



Universidad de Guayaquil

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“Evaluación de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) a cuatro dosis de aplicación foliar complementarias con fosfito potásico”

**AUTOR: Ángela María Acencio Calvache
TUTOR: Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.**

GUAYAQUIL, ABRIL-2018

Dedicatoria

El presente trabajo se lo dedico enteramente a mi familia, ya que sin su apoyo y presión jamás habría podido completarlo.

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que conforman la Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme la asesoría y apoyo en los momentos que necesitaba para la elaboración de este trabajo.

Sr. /Sra.
Ing. Agr. Leticia Vivas Vivas, Msc.
Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Guayaquil
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envió a Ud. el informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación "**Evaluación de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) a cuatro dosis de aplicación foliar complementarias con fosfito potásico**" del estudiante **Ángela María Acencio Calvache**, indicando ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, Msc.
C.I. 0906941621

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **Ángela María Acencio Calvache**, C.I. **0921111688**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **Ingeniero Agrónomo**.

Se informa que el trabajo de titulación “**Evaluación de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) a cuatro dosis de aplicación foliar complementarias con fosfito potásico**”, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio **URKUND**, quedando el **9%** de coincidencia.

<https://secure.orkund.com/view/36866301-382944-621698#DcM9CoAwDAbQu2T+kCT9Ta8iHaSodLBLR/HuFt576ZIUdmGIQAJU4eAXQ2BEJGRYBc1+j371dox2UuGNc1KXRdILWC1+Pw==>

Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera, Msc.
C.I. No. 0909723504

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TITULO Y SUBTITULO:	Evaluación de dos variedades de frejol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) a cuatro dosis de aplicación foliar complementarias con fosfito potásico		
AUTOR:	Ángela María Acencio Calvache		
TUTOR/REVISOR:	Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc. / Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera, Msc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ciencias Agrarias		
ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Ingeniero Agrónomo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Abril 2018	No. DE PÁGINAS	35
ÁREAS TEMÁTICAS:	Investigación Agronómica		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Frejol, fosfito, potásico, foliar, El Triunfo/ Bean, phosphite, potassium, foliar, El Triunfo		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>El presente trabajo de titulación, modelo estudio agronómico, analiza la evaluación de dos variedades de frejol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) a cuatro dosis de aplicación foliar complementarias con fosfito potásico. El estudio se realizó en la unidad experimental de la "Universidad de Guayaquil" ubicada en sector "Vainillo" del cantón El Triunfo, provincia del Guayas con el objetivo de plantear mecanismos que contribuyan a mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo Debido a la naturaleza del trabajo las variables a evaluar fueron analizadas con el diseño de bloques al azar, en arreglo factorial 2x5 distribuidos aleatoriamente con cuatro repeticiones. En la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades. Al final del trabajo, se obtuvo como resultados datos de altura de planta, vainas por planta, semillas por planta, semillas por vaina, peso 100 semillas y rendimiento además de una comparación económicas del mejor tratamiento con los costos normales del productor./ The present model agronomic study, analyzes the evaluation of two varieties of bean (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) to four doses of foliar application complemented with potassium phosphite. The study was carried out in the experimental unit of the "University of Guayaquil" located in the area of "Vainillo", El Triunfo Canton, Guayas province, with the objective of proposing mechanisms that contribute the improvement of the productivity and profitability of the crop. Due to the nature of the study, the variables to be evaluated were analyzed with the fully randomized block design, in 2x5 factorial arrangement distributed in four replications. For the comparison of means, the Tukey test was used at 5% of probabilities. At the end of the work, the results obtained had to do with the plant height, pods per plant, seeds per plant, seeds per pod, weight 100 seeds and yield. In addition, there was an economic comparison of the best treatment with the normal costs of the producer.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: 0978946541	E-mail:	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Facultad Ciencias Agrarias - Secretaría		
	Teléfono: 042288040 ext 101		
	E-mail: fcagrarias-ug@hotmail.com		

CERTIFICACIÓN DEL REVISOR

Habiendo sido nombrado **Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera, Msc.**, revisor del trabajo de titulación “**Evaluación de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) a cuatro dosis de aplicación foliar complementarias con fosfito potásico**” certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por **Ángela María Acencio Calvache**, con C.I. No. **0921111688**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERO AGRONOMO**, en la **Facultad de Ciencias Agrarias**, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.



Ing. Agr. Iván Ramos Mosquera, Msc.
C.I. No. 0909723504

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Yo, **Ángela María Acencio Calvache** con C.I. No. **0921111688** certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es “**Evaluación de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) a cuatro dosis de aplicación foliar complementarias con fosfito potásico**” son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN”, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente


Ángela María Acencio Calvache
C.I. No. 0921111688

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

“EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE FREJOL (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) A CUATRO DOSIS DE APLICACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIAS CON FOSFITO POTÁSICO”

Autor: Ángela María Acencio Calvache
Tutor: Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.

Resumen

El presente trabajo de titulación, modelo estudio agronómico, analiza la evaluación de dos variedades de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) a cuatro dosis de aplicación foliar complementarias con fosfito potásico. El estudio se realizó en la unidad experimental de la “Universidad de Guayaquil” ubicada en sector “Vainillo” del cantón El Triunfo, provincia del Guayas con el objetivo de plantear mecanismos que contribuyan a mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo. Debido a la naturaleza del trabajo las variables a evaluar fueron analizadas con el diseño de bloques al azar, en arreglo factorial 2x5 distribuidos aleatoriamente con cuatro repeticiones. En la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades. Al final del trabajo, se obtuvo como resultados datos de altura de planta, vainas por planta, semillas por planta, semillas por vaina, peso 100 semillas y rendimiento además de una comparación económicas del mejor tratamiento con los costos normales del productor.

Palabras claves: frejol, fosfito, potásico, foliar, El Triunfo

“EVALUATION OF TWO VARIETIES OF BEAN (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) TO FOUR DOSES OF FOLIAR APPLICATION COMPLEMENTARY WITH POTASSIUM PHOSPHITE”

Author: Ángela María Acencio Calvache
Advisor: Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.

ABSTRACT

The present model agronomic study, analyzes the evaluation of two varieties of bean (*Phaseolus vulgaris L.*) to four doses of foliar application complemented with potassium phosphite. The study was carried out in the experimental unit of the "University of Guayaquil" located in the area of "Vainillo", El Triunfo Canton, Guayas province, with the objective of proposing mechanisms that contribute the improvement of the productivity and profitability of the crop. Due to the nature of the study, the variables to be evaluated were analyzed with the fully randomized block design, in 2x5 factorial arrangement distributed in four replications. For the comparison of means, the Tukey test was used at 5% of probabilities. At the end of the work, the results obtained had to do with the plant height, pods per plant, seeds per plant, seeds per pod, weight 100 seeds and yield. In addition, there was an economic comparison of the best treatment with the normal costs of the producer.

Keywords: Bean, phosphite, potassium, foliar, El Triunfo

CONTENIDO

	PAG
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 Problema	2
1.2.1 Formulación del problema	2
1.3 Justificación	2
1.4 Factibilidad.....	2
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos Específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Cultivo de fréjol	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Clasificación taxonómica	4
2.1.3 Descripción botánica	4
2.2 Características agro-ecológicas del fréjol	7
2.2.1 Requerimientos climatológicos.....	7
2.2.2 Requerimientos nutricionales	7
2.2.3 Principales plagas	8
2.2.4 Empoasca	8
2.2.5 <i>Diabrotica sp</i>	8
2.2.6 Gusano de la vaina.	8
2.2.7 Gusano trozador.....	9
2.3 Principales enfermedades	9
2.3.1 La roya	9
2.3.2 Oidium.....	10
2.3.3 Antracnosis.....	10

2.4	Agrotécnia del cultivo.....	10
2.4.1	Análisis de suelo.....	11
2.4.2	Preparación del terreno.....	11
2.4.3	Diversidad Genética.....	11
2.4.4	Aplicaciones foliares en el cultivo de frejol.....	12
2.5	Hipótesis.....	13
2.5.1	Variable dependiente.....	13
2.5.2	Variable independiente.....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1	Localización y descripción del lugar de la investigación.....	14
3.2	Características de clima y suelo.....	14
3.3	Materiales.....	15
3.3.1	Material experimental.....	15
3.3.2	Materiales de campo.....	15
3.3.3	Materiales para recopilación y análisis de resultados.....	15
3.4	Factores estudiados.....	15
3.5	Diseño tratamientos.....	16
3.6	Diseño experimental.....	16
3.7	Análisis de varianza.....	17
3.8	Delineamiento experimental.....	17
3.9	Manejo del ensayo.....	18
3.9.1	Preparación del suelo.....	18
3.9.2	Desinfección de la semilla.....	18
3.9.3	Siembra.....	18
3.9.4	Raleo.....	18
3.9.5	Riego.....	18
3.9.6	Control de maleza.....	19

3.9.7 Control fitosanitario.....	19
3.9.8 Fertilización	19
3.9.9 Cosecha	19
3.10 Variables a evaluar	19
3.10.1 Altura de planta (cm)	19
3.10.2 Vainas por planta.....	19
3.10.3 Semillas por planta	20
3.10.4 Semillas por vaina	20
3.10.5 Peso de 100 semillas (g)	20
3.10.6 Rendimiento en kg/ha.....	20
3.11 Análisis económico	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1 Resultados.....	22
4.1.1 Altura de planta	22
4.1.2 Número de vainas por planta	24
4.1.3 Semillas por planta	26
4.1.4 Numero de semillas por vaina	28
4.1.5 Peso de 100 semillas	29
4.1.6 Rendimiento	31
4.1.7 Análisis Económico	33
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
5.1 Conclusiones	35
5.2 Recomendaciones	35
LITERATURA CITADA.....	36
ANEXOS	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse	16
Cuadro 2. Fuentes de variación y grados de libertad.....	17
Cuadro 3. Valores promedios altura de planta.....	23
Cuadro 4. Valores promedios Número de vainas/planta.....	25
Cuadro 5. Valores promedios número de semillas/planta.....	27
Cuadro 6. Valores promedios número de semillas/vainas	28
Cuadro 7. Valores promedios peso 100 semillas.....	30
Cuadro 8. Valores promedios rendimiento.....	32
Cuadro 9. Comparativa entre costos de producción de frejol productor (MAGAP, 2012) y costos de producción de frejol estudio.....	33

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Valores de altura/planta en la relación	24
Gráfico 2. Valores número vaina/planta en la relación.....	26
Gráfico 3. Valores número semillas/planta en la relación	27
Gráfico 4. Valores número semillas/vaina en la relación	29
Gráfico 5. Valores peso 100 semillas (gr) en la relación	31
Gráfico 6. Valores rendimiento en la relación	32

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Cuadros de Anexo	40
Anexo 2. Imágenes de la realización del trabajo de titulación.....	44

ÍNDICE DE CUADROS DE ANEXO

Cuadro Anexo 1. Análisis de Varianza Altura de planta.....	40
Cuadro Anexo 2. Análisis de Varianza vainas/semilla	40
Cuadro Anexo 3. Análisis de varianza semillas/planta.....	41
Cuadro Anexo 4. Análisis de varianza número de semillas/vaina.....	41
Cuadro Anexo 5. Análisis de varianza peso 100 semillas.....	42
Cuadro Anexo 6. Análisis de varianza Rendimiento	42

ÍNDICE DE FIGURAS DE ANEXO

Figura Anexo 1. Croquis campo.....	43
Figura Anexo 2. Revisión del cultivo	44
Figura Anexo 3. Revisión del cultivo junto al tutor	44
Figura Anexo 4. Siembra del cultivo	45
Figura Anexo 5. Riego del cultivo	45
Figura Anexo 6. Balizaje del cultivo	46
Figura Anexo 7. Cultivo de frejol	46

I. INTRODUCCIÓN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa originaria de Meso América (México) y la región andina constituye un centro de dispersión o variabilidad (Bitochi, *et ál.*, 2011).

En Ecuador, es una de las principales fuentes de proteína y carbohidratos para la población urbana y rural, especialmente para las familias de escasos recursos económicos, que no pueden acceder fácilmente a proteína de origen animal.

Por su alto contenido de proteína (22-25%), carbohidratos, fibra, minerales, la variabilidad genética, la variedad de preparaciones alimenticias, amplia adaptación para su cultivo y habilidad para fijar Nitrógeno atmosférico, hacen del fréjol común un cultivo muy valioso para la humanidad (Singh, 1999).

El fréjol es considerado muy importante para la salud, en especial para diabéticos, personas con problemas cardiovasculares, desnutrición, anemia, obesidad, previene el cáncer y posee otros beneficios (Peralta y Mazón, 2009).

En Ecuador se cultivan dos tipos de fréjol común: arbustivos y volubles (asociados con maíz, en espalderas o tutores). Los arbustivos son cultivados en valles meso-térmicos de la sierra, estribaciones de cordillera y en la región costa; mientras que los volubles son cultivados generalmente en la franja maicera de la sierra y estribaciones. Los dos tipos de fréjol son muy importantes en la seguridad y soberanía alimentaria de miles de pequeños productores y familias ecuatorianas de escasos recursos económicos por ser una fuente, única en muchos casos, de proteína de bajo costo comparado con otras fuentes (Peralta, *et ál.*, 2005).

A más de ser parte del alimento diario en zonas productoras, el fréjol común es también comercializado en los mercados locales o exportado a

Colombia. La forma de consumir y comercializar puede ser como grano fresco o seco. El fréjol tiene demanda por colores, formas, tamaños y sabores.

El fréjol es una leguminosa de mayor consumo en el Ecuador, pero hacen falta variedades mejoradas y al mismo tiempo una mejor tecnología para el manejo del cultivo. La prioridad de esta investigación se enfoca al comportamiento agronómico de esta en base a la aplicación de abonos foliares para obtener un elevado potencial de rendimiento y calidad.

1.2 Problema

El cultivo de frejol se presenta como una alternativa de siembra para los agricultores. Este, siendo parte de la alimentación básica de las personas, tiene una alta demanda de consumo.

Los agricultores interesados, se ven limitados a realizar siembras empíricas, debido a la falta de estudios sociabilizados que indiquen un correcto manejo técnico del cultivo.

1.2.1 Formulación del problema

¿De qué manera, la fertilización con fosfito potásico en el frejol, incide en las diferentes variables agronómicas del cultivo?

1.3 Justificación

La investigación es necesaria, ya que el cultivo de frejol presenta grandes demandas en el mercado, razón por la cual se debe tener un plan nutricional adecuado para obtener el mayor rendimiento por siembra, esto con el fin de presentar una alternativa económica para los productores agrícolas.

1.4 Factibilidad

El presente trabajo de titulación, modelo estudio agronómico, fue factible, gracias a que se contó con los recursos necesarios para llevar a cabo la siembra, manejo y posterior cosecha del producto. Además de contar con el asesoramiento técnico-práctico de los diferentes integrantes de la Facultad de Ciencias Agrarias.

1.5 Objetivos

Los objetivos que se plantearon en la presente investigación fueron:

1.5.1 Objetivo General

Evaluar la respuesta del cultivo de frejol, a la aplicación foliar de cuatro dosis de fosfito de potasio para mejorar la productividad y rentabilidad del cultivo.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo a la aplicación foliar de diferentes dosis con fosfito de potasio.
- Seleccionar la dosis óptima de fosfito de potasio en base a rendimientos de cosecha.
- Realizar un análisis económico comparativo entre los tratamientos del estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo de fréjol

2.1.1 Origen

Se ha postulado a México y Centroamérica como posibles lugares de origen y domesticación del fréjol común, desde aquí se dispersaría a América del Sur (Estrella, 1998).

2.1.2 Clasificación taxonómica

(Isely, 1990) indica que la clasificación taxonómica del fréjol es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Phaseoleae

Subtribu: Phaseolinae

Género: Phaseolus

Especie: vulgaris

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris* L.

2.1.3 Descripción botánica

2.1.3.1 Raíz

En la primera etapa de desarrollo el sistema radical está formado por la radícula del embrión la cual se convierte posteriormente

en la raíz principal o primaria, es decir, la primera identificable (López, Fernández y Schoonhoven, 1991). En general el mayor volumen de la raíz se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo (Arias, Rengifo y Jaramillo, 2007). El sistema radical tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una variación, incluso dentro de la misma variedad. El tipo pivotante auténtico, se presenta en un bajo porcentaje (López *et al*, 1991).

2.1.3.2 Tallo

El tallo es herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis. Tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas. Puede ser erecto, semi postrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad (Arias *et al*, 2007).

El tallo puede ser sub glabro y pubescente, pueden encontrarse derivaciones de tres colores fundamentales: verde, rosado y morado (López *et al*, 1991).

Dependiendo del hábito de crecimiento de la variedad; según López *et al*, (1991) existen dos posibilidades:

- Que el tallo termine en una inflorescencia (racimo) cuyas inserciones se desarrollen primero en flores y después en vainas. Al parecer esta inflorescencia en el tallo normalmente cesa su crecimiento. En este caso, la planta es de hábito de crecimiento determinado.

- La otra posibilidad es que el tallo presente en su parte terminal un meristema vegetativo que le permite eventualmente continuar creciendo, es decir formar más nudos y entrenudos. En este caso, la planta es de hábito de crecimiento indeterminado.

Cuando la planta es de hábito de crecimiento determinado, normalmente el tallo posee un bajo número de nudos y termina en la inserción de la última hoja trifoliada.

En las plantas de hábito indeterminado, el número de nudos del tallo es mayor que en las plantas de hábito determinado ya que en la fase reproductiva, el tallo continúa creciendo.

3.1.3.3 Hábito de crecimiento

Según López *et al* (1991), los principales caracteres morfo-agronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

- El tipo de desarrollo en la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.

- El número de nudos.

- La aptitud para trepar.

- La longitud de los entrenudos y en consecuencia, la altura de la planta.

- Adicionalmente hay que considerar la distribución de las longitudes de los entrenudos a lo largo del tallo.

3.1.3.4 Morfología

Según Peláez (1991), citado por Castillo (1999), el fréjol arbustivo posee raíz pivotante, tallos erectos de consistencia herbácea, con alturas que fluctúan entre 30 y 50 cm, las hojas son compuestas trifoliadas, el foliolo central es simétrico y acuminado, la inflorescencia puede ser axial o terminal, con flores típicas de las papilionáceas con simetría bilateral, los

frutos son vainas o legumbres compuestas por dos valvas, las semillas presentan formas, tamaños y colores diversos de acuerdo a la variedad.

2.2 Características agro-ecológicas del fréjol

Entre las principales están las siguientes:

2.2.1 Requerimientos climatológicos

El fréjol se adapta a diversidad de climas, desde el subtropical seco hasta el templado y frío, se desarrolla con precipitaciones de 400 a 2000 mm bien distribuidos durante el ciclo del cultivo, sus requerimientos son de 110 a 180 mm desde la siembra hasta la floración y de 20 a 70 mm durante la floración y engrosamiento de la vaina.

2.2.2 Requerimientos nutricionales

Valarezo J. (2001) Señala que los requerimientos nutricionales del fréjol varían según la etapa de crecimiento o desarrollo, de la disponibilidad de elementos, de las variedades y condiciones climáticas en que se desarrollan.

Como orientación general se puede señalar las siguientes proporciones: 52 Kg./ha de nitrógeno, 16 Kg./ha de P₂O₅ y 39 Kg./ha de K₂O. El cultivo a lo largo de su ciclo requiere de mucho nitrógeno, pero el 87 % de este elemento procede de la fijación simbiótica y el restante del disponible en el suelo; La absorción de Nitrógeno y Fósforo en la planta sigue a partir de la fase reproductiva a un ritmo similar al de la formación de materia seca, siendo el Potasio variable en función de la disponibilidad de este elemento en el suelo, después de la formación de las vainas se llega a fijar un 28 % del nitrógeno total (Domínguez, 1984 citado por V. Castillo 1999).

2.2.3 Principales plagas

Gallardo, H. et al (2003). Hace conocer que las principales plagas del fréjol en la hoya de Loja son las siguientes:

2.2.4 Empoasca

(*Empoasca Kraemeri Ross*), Orden: *Homoptera*, familia: *Cicadellidae*, es una de las principales plagas del fréjol, no solo en la hoya de Loja sino en toda Sudamérica, ataca al envés de las hojas de donde succiona la sabia, ocasionando la marchites y posterior caída influyendo en la producción. El control de ésta plaga se puede realizar con rotación de cultivos, buena nutrición de la plantación, sembrando variedades resistentes a esta plaga, plantando alrededor del cultivo plantas repelentes como la arrayosa, cebolla, marco, hierba Luisa, entre otras, finalmente se puede aplicar maceraciones a base de ají picante.

2.2.5 Diabrotica sp

Orden: *Coleoptera*, familia: *Chrysomelidae*, es uno de los insectos que junto a la empoasca causan las mayores pérdidas en los cultivares de fréjol, su ataque lo realiza devorando el área foliar, parte tierna del tallo y botones florales. El control se lo puede realizar eligiendo bien las épocas de siembra y aplicando maceraciones de ají y otros productos vegetales de origen agrícola, son muy buenos repelentes de insectos.

2.2.6 Gusano de la vaina.

(*Epinotia opposita*), *Lepidoptera*, son larvas que se alimentan de las yemas, ocasionando el apareamiento de hojas deformes, aborto de flores y deformación del tallo, aunque el daño más fuerte lo provocan en las vainas las que son perforadas permitiendo la entrada de microorganismos patógenos, el control se lo puede hacer igual que el anterior.

2.2.7 Gusano trozador

(*Agrotis ypsilon*), Orden: *Lepidoptera*, familia: *Noctuidae*, estos insectos atacan a las plantas cortándolas a nivel del suelo o por debajo del mismo, generalmente las larvas se alimentan del hipocotilo, pudiendo llegar a dañar los cotiledones y las hojas cotiledonarias en su estado embrionario. Su control se lo puede realizar haciendo una adecuada preparación del terreno con una remoción profunda y buena exposición de éste a los rayos solares. La época de control puede abarcar antes de la floración hasta el inicio de la formación de las vainas.

2.3 Principales enfermedades

Gallardo, H. et al, (2003) indica que las principales enfermedades del fréjol son:

2.3.1 La roya

(*Uromyces phaseoli*), es un hongo que pertenece a la subdivisión *Basidiomycetes*, de la familia *Pucciniaceae*, que provoca los mayores daños cuando se presenta en los períodos de prefloración y floración, ataca a las hojas y su apareamiento lo hace inicialmente como pequeñas manchas blancas cloróticas con ligeras protuberancias en el haz y en el envés, éstas aumentan de tamaño hasta formar pústulas de color pardo rojizo que liberan un polvillo herrumbroso el cual contiene las esporas de éste hongo, las cuales al ser transportado por el viento, el golpe de las gotas de lluvia o insectos se convierte en la transmisión de esta enfermedad. Se puede controlar con la densidad adecuada del cultivo (1 a 2 semillas por sitio a 0,40 m de distancia), manteniendo limpio el cultivo de malas hierbas y teniendo buenos drenajes. Cuando el cultivo se lo realiza con riego, en lo posible se debe evitar mojar excesivamente el follaje.

2.3.2 Oidium

(*Erysiphe polygoni*), es un hongo *Ascomycete* de la familia *Erysiphaceae*, se lo conoce también con el nombre vulgar de cenicilla del fréjol, éste ataca en las etapas cercanas a la madurez y se ve favorecido por la humedad. Inicialmente forma manchas oscuras en las hojas, posteriormente crecen convirtiéndose en manchas grandes cubiertas de micelio polvoriento.

El control más efectivo es la limpieza y aireación del cultivo, en caso de ataque extremo se debe aplicar una dilución al 0,2 % de ceniza de fogón en agua.

2.3.3 Antracnosis

(*Collectotrichum lindemuthianum*), pertenece a los hongos imperfectos de los *Deuteromycotas*, familia *Melanconiaceae*, esta enfermedad se desarrolla con mayor facilidad y rapidez cuando la temperatura se encuentra entre 17 y 20°C y una alta humedad relativa (80 %). Puede presentarse en cualquier parte de la planta excepto en la raíz, el daño que causa son lesiones necróticas de color rojo ladrillo que luego se tornan oscuras. El control se lo puede realizar con una adecuada desinfección de las semillas y con la utilización de variedades resistentes.

2.4 Agrotécnia del cultivo

Según Cuenca y Tenesaca (2001). La agrotécnia del cultivo implica todas las actividades desarrolladas antes durante y después del cultivo, y es la siguiente:

2.4.1 Análisis de suelo

El muestreo se desarrollan utilizando el método de zig-zag, y este estudio se efectúa para determinar la fertilidad con los componentes físicos: textura y estructura; y, químicos: Nitrógeno, Fósforo y Potasio, Materia orgánica y pH. Obteniendo los siguientes resultados: Clase textural = Franco arcilloso limoso; pH = 6.9, ligeramente ácido; materia orgánica = 2.55%, bajo; Nitrógeno = 20 ug/ml, bajo; Fósforo =11 ug/ml, muy bajo; Potasio, 160 ug/ml, medio.

2.4.2 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realiza conforme a la costumbre de los agricultores, esto es con el uso de arado de yunta; y, la parcelación se ejecuta con la ayuda de estacas, piola, flexómetro y croquis.

2.4.3 Diversidad Genética

En el país existe gran diversidad de variedades de fréjol con tonalidades de color que van desde rojo claro hasta negro. Las variedades que actualmente se cultivan en el Ecuador son:

NOMBRE	TIPO DE GRANO
Cargabello	Rojo moteado
Yunguilla (tipo cargabello)	Rojo moteado Blanco
Imbabura	Blanco grande
Percal blanco	Blanco mediano
Cocacho	Amarillo mediano
Peruano	Crema alargado
Chabelo	Rojo moteado grande
Mantequilla	Crema mediano
Paragachi	Rojo moteado
Vilcabamba	Crema moteado

Imbabello	Rojo moteado
Cojema.	Rojo moteado

FUENTE: INIAP 1998

Cabe anotar que existen otras variedades, pero que conforme se han ido realizando mejoras a las que mayormente demanda el mercado, estas han ido desapareciendo de una manera paulatina. (ALVARADO y JUMBO 2002).

2.4.4 Aplicaciones foliares en el cultivo de frejol.

La aplicación de nutrimentos por vía foliar es una práctica de gran importancia en la agricultura; de ahí la necesidad de conocer la estructura de la hoja con más detalle BULISANI *et al* (1973), señalan que la técnica de fertilización foliar tiene como ventajas la economía, eficiencia y rapidez en la aplicación y además, esta práctica se puede asociar con los controles de plagas y enfermedades.

CAMARGO (1970) informa que en la mayoría de los casos, los nutrimentos aplicados por vía foliar son absorbidos rápidamente y trasladados a otras partes de la planta.

La aplicación de úrea por vía foliar ha dado pruebas de ser un método efectivo para remediar la escasez momentánea de nitrógeno en muchas plantas WITTEWYER y TEUBNER (1957) trabajando en fréjol, encontraron que esta planta absorbe el 50% de la úrea aplicada por las hojas, en un período de una a seis horas, y el fósforo, aplicado igualmente por las hojas, lo absorbe en un período de uno a seis días. PLENISKAR señala que el azufre aplicado por vía foliar a las plantas de fréjol se absorbe en un período de 48 horas y que buena parte de ese azufre se traslada a otras partes de la planta.

Aumentos substanciales han sido señalados en el rendimiento de semillas de soya en respuesta a la aplicación de N, P, K y S por vía foliar. Sin embargo, en esta misma línea, también se ha determinado que aplicaciones

de fertilizantes por vía foliar en soya no aumentan en forma significativa el rendimiento de semillas.

LAUER (1982) expresa que en fréjol existen muy pocas referencias sobre la fertilización con abonos completos que contengan N, P, K y S. Para fréjol se ha reseñado que la aplicación foliar de fertilizantes con N, P, K y S no muestra ningún efecto en el rendimiento si el suelo ha sido adecuadamente fertilizado, además que los abonos aplicados al fréjol por las hojas muchas veces causan daños sobre las mismas hojas.

2.5 Hipótesis

La fertilización adecuada dada por el fosfito potásico al cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris L.*) aumentara el rendimiento y posterior ganancia al productor.

2.5.1 Variable dependiente

Las variables dependientes de esta hipótesis son el rendimiento por hectárea y el ingreso económico percibido por el agricultor

2.5.2 Variable independiente

La variable independiente de esta hipótesis son las dosis de fertilización del fosfito potásico.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y descripción del lugar de la investigación

Esta investigación se realizó en la época seca, mes de agosto del 2017, en la unidad experimental de la “Universidad de Guayaquil”, ubicada en el sector Vainillo, perteneciente al cantón El Triunfo, provincia del Guayas. Sus coordenadas geográficas ^{1/} son: 2° 15'15" latitud sur y 73° 38'40" longitud occidental a 17 msnm.

3.2 Características de clima y suelo

Los datos meteorológicos del sector son los siguientes ^{2/}:

Temperatura máxima anual	29.40 °C
Temperatura mínima anual	21.25 °C
Humedad relativa anual	75 – 85 %
Registro de horas sol anual	700
Registro de precipitación	1500 mm

La topografía del terreno es plana, de textura franco limoso. Según la clasificación ecológica de Holdridge corresponde al bosque tropical.

^{1/} Datos tomados con GPS.

^{2/} Datos proporcionados por Ingenio Azucarero San Carlos, 2011.

3.3 Materiales

3.3.1 Material experimental

Se utilizó semillas de fréjol certificadas de dos variedades:

- CARGABELLO (ROJO MOTEADO)
- MANTEQUILLA (CREMA MEDIANO).

3.3.2 Materiales de campo

Azadones, croquis de los ensayos, rastrillos, etiquetas, piola, cámara fotográfica, estacas, libro de campo, flexómetro, lápices y marcadores.

3.3.3 Materiales para recopilación y análisis de resultados

Libro de campo, computador y programas para texto y datos, hojas para impresiones, lápiz y borrador, calculadora.

3.4 Factores estudiados

Se estudió los siguientes factores:

Dos fenotipos de fréjol:

- Cargabello (V1)
- Mantequilla (V2)

Dosis de fertilización foliar a base de fosfito de potasio:

- 0 (D1)

- 500 (D2)
- 1000 (D3)
- 1500 (D4)

3.5 Diseño tratamientos

La combinación de las dos variedades de fréjol con las cuatro dosis de fosfito de potasio da un total de diez combinaciones de tratamientos, los mismos que se detallan en el cuadro 1.

Tratamientos	Variedades	Dosis Fosfito de potasio (K₂PO₃) (cc/ha)	Interacción
1	1	0	V1D1
2	1	500	V1D1
3	1	1000	V1D3
4	1	1500	V1D4
5	2	0	V2D1
6	2	500	V2D2
7	2	1000	V2D3
8	2	1500	V2D4

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse

Las aplicaciones de fosfito de potasio fueron dos: la primera a los 15 días y la segunda a los 30 días después de la siembra.

3.6 Diseño experimental

Debido a la naturaleza del trabajo las variables a evaluar fueron analizadas con el diseño de bloques al azar, en arreglo factorial 2x5

distribuidos aleatoriamente con cuatro repeticiones. En la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidades.

3.7 Análisis de varianza

Andeva

F. de V.	G.L.	
Repeticiones	3	
Tratamientos	7	
Variedades		1
Dosis de fosfito		3
VxD		3
Error Experimental	21	
Total	31	

Cuadro 2. Fuentes de variación y grados de libertad

3.8 Delineamiento experimental

Número de tratamientos	8
Número de repeticiones	4
Número de hileras	6
Hileras útiles por parcela	4
Longitud de hileras	5 m
Distancia entre sitio	0.20 m
Área de parcelas	12 m ²
Área de ensayo	576 m ²
Número de sitio/hilera	25
Número de plantas/hileras	50
Población/ha	125.000 plts/ha

3.9 Manejo del ensayo

3.9.1 Preparación del suelo

Previamente se realizó el desbroce de la maleza, seguido de un pase de arado y dos de rastra en forma cruzada, con la finalidad de desmenuzar el suelo y dejar el mismo en condiciones adecuadas para la siembra.

3.9.2 Desinfección de la semilla

Para evitar presencia de plagas y enfermedades previo a la siembra, se trató la semilla con Vitavax® 300 (Carboxin+Thiram), o en su producto genérico conocido como Canapeg 300, en dosis de 2 g/kg de semilla.

3.9.3 Siembra

La siembra se realizó en forma manual depositando dos semillas por sitio o golpe, con un distanciamiento de 0,20 m en línea y una separación entre líneas de 0,45 m

3.9.4 Raleo

El raleo se realizó en caso necesario, a los 12 días después de la siembra, con el fin de dejar dos plantas por sitio lo que correspondió a 222.000 plts/ha.

3.9.5 Riego

Se realizó de acuerdo a los requerimientos del cultivo y condiciones ambientales: germinación de la semilla, dos riegos durante la fase vegetativa y tres durante la fase reproductiva.

3.9.6 Control de maleza

Para el control de malezas en pre-emergencia se aplicó 200 cc de Gramilax y 200 cc de Gramoxone; posteriormente el control de malezas se realizó en forma manual.

3.9.7 Control fitosanitario

Para el control de insectos comedores de hojas (*Diabotica sp.*), se aplicó: cinco cucharadas de Captan 80 y 50 cc de Dimethoate.

3.9.8 Fertilización

Se aplicaron dos sacos de abono completo incorporados en el último pase de arada y dos sacos de urea a los 25 días del cultivo.

3.9.9 Cosecha

La cosecha se realizó cuando el cultivo haya culminado su ciclo Vegetativo a los 120 días aproximadamente.

3.10 Variables a evaluar

3.10.1 Altura de planta (cm)

De cada tratamiento se tomó cinco plantas al azar, se midieron en centímetros desde el nivel del suelo hasta el ápice del eje central, luego se promediaron.

3.10.2 Vainas por planta

En las cinco plantas tomadas al azar se procedió a contar las vainas secas para después promediar.

3.10.3 Semillas por planta

En las cinco plantas consideradas al azar se estableció el número de semillas por planta, luego se promedió el resultado.

3.10.4 Semillas por vaina

Para este caso se dividió el total del número de semillas por planta, para el total de vainas por plantas.

3.10.5 Peso de 100 semillas (g)

Se tomó el peso de 100 semillas sanas, registrándose la medida en gramos.

3.10.6 Rendimiento en kg/ha

El peso de cada tratamiento se expresó en gramos y luego se transformó a kg/ha, mediante la siguiente ecuación:

$$Rendimiento = \frac{Pa (100 - hi)}{100 - hd}$$

Pa: peso ajustado al tratamiento.

Pm: peso de la muestra.

Hi: humedad inicial al momento del peso.

Hd: humedad deseada (13%).

3.11 Análisis económico

Para el presente trabajo se utilizó una comparativa entre los costos de producción promedio del agricultor con los costos que incluyen el uso del mayor rendimiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Los diferentes resultados dados fueron previamente analizados estadísticamente, para realizar una diferenciación estadística sobre la viabilidad de las diferentes dosis de fertilización aplicada al frejol.

4.1.1 Altura de planta

Tal como se observa en el cuadro 3, los valores promedio de altura de planta perteneciente a las diferentes dosis de fosfito de potasio no presentaron diferenciación estadística, mientras que los promedios de altura de las variedades a estudio, presentaron diferenciación estadística entre ellas. Los tratamientos dados por las combinaciones entre las variedades y las dosis de fertilización presentaron diferenciación estadística.

En el Cuadro Anexo 1, se puede observar que el coeficiente de variabilidad entre las diferentes variables de estudio fue de 1.70%.

VARIEDAD	Altura de planta
Cargabello	42,65a
Mantequilla	41,79b
DOSIS	
Fosfito de potasio 0 cc/ha	42,47a
Fosfito de potasio 500 cc/ha	42,58a
Fosfito de potasio 1000 cc/ha	41,94a
Fosfito de potasio 1500 cc/ha	41,89a
RELACIÓN	
Tratamiento 1	42,58ab
Tratamiento 2	43,45a
Tratamiento 3	42,59ab
Tratamiento 4	41,98ab
Tratamiento 5	42,35ab
Tratamiento 6	41,72b
Tratamiento 7	41,28b
Tratamiento 8	41,80b

Cuadro 3. Valores promedios altura de planta

En el Grafico 1 se puede observar que el tratamiento 2 (V1 con d2) con 43.45 cm fue el mayor valor con respecto a la altura de planta, mientras que el tratamiento 7 (V2 con d3) con 41,28 cm fue el valor más bajos de la variable estudiada.

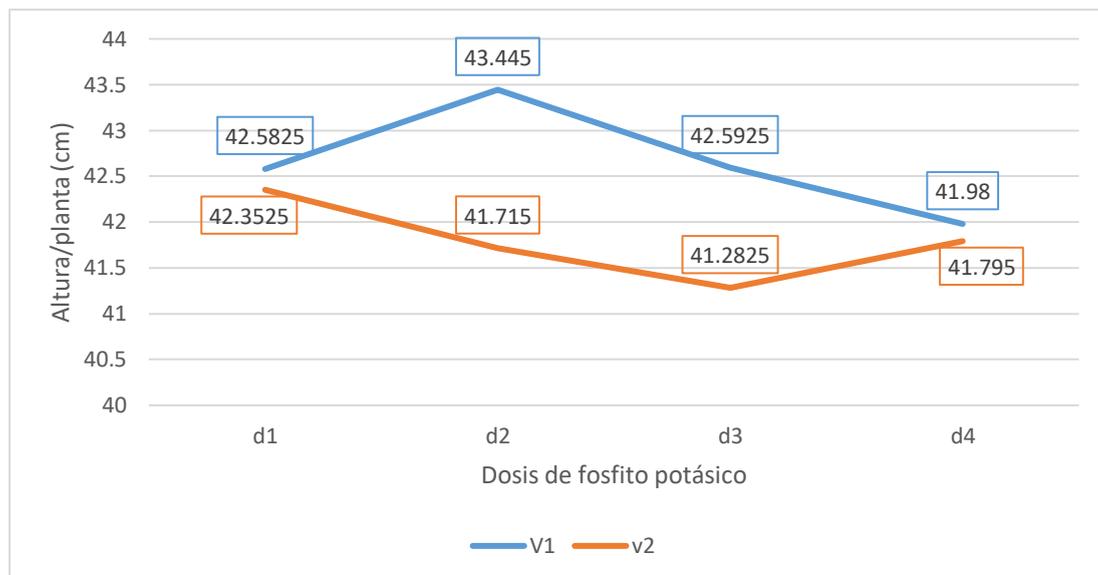


Gráfico 1. Valores de altura/planta en la relación

Estos valores obtenidos, concuerdan con lo indicado sobre el altura de las plantas por Castillo (1999)., el cual en su estudio cita que el crecimiento del frejol esta dado entre 30 y 50 cm.

4.1.2 Número de vainas por planta

Tal como se observa en el cuadro 4, ni las variedades, ni las dosis, ni los tratamientos dados por las relaciones entre variedades y dosis presentaron diferenciación estadística entre ellas.

En el Cuadro Anexo 2, se puede observar que el coeficiente de variabilidad entre las diferentes variables de estudio fue de 4,00%.

VARIEDAD	Vainas por planta
Cargabello	13,76a
Mantequilla	13,81a
DOSIS	
Fosfito de potasio 0 cc/ha	13,41a
Fosfito de potasio 500 cc/ha	13,92a
Fosfito de potasio 1000 cc/ha	13,83a
Fosfito de potasio 1500 cc/ha	13,98a
RELACIÓN	
Tratamiento 1	11,51a
Tratamiento 2	14,08a
Tratamiento 3	13,90a
Tratamiento 4	13,80a
Tratamiento 5	13,55a
Tratamiento 6	13,78a
Tratamiento 7	13,75a
Tratamiento 8	14,15a

Cuadro 4. Valores promedios Número de vainas/planta

En el Grafico 2 se observa que el tratamiento 8 obtuvo el mayor valor promedio con 14,15 vainas/planta, mientras que el tratamiento 1 dio como resultado el valor mas bajo, con 11,51 vainas/planta.

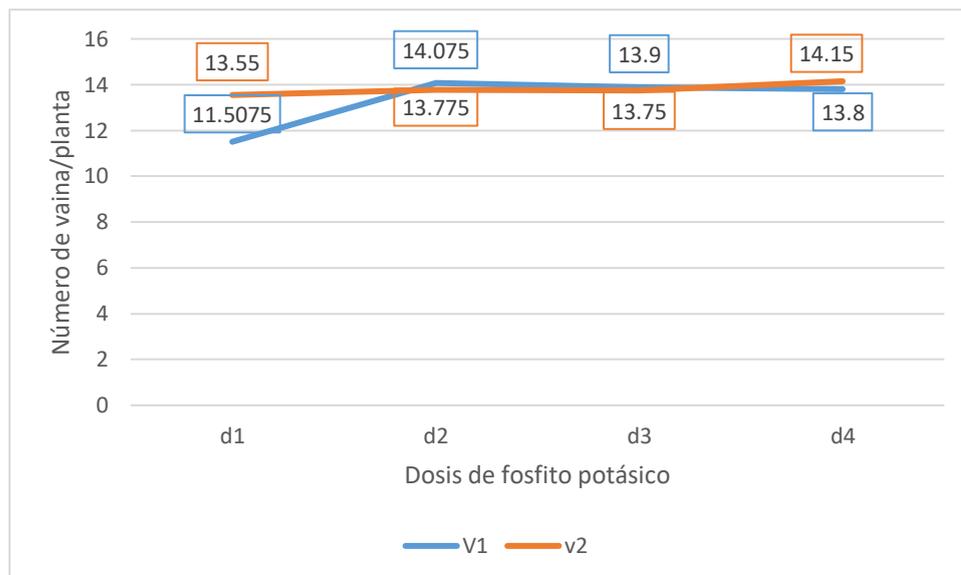


Gráfico 2. Valores número vaina/planta en la relación

4.1.3 Semillas por planta

Tal como se observa en el cuadro 5, los valores promedio de altura de planta perteneciente a las diferentes dosis de fosfito de potasio presentaron diferenciación estadística, mientras que los promedios de altura de las variedades a estudio, presentaron diferenciación estadística entre ellas. Los tratamientos dados por las combinaciones entre las variedades y las dosis de fertilización presentaron diferenciación estadística.

En el Cuadro Anexo 3, se puede observar que el coeficiente de variabilidad entre las diferentes variables de estudio fue de 5,62%.

VARIEDAD	Semillas por planta
Cargabello	65,22a
Mantequilla	59,14b
DOSIS	
Fosfito potasio 0 cc/ha	58,38b
Fosfito de potasio 500 cc/ha	65,2a
Fosfito de potasio 1000 cc/ha	63,29a
Fosfito de potasio 1500 cc/ha	61,86ab
RELACIÓN	
Tratamiento 1	61,55abc
Tratamiento 2	66,85a
Tratamiento 3	66,58a
Tratamiento 4	65,90a
Tratamiento 5	55,20c
Tratamiento 6	63,55ab
Tratamiento 7	60,00abc
Tratamiento 8	57,83bc

Cuadro 5. Valores promedios número de semillas/planta

Como se observa en el Grafico 3, el tratamiento 2 con 66,85 semillas/planta presentó el mayor promedio de la variable, mientras que el tratamiento 5 con 55,20 semillas/planta arrojó el menos valor promedio.

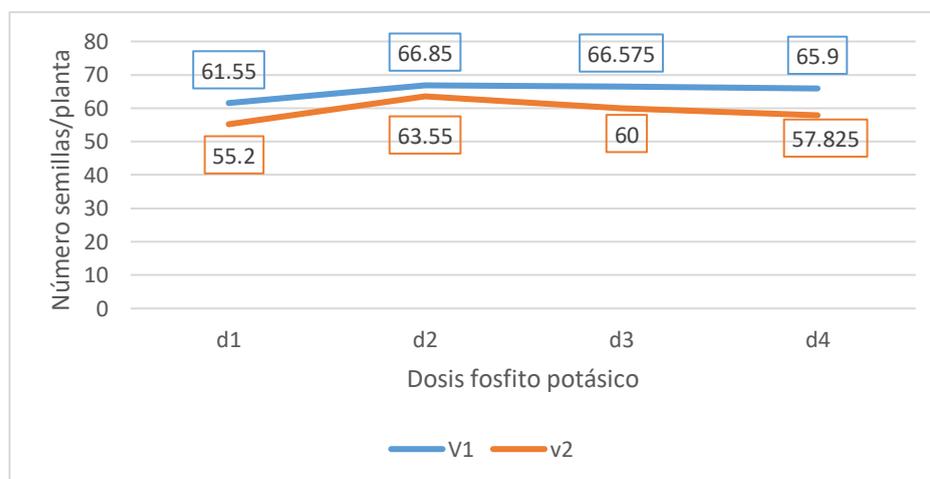


Gráfico 3. Valores número semillas/planta en la relación

4.1.4 Numero de semillas por vaina

Tal como se observa en el cuadro 6, ni las variedades, ni las dosis, ni los tratamientos dados por las relaciones entre variedades y dosis presentaron diferenciación estadística entre ellas.

En el Cuadro Anexo 4, se puede observar que el coeficiente de variabilidad entre las diferentes variables de estudio fue de 8,41%.

VARIEDAD	Semillas por vaina
Cargabello	4,74a
Mantequilla	4,42b
DOSIS	
Fosfito potasio 0 cc/ha	4,37a
Fosfito de potasio 500 cc/ha	4,68a
Fosfito de potasio 1000 cc/ha	4,62a
Fosfito de potasio 1500 cc/ha	4,64a
RELACIÓN	
Tratamiento 1	4,69a
Tratamiento 2	4,79a
Tratamiento 3	4,77a
Tratamiento 4	4,71a
Tratamiento 5	4,06a
Tratamiento 6	4,57a
Tratamiento 7	4,47a
Tratamiento 8	4,58a

Cuadro 6. Valores promedios número de semillas/vainas

Como indica el Grafico 4, el valor de 4,79 semillas/vaina dado por el tratamiento 2 fue el mayor promedio registrado en el experimento. El tratamiento 5 de promedio 4,06 semillas/vaina fue el menor registrado.

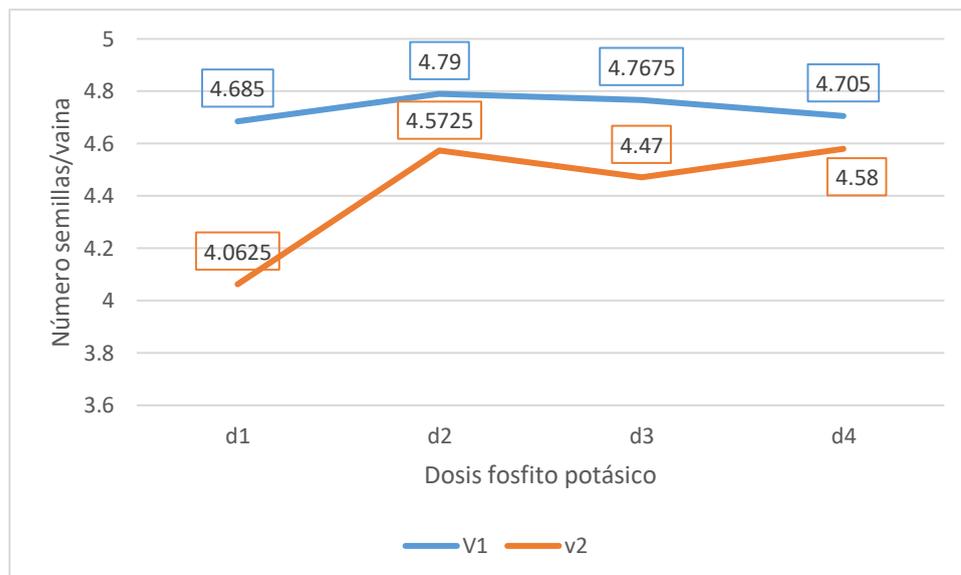


Gráfico 4. Valores número semillas/vaina en la relación

4.1.5 Peso de 100 semillas

Tal como se observa en el cuadro 7, ni las variedades, ni las dosis, ni los tratamientos dados por las relaciones entre variedades y dosis presentaron diferenciación estadística entre ellas.

En el Cuadro Anexo 5, se puede observar que el coeficiente de variabilidad entre las diferentes variables de estudio fue de 12,89%.

VARIEDAD	Peso de 100 semillas
Cargabello	55,3a
Mantequilla	52,19a
DOSIS	
Fosfito potasio 0 cc/ha	49,86a
Fosfito de potasio 500 cc/ha	52,59a
Fosfito de potasio 1000 cc/ha	54,93a
Fosfito de potasio 1500 cc/ha	57,6a
RELACIÓN	
Tratamiento 1	46,54a
Tratamiento 2	53,32a
Tratamiento 3	59,82a
Tratamiento 4	61,52a
Tratamiento 5	53,18a
Tratamiento 6	51,79a
Tratamiento 7	55,37a
Tratamiento 8	50,84a

Cuadro 7. Valores promedios peso 100 semillas

Como se observa en el Grafico 5, el tratamiento 4 con un promedio de 61,52 gr, fue el mayor registrado en el experimento. El tratamiento 1 fue el menor registrado, con 46,54 gr promedio.

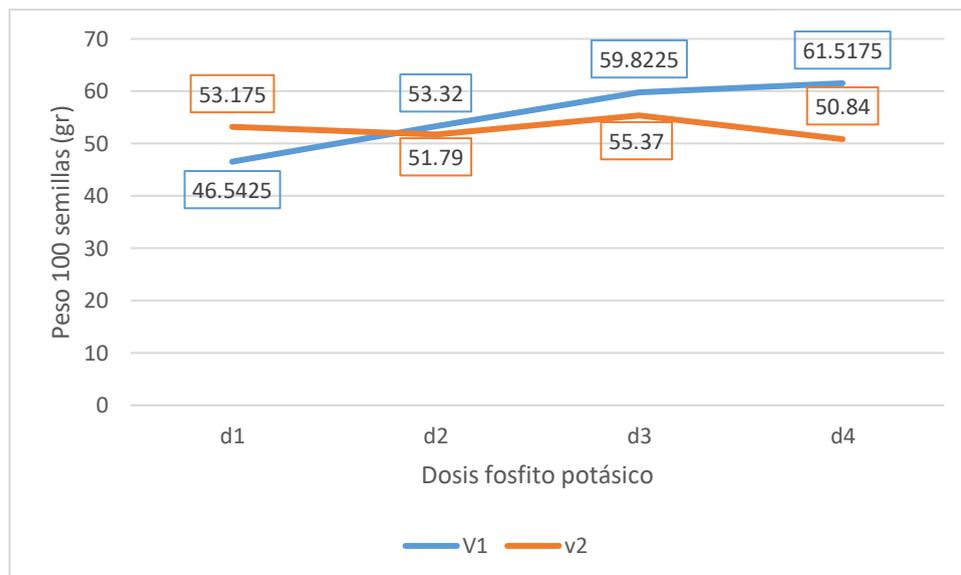


Gráfico 5. Valores peso 100 semillas (gr) en la relación

4.1.6 Rendimiento

Tal como se observa en el cuadro 5, los valores promedio de altura de planta perteneciente a las diferentes dosis de fosfito de potasio presentaron diferenciación estadística, mientras que los promedios de altura de las variedades a estudio, presentaron diferenciación estadística entre ellas. Los tratamientos dados por las combinaciones entre las variedades y las dosis de fertilización presentaron diferenciación estadística.

En el Cuadro Anexo 6, se puede observar que el coeficiente de variabilidad entre las diferentes variables de estudio fue de 13,06%.

VARIEDAD	Rendimiento
Cargabello	1081,94a
Mantequilla	780b
DOSIS	
Fosfito potasio 0 cc/ha	850,88b
Fosfito de potasio 500 cc/ha	905,63ab
Fosfito de potasio 1000 cc/ha	1001,88a
Fosfito de potasio 1500 cc/ha	965,5ab
RELACIÓN	
Tratamiento 1	903,75bcd
Tratamiento 2	1045,50abc
Tratamiento 3	1172,75ab
Tratamiento 4	1205,75a
Tratamiento 5	798,00cd
Tratamiento 6	765,75d
Tratamiento 7	831,00cd
Tratamiento 8	725,25d

Cuadro 8. Valores promedios rendimiento

Como se ve en el Grafico 6, el tratamiento 4 presentó el mayor valor promedio, con 1206,75 kg/ha, mientras que el tratamiento 8 presentó el menor valor promedio con 725,25 kg/ha.

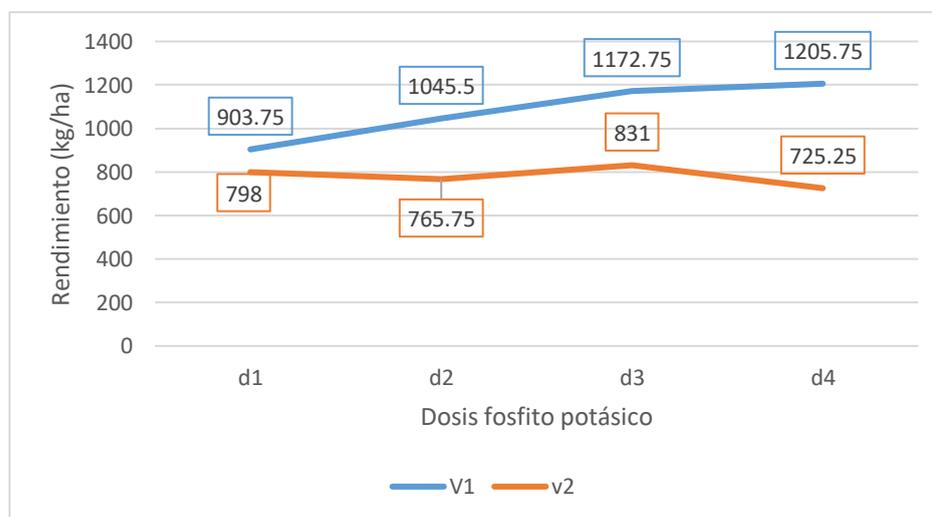


Gráfico 6. Valores rendimiento en la relación

4.1.7 Análisis Económico

	Costo Productor	Costo estudio (aprox)
Preparación terreno (USD)	60,00	60,00
Siembra (USD)	112,50	112,50
Fertilización (USD)	161,32	30,00
Labores culturales (USD)	250,00	250,00
Control Fitosanitario (USD)	150,00	150,00
Cosecha (USD)	90,00	90,00
Arriendo Terreno (USD)	250,00	250,00
Costos directos (USD)	1073,82	942,50
Costos indirectos (USD)	81,35	81,35
Costo total (USD)	1155,17	1023,85
Rendimiento (K/ha)	1450,00	1200,00
Costo venta (USD/kg)	0,90	0,90
Ingresos brutos	1305,00	1080,00
Utilidad (USD)	149,83	56,15
Rentabilidad (%)	12,97	5,48

Cuadro 9. Comparativa entre costos de producción de frejol productor (MAGAP, 2012) y costos de producción de frejol estudio.

Como indica el cuadro 15, los valores de utilidad y rentabilidad obtenidos para el estudio, tomando el mayor promedio de rendimiento fueron mucho menores a los que obtiene el agricultor con su metodología de manejo, con valores de utilidad 149,83 USD y rentabilidad de 12.97% para el agricultor y 56,15 USD y 5,48% para el estudio con fosfito.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

En el presente estudio se concluye, que las variedades de frejol MANTEQUILLA y CARGABELLO reaccionan a las diferentes aplicaciones de fosfito de potasio de manera significativa en la mayoría de los casos.

Las dosis de fertilización de 500 cc/ha y 1500 cc/ha en ambas variedades demostraron llevar los picos de crecimiento más altos por cada variedad estudiada.

Los hábitos de crecimiento del frejol, junto con un buen manejo fitosanitario del cultivo y una nutrición adecuada, dará como resultados el mejoramiento de las características agronómicas del cultivo de frejol.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda ampliar la investigación agronómica del cultivo de frejol, para así determinar un plan de fertilización adecuado para las diferentes etapas del cultivo, con el fin de obtener mayores resultados de número de semillas por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento de cosechas, los cuales determinarán el valor económico de la producción final.

LITERATURA CITADA

ARIAS, J.; RENGIFO, T.; JARAMILLO, M. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas

(BPA) en la producción de fríjol voluble. Consultado el 14 Ene 2014. Disponible en: <http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf>

ALVARADO y JUMBO. 2002. Citado por Cruz. Fertilización orgánica en el cultivo de fréjol.

CAMARGO, P.N. Principios de nutrição foliar. Edit. Agronómica Ceres, Piraçicaba, Brasil. 1970. 118 pp.

Bitocchi, E., a, L. Nanni, E. Bellucci, M. Rossi, A. Giardini, P. Spagnoletti, G.

Logozzob, J. Stougaard, P. McCleand, G. Attenee, R. Papa. 2011. Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, 60131 Ancona, Italy.

BULISANI, E.A., I.D. ALMEIDA y J.D. DEMATTE. Observações preliminares sobre adubação foliar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). *Bragantia* 32:1216.1973

CASTILLO, V. et al. 1 999. Rendimientos del Fréjol Arbustivo en el Cantón Puyango. Tesis de Ing. Agr. Loja , Ecuador.

CUENCA, M. TENESACA, O. 2 001. Fertilización de Fréjol, Variedad Panamito con Estiércol Caprino y Roca Fosfórica en el Cantón Macará. Tesis de Ing. Agrn. Loja, Ecuador.

ESTRELLA, E. 1998. El pan de América, Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. Quito, EC. p. 257

GALLARDO, H. Et al. 2003. "Caracterización de Trescientas Diez Líneas de Fréjol Bola como Inicio de la Mejora Genética". Tesis Ing. Agr. Loja – Ecuador. pp 9-11

INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC.)

1993. Curso sobre: cultivo, fomento y consumo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) resúmenes. Cañar, EC. PROFIZA. p. 56

INIAP – CIAT. 1996. El cultivo del Fréjol común en los valles. Ed. CIAT, MAG, INIAP. Quito – Ecuador.

LAUER, D.A. Foliar fertilization on dry beans with Zn and N, P, K, S. Agron.Jour. 74(2):338344.1982.

LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F.; SCHOONHOVEN, A. 1991. Frijol: investigación y producción. Cali, CO. CIAT. p.irr.

Peralta, E., Mazón, N. 2009. Plegable No. 221 mejore su salud, nutrición y alimentación...consume fréjol. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.

Peralta, E. et ál., 2005. Manual Agrícola de Leguminosas. Cultivos y Costos de Producción. Programa Nacional de Leguminosas, Estación Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 43 p.

PLENISKAR, M. The uptake and distribution of $^{35}\text{SO}_2$ in beans (*Phaseolus vulgaris*) c.v. Pasuljica. Plant. Sci. Letters.10:205211. 1977.

VALAREZO, J. 2 001. comp.. Manual de Fertilidad de Suelos.
Universidad Nacional de Loja, AARNR, CIA. 84 p

WITTWER, S.H. and F.G. TEUBNER. Foliar absorption of mineral nutrient.
Ann.Rev. Plant Physiol. 10:13-33. 1957

ANEXOS

Anexo 1. Cuadros de Anexo

F.de V.	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado media	F" c"	F" T"	
					5%	1%
Variedades	1	5,9685125	5,9685125	11,65**	4,32	8,02
Dosis	3	3,0496375	1,01654583	1,98NS	3,07	4,87
Interacción VarxDosis	3	3,6237375	1,2079125	2,36NS	3,07	4,87
Repeticiones	3	0,3776125	0,12587083	0,25NS	3,07	4,87
Error Experimental	21	10,7545875	0,51212321			
Total	31	23,7740875				
Coeficiente Var.	1,70%					

Cuadro Anexo 1. Análisis de Varianza Altura de planta

F.de V.	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado media	F" c"	F" T"	
					5%	1%
Variedades	1	0,0153125	0,053125	0,05NS	4,32	8,02
Dosis	3	1,5684375	0,5228125	1,72NS	3,07	4,87
Interacción VarxDosis	3	0,6059375	0,20197917	0,66NS	3,07	4,87
Repeticiones	3	2,6259375	0,8753125	2,88NS	3,07	4,87
Error Experimental	21	6,3865625	0,30412202			
Total	31	11,2021875				
Coeficiente Var.	4,00%					

Cuadro Anexo 2. Análisis de Varianza vainas/semilla

F.de V.	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado media	F"c"	F"T"	
					5%	1%
Variedades	1	295,245	295,245	24,18**	4,32	8,02
Dosis	3	199,40625	66,46875	5,44**	3,07	4,87
Interacción VarxDosis	3	24,0525	8,0175	0,66NS	3,07	4,87
Repeticiones	3	22,80375	7,60125	0,62NS	3,07	4,87
Error Experimental	21	256,46125	12,2124405			
Total	31	797,96875				
Coeficiente Var.	5,62%					

Cuadro Anexo 3. Análisis de varianza semillas/planta

F.de V.	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado media	F"c"	F"T"	
					5%	1%
Variedades	1	0,79695312	0,79695312	5,37*	4,32	8,02
Dosis	3	0,46555937	0,15518646	1,05NS	3,07	4,87
Interacción VarxDosis	3	0,28093438	0,09364479	0,63NS	3,07	4,87
Repeticiones	3	1,01998437	0,33999479	2,29NS	3,07	4,87
Error Experimental	21	3,11584063	0,14837336			
Total	31	5,67927187				
Coeficiente Var.	8,41%					

Cuadro Anexo 4. Análisis de varianza número de semillas/vaina

F.de V.	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado media	F"c"	F"t"	
					5%	1%
Variedades	1	77,532378	77,5323781	1,62NS	4,32	8,02
Dosis	3	261,31665	87,1055531	1,81NS	3,07	4,87
Interacción VarxDosis	3	401,62431	133,87477	2,79NS	3,07	4,87
Repeticiones	3	9,291584	3,0971948	0,06NS	3,07	4,87
Error Experimental	21	1008,0636	48,003031			
Total	31	1757,8286				
Coefficiente Var.	12,89%					

Cuadro Anexo 5. Análisis de varianza peso 100 semillas

F.de V.	G.L.	Suma Cuadrados	Cuadrado media	F"c"	F"t"	
					5%	1%
Variedades	1	729330,031	729330,03	49,36**	4,32	8,02
Dosis	3	106219,344	35406,448	2,4NS	3,07	4,87
Interacción VarxDosis	3	144902,844	48300,948	3,27*	3,07	4,87
Repeticiones	3	10161,8438	3387,2813	0,23NS	3,07	4,87
Error Experimental	21	310318,906	14777,091			
Total	31	1300932,97				
Coefficiente Var.	13,06%					

Cuadro Anexo 6. Análisis de varianza Rendimiento

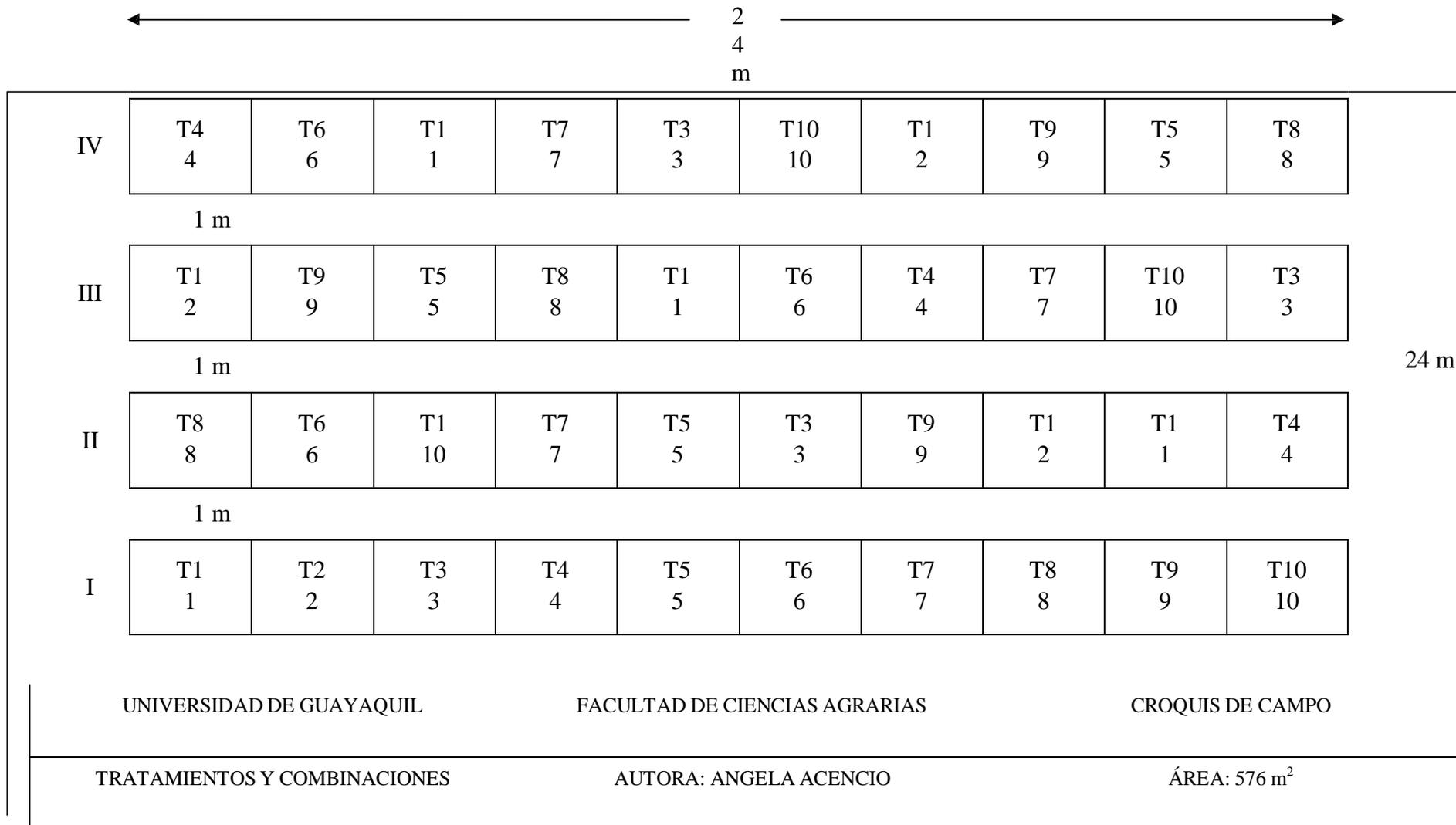


Figura Anexo 1. Croquis campo

Anexo 2. Imágenes de la realización del trabajo de titulación



Figura Anexo 2. Revisión del cultivo



Figura Anexo 3. Revisión del cultivo junto al tutor



Figura Anexo 4. Siembra del cultivo



Figura Anexo 5. Riego del cultivo



Figura Anexo 6. Balizaje del cultivo



Figura Anexo 7. Cultivo de frejol