo fertilización orgánica, sintética y combinada, en la Finca el Plantel (Masaya) postrera 2009. Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 58 p.
- Zuil, S. (2011). Efecto del riego sobre el rendimiento de soja en el Norte de Santa Fe. Voces y Ecos 27: 6-8 pp.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**



**Anexo 1.** Croquis de campo del sitio experimental



**x:** Plantas útiles

**+**: Plantas borde

**Anexo 2.** Análisis de varianza del porcentaje de emergencia

<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	4.6469	2.3235	0.7943	0.2700 NS
Riego	1	0.0000	0.0000	0.0000	>0.9999 NS
Error. A	2	5.8503	2.9252		
Fertilización	2	7.3402	3.6701	2.4458	0.1483 NS
Riego* Fertilización	2	4.0484	2.0242	1.3489	0.3127 NS
Error. B	8	12.0048	1.5006		
Total	17	33.8928			

NS: No significativo

**Anexo 3.** Análisis de varianza de días a la floración

<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	36.3333	18.1667	25.1547	<0.0001 **
Riego	1	9.3889	9.3889	13.0004	0.0691 NS
Error. A	2	1.4444	0.7222		
Fertilización	2	19.0000	9.5000	34.1973	0.0001 **
Riego* Fertilización	2	0.1111	0.0556	0.2001	0.8227 NS
Error. B	8	2.2222	0.2778		
Total	17	68.5000			

\*\* : Altamente significativo; NS: No significativo

**Anexo 4.** Análisis de varianza de altura de plantas a la cosecha

<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	7.7478	3.8739	0.6498	0.1069 NS
Riego	1	31.2050	31.2050	5.2342	0.1494 NS
Error. A	2	11.9233	5.9617		
Fertilización	2	121.2044	60.6022	46.8477	<0.0001 **
Riego* Fertilización	2	1.0800	0.5400	0.4174	0.6723 NS
Error. B	8	10.3489	1.2936		
Total	17	183.5094			

\*\* : Altamente significativo; NS: No significativo

**Anexo 5.** Análisis de varianza de días al llenado de vainas

<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	4.3333	2.1667	1.0540	0.0132 *
Riego	1	14.2222	14.2222	6.9188	0.1192 NS
Error. A	2	4.1111	2.0556		
Fertilización	2	19.0000	9.5000	34.1973	0.0001 **
Riego* Fertilización	2	0.1111	0.0556	0.2001	0.8227 NS
Error. B	8	2.2222	0.2778		
Total	17	44.0000			

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

**Anexo 6.** Análisis de varianza de número de vainas por planta

<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	64.1111	32.0556	4.1511	0.0931 NS
Riego	1	53.3889	53.3889	6.9137	0.1193 NS
Error. A	2	15.4444	7.7222		
Fertilización	2	369.4444	184.7222	18.6798	0.001 **
Riego* Fertilización	2	27.4444	13.7222	1.3876	0.3038 NS
Error. B	8	79.1111	9.8889		
Total	17	608.9444			

\*\* : Altamente significativo; NS: No significativo

**Anexo 7.** Análisis de varianza de número de vainas con un grano por planta

<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	14.7778	7.3889	0.9048	0.0238 *
Riego	1	18.0000	18.0000	2.2041	0.2759 NS
Error. A	2	16.3333	8.1667		
Fertilización	2	75.4444	37.7222	31.5799	0.0002 **
Riego* Fertilización	2	76.3333	38.1667	31.952	0.0002 **
Error. B	8	9.5556	1.1945		
Total	17	210.4444			

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

**Anexo 8.** Análisis de varianza de número de vainas con dos granos por planta

<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	19.4444	9.7222	1.1589	0.0779 NS
Riego	1	1.3889	1.3889	0.1656	0.7235 NS
Error. A	2	16.7778	8.3889		
Fertilización	2	3.4444	1.7222	0.6327	0.5558 NS
Riego* Fertilización	2	14.7778	7.3889	2.7143	0.1260 NS
Error. B	8	21.7778	2.7222		
Total	17	77.6111			

NS: No significativo

**Anexo 9.** Análisis de varianza de número de vainas con tres granos por planta

<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	2.3333	1.1667	0.3684	0.8292	NS
Riego	1	40.5000	40.5000	12.7893	0.0701	NS
Error. A	2	6.3333	3.1667			
Fertilización	2	120.3333	60.1667	9.8905	0.0069	**
Riego* Fertilización	2	4.3333	2.1667	0.3562	0.7109	NS
Error. B	8	48.6667	6.0833			
Total	17	222.5000				

\*\* : Altamente significativo; NS: No significativo

**Anexo 10.** Análisis de varianza de número de vainas con tres granos por planta

<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	8.4444	4.2222	2.1111	0.0794	NS
Riego	1	40.5000	40.5000	20.2500	0.0460	*
Error. A	2	4.0000	2.0000			
Fertilización	2	163.1111	81.5556	68.2759	<0.0001	**
Riego* Fertilización	2	4.0000	2.0000	1.6743	0.2469	NS
Error. B	8	9.5556	1.1945			
Total	17	229.6111				

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

**Anexo 11.** Análisis de varianza de número de vainas con tres granos por planta

<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	12330.1900	6165.0950	6.9918	0.2991	NS
Riego	1	568853.3339	568853.3339	645.1335	0.0015	**
Error. A	2	1763.5211	881.7606			
Fertilización	2	1938112.9633	969056.4817	221.4283	<0.0001	**
Riego* Fertilización	2	174460.0011	87230.0006	19.9320	0.0008	**
Error. B	8	35011.1156	4376.3895			
Total	17	2730531.1250				

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

**Anexo 12.** Datos de evaporación y precipitación en la zona de estudio.

<b>Junio</b>			<b>Julio</b>			<b>Agosto</b>		
<b>No.</b>	<b>Etan (mm)</b>	<b>Precip (mm)</b>	<b>No.</b>	<b>Etan (mm)</b>	<b>Precip (mm)</b>	<b>No.</b>	<b>Etan (mm)</b>	<b>Precip (mm)</b>
1	2	0,2	1	1,5	0,1	1	3,5	
2	3,2		2	1,9		2	2,8	
3	2,4		3	2,1		3	2,4	
4	2,4		4	3,0		4	2,6	
5	3		5	1,8		5	3,2	
6	2,3		6	3,4		6	1,1	
7	1,7		7	1,8		7	1,7	
8	3,5		8	2,9		8	2,0	
9	4,1		9	2,7		9	5,0	
10	2,2	21,1	10	3,4		10	2,8	
11	0,7	3,8	11	2,3		11	3,1	
12	1,6	2,2	12	2,9	0,2	12	1,3	
13	1,2		13	3,2		13	1,3	
14	2,1		14	2,5		14	3,1	
15	2,6		15	2,6		15	3,1	
16	2,6	2,3	16	2,5		16	3,4	
17	1,2	2	17	1,9		17	3,0	
18	1,6	0,8	18	2,3		18	2,8	
19	2,1		19	2,5		19	4,4	
20	1,8	0,2	20	2,4		20	2,2	3,5
21	2,5	1,7	21	2,3		21	1,1	0,5
22	2		22	2,4		22	1,4	0,2
23	4,4	0,2	23	1,7		23	3,4	
24	3,1		24	2,1		24	2,0	
25	3,1	15,2	25	1,6		25	1,9	
26	2,3		26	2,0		26	3,4	
27	1,8	0,4	27	2,3		27	3,7	
28	2,2	1,6	28	1,1		28	4,2	0,2
29	1,7	0,6	29	2,6		29	3,0	
30	3,5		30	1,5		30	2,7	
31			31	1,9		31	1,6	0,2



**Anexo 13.** Preparación del terreno



**Anexo 14.** Siembra



Anexo 15. Determinación de la cantidad de fertilizante edáfico a aplicar



Anexo 16. Aplicación de fertilizante edáfico (NPK)



**Anexo 17.** Aplicación de Evergreen



**Anexo 18.** Evaluación de daños por insectos en el follaje





**Anexo 19.** Aplicación de insecticidas



**Anexo 20.** Conteo del número de vainas por planta



**Anexo 21.** Cosecha del cultivo de soya