



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tema

**PRODUCCIÓN DE FREJOL ROJO CULTIVADO EN DIFERENTES
DENSIDADES SIEMBRA (*Phaseolus vulgaris* L) EN EL
CANTÓN ELOY ALFARO**

**Previo a la obtención del título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

Autor

GARY LOBERTTY FONSECA PINARGOTE

Director de Tesis

LCDO. HECTOR ESTEBAN CASTILLO VERA MSc.

Quevedo - Ecuador

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

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

Gary Lobertty Fonseca Pinargote

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, **Lcdo. Héctor Castillo Vera MSc**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Gary Lobertty Fonseca Pinargote**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario titulada **“PRODUCCIÓN DE FREJOL ROJO CULTIVADO EN DIFERENTES DENSIDADES SIEMBRA (*Phaseolus vulgaris* L) EN EL CANTÓN ELOY ALFARO”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Lcdo. Héctor Castillo Vera MSc
DIRECTOR DE TESIS



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

**“PRODUCCIÓN DE FREJOL ROJO CULTIVADO EN
DIFERENTES DENSIDADES SIEMBRA (*Phaseolus vulgaris* L)
EN EL CANTÓN ELOY ALFARO”**

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**.

Aprobado:

Ing. Freddy Guevara Santana, MSc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing, Karina Plua Panta, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Carmen Samaniego Armijos, MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO - LOS RÍOS – ECUADOR

AÑO 2015

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de Estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

Al Ing. Eduardo Díaz Ocampo, MSc., Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria.

A la Ing. Mariana Reyes Bermeo, Directora de la UED, por su gestión y apoyo brindados.

Al Lcdo. Héctor Castillo Vera, Msc., Director de Tesis por sus conocimientos y permanente guía.

A mis amigos y compañeros que con su apoyo incondicional hicieron posible la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

Al dueño y señor de todo lo creado “DIOS”

Al igual a mis queridos padres; les dedico con todo mi amor este pequeño triunfo que será muy significativo en mi vida.

Gary

ÍNDICE

Contenido	Página
PORTADA	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	III
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I	
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	i
1.1.INTRODUCCIÓN.....	2
1.2.OBJETIVOS.....	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
1.3.HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.HISTORIA DEL FREJOL	4
2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	6
2.3. DESCRIPCIÓN SISTEMÁTICA	6
2.3.1 Raíz	6
2.3.2 Tallo.....	6
2.3.3 Hojas	7
2.3.4. Flores.....	7
2.3.5. Fruto	7
2.3.6. Semilla.....	7
2.4.Morfología del frejol rojo	8
2.4.1 Semillas	8
2.4.2 Germinación	8
2.4.3 Tallo principal.....	9
2.4.4 Ramas	9

2.4.5 Triadas.....	10
2.4.6 Hábitos de crecimiento.....	10
2.4.7 Hojas	11
2.4.8 Etapa de floración	12
2.4.9 Flores.....	12
2.4.10 Inflorescencias	13
2.4.11 Vainas.....	13
2.4.12 Llenado de granos	14
2.5. Diversidad genética	15
2.6. Prácticas culturales.....	16
2.6.1 Suelo y fertilización	16
2.6.2 Siembra	16
2.6.3. Malas Hierbas.....	17
2.6.4 Control manual	17
2.6.5 Control mecánico.....	17
2.6.6 Control cultural.....	17
2.6.7 Control químico.....	18
2.7. Plagas y enfermedades	18
2.8. Recolección y conservación.....	18
2.9. Tipo de aprovechamiento.....	19
2.10. Toxicidad	19
2.11. Propiedades de fréjol	19
2.11.1 Información nutricional del fréjol.....	19
2.11.2 Composición de la semilla del fréjol	20
2.12. Investigaciones relacionadas	20
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	24
3.1. Materiales y métodos.....	24
3.1.1. Localización y duración de la investigación.....	25
3.2. Características agro meteorológicas	25
3.3. Materiales y equipos	26
3.4. Tratamientos en estudio.....	27
3.5. Esquema de la investigación	27
3.6. Características de las unidades experimentales	28
3.7. Diseño experimental	28
3.7.1 esquema de análisis de varianza	29

3.8. Variables evaluadas.....	29
3.8.1 germinación	29
3.8.2 Altura de la planta (cm).....	29
3.8.3 Días a floración.....	29
3.8.4 Flores por planta.....	29
3.8.5 Días a maduración.....	29
3.8.6 Vainas por planta.....	30
3.8.7 Semillas por vaina.....	30
3.8.8 Semillas por planta	30
3.8.9 Rendimiento (kg) parcela en semilla	30
3.8.10 Rendimiento kg por hectárea	30
3.9. Análisis económico.	30
3.10. Manejo del experimento.....	32
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Resultados y discusión	34
4.1.1 Días a la Germinación	35
4.1.2 Altura de planta.....	36
4.1.3 Número de flores por planta.....	37
4.1.4 Vainas por planta	38
4.1.7 Semillas por vaina.....	39
4.1.8 Semillas por planta	40
4.1.10 Rendimiento en kg/parcela	41
4.1.10 Rendimiento en kg/hectárea	43
4.1.11 Análisis económico	44
CAPÍTULO V	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1. Conclusiones	46
5.2. Recomendaciones	48
CAPÍTULO VI.....	49
BIBLIOGRAFÍA.....	49
6.1. Literatura citada	49
CAPÍTULO VI.....	53
ANEXOS	53
7.1. ANEXOS.....	54

Anexo 1. Fotografías de la investigación	54
Anexo 2. Resultados del análisis de variancia	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Condiciones meteorológicas del lugar de la investigación	39
2	Materiales utilizados en la investigación	40
3	Tratamientos en estudio.	41
4	Esquema del experimento	41
5	Esquema del análisis de varianza.	43
6	Días a la germinación en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro.	50
7	Altura de planta (cm) en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro.	51
8	Número de flores por planta en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro.	52
9	Número de vainas por planta en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro.	53
10	Número de granos por vaina en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro	55
11	Número de semillas por planta en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro.	56
12	Producción de grano seco por parcela en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro.	57
13	Producción de grano seco por hectárea en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro.	58
14	Costos de producción, utilidad y relación beneficio/costo en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (<i>Phaseolus vulgaris</i> L) en el cantón Eloy Alfaro.	59

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objeto, Comparar la producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro. Las densidades evaluadas fueron T1 125.000 plantas ha⁻¹, T2 83.333 plantas/ha, T3 62.500 plantas ha⁻¹ y T4 50.000 plantas ha⁻¹. Se realizó en la finca “Tres Hermanos” de la parroquia Borbón, cantón Eloy Alfaro provincia de Esmeraldas. Sitio Bellavista. Su ubicación geográfica es de 01°06" de latitud sur y 79°29' de longitud oeste, a una altura de 30 metros sobre el nivel del mar. El trabajo de campo tuvo una duración de 100 días.

El diseño experimental empleado fue un Diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A.) con 4 tratamientos y 5 repeticiones. La mayor floración 79.00 flores por planta, mayor producción de vainas por planta 39.92, mayor producción de semillas por vaina 7.60 y mayor producción de semillas por planta 302.24 se tiene con el tratamiento T4 (50.000 plantas ha⁻¹).

La mayor producción de frejol seco 3.50 kg parcela⁻¹; y por hectárea 3329.44 kg ha⁻¹; se tiene con el tratamiento T1 que corresponde a la densidad de (125.000 plantas ha⁻¹), el mayor ingreso \$ 6.658,88, la mayor utilidad \$3.183,22 y la mejor relación beneficio/costo 1,92 se tiene con el tratamiento T1 (125.000 plantas ha⁻¹).

ABSTRACT

This research was aimed; compare the production of red beans grown in different planting densities (*Phaseolus vulgaris* L) in the canton Eloy Alfaro. The evaluated densities were T1 125,000 plants/ha, T2 83,333 plants/ha, T3 62,500 plants/ha and T4 50,000 plants/ha. Was performed at the "Three Brothers" parish Bourbon, Eloy Alfaro canton province of Esmeraldas. Site Bellavista. Its geographical location is 01 ° 06 'south latitude and 79 ° 29' west longitude, at an elevation of 30 meters above sea level. The fieldwork lasted 100 days.

The experimental design used was a Design Randomized Complete Blocks (D.B.C.A.) with 5 treatments and 4 replications. 79.00 The greatest flowering flowers per plant, pod production increased by 39.92 plant, increased production of 7.60 seeds per pod and seed production increased by 302.24 plants has with the T4 treatment (50,000 plants ha⁻¹).

Increased production of dry beans 3.50 kg plot⁻¹; and 3329.44 kg ha⁻¹; you have treating T1 corresponding to the density (125,000 plants ha⁻¹), the highest income \$ 6,658.88, \$ 3,183.22 most useful and the best cost/benefit ratio is 1.92 have treating T1 (125,000 plants ha⁻¹).

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Introducción

El frejol es una especie de las denominadas leguminosas comestibles, cuyo uso principal radica en el consumo directo ya sea en grano fresco o grano seco.

El frejol es uno de los alimentos fundamentales en la dieta de los ecuatorianos, es un complemento nutritivo recomendado por los nutricionistas, es esencial para la dieta por su bajo contenido de calorías y su alto y alto contenido en minerales y proteína. En el Ecuador según el censo agropecuario en el año 2002 el área cultivada a nivel nacional es 89.789 has. **(Erazo, 2005)**.

El frejol es cultivado en algunas provincias del país, por medianos y pequeños productores, siendo este cultivo de bajo costo, fácil manejo y de apoyo para el mejoramiento en la fertilidad de los suelos, generando empleo e ingresos a las familias. Nuestro país cuenta con variedades de alta productividad como son: rojo seda, blanco Imbabura, mantequilla, percal, blanco, pecho de paloma, canario, entre otras. Estas variedades se cultivan en región costa, sierra y oriente.

En la zona norte de la provincia de Esmeraldas, no se conocen experiencias o experimentos con este tipo de leguminosa ni su adaptación a los diferentes sitios o suelos, razón por la cual se hace necesario realizar ensayos en el cultivo de frejol y entre estos probar con varias distancias de siembra; que permita generar conocimiento sobre el comportamiento de esta leguminosa sometida a varias densidades de siembra capaz de poder recomendar a los productores sobre un manejo integrado de tecnificación que satisfaga sus aspiraciones productivas y sus necesidades alimenticias, mejorando su ingreso económico, principalmente en los cantones Eloy Alfaro, San Lorenzo y Rio Verde.

La finalidad de este proyecto es probar cuatro densidades de siembra de frejol rojo y de esta manera medir su rendimiento.

1.2.Objetivos

1.2.1. General

- Comparar la producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

1.2.2. Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del frejol rojo cultivado bajo cuatro densidades de siembra.
- Comprobar la densidad de siembra de frejol rojo idónea para la zona norte de la provincia de Esmeraldas.
- Establecer el mejor tratamiento en estudio.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3.Hipótesis

- La densidad de siembra de 15.000 plantas por hectárea presentará mayor producción de frejol rojo.
- La densidad de siembra de 125.500 plantas por hectárea presentará mayor rentabilidad en el cultivo de frejol rojo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.Historia del frejol

Los estudios arqueológicos revelan que el fréjol, del género *Phaseolus*, se origina en el continente americano, al respecto se han encontrado evidencias con antigüedad de 500 a 8 mil años A.C en algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú. No obstante, existe un relativo acuerdo respecto a su origen: México, que es también el lugar donde se diseminaron las primeras semillas hacia el sur del continente americano, sitio en el que llega a cultivarse. **(Voysest, 2008).**

En México existen evidencias arqueológicas de distintas especies de fréjol, que van desde los 200 mil hasta los 9 mil años de antigüedad. En toda Mesoamérica se dieron cultivos de fréjol, maíz, calabaza y chile que constituyeron la fuente alimenticia principal de las culturas que habitaban esta región, cuyos antecedentes se remontan a más de 8 mil años. **(Paredes, Guevara y Bello, 2006).**

El fréjol en Europa tiene como elementos principales su gran capacidad de adaptarse a diversos climas (húmedos y fríos) y la aceptación, como fuente alimenticia, que tiene incluso entre la nobleza, que es gracias al ayocote, fréjol mexicano, que los franceses pueden sortear la hambruna ocasionada por la escasez de trigo que tuvieron hacia 1575, la cual, en otra época de incertidumbre alimenticia había superada gracias a la papa y el maíz. **(Flores, 2008).**

La gran adaptabilidad que posee el fréjol a todo tipo de suelo, sin lugar a dudas es la razón por la que esta leguminosa haya trascendido de tal manera en el planeta, tanto así que de acuerdo a datos publicados por la FAO ocupa el octavo lugar entre las leguminosas sembradas. Es una de las de mayor consumo, no solo por su rico sabor sino por el grado de nutrientes proteicos (20%) y calóricos con los que aporta en la dieta diaria humana y por su bajo costo si se lo compara con las fuentes de origen animal. **(FAO, 2009).**

2.2. Descripción botánica

Tabla 1. Clasificación botánica del frejol

Clasificación científica	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidea
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboidae
Tribu:	Phaseolea
Subtribu:	Phaseolinae
Género:	Phaseolus
Especie:	P. vulgaris
Nombre Bionominal:	Phaseolus vulgaris L.

Fuente: Flores, 2007.

2.3. Descripción sistemática

2.3.1 Raíz

El fréjol posee una raíz principal, numerosas raicillas laterales, algunas de las cuales se desarrolla tanto como ella. Hay también raíces adventicias que brotan de la parte inferior del hipocotíleo, en las raíces del fréjol hay nódulos de bacterias de tamaño variable. **(Tamayo, 2011).**

2.3.2 Tallo

El tallo puede ser identificado por el eje central de la planta el cual está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristemo apical del embrión de las semillas; desde la germinación y en la primera etapa del desarrollo genera nudos. **(Biblioteca del campo, 2008).**

2.3.3 Hojas

Las hojas son de los tipos: simples y compuestas. Están insertadas en el nódulo del tallo y las ramas, en dichos nudos siempre se encuentran estipulas que constituyen un carácter importante en la sistemática de las leguminosas. En las plantas de fréjol solo hay dos hojas simples: las primarias; aparece en el segundo nudo del tallo y se forman en las semillas durante la embriogénesis, las hojas compuestas trifoliadas, son las hojas típicas del fréjol, tienen tres foliolos, un pecíolo y un raquis. Tanto el pecíolo como el raquis son acanalados. Los foliolos son enteros; la forma tiende a ser de ovalada a triangular principalmente cordiformes. **(Biblioteca del campo, 2008).**

2.3.4. Flores

Las flores son papilionáceas en el proceso de desarrollo de dicha flor se puede distinguir dos estados; el botón floral y la flor completa abierta. Las flores son papilionáceas, con un cáliz tubular en la base y dividiendo arriba en tres a cinco dientes, la corola se forma de una quilla con el ápice arrollado en espiral; hay dos pétalos laterales, dos alas una superior y una más grande y el estandarte. Los colores de los pétalos varían de blanco a morado y cambian con la edad de la flor y las condiciones ambientales. **(Fira, 2007).**

2.3.5. Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. **(Biblioteca del campo, 2008).**

2.3.6. Semilla.

La semilla es exalbuminosa es decir que no posee albumen, por lo tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. **(Tamayo, 2011).**

2.4.Morfología del frejol rojo

2.4.1 Semillas

Las semillas de frejol presentan una gran variación de colores, formas y tamaños; entre los colores se puede señalar el blanco, el amarillo, el beige, el café, el rojo, el negro o combinaciones de algunos de ellos; las formas, en tanto, pueden ser cilíndricas, arriñonadas, esférica, ovaladas, etc. Las partes externas más importantes de la semilla, se detallan a continuación:

Testa o cubierta: corresponde a la capa secundina del óvulo.

Hilum: corresponde a la cicatriz dejada por el funículo; esta última estructura conecta la semilla con la placenta.

Micrópilo: corresponde a una abertura natural existente en la semilla localizada cerca del hilum; permite la absorción de agua para el proceso de germinación.

Rafe: corresponde a un lóbulo que proviene de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo. **(Paredes, Guevara y Bello, 2006).**

2.4.2 Germinación

La primera expresión de crecimiento en la etapa de germinación corresponde a la aparición de la radícula, la cual se convierte posteriormente en la raíz primaria o principal. En la parte alta de la radícula, pocos días después de ocurrida la germinación, se desarrollan entre tres y siete raíces secundarias.

El hipocotilo, que corresponde a la parte subterránea del tallo principal, comienza a expresarse uno a dos días después que la radícula y conduce a los cotiledones hacia arriba hasta posicionarlos por sobre el nivel del suelo.

El término de la etapa de germinación y el comienzo a su vez de la etapa de emergencia. **(Paredes, Guevara y Bello, 2006).**

2.4.3 Tallo principal

Las plantas poseen un tallo principal, el cual, dependiendo del cultivar, puede presentar un hábito de crecimiento erecto, semipostrado o postrado. Los tallos pueden presentar pelos cortos, pelos largos, una combinación de pelos cortos y largos, o ser glabros. Además de lo señalado, siempre existen pequeños pelos en forma de gancho llamados encanutados, incluso en los tallos glabros.

La pigmentación de los tallos presenta tonalidades derivadas fundamentalmente del verde, del rosado y del morado. En algunos casos el tallo y el pecíolo tienen el mismo color, pudiendo incluso suceder que la pigmentación de los tallos se concentre solamente cerca de los nudos.

El crecimiento del tallo principal, luego de la expresión del epicotilo, continúa manifestándose a través de la formación de una serie de nudos e internudos, cuyo número depende del cultivar y muy especialmente de su hábito de crecimiento. El número total de nudos en el tallo principal puede fluctuar entre 6 y más de 30. **(Paredes, Guevara y Bello, 2006).**

2.4.4 Ramas

Las plantas de frijol poseen un número variable de ramas, las cuales presentan un menor diámetro que el tallo principal. Las ramas primarias, que comienzan habitualmente a desarrollarse cuando las plantas presentan entre tres y cuatro nudos en el tallo principal, son importantes en la producción de vainas.

La ramificación se inicia generalmente en la axila de la primera hoja trifoliada (tercer nudo del tallo principal) y continúa hacia la parte alta, siendo en

general las dos primeras ramas en formarse (tercer y cuarto nudo), las más importantes. Las ramas primarias que se originan en nudos más altos del tallo principal y/o las ramas secundarias, en el caso de los cultivares que las producen, son de menor crecimiento y realizan un menor aporte al rendimiento. **(Paredes, Guevara y Bello, 2006).**

2.4.5 Triadas

En la axila de cada hoja trifoliada se encuentran tres yemas formando un complejo axilar llamado tríada. Por otra parte, los dos primeros nudos presentan tríadas en ambos lados, vale decir en la axila de cada cotiledón y en la axila de cada hoja unifoliada.

Las yemas de la tríada pueden permanecer latentes, originar ramas, ramas y racimos florales, u originar solamente racimos florales. En el caso que se originen dos ramas en un mismo nudo, éstas, al igual que las hojas, tendrán una disposición alterna respecto del nudo siguiente; sólo en los dos primeros nudos pueden llegar a producirse ramas en forma opuesta.

Completamente vegetativo: en este caso, una, dos, o incluso las tres yemas pueden mantenerse latentes; Por último, cabe señalar que existen tríadas completamente vegetativas, especialmente las de posición más alta, en las que no se manifiesta ningún tipo de crecimiento floral y vegetativo. **(Voysest, 2008).**

2.4.6 Hábitos de crecimiento

De acuerdo con el hábito de crecimiento que presentan sus plantas, los cultivares de frijol son agrupados en cuatro tipos principales:

Hábito de crecimiento determinado arbustivo (Tipo I): el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia. Al expresarse estas inflorescencias, el crecimiento, ya sea del tallo principal o de las ramas, se

detiene. El tallo principal es vigoroso y presenta 5 a 10 internudos comúnmente cortos. La altura de las plantas varía normalmente entre 30 y 50 cm, existiendo casos de plantas enanas (15 a 25 cm). La etapa de floración es rápida y la madurez de las vainas ocurre en forma bastante concentrada. **(Biblioteca del campo, 2008).**

Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II): las plantas presentan un hábito indeterminado, continuando con su crecimiento en los tallos luego de ocurrida la floración. Las plantas presentan un crecimiento erecto y un bajo número de ramas. El tallo principal normalmente desarrolla una guía de escaso crecimiento.

Hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III): las plantas presentan un hábito postrado o semipostrado, con un importante sistema de ramificación. El tallo principal y las numerosas ramas existentes pueden presentar aptitud trepadora a partir de las guías que presentan en su parte terminal. La etapa de floración es más prolongada que en los hábitos Tipo I y Tipo II, y la madurez de sus vainas es bastante menos concentrada.

Hábito de crecimiento indeterminado trepador (Tipo IV): el tallo principal, que puede tener de 20 a 30 nudos, alcanza hasta 2 o más metros de altura si es guiado, ya sea a través de tutores o de plantas de cultivo que le sirvan como soporte. La floración se prolonga durante varias semanas, pudiendo presentarse vainas casi secas en la parte basal de la planta, mientras en la parte alta continúa la floración. **(Biblioteca del campo, 2008).**

Los cuatro tipos de hábito descritos, son muy definidos; sin embargo, hay cultivares cuyas características determinan que su ubicación sea intermedia entre un hábito y otro. **(Biblioteca del campo, 2008).**

2.4.7 Hojas

Las plantas de frejol presentan hojas simples y compuestas. Las simples, que se denominan también primarias, son las que se forman en la semilla

durante la embriogénesis. Son opuestas, unifoliadas, auriculadas, acuminadas y sólo se presentan en el segundo nudo del tallo principal, a continuación del nudo cotiledonar. Las hojas compuestas, en tanto, son trifoliadas y corresponden a las hojas características del frijol. **(Biblioteca del campo, 2008).**

2.4.8 Etapa de floración

Poco antes de iniciarse la floración, la planta presenta botones florales prominentes; en el caso de los cultivares determinados, las primeras flores en abrir son las correspondientes a los botones ubicados en la parte terminal del tallo principal y de las ramas; posteriormente, la floración se extiende sucesivamente hacia los nudos inferiores de los tallos. En el caso de los cultivares indeterminados, la floración comienza en los nudos reproductivos inferiores del tallo principal y de las ramas, para posteriormente extenderse sucesivamente hacia los nudos superiores. **(Lamin, 2005)**

2.4.9 Flores

La flor del frijol, que es una típica flor papilionácea, presenta un pedicelo con pelos uncinulados; el cáliz es gamosépalo y en su base hay dos bractéolas verdes y ovoides que persisten hasta poco después de la floración. La corola, por su parte, es pentámera y en ella se pueden distinguir las siguientes partes: el estandarte o pétalo posterior, que es glabro y simétrico, las alas, que corresponden a los dos pétalos laterales y la quilla, que está formada por los dos pétalos anteriores, los cuales se encuentran totalmente unidos. La quilla, que es asimétrica, se presenta en forma de espiral muy cerrada, envolviendo completamente al gineceo y al androceo. **(Terranova, 2010).**

El androceo está formado por nueve estambres soldados en la base y por un estambre libre llamado vexilar, que se encuentra al frente del estandarte. El gineceo súpero incluye el ovario comprimido, el estilo encurvado y el estigma

interno. La morfología floral del frijol favorece el mecanismo de autopolinización. **(Terranova, 2010).**

2.4.10 Inflorescencias

Cada inflorescencia corresponde a un racimo principal compuesto de racimos secundarios (racimo de racimos). En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje, compuesto por un pedúnculo y un raquis, las brácteas y las flores.

En el extremo apical del pedúnculo se desarrolla la primera tríada floral que dará lugar al primer racimo secundario. A partir de éste, el racimo principal continúa alongando a través de un raquis, en el cual pueden desarrollarse entre una y dos tríadas florales más, completándose en definitiva dos a tres racimos secundarios.

En cada tríada floral dispuesta en el racimo principal, las dos yemas laterales producen una flor cada una; cuando las dos vainas provenientes de las flores laterales ya están desarrolladas, puede expresarse una tercera flor en la posición central. **(INTA, 2010).**

2.4.11 Vainas

Las vainas o legumbres corresponden a frutos compuestos por dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido; en la unión de las valvas aparecen dos suturas, una dorsal o placentar y una ventral. Los óvulos, que corresponden a las futuras semillas, se presentan dispuestos en forma alterna en las dos valvas de las vainas. **(INTA, 2010).**

Durante los primeros 3 a 4 días de crecimiento de las vainas, éstas se elongan lentamente (0,3 a 0,4 cm por día), portando rudimentos florales en su parte apical. Posteriormente, la elongación de las vainas comienza a ser más rápida, llegando a incrementarse hasta en más de 1 cm por día, en la

segunda mitad del período de crecimiento. Las vainas que pueden ser planas o cilíndricas, alcanzan al estado verde una longitud promedio, que según el cultivar y las condiciones de manejo, puede fluctuar entre 9 y 16 cm.

El número original de óvulos por vaina varía generalmente entre cuatro y siete; el aborto de granos, que puede ocurrir por distintas causas, determina que las vainas lleguen a veces a lograr un menor número de granos que el potencial que presentaban de acuerdo al número de óvulos expresados. Las vainas son generalmente glabras y a veces presentan la epidermis cerosa; pueden tener un color uniforme o presentar un aspecto jaspeado. **(INTA, 2010).**

2.4.12 Llenado de granos

Los granos inician su crecimiento poco antes que las vainas alcancen su máxima longitud; sin embargo, el crecimiento hasta ese momento es muy escaso, lo que permite, en los cultivares destinados a la obtención de poroto verde, la cosecha de vainas aptas para el consumo en ese estado. Posteriormente, el crecimiento de los granos se hace bastante más rápido, lo que determina que una vaina en estado óptimo para su consumo en verde, se sobremadure en un plazo máximo de 2 a 3 días. **(INTA, 2010).**

Desde que se sobrepasa el estado de máxima longitud de las vainas, los granos crecen rápidamente, haciendo que las vainas presenten abultamientos característicos. El crecimiento de los granos, hasta alcanzar el estado de poroto granado (70 a 73% de humedad), se basa fundamentalmente en una acumulación de carbohidratos. Estos continúan acumulándose en forma importante, junto a las proteínas, hasta que se alcanza el estado de madurez fisiológica. **(INTA, 2010).**

El estado de madurez fisiológica, o término de crecimiento de los granos, se alcanza cuando éstos logran una humedad de 52 a 54% como promedio. El

color de los granos es verde desde el comienzo de su crecimiento, hasta que alcanzan una humedad ligeramente superior o muy cercana al 60%; de ahí en adelante los granos van gradualmente adquiriendo el o los colores característicos de cada cultivar, para lograr su coloración definitiva al estado de madurez fisiológica. **(INTA, 2010).**

El tiempo requerido para que las vainas alcancen su longitud máxima, es generalmente similar al que se requiere para que los granos completen su desarrollo (estado de madurez fisiológica). Los granos, luego de alcanzar su madurez fisiológica, pierden aproximadamente un 3% diario de humedad como promedio, alcanzando su madurez de trilla cuando presentan en promedio un 14 o 15% de humedad. **(INTA, 2010).**

Es común que muchos cultivares, a partir del momento en que sus semillas alcanzan un 14% de humedad, presenten dehiscencia espontánea de semillas; esta situación se relaciona con los tipos de textura que poseen las vainas, los cuales se detallan a continuación: **(INTA, 2010)**

2.5. Diversidad genética

El género *Phaseolus* presenta cuatro especies: *P. vulgaris* L; *P. coccineus* L; *P. lanatus* L. y *P. acutifolius* A. Gray al cultivarlas se las trata como anuales pero la *P. coccineus*; *P. lanatus* espontaneas son perennes y la *P. vulgaris* presenta forma perennes y anuales tan solo *P. acutifolius* es estrictamente anual. **(Caixeta, 2010).**

La especie *Phaseolus vulgaris* comprende una amplia variedad de tipos, que podrían dar origen a más de quinientos cultivares comerciales. Se clasifican en función de sus distintos hábitos de crecimiento. Los tipos de crecimiento indeterminado se utilizan normalmente para producir legumbre verde en cultivos en tutorados de invernaderos o bien para establecer cultivos asociados con el maíz que actúa como tutor. **(Caixeta, 2010).**

En los cultivos del sur de Brasil, Argentina y Colombia se prefieren los tipos de crecimiento determinado. Conviene aprovechar esta amplia diversidad genética para mejorar los cultivares existentes, sobre todo en aspectos relacionados con la relación determinada. **(Caixeta, 2010).**

2.6. Prácticas culturales

2.6.1 Suelo y fertilización

El fréjol prefiere los suelos profundos, fértiles y con un pH entre 6 y 7 por este motivo solía cultivarse en aéreas en las que la vegetación autóctona se había aclarado recientemente. Las labores de preparación del suelo constituyen un punto de primordial importancia para la fase inicial de crecimiento de las plantas, dado que las especies resultan muy sensibles a la competencia de las malas hierbas, sobre todo cuando los espacios entre las líneas no se han cubierto. **(Lamín, 2005).**

2.6.2 Siembra

Las fechas de siembra varían de acuerdo con las condiciones del clima. En las aéreas secas de zonas tropicales de la provincia, la elección depende de cómo se presentan las lluvias, pero cuando existe la posibilidad de aplicar riegos pueden cultivarse durante todo el año. En las zonas templadas hay dos fechas de siembra las denominadas siembres tempranas o de lluvia suelen llevarse a cabo a finales de invierno o principios de primavera y normalmente son las que permiten tener mayores cosechas.

En esa época, sin embargo aumenta el riesgo de enfermedades, pues el calor y la elevada humedad relativa favorecen su desarrollo.

Es fundamental elegir cultivares resistentes a las enfermedades más comunes en cada zona. La época de siembra tardía es el verano, el ciclo del fréjol se acorta debido a las altas temperaturas y esto reduce los

rendimiento, aunque la incidencia de enfermedades resulta menor. **(Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería, 2010).**

2.6.3. Malas Hierbas

Al tratarse de un cultivo de autoabastecimiento característicos de aéreas pequeñas, el control de las malas hierbas se lleva a cabo normalmente recurriendo al empleo de métodos técnicos, como norma general, debe preocuparse que durante los 30 primeros días del cultivo el terreno se mantenga absolutamente libre de malezas.

En el cultivo extensivo, por el contrario la aplicación de herbicida resulta fundamental. El agricultor debe buscar la materia activa, capaz de descomponer el suelo, que resulte más adecuada para controlar eficazmente la maleza. **(Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería, 2010).**

2.6.4 Control manual

Comprende la remoción manual de las plantas dañinas, aplicado parcialmente. No evita el daño de interferencia, pues, por lo general el productor deja desarrollar las plantas dañinas hasta facilitar su remoción. **(INIAP, 2004).**

2.6.5 Control mecánico

Estas labores se ejecutan con equipos acoplados al tractor y en periodos iniciales del cultivo para evitar daños en las plantas. **(INIAP, 2007).**

2.6.6 Control cultural

Se refiere a la adecuada utilización de diversas prácticas agronómicas comunes orientadas a promover y facilitar el crecimiento del cultivo en perjuicio de las plantas dañinas. **(INIAP, 2007).**

2.6.7 Control químico

Con el rápido avance de la ciencia la industria agroquímica a colocado en el mercado un elevado número de moléculas herbicidas para el combate de plantas dañinas, por eta razón el control químico es el método del manejo más utilizado en la actualidad. **(INIAP, 2007).**

2.7. Plagas y enfermedades

Las plagas más importantes en el cultivo de fréjol son la mosquita blanca, chicharrita, diabrotica y conchuela, en el follaje del fréjol. En el suelo se pueden encontrar gusanos raiceros, de alambre y gallina ciega que afectan las raíces del cultivo. **(Terranova, 2010).**

Las enfermedades más importantes en el cultivo de fréjol son la roya o chahuixtle, antracnosis, mancha angular y tizones, así como las pudriciones de la raíz. **(Terranova, 2010).**

2.8. Recolección y Conservación

La cosecha es la etapa más problemática del cultivo, la planta produce legumbre desde la base de la planta dificultando la recolección mecánica. Generalmente la humedad del grano tras los procesos de secado estándar es del 14%, mientras que las cifras recomendadas para el almacenamiento se sitúan en torno al 11%. En consecuencia el periodo de conservación de los granos sin que se produzcan alteraciones del producto se reduce mucho y existe un elevado riesgo de que aparezcan plagas como los gorgojos o las patillas, en cambio con una humedad del 11% el fréjol puede permanecer almacenado durante 24 meses sin deteriorarse. **(Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería, 2010).**

2.9. Tipo de Aprovechamiento

Se puede consumir en estado seco y en estado tierno (fréjol tierno del grano o vainitas). Como fréjol tierno tiene bastante cantidad de agua y por lo tanto el porcentaje de proteínas es menor que en los granos secos. También se puede utilizar los brotes de fréjol, que son las semillas germinadas, para consumirlos en ensaladas, tortillas o como verdura, después de hervidos. El fréjol en los pises asiáticos, se utiliza también para la preparación de dulces y pasteles. **(INIAP, 2007).**

2.10. Toxicidad

En el fréjol existen algunos factores tóxicos pero esa toxicidad sólo se presenta cuando están crudos, ya que con la cocción se destruyen estos factores. Si no se mastican bien producen gases intestinales. **(Wikipedia, 2010).**

2.11. Propiedades de fréjol

Los fréjol es poseen un alto contenido en proteínas y en fibra, siendo así mismo una fuente excelente de minerales, su contenido nutricional promedio por cada 100 gramos de alimento crudo en peso neto es el siguiente. **(INIAP, 2007).**

2.11.1 Información nutricional del fréjol

Son fuente de proteína vegetal, porque aporta al organismo carbohidratos, vita minas y minerales.

Tabla 2. Composición en porcentaje

Composición	Porcentaje
Agua	11%
Calorías	341%
Proteínas	22,10%
Grasas	1,70%
Carbohidratos	61,40%

Fuente: (INIAP, 2007)

2.11.2 Composición de la semilla del fréjol

La composición de la semilla del fréjol cuarentón es importante dentro de la dieta alimenticia en la humanidad .Ver Tabla 3.

Tabla 3. Composición promedio de una semilla, en porcentaje

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	10,0 - 12,0
Carbohidratos	58,0 - 60,0
Proteína	21,0 - 23,0
Grasa	1,5 - 2,0
Fibra	4,0 - 5,0
Ceniza	3,0 - 3,5

Fuente: (Fenalce, 2010).

2.12. Investigaciones relacionadas

Efecto de las densidades de siembra y un fungicida en el rendimiento del frijol. En cinco localidades de Costa Rica se evaluaron las variedades de frijol Guaymí y la línea MUS 181 en cinco densidades de siembra (140.000, 170.000, 200.000, 230.000 y 260.000 plantas por hectárea), con y sin aplicación de fungicida Benomyl 50 PM en dosis de 0,35 kg/ha. Se determinaron las pérdidas en rendimiento causadas por patógenos y se realizó un análisis económico de la actividad. Hubo baja incidencia de Mustia Hilachosa y las densidades de siembra de 140.000 a 170.000 plantas por

hectárea presentaron los mayores beneficios netos y la más alta tasa de retorno marginal. **(Mora, Fernández, Flores y Solórzano, 2009).**

La presente investigación de densidades en frijol de riego, se llevó a cabo en un lote con pivote central, en el rancho del Sr. Arnoldo Ortiz Alderete, en la Localidad de Francisco I. Madero, Bachíniva, Chihuahua: 28° 53' 49.6", de Latitud Norte, 107° 20' 49.7" Longitud Oeste, a una altitud de 1843 msnm. Con el objetivo de evaluar el comportamiento del frijol Pinto Saltillo de riego con diferentes densidades. Se utilizaron densidades de cosecha de 4 plantas m^{-1} (50,000 pl ha^{-1}), 7 pl m^{-1} (87,500 pl ha^{-1}), 11 pl m^{-1} (137,500 pl ha^{-1}), y 16 pl m^{-1} (200,000 pl ha^{-1}) con ancho de surco a 80 cm. Se utilizó la fórmula de fertilización 82-92-00. La fecha de siembra se realizó el 11 de Junio de 2010. La precipitación durante el cultivo fue de 379.5 mm, más un riego de presembrado de aproximadamente 40 mm y dos riegos de auxilio durante el cultivo de 10 mm, con pivote central. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 2 surcos de cinco metros por repetición. La variable evaluada fue rendimiento de grano ($kg\ ha^{-1}$) de donde se estimó también la rentabilidad.

Se detectaron diferencias significativas en rendimiento de frijol para las distintas densidades evaluadas en Francisco I. Madero, Bachíniva, el mayor rendimiento fue de 2510 $kg\ ha^{-1}$ y se obtuvo con 16 pl m^{-1} (200,000 pl ha^{-1}). Le siguieron en orden de importancia las densidades de 11 y 7 plantas m^{-1} con 2461 y 2416 $kg\ ha^{-1}$ respectivamente. Mientras que en la densidad de 4 plantas m^{-1} el rendimiento fue el más bajo con 2141 $kg\ ha^{-1}$.

La mayor rentabilidad que se observó fue de 1.50 y se obtuvo para las densidades de 7 plantas m^{-1} (87,500 plantas ha^{-1}) y 11 plantas m^{-1} (137,500 plantas ha^{-1}).

En el caso de 16 plantas m^{-1} aunque el rendimiento fue más alto no se reflejó en la rentabilidad ya que fue de 1.49. Con base en lo anterior, se recomienda cosechar entre 7 y 11 plantas m^{-1} (87,500 a 137,500 plantas ha^{-1} ,

respectivamente). Resultados similares se habían reportado anteriormente (Smittle, 1976; Macky Varseveld, 1982; Mauk et al. 1983; Field y Nkumbula, 1986; Ochoa, 1993; Sirait et al., 1994; Sánchez et al., 2001; NDSU, 2003; Luna, 2005; Pajarito, 2006; Fernández et al., 2007; Samih, 2008; Padilla et al., 2009; Garza et al. 2010; Jiménez y Acosta, 2013; Salinas et al., 2010; Salinas et al., 2011). **(Jiménez, Acosta, Ramírez y Jacobo, 2014).**

El objetivo fue estudiar el desarrollo agronómico y rendimiento de dos variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) “Ecuavegetal-2” (EVG-2) y “Pata de paloma” asociado con maíz (*Zea mays* L.) “INIAP H-552” durante tres épocas de siembra: 16 y 8 días antes de la siembra del maíz (dasm) y sembrados simultáneamente; además, establecer la eficiencia del uso de la tierra (RET) e ingresos (REI) de la asociación respecto de los monocultivos. “Pata de paloma” mostró menor incidencia de enfermedades, mayor número de vainas por planta y número de semillas por vaina; el mayor peso de 100 semillas lo promedió “EVG-2”. En cuanto a las épocas de siembra, se obtuvo mayor número de vainas a los 8 y 16 das m. Para los componentes del rendimiento, el fréjol asociado alcanzó mejores promedios que sembrado en monocultivo. Mejores rendimientos (kg ha^{-1}) se registraron a los 16 y 8 dasm tanto para “EVG-2” como para “Pata de paloma” sin diferenciarse estadísticamente. El maíz sembrado en asociación no fue afectado en su desarrollo ni rendimiento tanto por las variedades de fréjol como por las épocas de siembra. Al analizar la RET y la REI, el sistema asociado sembrado 16 y 8 dasm mostró mayor eficiencia; los mayores coeficientes RET se dieron al asociar “Pata de paloma” con “INIAP H-552” a 16 y 8 dasm, y los mayores coeficientes REI se registraron al asociar “EVG-2” con “INIAP H-552” a 8 y 16 dasm, **(Godoy, Díaz, Váscquez, Defaz y González. 2011)**

En la Estación Agrícola perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias «Jorge Dimitrov» fue desarrollada una investigación, con el objetivo de evaluar el comportamiento de la variedad de Vigna (IITA Precoz) de crecimiento determinado bajo diferentes densidades de población y el efecto de ellas en los rendimientos y sus componentes en las épocas de

primavera y verano en un suelo fluvisol. Se utilizaron las densidades de siembra 50, 100, 150, 200 y 250.000 plantas por hectáreas. La siembra se realizó en canteros a doble hilera y fue empleado un diseño en bloques al azar con cuatro réplicas. Se encontró un efecto favorable del incremento de la densidad sobre el cierre de campo y rendimiento de granos al 12% de humedad y desfavorable para el componente del rendimiento (número de granos/planta) de forma individual. El número de vainas por planta y masa de 100 semillas fue influenciado por el efecto combinado con la época. Se obtuvieron efectos favorables en las épocas, que fueron los mejores en la primavera. Se encontraron valores aconsejables para el empleo de densidades de población entre 150 y 200 mil plantas por hectárea en las dos épocas para similares condiciones edafoclimáticas. **(Suárez, et al, 2005).**

Los tratamientos que son el resultado de un arreglo factorial 4X3 se dispusieron en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres repeticiones. Para determinar diferencias entre los tratamientos, se utilizó la Prueba de Rango Múltiple de Tukey al 0.05% de probabilidad.

También se efectuó un análisis económico de costo de producción a cada tratamiento en estudio. De los resultados se establece que la variedad Cargabello al ser abonada con biol produce más vainas por planta, más granos por vaina; y, presenta el, mejor rendimiento por hectárea que las otras variedades.

La variedad Cargabello más fertilización química y Cargabello más abonadura con biol; presentan la mejor rentabilidad. Para obtener la mejor rentabilidad se recomienda sembrar la variedad Cargabello más abonadura con biol 300 litros/ha⁻¹ **(Navas, 2013).**

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Localización y duración de la investigación

El ensayo de campo se realizó en la finca “Tres Hermanos” de la parroquia Borbón, cantón Eloy Alfaro provincia de Esmeraldas. Sitio Bellavista. Su ubicación geográfica es de 01°06" de latitud sur y 79°29' de longitud oeste, a una altura de 30 metros sobre el nivel del mar. El trabajo de campo tuvo una duración de 100 días.

3.2. Características agro meteorológicas

A continuación se presentan las condiciones meteorológicas del sitio de investigación.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas del lugar de la investigación

Parámetros		Promedios
Temperatura	(°C)	23,00
Humedad Relativa	%	82-85
Heliofanía	(horas luz/mes)	85,00
Precipitación	mm	1500- 3000
Evaporación	mm/mensual	75,2

Fuente: Estación Meteorológica ubicada en la finca el Telégrafo. 2014.

3.3. Materiales y equipos

Los materiales que se utilizaron en esta investigación se detallan a continuación:

Cuadro 2. Materiales utilizados en la investigación

Materiales y herramientas de campo	Cantidad
Azadón	1
Pico	1
Bomba de fumigar	1
Tanque	1
Baldes	1
Semilla de frejol rojo (lb)	1
Herbicidas (L)	1
Botas	1
Ropa de campo (Guantes, Overol)	2
Pala	4
Cuaderno de campo	1
Registros	1
Útiles de oficina	
Lápiz	2
Computadora	1
Impresora	1
Flash memory	1
Internet	1
Papel resma	5
CDs.	10

3.4. Tratamientos en estudio

Los tratamientos para esta investigación fueron cuatro densidades de siembra de frejol variedad rojo como se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Densidades	Descripción	Distancia de siembra
T1	D1	125.000 plantas/ha	0,10 x 0,80 m
T2	D2	83.333 plantas/ha	0,15 x 0,80 m
T3	D3	62.500 plantas/ha	0,20 x 0,80 m
T4	D4	50.000 plantas/ha	0,25 x 0,80 m

3.5. Esquema de la investigación

En el cuadro 4, se presenta el esquema de la investigación de cuatro densidades de siembra en frejol rojo.

Cuadro 4. Esquema del experimento

Tratamientos	Unidad experimental (parcela)	Repeticiones	Total unidades experimentales
T1	1	5	5
T2	1	5	5
T3	1	5	5
T4	1	5	5
Total	4	5	20

3.6. Características de las unidades experimentales

Las unidades experimentales de la presente investigación son parcelas que se distribuyeron en bloques completos al azar de acuerdo a las siguientes características.

Área total del ensayo m ²	800,00
Área de los bloques m ²	210,00
Área de calles m ²	180,00
Área de calles por parcelas m ²	90,00
Área de parcela m ²	10,50
Área de bloque m ²	42,00
Ancho de la parcela m	1.75
Largo de la parcela m	6,00
Número de parcelas	20,00

3.7. Diseño experimental

Los tratamientos de la presente investigación se dispusieron en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones de acuerdo como está establecido en el cuadro 4. Para analizar las diferencias entre los tratamientos. Se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey Al 5% de probabilidad.

3.7.1 Esquema de análisis de varianza

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	$t-1$	3
Repetición	$r-1$	4
Error Experimental	$(t-1)(r-1)$	12
Total	$(t \times r) - 1$	19

3.8. Variables evaluadas

Para determinar el efecto de los tratamientos en estudio sobre el cultivo y producción de fréjol se evaluaron las siguientes variables:

3.8.1 Germinación

Se realizó a los 12 días después de la siembra.

3.8.2 Altura de la planta (cm)

Cada 15 días, en 5 plantas al azar se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja por cada tratamiento con un metro, se expresó en cm.

3.8.3 Días a floración

Se consideró el tiempo transcurrido desde la fecha de siembra hasta el momento que el 90% de las plantas de cada parcela estaban florecidas.

3.8.4 Flores por planta

Para esta variable se contaron las flores de 5 plantas tomadas al azar.

3.8.5 Días a maduración

Se contaron los días desde la siembra hasta cuando el 95% de las vainas presentaron su madurez fisiológica.

3.8.6 Vainas por planta

Se contaron las vainas de 5 plantas tomadas al azar en cada parcela.

3.8.7 Semillas por vaina.

En esta variable se tomaran 5 vainas por planta al azar, se contarán los granos y se promediará, estos datos se tomaran en 5 plantas al azar en cada parcela.

3.8.8 Semillas por planta

En esta variable se contaron el número de semillas de 5 plantas tomadas al azar y luego se promediaron.

3.8.9 Rendimiento (kg) parcela en semilla

Se midió luego de la cosecha y desgrane, se expresó en kg.

3.8.10 Rendimiento kg por hectárea

El rendimiento de semillas de la parcela neta se transformó a rendimiento en kilogramos por hectárea.

3.9. Análisis económico.

Se realizó el análisis económico, partiendo de los costos fijos y costos variables de los tratamientos que se utilizaron para realizar la investigación. Se estableció el costo de producción de cada uno de los tratamientos.

Con los resultados de producción, costos de producción, precio del frejol en el mercado y los ingresos por venta del producto, para cada tratamiento se calculó.

Ingreso bruto por tratamiento

Son los valores totales de ingreso por concepto de ventas para lo cual se plantea la siguiente fórmula: $IB = Y \times PY$

Dónde: IB = ingreso bruto
 Y = producto
 PY = precio del producto

Costos totales por tratamiento

Se determinaron mediante la suma de los costos fijos más los costos variables utilizados en cada uno de los tratamientos, se empleó la fórmula:

$CT = CF + CV$
Dónde: CT = costos totales
 CF = costos fijos
 CV = costo variables

Utilidad neta

Es el restante de los ingresos brutos menos los costos totales de producción y se calcularon empleando la fórmula: $BN = IB - CT$.

Dónde:
 BN = beneficio neto.
 IB = ingreso bruto
 CT = costos totales.

Relación beneficio/costo

Se calculó la relación beneficio costo a cada tratamiento aplicando la fórmula:

$$R\ B/C = IT / CT \times 100$$

Dónde:

RB/C = Relación Beneficio Costo

IT = Ingresos Totales

CT = Costos Totales

3.10. Manejo del experimento

Para la siembra de fréjol se realizaron las siguientes prácticas culturales y fitosanitarias:

Preparación del terreno.

El cultivo fue con cero labranzas, inicialmente se realizó una limpieza manual de las malezas existentes en el área de investigación.

Desinfección del terreno

La desinfección del terreno se realizó aplicando cal agrícola a razón de 100 gr/m² dejando el suelo en descanso durante 24 horas para luego proceder a la siembra.

Siembra

La siembra fue directamente de forma manual con la ayuda de un espeque depositando 1 semilla por hoyo, la distancia fue de acuerdo a los tratamientos establecidos para mantener las densidades de siembra a probar en esta investigación que se reportan en el cuadro 3. La semilla se desinfectó con Fossil shell agro dosis de 1g/kg de semilla previniendo el ataque de hongos e insectos.

Riego

Se regó al inicio de la investigación en forma manual hasta la germinación de las semillas y establecimiento del cultivo.

Control de malezas

El control de malezas fue manual se realizaron dos deshierbas al cultivo.

Fertilización

Antes de la siembra, se realizó una fertilización edáfica de acuerdo a las recomendaciones de fertilización para cultivo se aplicó el fertilizante completo 10-30-10 100 Kilos/ha.

Control fitosanitario

Para prevenir el ataque de las plagas y enfermedades que se podrían presentar en el cultivo se aplicaron bioinsecticidas en forma periódica (cada 15 días).

Se controló con la aplicación de un purín a base de cebolla, ajo y ají en dosis de litro y medio por bomba de 20 litros.

Cosecha

La cosecha se lo realizó manualmente en cada una de las parcelas cuando las vainas estaban secas esto es a los 90 días después de la siembra, para lo cual se arrancaron y luego se desgranaron las vainas de frejol de cada una de las parcelas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y Discusión

4.1.1 Días a la Germinación

Los resultados del análisis de variancia realizado a la variable días a la germinación de las semillas de frejol rojo, no presentan diferencias estadísticas para ninguno de los tratamientos estudiados, el coeficiente de variación fue de 0.27%.

Cuadro 6. Días a la germinación en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Tratamiento	Descripción	Días a la germinación
T1	125 000 plantas/ha	14.31 a
T2	83 333 plantas/ha	13.51 a
T3	62 500 plantas/ha	13.51 a
T4	50 000 plantas/ha	14.31 a
Coeficiente de variación %		0,27

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $p=0,05$)

Al realizar la prueba de Tukey, que se reporta en cuadro 6, se tiene que las medias de los tratamientos, no presentan diferencias estadísticas y que se ubican en un solo rango de distribución. Existe la diferencia de un día entre la germinación de los tratamientos T1 y T4 que germinaron a los 14.31 días después de la siembra, frente a los tratamientos T2 y T3 que germinaron a los 13.51 días después de la siembra, estos resultados no se pueden aducir a los tratamientos, ya que la germinación de la semilla se produce por varios factores como calidad de la semilla, humedad y temperatura del suelo, entre otros.

4.1.2 Altura de planta.

Los resultados del análisis de variancia realizado a la variable altura de planta de frejol rojo a los 15, 30 y 45 días, no presentan diferencias estadísticas para los tratamientos estudiados, los coeficientes de variación respectivamente fueron de 6.93, 8.49 y 8.49%.

De acuerdo a la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), que se presenta en el cuadro 7, los promedios de la variable altura de planta, a en la evaluación realizada a los 15 días los promedios de altura de planta se encuentran en un solo rango de distribución, sin embargo, el tratamiento T4 (50.000 plantas ha^{-1}) con 11.32 cm presentó la mayor altura y el tratamiento T3 (62 500 plantas ha^{-1}) tiene la menor altura con 10.00 cm.

Cuadro 7. Altura de planta (cm) en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Tratamiento	Descripción	Altura de planta 15 días	Altura de planta 30 días	Altura de planta 45 días
T1	125 000 plantas/ha	10,52 a	24,40 a	60,89 a
T2	83 333 plantas/ha	10,68 a	24,36 a	60,79 a
T3	62 500 plantas/ha	10,00 a	23,60 a	58,89 a
T4	50 000 plantas/ha	11,32 a	22,08 a	55,10 a
Coeficiente de variación %		9,63	8,49	8,49

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $p=0,05$)

En la evaluación realizada a los 30 días los promedios de altura de planta se encuentran en un solo rango de distribución, sin embargo, el tratamiento T1 (125.000 planta ha^{-1}) con 24.40 cm presentó la mayor altura y el tratamiento T4 (50.500 plantas ha^{-1}) tiene la menor altura con 22.08 cm.

A los 30 días los promedios de altura de planta se encuentran en un solo rango de distribución, en donde, el tratamiento T1 (125.000 planta ha^{-1}) con 60.89 cm presentó la mayor altura y el tratamiento T4 (50.500 plantas ha^{-1}) tiene la menor altura con 55.10 cm.

Los resultados que se reportan en el cuadro 7 permiten observar que la mayor altura de planta 60.89 cm se tiene con el tratamiento T1 (125.000 plantas ha⁻¹), estos resultados son estadísticamente similares e inferiores a los que reporta (Navas, 2013) para todas las evaluaciones realizadas las medias se encuentran en un solo rango, también se aprecia que los 30 y 60 días después de la siembra la mayor altura 7,93 y 56,0 cm la presenta el tratamiento T9, en la evaluación realizada a los 90 días el tratamiento T8 presenta la mayor altura de planta con 88.63 cm; la menor altura en las tres evaluaciones realizadas la presenta el tratamiento T4.

4.1.3 Número de flores por planta

Al realizar el análisis de variancia a los datos de campo de la variable número de flores por planta, los resultados presentan diferencias estadísticas para los tratamientos estudiados, el coeficiente de variación fue de 4.42%.

Cuadro 8. Número de flores por planta en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Tratamiento	Descripción	Número de flores por planta	
T4	50 000 plantas/ha	79,00	a
T3	62 500 plantas/ha	75,95	a
T2	83 333 plantas/ha	52,70	b
T1	125 000 plantas/ha	46,90	c
Coeficiente de variación %		4,42	
<i>Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)</i>			

De acuerdo a la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), que se presenta en el cuadro 8, los promedios de la variable número de flores por planta, se encuentran en tres rangos de distribución, el mayor número de flores por planta 79.00 se tiene con el tratamiento T4 (50 000 plantas ha⁻¹), y el tratamiento T1 (125.000 plantas ha⁻¹) presenta el menor número 46.9 flores por planta.

Los resultados que se reportan en el cuadro 8, permiten observar que la mayor floración 79.00 flores por planta se tiene con el tratamiento T4 (50.000 plantas ha⁻¹), estos resultados permiten apreciar que existe una influencia inversa entre la densidad poblacional de las plantas de frejol y el número de flores por planta, siendo que a mayor población las plantas presentan menos flores y a menor población las plantas presentan mayor número de flores. Estos resultados concuerdan y son superiores los reportados por **(Navas, 2013)** se tiene la presencia de cinco rangos de distribución, en el que sobresale el tratamiento T9 el mismo que presenta 65,73 flores por planta, el tratamiento T6 presenta la menor floración con apenas 15,67 flores por planta.

4.1.4 Vainas por planta

En los resultados del análisis de variancia realizado a la variable número de vainas por planta de frejol rojo, se encuentran diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos estudiados, el coeficiente de variación fue de 23.77%.

Cuadro 9. Número de vainas por planta en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Tratamiento	Descripción	Número de vainas por planta	
T4	50 000 plantas/ha	39,92	a
T2	83 333 plantas/ha	32,48	ab
T1	125 000 plantas/ha	29,44	ab
T3	62 500 plantas/ha	25,44	b
Coeficiente de variación %		23,77	

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $p=0,05$)

De acuerdo a la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), que se presenta en el cuadro 9, los promedios de la variable número de vainas por planta de frejol, se encuentran distribuidos en tres rangos, en donde sobresale el tratamiento T4

(50.000 plantas ha⁻¹) con 39.92 vainas por planta, el tratamiento T3 (62.500 plantas ha⁻¹) con 25.44 presenta el menor número de vainas por planta.

Los resultados que se reportan en el cuadro 9 permiten observar que la mayor producción de vainas por planta 39.92, se tiene con el tratamiento T4 (50.000 plantas ha⁻¹), estos resultados concuerdan con lo que reporta **(Suarez et al. 2005)** el número de vainas por planta fue influenciado por el efecto combinado de la densidad de siembra con la época, por el contrario difieren y son superiores a los resultados expuestos por **(Navas, 2013)**, al realizar la prueba de Tukey a los promedios de la variable número de vainas por planta de los tratamientos en estudio, se tiene la presencia de un solo rango de distribución, en el que sobresale el tratamiento T3 con 53,87 vainas por planta, el tratamiento que menor número de vaina por planta presenta es el T2 con 33,67 vainas.

4.1.7 Semillas por vaina

En los resultados del análisis de variancia realizado a la variable número de semillas por vaina, se encuentran diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos estudiados, el coeficiente de variación fue de 12.12%.

De acuerdo a la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), que se presenta en el cuadro 10, los promedios de la variable número de semillas por vaina, se encuentran distribuidos en tres rangos, en donde sobresale el tratamiento T4 (50.000 plantas ha⁻¹) con 7.60 granos por vaina, el tratamiento T1 (125.000 plantas ha⁻¹) con 5.85 presenta el menor número de granos por vaina.

Los resultados que se reportan en el cuadro 10, permiten observar que la mayor producción de semillas por vaina 7.60, se tiene con el tratamiento T4 (50.000 plantas ha⁻¹), estos resultados superiores a los que reporta **(Navas, 2013)** al realizar la prueba de Tukey a los promedios de la variable número de

granos por vaina de los tratamientos, se tiene la presencia de cuatro rangos de distribución, en el que sobresale el tratamiento T11 con 4,66 granos por vaina, el tratamiento que menor número de granos por vaina presenta es el T7 con 2,35 granos por vaina.

Cuadro 10. Número de granos por vaina en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Tratamiento	Descripción	Número de semillas por vaina	
T4	50 000 plantas/ha	7,60	a
T3	62 500 plantas/ha	7,24	ab
T2	83 333 plantas/ha	6,16	ab
T1	125 000 plantas/ha	5,92	b
Coeficiente de variación %		12,12	
<i>Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)</i>			

4.1.8 Semillas por planta

En los resultados del análisis de variancia realizado a la variable número de semillas por planta, se encuentran diferencias estadísticas altamente significativas para los tratamientos estudiados, el coeficiente de variación fue de 21.69%.

De acuerdo a la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), que se presenta en el cuadro 11, los promedios de la variable número de semillas por planta, se encuentran distribuidos en dos rangos, en donde sobresale el tratamiento T4 (50.000 plantas ha⁻¹) con 302.24 granos por planta, el tratamiento T1 (1250.000 plantas ha⁻¹) con 166.47 presenta el menor número de granos por planta.

Cuadro 11. Número de semillas por planta en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Tratamiento	Descripción	Número de semillas por planta	
T4	50 000 plantas/ha	302,24	a
T2	83 333 plantas/ha	200,58	b
T3	62 500 plantas/ha	183,78	b
T1	125 000 plantas/ha	166,47	b
Coeficiente de variación %		21,69	

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $p=0,05$)

Los resultados que se reportan en el cuadro 11, permiten observar que la mayor producción de semillas por planta 302.24, se tiene con el tratamiento T4, estos resultados se deben con toda seguridad al factor número de plantas por unidad de superficie que por competencia de nutrientes y luminosidad entre plantas afecta al desarrollo fisiológico y vegetativo de las plantas de frejol disminuyendo su potencial productivo. Resultados que concuerdan con (Suarez et al, 2005), se encontró un efecto desfavorable para el componente del rendimiento (número de granos/planta) de forma individual.

4.1.10 Rendimiento en kg/parcela

En el cuadro 12 se presenta los promedios de la variable producción de semillas secas por parcela de frejol rojo, el análisis de varianza realizado a los resultados de esta variable permite establecer que en los tratamientos en estudio se tienen diferencias estadísticas significativas, el coeficiente de variación para esta variable fue de 21.55%.

Los resultados de la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se encuentran ubicados en tres rangos de distribución, en el cuadro 12 se observa que el tratamiento T1 que corresponde a la densidad de (125.000 plantas ha^{-1}) en el cultivo de frejol, reportó el mayor rendimiento con 3.50 kg parcela⁻¹; por el contrario, el T3

(62.500 plantas ha⁻¹), presenta la menor producción de frejol con 1.93 kilos por parcela.

Cuadro 12. Producción de grano seco por parcela en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento Kg/parcela	
T1	125 000 plantas/ha	3,50	a
T2	83 333 plantas/ha	2,81	ab
T4	50 000 plantas/ha	2,54	ab
T3	62 500 plantas/ha	1,93	b
Coeficiente de variación %		21,55	

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey p=0,05)

Los resultados que se reportan en el cuadro 12, permiten observar que la mayor producción de frejol en seco 3.50 kg parcela⁻¹; se tiene con el tratamiento T1 que corresponde a la densidad de (125.000 plantas ha⁻¹), este rendimiento reportado es el resultado del efecto de la densidad poblacional, ya que si bien es cierto que a mayor número de plantas por unidad de superficie se disminuye el potencial productivo de la planta, por el contrario el mayor número de plantas incide en una mayor producción por unidad de superficie, resultados que concuerdan con **(Jiménez, Acosta, Ramírez y Jacobo, 2014)**, se detectaron diferencias significativas en rendimiento de frijol para las distintas densidades evaluadas, el mayor rendimiento fue de 2510 kg ha⁻¹ y se obtuvo con 16 pl m⁻¹ (200,000 pl ha⁻¹). Le siguieron en orden de importancia las densidades de 11 y 7 plantas m⁻¹ con 2461 y 2416 kg ha⁻¹ respectivamente. Mientras que en la densidad de 4 plantas m⁻¹ el rendimiento fue el más bajo con 2141 kg ha⁻¹.

4.1.10 Rendimiento en kg/hectárea

En el cuadro 13 se presenta los promedios de la variable producción de semillas secas por parcela de frejol rojo, el análisis de varianza realizado a los resultados de esta variable permite establecer que en los tratamientos en estudio se tienen diferencias estadísticas significativas, el coeficiente de variación para esta variable fue de 21.60%.

Los resultados de la prueba de Tukey ($P \geq 0.05$), se encuentran ubicados en tres rangos de distribución, en el cuadro 13 se observa que el tratamiento T1 que corresponde a la densidad de (125.000 plantas ha^{-1}) en el cultivo de frejol, reportó el mayor rendimiento con 3329.44 kg ha^{-1} ; por el contrario, el T3 (62.500 plantas ha^{-1}), presenta la menor producción de frejol con 1837.76 kilos por hectárea.

Cuadro 13. Producción de grano seco por hectárea en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento Kg/parcela	
T1	125 000 plantas/ha	3329,44	a
T2	83 333 plantas/ha	2674,45	ab
T4	50 000 plantas/ha	2417,92	ab
T3	62 500 plantas/ha	1837,76	b
Coeficiente de variación %		21,60	

Medias con la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey $p=0,05$)

Los resultados que se reportan en el cuadro 13, permiten observar que la mayor producción de frejol en seco 3,329.44 kg ha^{-1} ; se tiene con el tratamiento T1 que corresponde a la densidad de (125.000 plantas ha^{-1}), concuerda y corrobora lo expuesto en el acápite anterior, pues el resultado de rendimiento por hectárea es consecuencia del resultado del rendimiento por parcela, estos resultados concuerdan con **(Mora, Fernández, Flores y Solórzano, 2009)**, y las densidades de siembra de 140.000 a 170.000 plantas

por hectárea presentaron los mayores rendimientos por hectárea. Con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis que dice: la densidad de siembra de 15.000 plantas por hectárea presentará mayor producción de frejol rojo.

4.1.11 Análisis económico

4.1.11.1 Costos de producción, utilidad y relación beneficio/costo

En cuadro 14 se observan los costos de producción por tratamiento en la investigación efecto de abonadura orgánica en el rendimiento de frejol rojo, en donde se aprecia que los tratamientos que requieren mayor inversión es el T1 que corresponde a la densidad de 125.000 plantas ha⁻¹; pues para su implementación se requieren de 3.475,66 dólares por hectárea, el tratamiento que tiene menor costo de producción \$ 2.616,73 es el T4 que corresponde a la densidad de 50.000 por hectárea.

Cuadro 14. Costos de producción, utilidad y relación beneficio/costo en, producción de frejol rojo cultivado en diferentes densidades siembra (*Phaseolus vulgaris* L) en el cantón Eloy Alfaro.

Concepto o actividad	T1	T2	T3	T4
Semilla	0,03	0,04	0,05	0,08
Preparación terreno	0,16	0,16	0,16	0,16
Surcado	0,31	0,31	0,31	0,31
Cal agrícola	0,25	0,25	0,25	0,25
18-46-0	0,94	0,94	0,94	0,94
Siembra	0,37	0,34	0,32	0,31
Deshierba	0,37	0,34	0,32	0,31
Insecticidas	0,85	0,82	0,80	0,06
Cosecha	0,37	0,34	0,33	0,31
Costo USD/parcela	3,65	3,54	3,48	2,75
Costo USD/hectárea	3.475,66	3.370,60	3.313,36	2.616,73
Producción grano seco/ha	3.329,44	2.674,45	1.837,76	2.417,92
Precio de venta USD/kilo	2,00	2,00	2,00	2,00
Ingresos USD	6.658,88	5.348,90	3.675,52	4.835,84
Utilidad USD	3.183,22	1.978,30	362,16	2.219,11
Relación B/C	1,92	1,59	1,11	1,85

El cálculo de los ingresos se realizó considerando la venta en grano seco, el precio de venta para el kilo de grano seco a nivel de finca en Esmeraldas es de \$ 2,00.

Los ingresos que se tienen por venta de grano seco son los mejores \$ 6.658,88 con el tratamiento T1 (125.000 plantas ha⁻¹); mientras que los menores ingresos \$ 3.675,52 se tienen con el tratamiento T3 (62.500 plantas ha⁻¹). De igual forma la utilidad \$ 3.183,22 y Relación beneficio/costo de 1,92 son las mejores con el tratamiento T1.

Los resultados que se presentan en el cuadro 14, permiten observar que el mayor ingreso \$ 6.658,88, la mayor utilidad \$3.183,22 y la mejor relación beneficio/costo 1,92 se tiene con el tratamiento T1 (125.000 plantas ha⁻¹); cuando se vende la frejol en grano seco, resultados que concuerdan con **(Mora, Fernández, Flores y Solórzano, 2009)** las densidades de siembra de 140.000 a 170.000 plantas por hectárea presentaron los mayores beneficios netos y la más alta tasa de retorno marginal. También concuerdan y son superiores a los reportados por **(Jiménez, Acosta, Ramírez y Jacobo, 2014)**, la mayor rentabilidad que se observó fue de 1.50 y se obtuvo para las densidades de 7 plantas m⁻¹ (87,500 plantas ha⁻¹) y 11 plantas m⁻¹ (137,500 plantas ha⁻¹).

Con los resultados obtenidos en esta investigación se acepta la hipótesis que dice: la densidad de siembra de 125.500 plantas por hectárea presentará mayor rentabilidad en el cultivo de frejol rojo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten concluir que en cuanto a respuesta agronómica:

La mayor altura de planta 60.89 cm presenta el tratamiento T1 (125.000 plantas ha⁻¹)

La mayor floración 79.00 flores por planta, mayor producción de vainas por planta 39.92, mayor producción de semillas por vaina 7.60 y mayor producción de semillas por planta 302.24 se tiene con el tratamiento T4 (50.000 plantas ha⁻¹).

La mayor producción de frejol en seco 3.50 kg parcela⁻¹; y la mayor producción de frejol seco 3329.44 kg ha⁻¹; se tiene con el tratamiento T1 que corresponde a la densidad de (125.000 plantas ha⁻¹),

El mayor ingreso \$ 6.658,88, la mayor utilidad \$3.183,22 y la mejor relación beneficio/costo 1,92 se tiene con el tratamiento T1 (125.000 plantas ha⁻¹).

5.2. Recomendaciones

Para obtener mayor producción de frejol rojo en las condiciones agroecológicas del cantón Eloy Alfaro de la Provincia de Esmeraldas; se recomienda la densidad de 125.000 plantas ha^{-1} , sembradas a 0,10m x 0,8 m.

Como alternativa económica para la producción y rentabilidad en el cultivo de frejol rojo, se recomienda la densidad de 50.000 plantas/ ha^{-1} , sembradas a 0,25 x 0,80 m.

Realizar investigaciones con mayores densidades de plantas de frejol rojo por hectárea.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

Biblioteca del campo manual agropecuario tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. 2008. Leguminosas pág.698. Tomo 1.

Caixeta, M. 2010. Caracterización de diversidad e genética en frejol por medio de marcadores. RAPD. Pesq. Agropec. Brasil, Brasilia.

Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería. 2010. Tomo 2. Leguminosas Grano pág.355-361.

Erazo. 2005. Evaluación de once variedades de fréjol (*phaseolus vulgaris* L.) durante la época seca del año 2004 en la zona de Quevedo. pág.36, 37,38.

FAO. 2009. Base de datos estadísticos. Disponible en: <http://www.fao.org>.

Fenalce. 2010. Composición de la semilla de frejol disponible en <http://www.fenalce.org>.

Fira. 2007. El frijol en México competitividad y oportunidades de desarrollo», Boletín Informativo, No. 316. Vol. XXXIII. 88 p. disponible en <http://www.fira.gob.mx>.

Flores E, 2008. Breve historia de la comida mexicana, De bolsillo, México.

FLORES, G. 2007. Análisis económico en los ensayos sobre validación de tecnología en MIP-Mustia en cultivares promisorios de frijol. San José, Costa Rica. Dirección de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 30 p.

Godoy L., Díaz G., Vásconez G., Defaz E. y González B. 2011. Evaluación de dos variedades de fréjol durante tres épocas de siembra bajo sistema

de cultivo asociado con maíz. Publicado como nota técnica en Ciencia y Tecnología 4(1): 5-11. 2011. Quevedo, Ecuador.

INIAP. 2004. Estación Experimental Boliche. Guía para el cultivo de Frejol en el Litoral. Boletín divulgativo No.316.

INIAP. 2007. Estación Experimental Boliche. Variedades mejoradas de fréjol arbustivo para el litoral ecuatoriano. Boletín Divulgativo No. 297.

INTA. 2010. Estación Experimental Agropecuaria Bordenave. Abonos orgánicos. Disponible en www.inta.gov.ar/bordenave/info/ÍNDICE.

Jiménez J., Acosta J., Ramírez O. y Jacobo J. 2014. Altas densidades de plantas en frijol de riego para incrementar la producción en Chihuahua. Consultado el 29 de marzo de 2015. Disponible en http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/8/2013/anuales/anu_444-25-2014-05-3.pdf.

Lamin, N. G. 2005. Evaluación del impacto del fitomejoramiento participativo sobre los sistemas locales del frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L) en La Palma, Pinar del Rio, Cuba. UNAH, La Habana. 75 p.

Mora B., Fernández S., Flores G., Solórzano A. 2009. Efecto de las densidades de siembra y un fungicida en el rendimiento del frijol. Consultado el 29 de marzo del 2015. Disponible en www.mag.go.cr/rev_mesov09n02_009.pdf.

Navas, M. 2013. Efecto de abonadura orgánica en el rendimiento de cuatro variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el cantón Salcedo. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. P 88.

Paredes, L.O., F.Guevara L. Y L.A. Bello P. 2006. Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas, Fondo de Cultura Económica, 205 p.

Suárez E., Zamora A., Hernández L., Zamora W., Gómez E., Santiesteban R. y Verdecia P. 2005. Densidad de siembra para fríjol ("Vigna unguiculata" L. Walp). Revista de tecnología e higiene de los alimentos, ISSN 0300-5755, N° 359, 2005, págs. 99-102.

Tamayo. 2011. Comportamiento de cinco cultivares de fríjol arbustivo (phaseolus vulgaris l). pág.33, 34.

Terranova. 2010. Enciclopedia Agropecuaria Producción Agrícola 1 segunda edición, marzo 2010.

Voysest V, O. 2008. Mejoramiento genético del fríjol (Phaseolus vulgaris L.), Centro Americano de Agricultura Tropical, Colombia, 195 p.

Wikipedia. 2010. Propiedades del fríjol. Consultado el 23 de marzo del 2015. Disponible en [http:// es.wikipedia.org/wiki/phaseolus_vulgaris](http://es.wikipedia.org/wiki/phaseolus_vulgaris)

CAPÍTULO VI

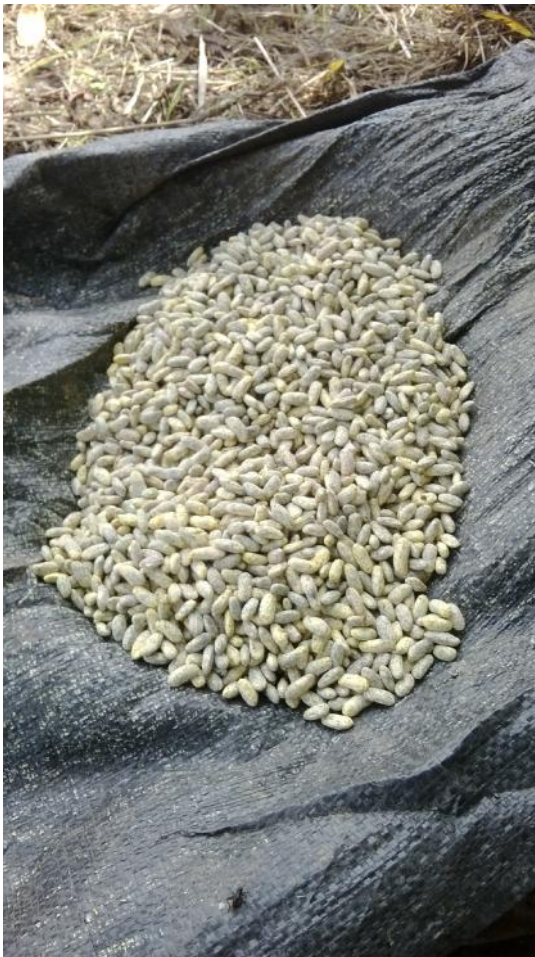
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Fotografías de la investigación



Limpieza de terreno y delimitación de parcelas



Protección de semilla y siembra



Germinación, deshierba y desarrollo del cultivo



Inicio de floración



Evaluación de altura de planta



Desarrollo del cultivo



Evaluación de floración



Evaluación de número de vainas

Anexo 2. Resultados del análisis de variancia

Altura de planta 15 días

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	4,44	1,48		0,2874
Repeticiones	4	10,85	2,71		0,0903
Error	12	12,57	1,05		
Total	19	27,86			

Coefficiente de variación 9,63 %

Altura de planta 30 días

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	17,64	5,88		0,2740
Repeticiones	4	71,45	17,86		0,0196
Error	12	48,23	4,02		
Total	19	137,32			

Coefficiente de variación 8,49 %

Altura de planta 45 días

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	109,93	36,64		0,2737
Repeticiones	4	444,96	111,24		0,0196
Error	12	300,42	25,04		
Total	19	855,32			

Coefficiente de variación 8,49 %

Número de flores por planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	3936,88	1312,29		0,0001
Repeticiones	4	5015,21	1253,80		0,0001
Error	12	94,98	7,92		
Total	19	9047,07			

Coeficiente de variación 4,42 %

Número de vainas por planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	562,07	187,36		0,0588
Repeticiones	4	245,17	61,29		0,4128
Error	12	686,51	57,21		
Total	19	1493,75			

Coeficiente de variación 23,77 %

Número de semillas por vaina

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	9,99	3,33		0,0177
Repeticiones	4	2,29	0,57		0,5141
Error	12	7,98	0,67		
Total	19	20,26			

Coeficiente de variación 12,12 %

Número de semillas por planta

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	55682,72	18560,91		0,0025
Repeticiones	4	5103,25	1275,81		0,6722
Error	12	25670,99	2139,25		
Total	19	86456,96			

Coefficiente de variación 21,69 %

Rendimiento kg/parcela

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	6,33	2,11		0,0084
Repeticiones	4	0,72	0,18		0,7140
Error	12	4,04	0,34		
Total	19	11,09			

Coefficiente de variación 21,55 %

Rendimiento kg/ha

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Probabilidad	
				0,05	0,01
Tratamientos	3	5734295,95	1911431,98		0,0085
Repeticiones	4	648277,54	162069,38		0,7175
Error	12	3682619,67	306884,97		
Total	19	10065193,16			

Coefficiente de variación 21,60 %