



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD INIAP- 413 A TRES TIPOS DE LABRANZA, EN EL CANTÓN LOJA.

TESIS DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

Klever Oswaldo Galván Rojas

DIRECTOR:

Ing. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc.

2018

an los
mejores puestos, sino
los mas preparados,
aunque no sean genios.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA
FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

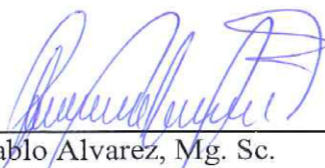
CERTIFICACIÓN

Ing. Pablo Alvarez Figueroa, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de la tesis titulada "**COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD INIAP- 413 A TRES TIPOS DE LABRANZA, EN EL CANTÓN LOJA**" de autoría del Señor Egresado de la Carrera de Ingeniería Agronómica **Klever Oswaldo Galván Rojas**, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 31 de mayo de 2018

Atentamente,



Ing. Pablo Alvarez, Mg. Sc.
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Que luego de haber procedido a la calificación de tesis escrita del trabajo de investigación titulado "COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD INIAP- 413 A TRES TIPOS DE LABRANZA, EN EL CANTÓN LOJA" , del señor egresado Klever Oswaldo Galván Rojas y al haber constatado que se ha incluido en el documento las observaciones y sugerencias realizadas por los miembros del tribunal, autorizamos al interesado continuar con los trámites como requisito previo a la obtención del título de: **Ingeniero Agrónomo**

Loja, viernes 29 de junio del 2018

Ing. Bolívar Peña Merino, Mg. Sc.
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
CALIFICADOR**

Ing. Max Encalada Córdova, Phd.
VOCAL

Ing. Klever Chamba Caillagua
VOCAL

AUTORÍA

Yo, **Klever Oswaldo Galván Rojas**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Klever Oswaldo Galván Rojas

Firma: 

Cédula: 1105024390

Fecha: Loja, 02 de julio de 2018.

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Klever Oswaldo Galván Rojas, autor de la tesis titulada “**COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD INIAP- 413 A TRES TIPOS DE LABRANZA, EN EL CANTÓN LOJA**”, como requisito para obtener el grado de: Ingeniero Agrónomo, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con los cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 2p días del mes de julio del 2018. Firma el autor.

Firma: 

Autor: Klever Oswaldo Galván Rojas

Número de cédula: 1105024390

Dirección: Provincia Loja, Cantón Loja, Barrio San José.

Correo electrónico: klever1105@gmail.com

Teléfono celular: 0968535254

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Pablo Álvarez Mg. Sc.

Tribunal de grado: Ing. Bolívar Peña Merino, Mg. Sc.

Ing. Max Encalada Córdova, Phd.

Ing. Klever Chamba Caillagua

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible la culminación de la presente investigación:

A mi padre Klever Oswaldo Galván Chavéz, mi madre Yovana Teresa Rojas Salinas y a mis hermanos Anita y Pablo Galván Rojas, quienes con su apoyo moral y económico me ayudaron a terminar mis estudios universitarios.

A la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y a todos los docentes por sus conocimientos y experiencias brindadas durante los años de vida universitaria

Al Ing. Pablo Alvarez Figueroa, Mg.Sc., actual director de tesis, por su tiempo, guía, orientación, apoyo incondicional y asesoramiento en la realización exitosa de la presente investigación.

Y finalmente, a mis compañeros y amigos de la Universidad, que durante cinco años de carrera supieron brindarme su apoyo, paciencia y con quienes tuve la dicha de compartir momentos inolvidables de aprendizaje.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mi madre Teresa Rojas

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Klever.

Por su apoyo incondicional, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanos

Por estar conmigo y apoyarme siempre, en cada momento de mi vida.

A mis amigos.

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora seguimos compartiendo lasos de amistad: César Vaca, Guissella Sánchez, Cristina Pambi y Andy Aguirre.

¡Gracias a todos ustedes!

Klever Oswaldo Galván Rojas

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
CERTIFICACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
SUMARY	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1.1. Historia e importancia	3
2.1.2. Producción Mundial	4
2.1.3. Producción Nacional	4
2.1.4. Clasificación Taxonómica	5
2.1.5. Características Botánica	5
2.1.6. Requerimientos Edafoclimáticos	6
2.1.7. Ciclo del cultivo	6
2.1.8. Fases Fenológicas	6
2.1.9. Agrotecnia del Cultivo	11
2.1.10. Plagas, enfermedades y su control	13
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD INIAP – 413.	16
2.2.1. Origen	16
2.2.2. Características de la variedad	16
2.2.2.1. Agronómicas	16
Fuente: Curipoma y Jambi (2015).....	17
2.2.4. Manejo del cultivo.	17

2.2.5. Labranza del suelo agrícola.....	17
2.2.5.1. Tipos de labranza	18
2.3. Estudios similares sobre diferentes tipos de labranza en el desarrollo fenológico del cultivo de fréjol y costos de producción.	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Ubicación del área de estudio	22
3.2. Materiales.....	23
3.3. Metodología	23
3.3.1. Diseño experimental.....	23
3.3.2. Metodología para evaluar el efecto de tres tipos de labranza en el desarrollo fenológico y su incidencia en el rendimiento de la variedad de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) INIAP- 413.....	25
3.3.2.1. Preparación del terreno.....	25
3.3.2.2. Obtención y desinfección de semillas.....	26
3.3.2.3. Siembra	26
3.3.2.4. Riego, fertilización y control fitosanitario.....	28
3.3.2.5. Deshierba y adecuación de parcelas	28
3.3.2.6. Variables evaluadas	29
3.3.2.6.1. Variables evaluadas durante en crecimiento del fréjol.....	29
3.3.2.6.2. Variables evaluadas a la cosecha del fréjol.....	29
3.3.3. Metodología para determinar los costos de producción de cada tipo de labranza, para recomendar el más económico y rentable.	30
3.3.3.1 Parámetros utilizados en el análisis económico.....	30
3.3.4. Metodología para difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.	30
4. RESULTADOS.....	32
4.1. Resultados del efecto de tres tipos de labranza en el desarrollo fenológico y su incidencia en el rendimiento de la variedad de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) INIAP- 413.....	32
4.1.1. Porcentaje de germinación de fréjol variedad INIAP-413 en tres tipos de labranza.....	32
4.1.2. Altura de las plantas	32
4.1.3. Número de hojas por planta.....	33

4.1.4.	Número de vainas	34
4.1.5.	Número de granos por vaina	35
4.1.6.	Peso de 100 granos	36
4.2.	Resultados de costos de producción de cada tipo de labranza, para recomendar el más económico y rentable.....	37
4.2.1.	Análisis económico de los diferentes tipos de labranza en el cultivo de fréjol <i>Phaseolus vulgaris</i> L., variedad INIAP- 413	37
4.2.2.	Rendimiento del cultivo de fréjol <i>Phaseolus vulgaris</i> L., con tres tipos labranza.	37
4.2.3.	Rentabilidad según el tipo de labranza del cultivo de fréjol <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	38
5.	DISCUSIÓN	39
6.	CONCLUSIONES	42
7.	RECOMENDACIONES	43
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	44
9.	ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Fases Fenológicas del cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	6
Cuadro 2.	Control químico para roya (<i>Uromyces appendiculatus</i>).	14
Cuadro 3.	Control químico para antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>).	15
Cuadro 4.	Control químico para mancha angular (<i>Phaeoisariopsis griseola</i>).	15
Cuadro 5.	Control químico para mildiú polvoso o cenicilla (<i>Erysiphe polygoni</i>).	16
Cuadro 6.	Rendimientos de la variedad INIAP – 413.....	17
Cuadro 7.	Descripción de los diferentes tratamientos para el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413, con diferentes tipos de labranza.	23
Cuadro 8.	Formato de cuadro para el análisis estadístico de la presente tesis.	25
Cuadro 9.	Costos de producción de los diferentes tipos de labranza en el del cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413.	37
Cuadro 10.	Rendimiento según el tipo de labranza del cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413.	37
Cuadro 11.	Rentabilidad del cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413 con tres tipos de labranza.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de ubicación del barrio Shushuhuayco.....	22
Figura 2.	Croquis del diseño experimental	24
Figura 3.	Preparación del terreno con labranza convencional. Galván-2017.....	26
Figura 4.	Delimitación de subparcelas en terreno. Galván-2017.....	26
Figura 5.	Terreno sin ninguna preparación. Galván-2017.....	26
Figura 6.	Semilla de fréjol variedad INIAP-413. Galván-2017.....	26
Figura 7.	Mezcla de semilla con vitavax. Galván-2017.	26
Figura 8.	Desinfección de semilla. Galván-2017.....	26
Figura 9.	Densidad de siembra a una distancia de 0.30 m x 0.80 m. Galván-2017.....	27
Figura 10.	Siembra de dos semillas por golpe. Galván-2017.....	27
Figura 11.	Aplicación de riego por aspersión. Galván-2017.....	28
Figura 12.	Aplicación de fungicidas e insecticidas. Galván-2017.....	28
Figura 13.	Fertilización de cultivo de fréjol en cada subparcela. Galván-2017.	28
Figura 14.	Deshierbe de parcela con lampa. Galván-2017.....	29
Figura 15.	Adecuación de caminos con cascara de maní. Galván-2017.	29
Figura 16.	Deshierbe de parcela con motocultor Galvan - 2017	29
Figura 17.	Efectos de tipos de labranza en la germinación de las plantas de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413 a los 8 días a partir de la siembra.	32
Figura 18.	Altura de las plantas fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP-413 a los 45 días a partir de la siembra	33
Figura 19.	Número de hojas de las plantas de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413 a los 45 días a partir de la siembra.	34
Figura 20.	Número de vainas de las plantas fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413 a los 90 días a partir de la siembra.	35
Figura 21.	Número de granos por vaina del cultivo fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413 a los 90 días a partir de la siembra	35
Figura 22.	Peso total de vainas de las plantas fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413 a los 90 días a partir de la siembra.	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Registro de datos de las variables evaluadas en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413, para ingresar a Infostat.	48
Anexo 2.	Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el porcentaje de germinación en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413.....	48
Anexo 3.	Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en la altura de las plantas en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413.	49
Anexo 4.	Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el número de hojas de las plantas en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413.....	49
Anexo 5.	Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el número de vainas por planta en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413.....	50
Anexo 6.	Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el número de granos por vaina en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413.....	50
Anexo 7.	Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el peso de 100 granos, por tratamiento en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413.....	51
Anexo 8.	Fotografías del ensayo experimental en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413. Shushuhuaico – Loja 2018.....	51
Anexo 9.	Análisis económico de los tres tipos de labranza en el cultivo de fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad INIAP- 413. Shushuhuaico – Loja 2018. ...	53

TEMA

“COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DEL CULTIVO DE FRÉJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) VARIEDAD INIAP- 413 A TRES TIPOS DE LABRANZA, EN EL CANTÓN LOJA”

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el barrio Shushuhuayco, cantón Loja, provincia de Loja, en el que se estableció un experimento de campo, con el fin de evaluar el efecto de tres tipos de labranza (cero, mínima y mecanizada o convencional) en el desarrollo fenológico y rendimiento del fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP-413.

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, donde sus tratamientos fueron arreglados en parcelas divididas. Las variables a evaluar fueron porcentaje de germinación, días a la germinación, altura de la planta, número de hojas, número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de cien granos. Los datos recopilados fueron sometidos a un análisis de varianza ANOVA y comparaciones de medias con una prueba estadística de Tukey al 0,05 de probabilidad. Los resultados muestran que no existieron diferencias significativas para la variable porcentaje de germinación, sin embargo, T2 (labranza mecanizada) tuvo el mejor porcentaje con 93,75%. Respecto a las variables de crecimiento labranza mecanizada que resultó con los mayores promedios de altura de planta (39,4 cm), número de hojas (25 hojas /planta), número de vainas (14,25 vainas/planta), número de granos por vaina (4,50 granos/vaina) y peso de cien granos (95,34 g), seguido de labranza mínima que presentó 31,32 cm en altura de planta, 25 hojas por planta, 11,00 vainas por planta, 4,25 granos por vaina y 95,20 g de peso; y; seguido de labranza cero que presentó bajos promedios de altura de planta (27,12 cm), número de hojas (17,75 hojas /planta), número de vainas (9,75 vainas/planta), número de granos por vaina (4,00 granos/vaina) y peso de cien granos (95,17 g).

El rendimiento del cultivo de fréjol no tuvo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Al efectuar el análisis económico, el mejor tratamiento (labranza mecanizada) tuvo una rentabilidad del 71,66 %.

Palabras claves: cultivo, *Phaseolus vulgaris*, labranza convencional, labranza de conservación

SUMMARY

The present research work was carried out in the district of Shushuhuayco, Loja canton, province of Loja, a research field was established, in order to evaluate the effect of three types of tillage (zero, minimum and mechanized or conventional) The phenological development and its incidence in the yield of the variety of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP-413.

The experimental design used was completely randomized, where their treatments were arranged in divided plots. The variables to be evaluated were percentage of germination, days to germination, height of the plant, number of leaves, number of pods per plant, number of grains per pod and weight of one hundred grains. The data collected were subjected to ANOVA analysis of variance and comparisons of means with a Tukey statistical test at 0.05 probability. The results show that there were no significant differences for the germination percentage variable, however, T2 (mechanized tillage) had the best percentage with 93.75%. Regarding the variables of growth mechanized tillage that resulted with the highest averages of height of plant (39.4 cm), number of leaves (25 leaves / plant), number of pods (14.25 pods / plant), number of grains per pod (4.50 grains / pod) and one hundred grains weight (95.34 g), followed by minimum tillage that presented 31.32 cm in plant height, 25 leaves per plant, 11.00 pods per plant, 4 , 25 grains per pod and 95.20 g of weight; Y; followed by zero tillage that showed low plant height averages (27.12 cm), number of leaves (17.75 leaves / plant), number of pods (9.75 pods / plant), number of grains per pod (4 , 00 grains / pod) and weight of one hundred grains (95.17 g).

The yield of the bean crop did not have significant statistical differences between the treatments. When performing the economic analysis, the best treatment (mechanized tillage) had a profitability of 71.66%.

Keywords: cultivation, *Phaseolus vulgaris*, conventional tillage, conservation tillage

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de fréjol tiene gran importancia, ya que es una de las principales fuentes de proteína vegetal de buena calidad y relativamente fácil de obtener en el mercado, constituye la base de la alimentación de la población en el mundo. Esta especie es una de las leguminosas que produce más proteína por unidad de superficie en comparación con otros cultivos (Molina, 2012).

Contreras y García, (2011), señalan que el fréjol es la segunda leguminosa más consumida y cultivada en la provincia de Loja, pudiendo ser aprovechada en cultivos asociados, rotación de cultivos y como abonos verdes, permitiéndole al agricultor incorporar nitrógeno atmosférico al suelo de una manera económica, mediante la asociación de este cultivo con bacterias nitrificantes del suelo.

En Ecuador, el fréjol se cosecha en grano seco alrededor de 89.789 ha. y en grano tierno 15.241 ha, lo que produce 18.050 y 8448 tm/ha, respectivamente. Los valores indicados a su vez representan rendimientos, en su orden, de 0.20 y 0.50 tm/ha, cantidades que se consideran deficientes debido a la escasa disponibilidad de variedades mejoradas, uso de semillas de mala calidad, incidencia de plagas y manejo inadecuado del cultivo (Navarrete *et al.*, 2013).

A nivel nacional se siembra 85.553 ha de fréjol, de las cuales se pierde un total de 10.882 ha por diferentes causas; siendo la principal la sequía con un porcentaje del 58 %, el ataque de plagas y enfermedades 17%. El 18.4 % tiene acceso al riego y solamente el 28.4 % aplican fertilizante (INEC, 2010).

El sistema de labranza es una de las prácticas que más afecta el manejo de malezas ya que además de determinar las especies presentes, afecta la efectividad de los herbicidas y las opciones de manejo. Además, se ha observado un comportamiento irregular entre los sistemas de labranza y la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de frijol, siendo esto un factor influyente en cuanto a la producción (Rojas y Chávez, 2008).

En la actualidad, la conservación del medio ambiente conlleva a la revisión de los sistemas de labranza de suelo en relación al nivel de afectación de este recurso. La labranza mecanizada no debe constituir la única alternativa que poseen los agricultores a la hora de preparar los terrenos para sus cultivos. Dada esta preocupación se han

desarrollado sistemas de labranza de conservación: (reducida, mínima); los cuales ayudan a disminuir los costos de producción y mantener las características del suelo, que son favorables para el desarrollo y producción del cultivo de fréjol (Delgado *et al.*, 2010).

Esta problemática productiva crea un ambiente ideal y necesario para investigar, alternativas de los diferentes tipos de labranza para minimizar los efectos causados por el sistema de labranza convencional, sin que esto implique disminuir los rendimientos en el cultivo de fréjol. Asimismo, evaluar la producción de este cultivo por área cultivada apropiadas a la zona como una actividad coadyuvante a las políticas gubernamentales acordes al Plan Nacional del Buen Vivir.

Es por ello que es de gran importancia conocer el sistema de labranza más conservacionista y evalúe su incidencia en el rendimiento, como rubro de gran importancia agrícola, económica, ecológica y social del cultivo de fréjol.

Los objetivos que orientaron la presente investigación fueron:

Objetivo General

- Evaluar el efecto de tres tipos de labranza en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad INIAP- 413, para recomendar el más apropiado en el crecimiento, desarrollo y producción.

Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de tres tipos de labranza en el desarrollo fenológico y su incidencia en el rendimiento de la variedad de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP- 413.
- Determinar los costos de producción de cada tipo de labranza, para recomendar el más económico y rentable.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Loja.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CULTIVO DE FRÉJOL *Phaseolus vulgaris* L.

2.1.1. Historia e importancia

El fréjol es la especie más importante para el consumo humano. Se cultiva prácticamente en todo el mundo, en 129 países de los cinco continentes, se reporta la producción de fréjol, según la FAO. América Latina es la zona de mayor producción y consumo, se estima que más del 45% de la producción mundial proviene de esta región, donde es considerado como uno de los productos básicos de la economía campesina. (Hernández, López *et al.*, 2013).

Los estudios arqueológicos indican que el fréjol común *Phaseolus vulgaris* L., es originario del continente americano. Se han encontrado evidencias, con antigüedad de 5000 a 8000 años, en algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú. Existe un acuerdo relativo que indica a México como su lugar de origen, que también se disputa el Perú, por encontrarse allí prototipos de las especies silvestres de los cinco grupos de frijoles más cultivados. Hay evidencias que señalan que en toda Mesoamérica se sembraban los cultivos de fréjol, maíz, calabaza y ají, que constituyeron la principal fuente alimenticia de las culturas que habitaron esta región, desde hace más de 8.000 años (Antomarch, *et al.*, 2015).

Se dice que, al principio del siglo XVI, fueron los españoles quienes llevaron a Europa las primeras semillas de fréjol. Años después los portugueses lo difundieron en varios países africanos (Martínez y Castillo, 2015).

Con respecto al valor nutritivo, el fréjol es considerado como una de las principales fuentes de proteína, especialmente para aquellas poblaciones de bajos recursos y dentro de los productos básicos en la seguridad alimentaria de las áreas rurales y de bajos ingresos. El contenido de proteína varía de acuerdo al genotipo; en general, es de un 24%, superando al maíz y la papa en cantidad (Puertas, Mejía, Mosquera y Rojano, 2016).

2.1.2. Producción Mundial

El fréjol, según la FAO se produce en 129 países. La producción mundial entre 1961 y 2007 ha estado en promedio en 15 millones de toneladas. En el 2008 se produjeron 20.935.000, con un rendimiento promedio mundial de 730 kilos por hectárea. Entre los países más productores se destacan en orden de importancia, expresados en porcentaje de producción mundial: India 19%, Brasil 17%, Myanmar 12%, Estados Unidos 6% y México 6 %. Estos países contribuyeron con el 66% del total producido.

En cuanto a rendimientos el de mayor productividad es Canadá con 2.12, Estados Unidos con 2.0 y Chile con 1.85 toneladas por hectárea. El rendimiento de Colombia está en 1.1 toneladas por hectárea (Medina *et al.*, 2015).

En general el mayor consumo per cápita se da en países con bajo ingreso per cápita. Los de mayor consumo son: Nicaragua, Cuba, Brasil, Uganda y Salvador. En Colombia el consumo es de 3 kilos por persona (Medina *et al.*, 2015).

En el mundo predomina el cultivo de plantas de tipo arbustivo, cuyos granos son las que más se comercializan a nivel global. Se comercializaron 2.8 millones de toneladas. Los mayores exportadores son: China, Myanmar, Canadá y Estados Unidos. Los mayores importadores de fríjol son: India, que es a la vez el mayor productor, Japón, Estados Unidos, Argelia y Malasia (Medina *et al.*, 2015).

2.1.3. Producción Nacional

Desde el año 2000 al 2012, la producción nacional de fréjol tierno en el Ecuador se incrementó en 82.42%, debido a la creciente demanda de este producto por ser considerado como un alimento básico en la dieta de la población. En el censo del año 2000 se reportó una producción de 8.45 mil toneladas y en la encuesta del 2012 (ESPAC-INEC) se incrementó a 15.92 mil toneladas, registrando así una tasa de crecimiento promedio anual de 11.64%. Mientras que, en este mismo periodo de tiempo la producción nacional de fréjol seco registró una disminución de 44.65%. En el censo del año 2000 se reportó una producción de 18 mil toneladas y en la encuesta del 2012 (ESPAC-INEC) se redujo a 9.99 mil toneladas (Morillo y Chicaiza, 2013).>Para el 2013, aun sin datos oficiales, se estima en 17.6 mil toneladas la producción de fréjol tierno y en

9.7 mil toneladas la de fréjol seco; un 60% y 41 % por debajo del máximo alcanzado en el 2005 (29.8 mil toneladas de fréjol tierno y 23.5 mil toneladas de fréjol seco). La caída se explica mayormente por la disminución del área cosechada a partir del año 2005. En cuanto al fréjol tierno, Imbabura es la provincia con mayor producción (14%), cuenta con el mayor nivel de productividad del país (1.44 tm/ha) pese a tener la menor superficie cosechada 1.53 mil hectáreas. Por otro lado, Azuay es la provincia de más baja productividad (0.11 tm/ha), produce cerca del 9% de la producción nacional y cuenta con la mayor superficie cosechada, 12.89 mil hectáreas. La baja productividad se debe a que se cultiva el fréjol asociado con el maíz suave choclo, siendo este último el cultivo principal. (Morillo y Chicaiza, 2013).

2.1.4. Clasificación Taxonómica

Reino: Vegetal
División: Magnoliophyta
CLASE: Magnoliopsida
ORDEN: Fabales
Familia: Fabaceae
Género: *Phaseolus*
Especie: *vulgaris* (Ochoa y Ruilova, 2014).

2.1.5. Características Botánica

Raíz: Sistema radical superficial, pero hay variaciones dentro de una misma variedad. En las raíces encontramos los nódulos de bacterias que fijan nitrógeno.

Tallo: Herbáceo, tierno y ramificado. Puede ser de crecimiento determinado o indeterminado. Cuando es de crecimiento determinado las plantas son enanas y de tallos erectos de 20 a 60 cm de alto, y cuando son de crecimiento indeterminado, las plantas tienen un tutor y alcanzan de 2 a 3 metros de longitud.

Hojas: Compuestas, alternas, trifoliadas, de color verde o morado, con o sin pubescencia o vellos.

Flores: Están dispuestas en racimos terminales o axilares, según su crecimiento (determinado o indeterminado), de color blanco rosado o de tonalidad morada.

Fruto: Es una vaina con dos valvas (una dorsal y la otra placental) indehiscentes, en ella se encuentran las semillas, que en estado maduro se abre para dejarlas libres (FAO, 2006) citado por (Ochoa y Ruilova, 2014).

2.1.6. Requerimientos Edafoclimáticos

El frejol se adapta bien desde los 200 hasta los 1500 msnm, el cultivo necesita desde 300 a 400 mm por ciclo de cultivo, las temperaturas óptimas oscilan entre 10 a 27 °C, la planta de frejol es muy susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por tal razón debe sembrarse en suelos de textura ligera y bien drenados. El pH óptimo para fréjol fluctúa entre 6.5 y 7.5 (MAGAP, 2008).

2.1.7. Ciclo del cultivo

En tierno: 80 a 90 días en valles y estribaciones.

En seco: 110 a 115 días en valles y estribaciones (Peralta *et al.*, 2010).

2.1.8. Fases Fenológicas

Cuadro 1. Fases Fenológicas del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L.

FASE	ETAPA	DIAS
<i>Vegetativa</i>	V0:Germinación	0-5
	V1:Emergencia	5-7
	V2:Hojas primarias	7-11
	V3:Primera hoja trifoliada	11-16
	V4:Tercera hoja trifoliada	16-23
<i>Reproductiva</i>	R5:Prefloración	23-32
	R6:Floración	32-26
	R7:Formación de vainas	36-44
	R8:Llenado de vainas	44-62
	R9:Maduración	62-77

Fuente: (Ochoa y Ruilova, 2014).

2.1.8.1. Etapas de la fase vegetativa:

En la fase vegetativa incluye 5 etapas de desarrollo: germinación, emergencia, hojas primarias, primera hoja trifoliada, tercera hoja trifoliada.

a) Etapa V0: germinación

Se debe tomar como iniciación de la etapa V0, el día en que la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación; es decir, la semilla absorbe agua inicialmente y ocurre en ella los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones.

Posteriormente emerge la radícula (generalmente por el lado del hilum). Luego esta se convierte en raíz primaria al aparecer sobre ella las raíces secundarias y las raíces terciarias. El hipocótilo también crece hasta que los cotiledones quedan a nivel del suelo.

b) Etapa V1: emergencia

Se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen a nivel del suelo, después de la emergencia el hipocótilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo. Cuando este se encuentra completamente erecto, los cotiledones quedan por encima del nivel del suelo, comienza a separarse y se nota que el epicótilo ha empezado a desarrollarse.

Luego aparecen y comienzan el despliegue de las hojas primarias; las láminas empiezan a separarse y abrirse hasta desplegarse totalmente.

c) Etapa V2: hojas primarias

Comienza cuando las hojas primarias de la planta esta desplegadas, son unifoliadas y opuestas, están situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando están completamente desplegadas se encuentran generalmente en posición horizontal, aunque no han alcanzado su tamaño máximo.

En esta etapa los cotiledones pierden su forma arqueándose y arrugándose. La primera hoja trifoliada comienza su crecimiento y continúa su desarrollo hasta desplegarse completamente.

El crecimiento de una hoja trifoliada incluye tres pasos: inicialmente, los folíolos todavía unidos aumentan de tamaño; luego estos se separan y, por último, se despliegan y se extienden en un solo plano.

d) Etapa V3: primera hoja trifoliada

Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y plana. Se considera que la hoja está desplegada cuando las láminas de los folíolos se ubican en un plano. La hoja no ha alcanzado aún su tamaño máximo y sin embargo cortos tanto el entrenudo de las hojas primarias y la primera hoja trifoliada, como el pecíolo de la hoja trifoliada; por esta razón, cuando se inicia la etapa V3, la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias.

Luego el pecíolo y el entrenudo crecen y la primera hoja trifoliada se sobrepone a las hojas primarias; la segunda hoja trifoliada ya ha aparecido y los cotiledones se han secado completamente y, por lo general, han caído.

El tallo sigue creciendo, y las segundas hojas trifoliadas se abren y la tercera hoja trifoliada se despliega.

e) Etapa V4: Tercera hoja trifoliada

Comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada es a partir de esta etapa que se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas tales como el tallo, las ramas, y otras hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las triadas de yemas que se encuentran en las axilas de las hojas de las plantas, incluso de las hojas primarias y de los cotiledones, las yemas de los nudos inferiores de las plantas generalmente se desarrollan produciendo ramas. El tipo de ramificación y el número y la longitud de las ramas depende, entre otros, del genotipo y de las condiciones del cultivo.

La primera rama generalmente comienza su desarrollo cuando la planta inicia la etapa V3. En general esta etapa es la parte más extensa en la fase vegetativa.

2.1.8.2. Etapas de la fase reproductivas

En esta etapa ocurren las etapas de pre-floración, floración, formación de las vainas, llenado de las vainas, y maduración. En el hábito de crecimiento indeterminado, el desarrollo de estructuras vegetativas continúa durante esta fase, o sea que la planta produce nuevos nudos, ramas y hojas.

a) Etapa R5: Pre-floración

Se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo en una variedad de hábito determinado, se nota el desarrollo de botones florales en el último nudo del tallo o rama. En cambio, en las variedades indeterminadas al inicio de esta etapa, los racimos se observan en los nudos inferiores.

Es necesario hacer énfasis entre lo que ocurre entre las variedades de hábito de crecimiento determinado, del tipo I y las variedades de crecimiento indeterminado de los tipos II, III, IV. En las primeras, el tallo y las ramas terminan su crecimiento formando una inflorescencia. En las variedades de hábito de crecimiento indeterminado el tallo y las ramas continúan creciendo debido a que presentan en su parte apical no una inflorescencia, sino un meristemo vegetativo. Las inflorescencias de las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, que resultan del desarrollo de las yemas, se encuentran en las axilas de las hojas trifoliadas.

El complejo axilar de las variedades indeterminadas puede presentar un desarrollo foral y vegetativo. En el desarrollo de este complejo axilar la yema central produce un racimo mientras que, de las dos yemas laterales, una de ellas generalmente forma una rama y la otra no alcanza a desarrollarse.

En las variedades determinadas el complejo axilar del último nudo formado, presenta un desarrollo foral de sus yemas; es decir las dos yemas laterales se desarrollan como botones florales y la yema central permanece en estado latente. Es a partir de este nudo que el ápice del tallo y de las ramas se transforman en racimo terminal.

Un día antes de que ocurra el fenómeno de antesis (apertura de la flor), los botones presentan algunos abultamientos característicos. Al final de este proceso se abre la flor.

b) Etapa R6: floración

Esta etapa se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, esta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades de hábito determinado (Tipo I) la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continuada en forma descendente en los nudos inferiores; por el contrario, en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado (Tipo II, III, IV), la floración comienza en la parte baja del tallo y continua de forma ascendente.

Dentro de cada racimo la floración empieza en la primera inserción floral y continua en la siguiente. Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta. La corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento; como consecuencia de crecimiento de la vaina, la corola se marchita cuelga o se desprende.

c) Etapa R7: Formación de las vainas

Inicia cuando la planta presenta la primera vaina. En las plantas de habito de crecimiento determinado, las primeras vainas se observan en la parte superior del tallo y las ramas; las demás vainas van apareciendo hacia abajo; por el contrario, en las plantas de habito de crecimiento determinado las primera vainas se forman en la parte inferior y la aparición de las demás ocurre de forma descendente.

La formación de la vaina inicialmente comprende el desarrollo de las valvas. Durante los primeros 10 o 15 días después de la floración ocurre principalmente el crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de la semilla. Cuando las vainas alcanzan su tamaño final y el peso máximo, se inicia el llenado de las vainas.

d) Etapa R8: Llenado de las vainas

La etapa R8 se inicia cuando el 50% de las plantas empiezan a llenar la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de las semillas. Vistas por las suturas o de lado, las vainas presentan abultamiento que corresponde las semillas en crecimiento. La vaina se alarga hasta los 10 o 12 días después de la floración el peso de las valvas aumenta hasta 15 o 20 días después de la floración. El peso del grano solo aumenta marcadamente cuando las vainas han alcanzado su tamaño y peso máximo; Los granos alcanzan su peso máximo 30 o 35 días después de la floración.

Al final de esta etapa los granos pierden su color verde para comenzar a adquirir las características de la variedad. En gran número de variedades ocurre entonces la pigmentación de la semilla. La pigmentación aparece primero alrededor de hilum y luego se extiende a toda la testa.

Al finalizar esta etapa también se observa el inicio de la defoliación, comenzando por las hojas inferiores que se tornan cloróticas y caen.

e) Etapa R9: Maduración

Se considera como la última de la escala de desarrollo. Esta etapa se caracteriza porque en ella las plantas inician la decoloración y secado de las vainas. Estos cambios en la coloración de las vainas indican el inicio de la maduración de la planta; continúa el amarillamiento y caída de las hojas y todas las partes de la planta se secan. El contenido de agua de las semillas baja hasta alcanzar un 15%, momento en el cual las semillas adquieren su coloración típica, aunque esta puede cambiar durante el almacenamiento según la variedad. Así termina el ciclo biológico; y el cultivo se encuentra listo para la cosecha (Fernández, Gepts y López, 1986).

2.1.9. Agrotecnia del Cultivo

- **Preparación del suelo:**

Rastrado y surcado (tractor y animales): en suelos sueltos, tipo “talco”, con una o dos pasadas de rastra es suficiente. El surcado en áreas bajo riego se hace con animales (burro, caballo o yunta), para un buen trazado de tablas o franjas y surcos; siempre en función de la pendiente.

Arado, cruza y surcado: en suelos más pesados siempre es necesario arar, cruzar y rastrar con tractor y el surcado con animales o tractor.

Labranza mínima o reducida, haciendo “hoyos”, con “espeque”, pala o surcos superficiales; se puede usar herbicida previamente.

- **Siembra:**

Época: Febrero - abril y septiembre- noviembre (Valles); y, abril - julio (Etribaciones).

Cantidad: 90 a 110 kg/ha, para grano grande y 50 kg/ha, para grano pequeño (afroandino).

Sistema: Monocultivo

Distancia entre surcos: 60 a 70 cm

Distancia entre sitios: 25 a 30 cm

Semillas por sitio: 3 a 4

Hileras por surco: 1

- **Fertilización:**

De acuerdo al análisis de suelo. Una recomendación general es aplicar a la siembra, 200 kg por hectárea de 11-52-00 o 18-46-00 (4 sacos), que equivale a 22 y 104 o 36 y 92 kg/ha de N y P₂O₅, respectivamente.

El fréjol tiene una excelente respuesta al uso de Quelatos de Zinc, aplicados en floración y llenado de vainas; en dosis de 2 kg/ha en cada estado de desarrollo.

También se recomienda el uso de Metalosate K (250 cc/ha), en floración y entre el engrose o llenado de vainas.

- **Control de malezas:**

Manual: Una deshierba y un aporque.

Químico: En monocultivo y en post-emergencia, usar Fomesafen (Flex), 250 cc/ha, para malezas de hoja ancha (con 2 a 3 hojas verdaderas), (Curipoma y Jambi, 2015).

- **Cosecha y trilla:**

La cosecha en vaina seca debe realizarse cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica, es decir, cuando están completamente defoliadas, las vainas secas de color amarillo y con un contenido aproximado de 18 a 20% de humedad en las semillas.

La trilla puede realizarse por pisoteo con animales o por golpe sobre el piso usando varas de madera, cuando se trate de cantidades pequeñas (1 a 2 ha). El uso de trilladoras mecánicas es recomendado para cosechas grandes. Para producir semilla de buena calidad, se debe utilizar el sistema manual de “varas” o “marimba”. La práctica tradicional de pisoteo con camión, daña la semilla por aplastamiento y la calidad del grano se reduce significativamente.

- **Almacenamiento:**

El grano para consumo y la semilla se deben almacenar en lugares frescos (10 a 12°C) y secos (< 70% de humedad relativa), libres de gorgojo y con humedad en el grano inferior al 13 % (Mendoza y Felipe, 2016).

2.1.10. Plagas, enfermedades y su control

Plagas y su control:

- **Para trozadores** (*Agrotys* sp.): se recomienda KSI (orgánico a base de ácidos láurico, palmítico, estéarico) en dosis de 800 cc/ha o Deltametrina (Decis) en dosis de 400 cc/ha.

- **Para mosca blanca** (*Trialeurodes vaporariorum* o *B. tabasi*): Estas plagas se deben controlar en base del umbral de acción, es decir, en presencia de huevos y ninfas en el envés de las hojas del tercio inferior de la planta, en una muestra al azar de 50 plantas por lote.

Estrategia 1. Diafentiuron (Polo), 1000 cc/ha, cuando la población de mosca blanca se encuentre en el umbral de acción y después de tres o cuatro semanas (solamente si es necesario), Thiocyclam-hydrogenoxalato (Evisect), 600 g/ha más Lambdacihalotrina (Karate) 500 cc/ha (Cardona, 2005).

Estrategia 2. Buprofezin (Applaud 25% PM), 250 g/ha, cuando la población de mosca blanca se encuentre en el umbral de acción y después de tres o cuatro semanas (solamente si es necesario), Endosulfan (Thionex o Thiodan), 1000 cc/ha más Lambdacihalotrina (Karate), 500 cc/ha.

- **Para lorito verde o mosquilla** (*Empoasca kraemeri*):
 - 1) Dimetoato (Diabolo, Perfekthion), 200 cc/ha.
 - 2) Endosulfan (Thionex o Thiodan), 1000 cc/ha más Lambdacihalotrina (Karate), 500 cc/ha.
 - 3) Cigarral (Imidacloprid), 500 cc/ha.
- **Para barrenador de tallo y vainas** (*Epinotia aporema*): se recomienda usar Clorpirifos (Lorsban) 250 cc/ha.
- **Para araña roja** (*Tetranychus* sp): se recomienda usar Azufre (Elosal) 1 kg/ha.
- **Para trips** (*Thysanoptera: Thripidae*): se recomienda usar Spinosad (TRACER 120SC) de 100 a 150 cc/ha. Se deben rotar los productos para evitar la resistencia, se puede usar también Cigarral (Imidacloprid) 500 cc/ha.
- **Para gorgojo** (*Acanthoscelides obtectus*): se recomienda colectar y trillar la cosecha a la brevedad posible y almacenar el grano en bodegas limpias. Para pequeñas cantidades de semilla se recomienda usar aceite de mesa (5 cc/kg) o espolvorear con

cal, arena o pimienta. Otra tecnología a usar es la llamada “solarización” (Peralta *et al.*, 2016).

Enfermedades y su control:

Según Garcés, (2013), en Ecuador las enfermedades más comunes del fréjol son:

- **Roya (*Uromyces appendiculatus*):** El control más efectivo y económico es la siembra de variedades resistentes. En Ecuador existen variedades de fréjol arbustivo y voluble resistentes a la roya generadas por el INIAP.

Entre las variedades arbustivas resistentes están INIAP 418 “Je.Ma”, INIAP 420 “Canario del Chota”, INIAP 424 “Concepción”, INIAP 425 “Blanco Fanesquero”, INIAP 427 “Libertador” e INIAP 428 “Canario Guarandeño”, INIAP 429 Paragachi Andino e INIAP 430 Portilla (resistencia intermedia), INIAP 480 Rocha, INIAP 481 Rojo del Valle.

Se recomienda revisar la información técnica publicada de cada variedad (áreas y altitudes recomendadas). Si no se dispone o usa variedades con resistencia genética a roya, se recomienda aplicar los productos indicados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Control químico para roya (*Uromyces appendiculatus*).

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Dosis
Benomil	Benlate, Benex, Pilarben	250 g/ha
Bitertanol	Baycor	250 – 300 cc/ha
Plantvax	Oxicarboxin	600 – 800 g/ha
Hexaconazol	Anvil	200 cc/ha

-Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*):

La siembra de variedades resistentes es la medida más efectiva para control de esta enfermedad. Existen variedades de fréjol arbustivo resistentes antracnosis como INIAP 414 “Yunguilla”, INIAP 425 “Blanco Fanesquero”, 427 “Libertador” e INIAP 428 “Canario Guarandeño” (resistencia intermedia), INIAP 429 Paragachi Andino, INIAP 43 Portilla e INIAP 482 Afroandino.

Para el control de la antracnosis, en variedades susceptibles o de resistencia intermedia, se recomienda rotar cualquiera de los siguientes productos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Control químico para antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Dosis
Benomil	Benlate, Benex, Pilarben	250 g/ha
Caberezadim	Bavistin, Derosal 500 SC	120 – 240 cc/ha
Clorotalonil	Bravo 720, Daconil	700 – 1000 cc/ha
Propineb	Antracol	600 g/ha

- Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*):

Hasta el momento no se dispone de variedades mejoradas con resistencia genética a mancha angular, se espera disponer de estas en el próximo quinquenio.

Para el control de la mancha angular, se recomienda cualquier producto (Cuadro 4).

Cuadro 4. Control químico para mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*).

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Dosis
Benomil	Benlate, Benex, Pilarben	250 g/ha
Clorotalonil	Bravo 720, Daconil	700 – 1000 cc/ha
Fentín Hidróxido de Estano	Brestanid	100 – 150 cc/ha
Propineb	Antracol	600Ha

- Mildiú polvoso o cenicilla (*Erysiphe polygoni*):

No existen variedades mejoradas resistentes. Para el control de la cenicilla se recomienda usar los productos descritos a continuación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Control químico para mildiú polvoso o cenicilla (*Erysiphe polygoni*).

Ingrediente Activo	Nombre Comercial	Dosis
Benomil	Benlate, Benex, Pilarben	250 g/ha
Azufre	Elosal 720, Kumulus DF	600 cc/ha

- Virus del mosaico común:

El mosaico común del fréjol es una enfermedad causada por un virus denominado universalmente BCMV (Bean Common Mosaic Virus). Para controlar y/o prevenir el virus se recomienda el uso de semilla de buena calidad, libre de esta enfermedad o erradicar plantas enfermas y combatir insectos vectores (Castellanos *et al.*, 2013).

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD INIAP – 413.

Es una variedad mejorada de fréjol arbustivo resistente a roya, de buen rendimiento, de grano grande crema moteado, del tipo conocido en Loja como percal rayado. Se siembra principalmente para la cosecha en verde, pero en grano seco también es preferido. Se adapta bien a todos los valles mesotérmicos irrigados en la provincia de Loja.

2.2.1. Origen

La línea SUG 55 que dio origen al INIAP- 413 VILCABAMBA, proviene de la cruce ICA 15423 x BAT 1620 hecha el CIAT de Cali, Colombia. Fue introducida en un ensayo internacional a Loja en 1991 A, donde pasó a Azuay en 1992. La línea se evaluó en Loja durante cuatro ciclos de cultivo en 1991 y 1992, y en dos campañas en varios sitios en 1992 en Azuay. En 1992 B, se evaluó en parcelas de confirmación en campos de agricultores, tanto en Loja como Azuay.

2.2.2. Características de la variedad

2.2.2.1. Agronómicas

Es de hábito arbustivo TIPO 1, precoz, de altura media, flores blancas de estandarte rosado, de vainas gruesas y de color amarillo con rayas rojas en madurez. Es resistente a roya y prospera mejor en suelos fértiles y con buena disponibilidad de humedad.

2.2.2.2. Morfológicas (Valores promedio)

Color de hipocótilo: verde; color del follaje: verde oscuro; Largo hoja simple: 6.2 cm; ancho de hoja simple: 6.6 cm; Largo del foliolo central: 10.7 cm; altura de la floración: 41 cm; habito de crecimiento: determinado tipo I; Color de la flor: Blanca estandarte rosado; días a la floración: 41 días; color de vaina en madurez: amarilla con rayas rojas; largo de la vaina: 11.3 cm; número de granos por vaina: 5.4; color del grano seco: crema con rayas rojas; forma del grano: esférico; peso de 100 granos: 51 g; días a la madurez: 88 días; contenido de proteína: 21%.

2.2.3. Rendimientos experimentales en kg/ha.

Cuadro 6. Rendimientos de la variedad INIAP – 413.

EN LOJA			EN AZUAY (1992)		
AÑO	VILCABAMBA	PERCAL R.	SITIO	VILCABAMBA	CENTRO
1991 A	1342	355	Unión	1319	859
1991 B	2717	554	Bulcay	1534	1507
1992 A (1)	2975	1365	Carmen	1353	405
1992 A (2)	2448	1408	Lacay	1681	749
1992 A (1)	1277	1007	Bulcay	2327	832
1992 A (2)	2975	1371	Cochal	2003	1279
1992 A (3)	1134	729	Bulcay	2447	1097
PROMEDIO	2124	980	PROMEDIO	1809	961

Fuente: Curipoma y Jambi (2015).

2.2.4. Manejo del cultivo.

Altitud: 1000- 1200 msnm

Épocas de siembra: marzo- abril; septiembre- octubre

Semilla por Ha: 100 kg (2- 2.5 qq)

Densidad de plantas: 250 000- 300 000 plantas/Ha

Densidad de siembra: distancia entre surcos 60- 70cm; distancia entre planta de 25- 30cm

2.2.5. Labranza del suelo agrícola.

(Verhulst *et al.*, 2015) Manifiestan que la labranza de la tierra o preparación del suelo es una de las actividades rutinarias en la mayoría de los sistemas agrícolas. A menudo, la preparación de la tierra comienza con la quema de la vegetación del barbecho o de residuos de los cultivos anteriores de modo de limpiar la tierra o espantar animales salvajes o serpientes.

2.2.5.1. Tipos de labranza

a) Labranza manual

Azadas y palas de diferentes pesos y formas son las herramientas usadas para las operaciones de labranza manual, excepto cuando se contrata la arada con animales o tractores. La profundidad e intensidad de la labranza con las herramientas de mano es muy limitada, pero, de cualquier manera, deja el suelo expuesto de tal manera que se degrada y erosiona. Incluso causa la compactación del suelo (piso de azada). Sin embargo, las herramientas de labranza podrían ser aún necesarias para algunas operaciones especializadas, incluso bajo los sistemas de agricultura de conservación, tales como la formación de parcelas o el mantenimiento de diques para riego. Sin embargo, bajo la agricultura de conservación no existe más la labranza general y los agricultores usan la siembra directa para instalar los cultivos (Herrera *et al.*, 2015).

b) Labranza tradicional

Es el sistema de preparación de suelo que se utilizó en forma tradicional, y que en algunos casos aún es realizado por pequeños agricultores. Se caracteriza por el uso reiterado del arado de vertedera, con el cual se efectúan cruza y recruza que invierten el suelo, seguido de un número importante de rastros con rastras de discos o de clavos. En cada pasada de arado se mueve una gran cantidad de suelo, dejando la superficie sin cobertura vegetal.

La «cruza» corresponde a la segunda aradura que se aplica a un suelo en la misma temporada, esta se realiza en sentido perpendicular a la primera aradura. Es una práctica que se identifica con la labranza tradicional y que no siempre tiene una justificación clara; sin embargo, cuando se utiliza es fundamentalmente para resolver las siguientes situaciones:

Rectificar una aradura de profundidad irregular, e inversión defectuosa.

Profundizar la «cama de siembra», cuando por efecto de las características del suelo, no es posible lograr la profundidad deseada con la primera aradura.

Soltar el suelo que ha sido compactado por las lluvias. Este caso es común en la preparación de suelos arcillosos (Suárez *et al.*, 2013).

c) Labranza convencional

Sistema de preparación de suelo que utiliza arados de vertedera o de disco para dar la profundidad de labor e invertir el suelo y un número limitado de rastrajes con rastras de discos o de clavos, vibrocultivador, rotofresadoras, rotovatores, etc. Se diferencia del sistema tradicional por eliminar la labor de cruza y recruza. De igual forma mueve una gran cantidad de suelo, y deja la superficie sin cobertura vegetal (Suárez *et al.*, 2013).

d) Labranza mínima

Frente a la gran cantidad de problemas creados por el exceso de laboreo, se plantean nuevos métodos de preparación de suelos, inspirados en los principios de mínima labranza, que tiende a reducir el tráfico de la maquinaria por el campo.

Para aplicar, los procedimientos de labranza mínima, no se requieren equipos especiales ni sofisticados. Se utilizan implementos comunes dispuestos en tandem (uno detrás de otro) y aplicados en la oportunidad adecuada y en relación al contenido de humedad del suelo.

Los casos más frecuentes implican la ejecución de dos o más labores simultáneas, acoplado al tractor en tándem, varios implementos de labranza. Tractor, arado, rodillo subsuperficial y rastra de clavos acoplados en línea, suelen conseguir en algunos suelos, una adecuada cama de siembra en sólo una operación. Otros ejemplos pueden ser: un rodillo subsuperficial o una rastra de clavos acoplada detrás del arado, para evitar la formación de terrones en suelos medianos o pesados; una rastra de clavos o un simple rastrón de madera detrás de la rastra de discos, permite conseguir un mullimiento del suelo más acabado, a la vez de sellarlo superficialmente para evitar la pérdida de humedad (Villalobos *et al.*, 2014).

e) Labranza cero

Al igual que en el caso de los cereales, la reducción de la labranza en otros cultivos ha llegado al extremo de eliminarla completamente, realizándose de este modo un sistema de cero labranzas. En tal caso se establece el cultivo directamente sobre el suelo, cubriendo la semilla con una densa capa de rastrojo o paja de cereales, la que permite protegerla de los factores ambientales como luz, viento y bajas temperaturas, facilitándose así el

desarrollo del cultivo. Debido a que la plantación y el manejo del cultivo se realizan manualmente, el sistema está limitado a pequeñas superficies. (Villalobos *et al.*, 2014).

2.3. Estudios similares sobre diferentes tipos de labranza en el desarrollo fenológico del cultivo de fréjol y costos de producción.

Cuesta (2004), evaluó la respuesta de fertilización en el cultivo de fréjol arbustivo variedad Iniap-418 Jema en la comunidad Oyambarillo parroquia Yaruqui cantón Quito, en donde determino cuál de estos es el más adecuado para dicha comunidad así como determino el porcentaje de germinación entre otras variables, obteniendo como resultado promedio el 98% de germinación a los 10 días.

Valdivia y Valle (2008), estudiaron la efectividad de e influencia de tres sistemas de labranza (cero, mínima y convencional) y tres métodos de control de malezas (pre-emergente más post-emergente, pre-emergente más chapia sobre la dinámica de las malezas en el crecimiento y rendimiento el cultivo de frijol, obteniendo que con labranza cero y mínima y el control de malezas pre-emergente resultaron con los mayores promedios de altura de plantas 39,90 cm y 35,48 cm respectivamente; y, labranza convencional presento la menor altura 29,49 cm. En cuanto a la variable número de vainas por planta, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo la labranza mínima que presento el mayor número de vainas 9,05 vainas/planta. Para la variable número de granos por vaina, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, encontrándose el mayor número de granos en labranza cero con 5,73 granos/vainas.

En cuanto a la variable rendimiento de frijol, con labranza cero Valdivia y Valle (2008) obtuvieron el mayor rendimiento de grano (1923.9 kg/ha) y con labranza convencional obtuvieron el menor rendimiento en grano con (1470.3 kg/ha). En lo referente al análisis económico el sistema de labranza cero presento mayor rentabilidad a nivel de costos y beneficios más altos, ya que sus costos son moderados y se obtienen ingresos netos rentables.

Solis (2010), evaluó tres sistemas de labranza (cero, mínima y convencional) y dos secuencias de cultivos sobre la dinámica de las arvenses, así como el crecimiento y rendimiento del frijol común, encontrando que para la variable número de granos por vaina obtuvo un promedio 5,43 granos/vaina, en cuanto a la variable número de vainas

por planta se encontraron diferencias significativas entre los diferentes sistemas de labranza, siendo la labranza mínima la que presentó 8,33 vainas/planta, para la variable peso de cien granos se encontraron diferencias significativas entre sistemas de labranza, siendo labranza mínima que presentó mayor peso de cien granos con 61,7 gr. Respecto al rendimiento encontró que el análisis estadístico es significativo en las interacciones, encontrándose el mayor rendimiento en labranza mínima con 1542.5 kg/ha, presentando mayor rentabilidad con este sistema de labranza.

Rojas (2008), estudio el efecto de la labranza mínima y convencional, sobre el comportamiento fitosanitario y el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ambos sistemas fueron sembrados con una sembradora abonadora hidráulica y utilizando la variedad bruna, obteniendo los siguientes resultados para las siguientes variables evaluadas: para la variable número de vainas por planta se encontraron diferencias significativas entre los sistemas de la labranza siendo la labranza mínima que obtuvo los mejores resultados con un promedio de 7,25 vainas/planta, mientras que en labranza convencional obtuvo 5,67 vainas/planta. Para la variable número de granos por vaina el sistema de labranza mínima obtuvo un promedio de 5,8 granos por/vaina, mientras que en labranza convencional obtuvo un promedio de 5,2 granos/vaina; y, en cuanto a la variable rendimiento el sistema de labranza mínima fue el que mayor resultado presentó con un rendimiento de 930 kg/ha, mientras que en labranza convencional el rendimiento fue de 676 kg/ha.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el sector Shushuhuayco perteneciente al cantón Loja, provincia de Loja, lugar donde se establecieron los diferentes ensayos de tipos de labranza. Está localizado al suroccidente de la ciudad de Loja.

Ubicado geográficamente entre las siguientes coordenadas:

Latitud: 3,9884

Longitud: 79,2250

Altitud: 2180 m.s.n.m.

Según la clasificación de Holdridge (1993), ecológicamente corresponde a la zona de vida Bosque seco Montano Bajo (Bs-MB), con una temperatura anual promedio de 15,62 °C, precipitación promedio anual de 812,6 mm al, la humedad relativa de 71,96 %; evaporación media de 111,33 mm y una velocidad máxima del viento de 5,44 ms⁻¹ y mínima de 3,64 ms⁻¹. El clima según Köppen y Geiger es templado andino (Sierra 2012).

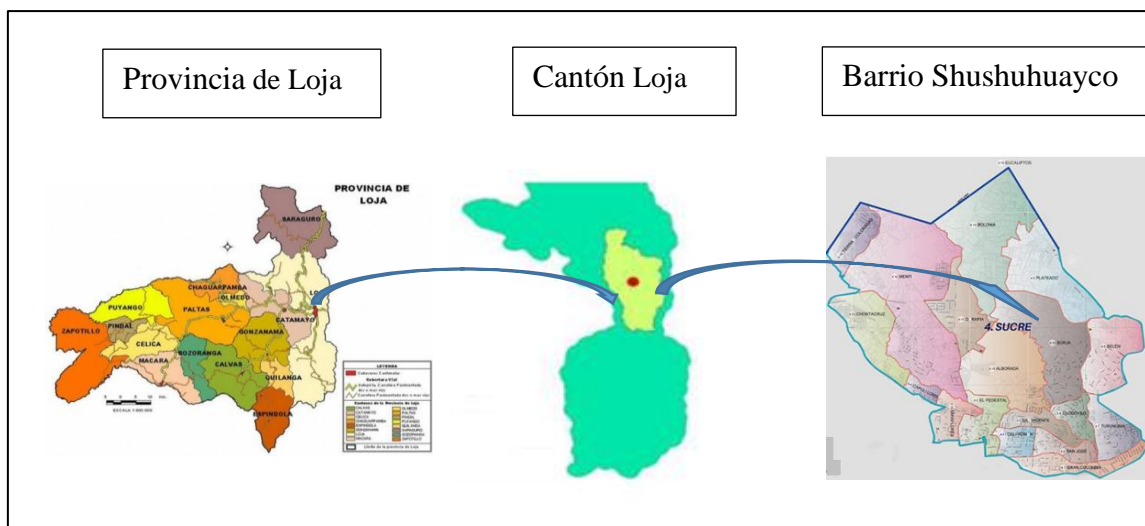


Figura 1. Mapa de ubicación del barrio Shushuhuayco.

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de campo

- Semilla de frejol variedad INIAP-413
- Herramientas manuales (lampa, azadón)
- Piola
- Estacas
- Cinta métrica
- Tractor e implementos de labranza

3.2.2. Materiales de oficina

- Material bibliográfico
- Cámara fotográfica
- Computador
- Papel bond
- Libreta de apuntes

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño experimental

a. Especificaciones del diseño experimental

El estudio fue realizado con un diseño completamente aleatorizado, con tres tratamientos y cuatro repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental consta de 70 plantas.

En el cuadro 7 se observa los tratamientos evaluados en los diferentes tipos de labranza para el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad INIAP- 413.

Cuadro 7. Descripción de los diferentes tratamientos para el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad INIAP- 413, con diferentes tipos de labranza.

Tratamiento	Tipo de labranza	Código
1	Labranza cero (herbicida)	T0
2	Labranza mínima (lampa)	T1
3	Labranza mecanizada o convencional (motocultor)	T2

b. Especificaciones del diseño experimental

Unidad experimental	1 planta de fréjol
Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales por tratamiento	70
Número de plantas total tratamiento	280
Número total de unidades del ensayo	840

c. Modelo matemático

$$d. Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Observación en la unidad experimental sujeta al i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición.

μ : Efecto de la media general.

α_i : Efecto del i-ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} : término de error aleatorio asociado a la observación Y_{ij}

e. Esquema del diseño experimental

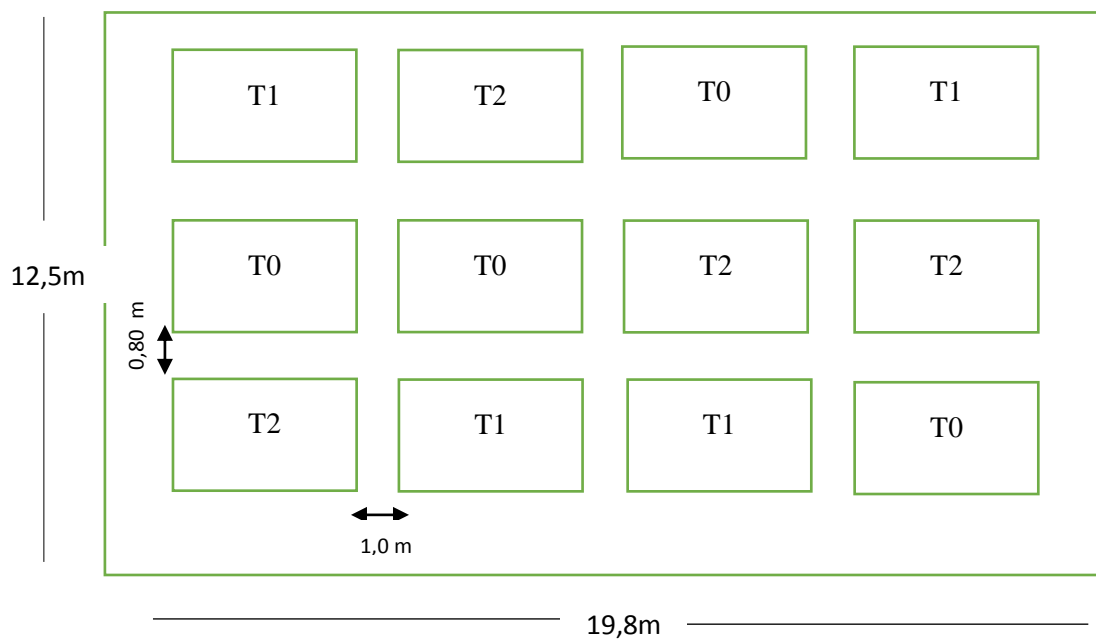


Figura 2. Croquis del diseño experimental

El área total del experimento es de 247,5 m², cada unidad experimental cuenta con un área de 14,7 m² y una distancia entre parcelas de 0,80 x 1,0 m.

d. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en cada uno de los ensayos se utilizó el software InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2008) versión 2008, en el cual se realizó en análisis de varianza ANAVA estableciendo diferencias significativas con el test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05. Se probaron supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad para cada una de las variables en los distintos ensayos. En el Cuadro 2. Se presenta la matriz con las medidas resumen empleada para el análisis de la información.

Cuadro 8. Formato de cuadro para el análisis estadístico de la presente tesis.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA					
VARIABLE	N	R ²	R ² Aj	CV	
F.V.	SC	Gl	CM	F	P-valor
Modelo					
Tratamiento					
Repetición					
Error					
Total					
TEST: DUNCAN ALFA=0,05					
Error:	gl:				
Tratamiento	Medias	N		EE	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					
C.V: coeficiente de variación					
E.E: error estándar					

3.3.2. Metodología para evaluar el efecto de tres tipos de labranza en el desarrollo fenológico y su incidencia en el rendimiento de la variedad de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP- 413.

3.3.2.1. Preparación del terreno

Se procedió a limpiar todo el terreno con un pase de rose con la ayuda de un machete y la aplicación de un herbicida (glifopac en dosis de 250 cc por 20 litros de agua), quedando listo para establecer el ensayo según el tipo de tratamiento. En labranza cero (LCE), no se hizo ninguna roturación de terreno. En labranza mínima (LMI), solamente se realizó un movimiento superficial del suelo con la ayuda de lampa y azadón. En labranza

mecanizada (LME), la preparación del suelo consistió en un pase de arado, nivelación y luego se procedió a surcar. Cada tratamiento estuvo constituido por subparcelas, con una medida de 3.50 m x 4.20 m; y, dejando caminos de 1 m de distancia (Figura 3, 4 y 5).



Figura 5. Terreno sin ninguna preparación. Galván-2017.



Figura 4. Delimitación de subparcelas en terreno. Galván-2017.



Figura 3. Preparación del terreno con labranza convencional. Galván-2017.

3.3.2.2. Obtención y desinfección de semillas

La variedad utilizada en el ensayo fue INIAP- 413, conocida en Loja como percal rayado, fue obtenida por compra directa al agricultor, tomando en cuenta su hábito de crecimiento determinado arbustivo, precoz, de altura media. El grano de color crema con rayas rojas, de forma esférica (Figura 6).

Una vez obtenida la semilla se procedió a realizar la desinfección con vitavax a razón de 4 libras de producto comercial por 250 gr de semilla de fréjol (Figura 7 y 8).



Figura 6. Semilla de fréjol variedad INIAP-413. Galván-2017.



Figura 7. Mezcla de semilla con vitavax. Galván-2017.



Figura 8. Desinfección de semilla. Galván-2017.

3.3.2.3. Siembra

Para determinar la densidad de siembra, se basó en las distancias establecidas por (MAGAP, 2015) que es de 1.20 m entre surco y 0.30 m entre planta y dos semillas por golpe. El cálculo del número de plantas, de surcos y de plantas por surco de cada parcela, se realizó aplicando las siguientes fórmulas:

***Número de plantas por parcela:**

$$NP = \frac{\text{area total del ensayo}}{\text{distancia entre surco} * \text{distancia entre plantas}}$$

$$NP = \frac{247,5}{0,80 \times 0,30}$$

$$NP = 1031,25$$

***Número de surcos por parcela**

$$NS/P = \frac{\text{ancho de la parcela}}{\text{distancia entre surco}}$$

$$NS = \frac{4,20}{0,80}$$

$$NS = 5,25$$

***Número de plantas por surco**

$$NP/S = \frac{\text{Largo de la parcela}}{\text{distancia entre planta}}$$

$$NP/S = \frac{3,50}{0,30}$$

$$NP/S = 11,66$$

Una vez obtenido los datos de densidad de siembra se realizó la siembra el día 05 de junio de 2017, de forma manual, con una distancia de 30 cm entre planta y 80 cm entre hilera, para los tres tipos de labranza (Figura 9). Se sembraron 2 semillas por golpe a una profundidad de 2-3 cm. dando un total de 70 plantas por subparcela del tratamiento Figura 10).



Figura 9. Densidad de siembra a una distancia de 0.30 m x 0.80 m. Galván-2017.



Figura 10. Siembra de dos semillas por golpe. Galván-2017.

3.3.2.4. Riego, fertilización y control fitosanitario

El riego se realizó mediante aspersión, dos veces por semana después la siembra, cuidando que exista LAFA (Figura 11).

La fertilización se realizó a los 15 días después de germinar la semilla, la fertilización fue localizada para los tres tratamientos, utilizando nitrato de amonio + 18-46-0, en dosis de 12,5 libras para ambos productos, utilizando 5 gramos por planta. Asimismo, se aplicó un fertilizante foliar (fuerza verde), en dosis de 50 gr por bomba de 20 litros (Figura 12).

El control fitosanitario, se realizó a los 22 días después de la germinación, para el control de plagas se aplicó Lorsban en combinación con Tryclan, las dosis utilizadas fueron 30 cc más 10 gr por bomba de 20 litros respectivamente, y, para el control de enfermedades se aplicó quita lancha en dosis de 40 gr por bomba de 20 litros (Figura 13).



Figura 11. Aplicación de riego por aspersión. Galván-2017.



Figura 13. Fertilización de cultivo de fréjol en cada sub-parcela. Galván-2017.



Figura 12. Aplicación de fungicidas e insecticidas. Galván-2017.

3.3.2.5. Deshierba y adecuación de parcelas

La deshierba se realizó una por mes dando un total de tres deshierbas, que es lo que dura el ciclo del cultivo de fréjol. Para el tratamiento labranza cero se aplicó herbicida Flex, en dosis de 30 cc por bomba de 20 litros. En labranza mínima se utilizó lampa y para labranza convencional se empleó el motocultor (Figura 14 y 15).

Para la adecuación de parcelas se aplicó cascara de maní en los caminos, esto con el fin de evitar e crecimiento de plantas arvenses. (Figura 16).



Figura 14. Deshierbe de parcela con lampa. Galván-2017.



Figura 16. Deshierbe de parcela con motocultor Galvan - 2017



Figura 15. Adecuación de caminos con cascara de maní. Galván-2017.

3.3.2.6. Variables evaluadas

3.3.2.6.1. Variables evaluadas durante en crecimiento del fréjol.

- **Porcentaje de germinación y número de días a la germinación:** Para la evaluación de estas variables, se tomaron registros todos los días durante el lapso de 8 días a partir de la siembra.
- **Altura de la planta:** se evaluó a los 45 días cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica, se seleccionaron 10 plantas en cada uno de los tratamientos. A estas se les realizó la medición de altura en centímetros, desde el nivel del suelo hasta la última hoja trifoliada extendida.
- **Número de hojas por planta:** Se evaluó a los 45 días cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica. Se seleccionaron 10 plantas por cada surco dentro del área de muestreo pre establecida; y, se contabilizó el número de hojas por planta.
- **Número de días a la floración:** Esta variable se evaluó cuando el cultivo floreció completamente.

3.3.2.6.2. Variables evaluadas a la cosecha del fréjol.

- **Número de vainas por planta:** Se seleccionaron 10 plantas al azar por cada tratamiento, a las cuales se les contó el número de vainas por planta, para posteriormente obtener el promedio de las diez plantas.
- **Peso de total de vainas:** Una vez evaluada la variable anterior se pesaron las vainas obtenidas por cada la parcela de tratamiento y repetición.
- **Número de granos por vaina:** Se contabilizaron 10 vainas al azar por cada tratamiento y repetición, a los cuales se les determinó el número de granos por vaina. Posteriormente se obtuvo el promedio de las diez vainas.

- **Tamaño de la semilla:** Se realizó mediante la ayuda de un calibrador, en donde se evaluó el diámetro de las semillas obtenidas en cada parcela.

3.3.3. Metodología para determinar los costos de producción de cada tipo de labranza, para recomendar el más económico y rentable.

Los resultados agronómicos se sometieron a un análisis económico para evaluar el manejo de tres sistemas de labranza y determinar la rentabilidad económica de los mismos, para que al recomendarlo en la producción se ajuste a los objetivos y circunstancias de los productores.

3.3.3.1 Parámetros utilizados en el análisis económico.

Para el análisis económico se calculó rentabilidad y beneficio neto de cada uno de los tratamientos.

Los parámetros utilizados para el cálculo de la rentabilidad fueron los siguientes.

Costos fijos: implican todos aquellos costos comunes para cada uno de los tratamientos (semilla, control de arvenses, etc.).

Costos variables: Implican los costos que varían de un tratamiento a otro. Son los costos atribuidos a cada uno de los tratamientos (preparación de suelo).

Costo total: la suma de los costos fijos y los costos variables.

3.3.4. Metodología para difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, docentes y estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agronómica.

Para la difusión de los resultados de la presente investigación y dar cumplimiento a este objetivo se realizó lo siguiente:

- Se socializó los resultados de la investigación, a través de una exposición a los estudiantes del quinto ciclo de la Carrera de Ingeniería Agronómica
- Se elaboró un tríptico con la finalidad de dar a conocer los resultados obtenidos de la presente investigación

- Finalmente, se redactó un artículo científico para difundir los resultados de la investigación, a nivel de la Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Agronómica y Biblioteca de la FARNR.

4. RESULTADOS

4.1. Resultados del efecto de tres tipos de labranza en el desarrollo fenológico y su incidencia en el rendimiento de la variedad de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP- 413.

4.1.1. Porcentaje de germinación de fréjol variedad INIAP-413 en tres tipos de labranza

Según el análisis de varianza (ANOVA), se determinó que los datos presentaron baja variabilidad con un coeficiente de variación (CV) de 3.48%. De la misma manera la prueba de Tukey indicó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con una $p=0.1346$ (Anexo 2.). Sin embargo, el tratamiento T2 (labranza mecanizada o convencional) presentó los mejores resultados en germinación con 93.75%, seguido de T1 (labranza mínima) con 90.75% y T0 (labranza cero) con 88.75 %. Los valores promedios para la variable porcentaje de germinación se presentan en la Figura 17.

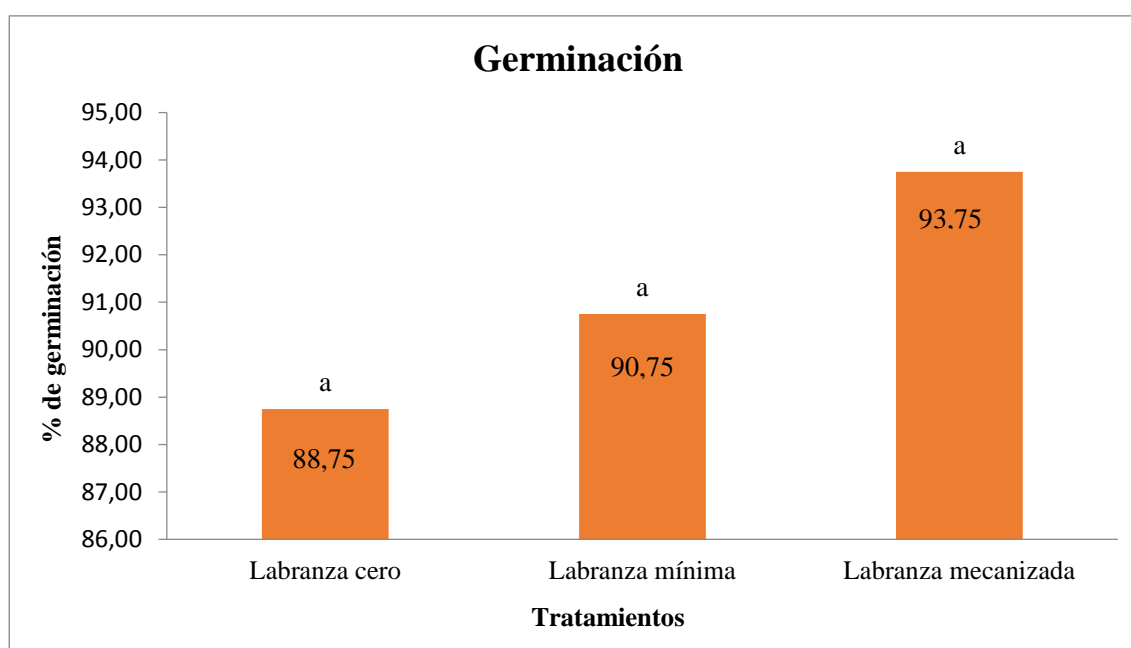


Figura 17. Efectos de tipos de labranza en la germinación de las plantas de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413 a los 8 días a partir de la siembra.

4.1.2. Altura de las plantas

Según el análisis de varianza (ANOVA), se determinó que los datos presentaron baja variabilidad con un coeficiente de variación (CV) de 2.98%. De la misma manera la prueba de Tukey indicó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos con una $p=0.0001$ (Anexo 3.), donde se observa que el mejor tratamiento es el T2

(labranza mecanizada), con un promedio de 39.4 cm, frente a los tratamientos T0 (labranza cero) y T1 (labranza mínima) que presentaron 27,12 y 31,32 cm respectivamente. Los valores promedios para la variable altura se presentan en la Figura 18.

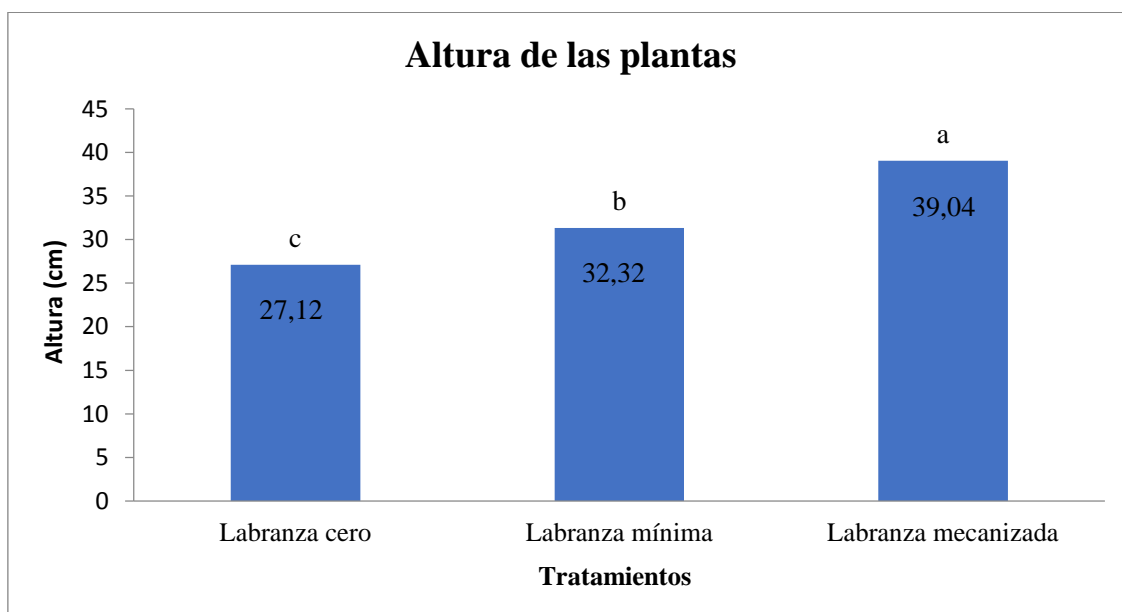


Figura 18. Altura de las plantas fréjol *Phaseolus vulgaris* L. variedad INIAP- 413 a los 45 días a partir de la germinación y nacimiento de la plántula.

4.1.3. Número de hojas por planta

Para la variable número de hojas, según el análisis de varianza (ANOVA) aplicado, se pudo determinar que los datos presentaron variabilidad con un coeficiente de variación (CV) de 13,40 %. De la misma manera la prueba de Tukey mostro diferencias significativas entre tratamientos con una $p=0.0184$ (Anexo 4), donde se observa que el mejor tratamiento es el T2 (labranza mecanizada), con un promedio de 25,00 hojas /planta, frente al tratamiento T0 (labranza cero) que tuvo un promedio de 17,75 hojas/planta y el T1 (labranza mínima) que tuvo un promedio de 21,25 hojas/planta. Los valores promedios para número de hojas por planta se presentan en la Figura 19.

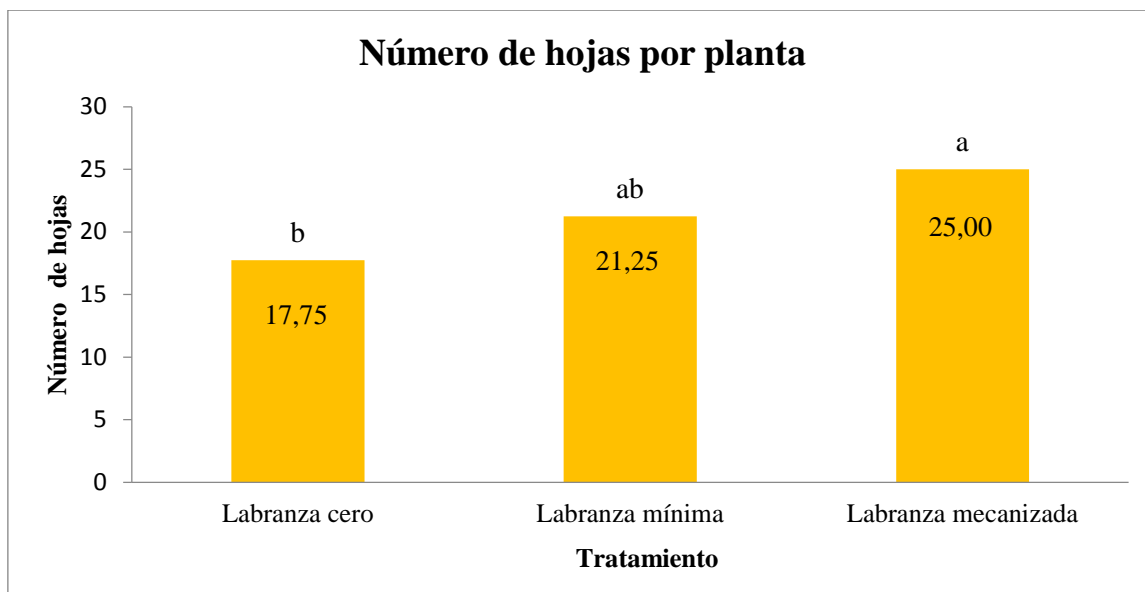


Figura 19. Número de hojas de las plantas de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413 a los 45 días a partir de la siembra.

4.1.4. Número de vainas

Según el análisis de varianza (ANOVA) aplicado, se determinó que los datos presentaron mínima variabilidad con un coeficiente de variación (CV) de 13.25 %. De la misma manera la prueba de Tukey indicó que existieron diferencias significativas entre los tratamientos con un $p=0.0070$ (Anexo 5.), donde se observa que el mejor tratamiento es el T2 (labranza mecanizada), con un promedio de 14.25 vainas/planta, frente a los tratamientos T0 (labranza cero) y T1 (labranza mínima) que presentaron 9.75 y 11.00 vainas/planta respectivamente. Los valores promedios para número de vainas/planta se presentan en la Figura 20.

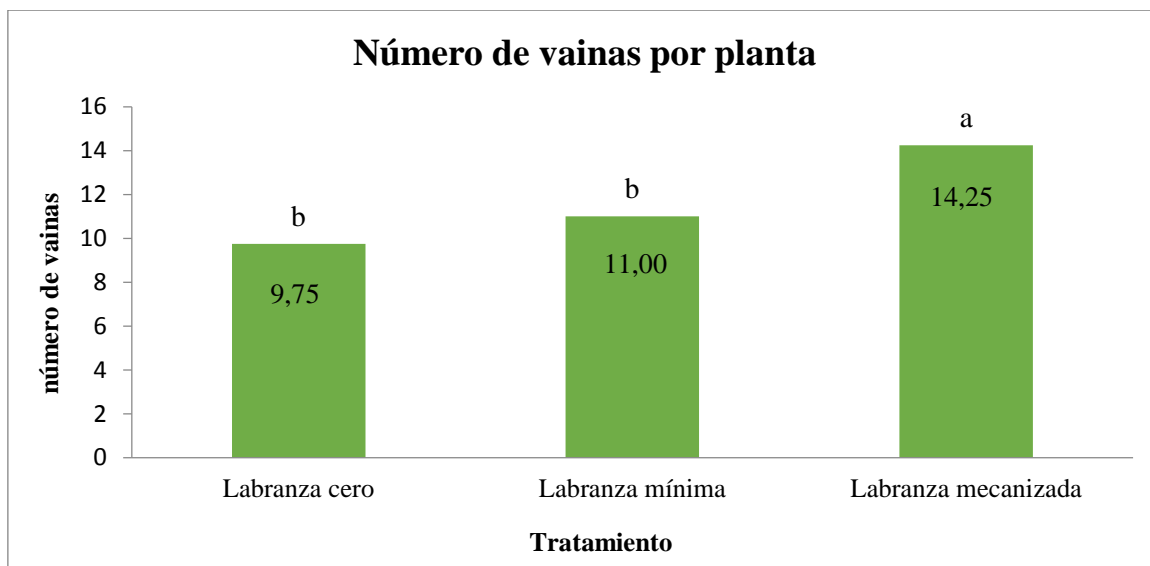


Figura 20. Número de vainas de las plantas fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413 a los 90 días a partir de la siembra.

4.1.5. Número de granos por vaina

Para la variable número de granos se pudo determinar que según el análisis de varianza (ANOVA) aplicado, se pudo determinar que los datos presentaron baja variabilidad con un coeficiente de variación (CV) de 10.38 %. De la misma manera la prueba de Tukey no mostro diferencias significativas entre tratamientos con una $p=0.3227$, (Anexo 6) Figura 21.

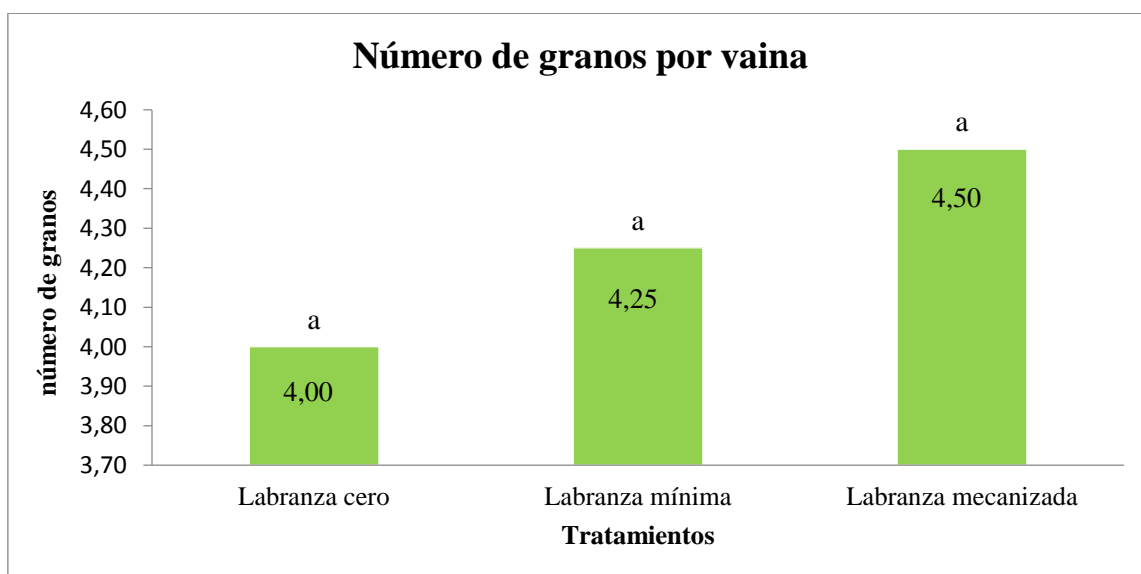


Figura 21. Número de granos por vaina del cultivo fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413 a los 90 días a partir de la siembra

4.1.6. Peso de 100 granos

Según el análisis de varianza (ANOVA) aplicado, se determinó que los datos presentaron baja variabilidad con un coeficiente de variación (CV) de 0.18 %. De la misma manera la prueba de Tukey indicó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos con una $p=0.3823$ (Anexo 7.), donde se observa que el tratamiento es el T2 (labranza mecanizada), tiene un promedio de 95.34 kg/tratamiento, frente a los tratamientos T0 (labranza cero) y T1 (labranza mínima) que presentaron 95.20 y 95.17 kg/tratamiento respectivamente. Los valores promedios para el peso de 100 granos se presentan en la Figura 22.

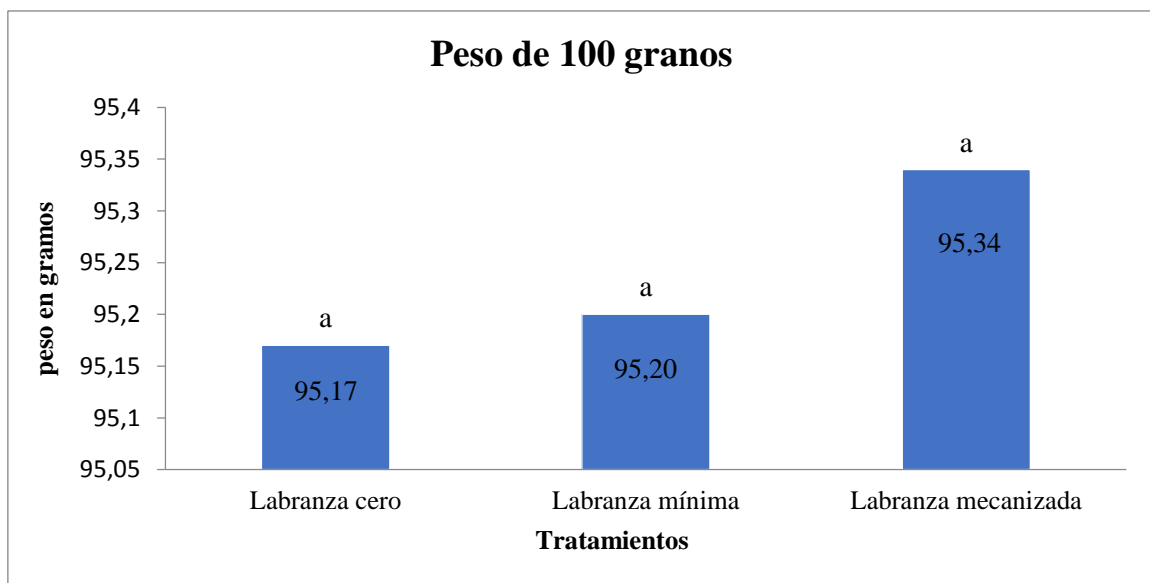


Figura 22. Peso total de vainas de las plantas fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413 a los 90 días a partir de su germinación.

4.2. Resultados de costos de producción de cada tipo de labranza, para recomendar el más económico y rentable.

4.2.1. Análisis económico de los diferentes tipos de labranza en el cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413

Cuadro 9. Costos de producción de los diferentes tipos de labranza en el del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413.

Actividades	Labranza cero T0	Labranza mínima T1	Labranza mecanizada T2
Preparación del suelo	35.00	155.00	45.00
Siembra	70.00	70.00	70.00
Fertilización	213.50	213.50	213.50
Deshierbas	54.02	120.00	80.00
Control de plagas	58.22	58.22	58.22
Riego	67.80	67.80	67.80
Cosecha y envasado	81.00	81.00	81.00
Transporte	8.00	8.00	8.00
Interés 6 %	9.91	13.66	11.44
Imprevisto 5 %	8.26	11.39	9.54
Total	757.54	948.57	794.50

4.2.2. Rendimiento del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., con tres tipos labranza.

Cuadro 10. Rendimiento según el tipo de labranza del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413.

Cosecha	Sacos (45kg)	Precio / venta
T0	36.43 a	30
T1	41.19 a	30
T2	45.56 a	30

4.2.3. Rentabilidad según el tipo de labranza del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L.

Cuadro 11. Rentabilidad del cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP-413 con tres tipos de labranza.

Rentabilidad	Labranza cero T0	Labranza mínima T1	Labranza mecanizada T2
Ingreso total	1093	1235.83	1363.87
Ingreso neto	335.4	287.3	569.37
Costo medio	20.79	23.03	17.48
Rentabilidad	44.3 %	30.28 %	71.66 %

5. DISCUSIÓN

En la presente investigación al evaluar el efecto de diferentes tipos de labranza en el desarrollo fenológico y rendimiento en cultivo de fréjol, no mostraron diferencias significativas entre tratamientos, para la variable porcentaje de germinación; sin embargo, el tratamiento T2 (labranza convencional), presentó un promedio de germinación de 93.75%, respecto de los otros tratamientos; y, ocurriendo la emergencia al sexto día, resultados que coinciden con Cuesta (2013), quien obtuvo un promedio del 98% de germinación a los 10 días en el cultivo de fréjol. Asimismo, según (Ochoa y Ruilova, 2014) señalan que la germinación y la emergencia ocurre hasta los 7 días.

Según Salisbury y Ross (2012), señalan que el crecimiento determina el comportamiento agronómico y el rendimiento potencial ya que generalmente, el crecimiento se determina mediante medidas directas como número de hojas, altura de la planta. De acuerdo a los resultados de la presente investigación se obtuvo como resultado para la variable número de hojas y altura de la planta, existieron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el T2 (labranza mecanizada) el que mayor promedio de número de hojas y altura alcanzó con 25,00 hojas/planta y 39,4 cm de altura respectivamente respecto de los otros dos tratamientos, contrario a los resultados de Valdivia y Valle (2008), quienes al evaluar la efectividad e influencia de tres sistemas de labranza crecimiento y tres métodos de control de malezas en el rendimiento el cultivo de frijol, obtuvieron con labranza cero y mínima los mayores promedios de altura de plantas 39,90 cm y 35,48 cm respectivamente. Lo anterior se explica por el hecho de que, en el tratamiento con labranza mecanizada, al hacer un control de plantas arvenses, la planta de fréjol no está sometida a presión de competencia de las malezas, pudiendo tener un desarrollo normal.

Mezquita (2013), menciona que número de vainas y el número de granos por vainas siempre está asociada con el rendimiento. Además, es una característica genética propia de cada variedad la que varía poco con las condiciones ambientales. Teniendo como resultado que para la variable número de vainas por planta se encontraron diferencias significativas entre tratamientos siendo el T2 (labranza mecanizada) quien obtuvo el mejor promedio con 14,25 vainas/planta, frente a los otros tratamientos, contrario a los resultados obtenidos por Valdivia y Valle (2008), quienes obtuvieron con el sistema de labranza mínima el mayor número de vainas 9,05 vainas/planta, asimismo, difieren con Solis (2010), quien evaluó tres sistemas de labranza (cero, mínima y convencional) en el

crecimiento y rendimiento del frijol común, encontrando diferencias significativas entre los diferentes sistemas de labranza, siendo labranza mínima que presentó un promedio de 8,33 vainas/planta. Por otra parte, este resultado también difiere con los obtenidos por Rojas (2008), quien al estudiar el efecto de la labranza mínima y convencional, sobre el comportamiento fitosanitario y el rendimiento de frijol *Phaseolus vulgaris* L., encontró diferencias significativas entre los sistemas de la labranza siendo labranza mínima quien obtuvo los mejores resultados con un promedio de 7,25 vainas/planta, mientras que en labranza convencional obtuvo 5,67 vainas/planta.

Para la variable número de granos por vaina no se encontraron diferencias significativas entre tratamiento, sin embargo, el T2 (labranza mecanizada) y T1 (labranza mínima), tuvieron los mejores promedios con 4,50 y 4,25 granos/vaina, resultados que difieren con Solís (2010), quien obtuvo un promedio 5.43 granos/vaina. Así también, estos resultados contrastan con los obtenidos por Valdivia y Valle (2008), quienes obtuvieron con el sistema de labranza cero el mayor número de granos con un promedio de 5.73 granos/vainas. Rojas (2008) obtuvo con labranza mínima un promedio de 5,8 granos por/vaina, mientras que con labranza convencional obtuvo un promedio de 5,2 granos/vaina.

El peso de granos es el resultado de un sinnúmero de factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre sí para luego expresarse en producción por hectárea, es una variable importante que demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo, al grano de fréjol en la etapa reproductiva (Quiroz y Minor, 2010).

Los resultados obtenidos muestran que existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, pues el mayor peso de granos se obtuvo en el T2 (labranza mecanizada) con un promedio de 95,34 g./tratamiento, contrastando con los resultados obtenidos por Solís (2010), quien encontró diferencias significativas entre sistemas de labranza, siendo labranza mínima que presentó mayor peso de granos con 61,7 g.

En cuanto a rendimiento labranza mecanizada tuvo el mayor promedio con 2015,81 kg/ha, seguido de la labranza mínima con un total 1853,74 kg/ ha y labranza cero con 1639,46 kg/ha. Resultados que difieren con Valdivia y Valle (2008), quienes con labranza cero se obtuvieron el mayor rendimiento de grano (1923.9 kg/ha) y con labranza convencional el menor rendimiento en grano con (1470.3 kg/ha). Asimismo, difiere con

Solis (2010) que el mayor rendimiento se dio en labranza mínima con 1542.5 kg/ha, presentando mayor rentabilidad con este sistema de labranza.

Según Moreno (2014), es de suma importancia conocer el análisis económico, pues a través del rendimiento expresado por cada uno de los tratamientos, las labores realizadas en cada uno de ellos, así como también el precio de venta del producto al momento de la cosecha ayudan a determinar la rentabilidad de cada sistema de labranza. De los resultados obtenidos en la investigación, se determinó que labranza mecanizada o convencional presentó mayor rentabilidad a nivel de beneficios, con un porcentaje de 71,66%

Las diferencias principales en rentabilidad se deben principalmente al rendimiento obtenido por cada tratamiento. El tratamiento con menor beneficio neto se presentó en el T1 (labranza mínima) con un 287,3 \$/ha, seguido del T0 (labranza cero) con 335,4 \$/ha y el T2 (labranza mecanizada) con 569,37 \$/ha. Sin embargo, el tratamiento con menor beneficio neto para el productor se traduce como poco beneficioso, en comparación con el T2 debido a que tiene un mejor resultado con el primero, puesto que la labranza convencional ejerce una mejor remoción del suelo y control adecuado de maleza.

6. CONCLUSIONES

- La labranza convencional (T2), obtuvo el mayor rendimiento (2050,2 kg/ha), mientras que el menor rendimiento se presentó en el (T0) con labranza cero (1639.35 kg/ha), aspecto que tienen relación con la fenología de la planta, ya que el (T2) labranza convencional obtuvo los mejores resultados en cuanto altura cuyo valor promedio fue de 39.54 cm, 25 hojas/planta, 14.25 vaina/planta, 4.50 granos /vaina y un peso de 100 granos de 95.34 gr/ tratamiento.
- La labranza cero tuvo un costo de 757.54 \$/ha y labranza convencional (T2) 794.50 \$/ha, frente al costo de labranza mínima que es 948.57 \$/ha (T1), ya que la mano de obra se considera como un costo variable, que relacionado con el valor de la producción en el precio/venta de 30\$ (saco 45kg) se obtiene un ingreso neto de 335.4 \$ en el tratamiento (T0) y 569.37 \$ en el tratamiento (T2) , considerándose rentable el tratamiento de labranza convencional.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas investigaciones con sistema de labranza convencional, sometido a distintos niveles de profundidad ya que no existen nueva información generada con estos tipos de labranza.
- Según los resultados obtenidos se considera rentable labranza convencional puesto que este tipo de labranza ejerce mejor remoción del suelo permitiendo un desarrollo adecuado de raíces y absorción de nutrientes en las plantas de fréjol

8. BIBLIOGRAFÍA

- Antomarchi, A. B., Fabre, T. B., & Castillo, R. O. (2015). Rendimiento y sus componentes en variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de sequía en Rio Cauto, Granma. *Centro Agrícola*, 42(3), 59-66.
- Castellanos González, L., Padrón Padrón, W. R., Yero Mosquera, Y., Reyes Garriga, M. d. L., y Díaz Cambra, A. (2013). Nocividad y pérdidas causadas por el virus del mosaico amarillo dorado del frijol en 20 variedades de *Phaseolus vulgaris* L. en la localidad El No del municipio de Cruces. *Fitosanidad*, 11(4), 53-55.
- Contreras, M., y García, D. (2011). *Producción agrícola y pecuaria de la provincia de Loja*. Universidad Técnica Particular De Loja.
- Cuesta, D. G. (2013). *Evaluación de la respuesta de fertilización en el cultivo de fréjol arbustivo variedad iniap-418-je.ma a tres tratamientos (químico, orgánico y orgánico-químico) en la comunidad Oyambarillo parroquia Yaruqui cantón Quito, provincia de Pichincha*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
- Curipoma, A., y Jambí, M. (2015). *Análisis de la producción de dos variedades de fréjol aplicando abonos orgánicos, en la hoya de Loja-Ecuador*. Loja-Ecuador.
- Delgado, R., Bisbal, E. C., Gamez, F., y Navarro, L. (2010). Efecto del tipo de labranza sobre el suministro del agua y el crecimiento del frijol Tuy en un suelo Mollison de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 60(2), 177-191.
- Garcés, G. y Fiallos, F. R. (2013). Cuantificación De Enfermedades En Líneas Promisorias y Variedades de Fréjol en Quevedo, Ecuador. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1).
- Fernández, F.; Gepts, P.; y López, M. 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Editorial. CIAT. Cali-Colombia. 34p.
- Hernández-López, V. M., Vargas-Vázquez, M., Luisa, P., Muruaga-Martínez, J. S., Hernández-Delgado, S., y Mayek-Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista Fitotecnia mexicana*, 36(2), 95-104.
- Herrera S., M., Coronel, C. E., Jarre Cedeño, C., León Silverio, Y., López Bravo, C. E., & González Cueto, O. (2015). Predicción de la resistencia del suelo

- durante la labranza mediante los modelos de presiones pasivas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 5-12.
- MAPAG, (2008). *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Ecuador*. Boletín situacional. Obtenido de: <http://sipa.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2013/frejol.pdf>
- Martínez, O. y Castillo, J. (2015). Consideraciones sobre la importancia del muestreo en los estudios de la domesticación de plantas: el caso del frijol lima (*Phaseolus lunatus*) en México. desde el *Herbario CICY*, 7, 17-22.
- Medina, S. d. J. M., Mora, M. L., Egido, M. R., Fernández, O. G., Fernandez, E. Q., Valdés, G. R., Cárdenas, M. (2015). Nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para la Empresa Agropecuaria “Valle del Yabú”, Santa Clara, Cuba. *Centro Agrícola*, 42(4), 89-91.
- Mendoza, L., y Felipe, K. (2016). *Determinación de la dosis óptima de nitrógeno en el comportamiento agronómico de tres variedades de fréjol (Phaseolus vulgaris L.)*.(Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil.
- Mezquita, B. E. 2013. *Influencia de algunos componentes morfológicos en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Tesis Msc. Universidad de Chapingo. Escuela Nacional de Agricultura Colegio de Post-Graduados. Chapingo, México.
- Molina, J. C. (2012). *Informe anual de investigación del cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Ciclo agrícola. 1991-1992. 53 p.
- Morillo, J., y Chicaiza, A. (2013). Boletín Situacional. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP).
- Ochoa, M., y Ruilova, V. (2014). *Determinación de la eficiencia de bacterias diazotróficas en genotipos de fréjol común en la hoya de Loja*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, O., Monar, C., Pinzón, J., y Rivera, M. (2010). *Manual agrícola del cultivo de fréjol y otras leguminosas*. Instituto Nacional Autonomo De Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Peralta, I., Murillo, I., Mazón, N., Rodríguez Ortega, D. G., y Vega, J. (2016). *Manual para el reconocimiento y control de las enfermedades más importantes que afectan al cultivo*.

- Puertas Mejía, M. A., Mosquera-Mosquera, N., y Rojano, B. (2016). Estudio de la capacidad antioxidante *in vitro* de *Phaseolus vulgaris* L.(frijol) mediante extracción asistida por microondas. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 21(1), 42-50.
- Quiroz, E. F. y Minor, Ch. C. R. (2010). Reposta de cuatro cultivares de soya (*Glycine max* L.) Merrill a populaceas de plantas en épocas de semiaradura. *Agronomia Sulriograndense. Revista de Instituto de Pesquisas Agrónomicas: Brasil*. Vol. 13(2). P. 261-269.
- Rojas, L. A., Chávez, G. (2018). Efecto de la labranza mínima y la convencional en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Región Norte Huerta de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*. 13(12).105-110. Costa Rica.
- Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 2012. *Fisiología de las Plantas, Células: Agua, Soluciones y Superficies*. Ed. Thomson Learning. España. p.p. 305.
- Sierra M. (2012). *Sistemas de clasificación de los ecosistemas del ecuador continental*.
- Solis, P. A. (2010) *Efecto de secuencias de cultivos y sistemas de labranza sobre la dinámica de arvenses y el crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Evaluación de tres años de estudio*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Suárez, M. H., Cueto, O. G., Nava, F. D., Vega, J. R., Bravo, E. L., & Coronel, C. E. I. (2013). Simulación de la respuesta mecánica del suelo en la interfase suelo-herramienta de labranza/Simulation of the soil mechanical behavior in the soil tillage tool interface. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* (69), 79.
- Navarrete, E. T., Caiza, D. Q., Lañño, A. S., Bermeo, M. R., Osorio, B. G., Navarrete, A. T. y Chong, A. H. (2013). Caracterización de la producción de frijol en la provincia de Cotopaxi Ecuador: Caso Comuna Panyatug/Characterization of production of bean in Ecuador Cotopaxi Province: Case Commune Panyatug. *Ciencia y Tecnología*, 6(1), 23.
- Valdivia, M. U. y Valle, S. A. (2008). *Producción de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) bajo tres sistemas de labranza y tres métodos de control de*

malezas y su evaluación económica. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.

Verhulst, N., Francois, I., y Govaerts, B. (2015). Agricultura de conservación, ¿mejora la calidad del suelo a fin de obtener sistemas de producción sustentables.

Villalobos, J. A. M., Rodríguez, H. M., Rodríguez, M. P., González, A. d. J. C., y González, M. R. (2014). Efecto de la labranza de conservación sobre la humedad y la densidad aparente de un suelo. *Agrofaz*, 14(2).

9. ANEXOS

Anexo 1. Registro de datos de las variables evaluadas en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad INIAP- 413, para ingresar a Infostat.

Tratamiento	% emerg	Altura	N° hojas/ planta	N° vainas/ Planta	N° granos/ vaina	Peso/100 semillas (g)
T0	85	27.62	22	9	4	95.43
T0	92	27.47	12	10	4	95.03
T0	90	27.63	20	11	4	95.20
T0	88	25.75	17	9	4	95.03
T1	91	30.67	20	10	4	95.01
T1	87	31.36	22	9	4	95.40
T1	91	31.26	21	12	4	95.30
T1	94	31.98	22	13	5	95.10
T2	97	37.38	23	15	5	95.22
T2	93	38.61	28	12	4	95.23
T2	89	40.11	24	16	4	95.40
T2	96	40.04	25	14	5	95..50

Anexo 2. Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el porcentaje de germinación en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad INIAP-413.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
VARIABLE	N	R ²	R ² Aj	CV	\bar{X}
% de germinación	12	0.36	0.22	3.48	91.08
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	50.67	2	25.33	2.53	0.1346
Tratamiento	50.67	2	25.33	2.53	0.1346
Error	90.25	9	10.03		
Total	140.92	11			
TEST: TUKEY ALFA=0.05 DMS= 6.25					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T0	88.75	4	a		
T1	90.75	4	a		
T2	93.75	4	a		

Anexo 3. Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en la altura de las plantas en el cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
VARIABLE	N	R²	R² Aj	CV	\bar{X}
altura	12	0.97	0.97	2.98	32.41
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	292.30	2	146.15	155.52	<0.0001
Tratamiento	292.30	2	146.15	155.52	<0.0001
error	8.46	9	0.94		
Total	300.76	11			
TEST: TUKEY ALFA=0.05 DMS=1.91					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T0	27.12	4	c		
T1	31.32	4	b		
T2	39.04	4	a		

Anexo 4. Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el número de hojas de las plantas en el cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
VARIABLE	N	R²	R² Aj	CV	\bar{X}
N° hojas/planta	12	0.59	0.50	13.40	21.3
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	105.17	2	52.58	6.44	0.0184
Tratamiento	105.17	2	52.58	6.44	0.0184
error	73.50	9	8.17		
Total	178.67	11			
TEST: TUKEY ALFA=0.05 DMS=4.07					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T0	17.75	4	b		
T1	21.25	4	ab		
T2	25.00	4	a		

Anexo 5. Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el número de vainas por planta en el cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP-413.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
VARIABLE	N	R ²	R ² Aj	CV	\bar{X}
N° vainas/planta	12	0.67	0.59	13.25	11.66
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	43.17	2	21.58	9.03	0.0070
Tratamiento	43.17	2	21.58	9.03	0.0070
Error	21.50	9	2.39		
Total	64.67	11			
TEST: TUKEY ALFA=0.05 DMS=3.015					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T0	9.75	4	b		
T1	11.00	4	b		
T2	14.25	4	a		

Anexo 6. Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el número de granos por vaina en el cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP-413.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
VARIABLE	N	R ²	R ² Aj	CV	\bar{X}
N° granos /vainas	12	0.22	0.05	10.38	4.25
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	0.50	2	0.22	1.29	0.3227
Tratamiento	0.50	2	0.22	1.29	0.3227
Error	1.75	9	0.19		
Total	2.25	11			
TEST: TUKEY ALFA=0.05 DMS=0.870					
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T0	4.00	4	a		
T1	4.25	4	a		
T2	4.50	4	a		

Anexo 7. Análisis estadístico sobre la influencia del tipo de labranza en el peso de 100 granos, por tratamiento en el cultivo de fréjol *Phaseolus vulgaris* L., variedad INIAP- 413.

ANÁLISIS DE VARIANZA					
VARIABLE	N	R ²	R ² Aj	CV	\bar{X}
Peso de 100 semillas	12	0.19	0.01	0.18	95.23
F.V.	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo	0.06	2	0.03	1.07	0.3823
Tratamiento	0.06	2	0.03	1.07	0.3823
Error	0.26	9	0.03		
Total	0.32	11			
TEST: TUKEY ALFA=0.05			DMS=0.870		
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T0	95.17	4	a		
T1	95.20	4	a		
T2	95.34	4	a		

Anexo 8. Fotografías del ensayo experimental en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad INIAP- 413. Shushuhuayco – Loja 2018.



Fig 1. Germinación de la semilla
Fréjol. Galván. 2018



Fig 2. Aparecimiento del primer par de
hojas verdaderas. Galván. 2018



Fig 3. Cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad INIAP- 413. Galván 2018



Fig. 4. Finalización del ensayo. A) Altura de la plantas B) cosecha del cultivo de fréjol. C) peso de las vainas. D) Número de granos por vaina.

Anexo 9. Análisis económico de los tres tipos de labranza en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad INIAP- 413. Shushuhuayco – Loja 2018.

a) Costos de Producción del cultivo de Frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tipo de labranza: Labranza cero **Tipo:** arbustivo variedad INIAP- 413.

Sector: Shushuhuayco

Actividades	Materiales, insumos, MO, equipo y maquinaria	Cantidad	Valor	Costo
Preparación del suelo	Mano de obra	2 jornales	15	30.00
	Glifopac	1lt	5	5.00
Siembra	semilla	1q	40	40.00
	Mano de obra	2 jornales	15	30.00
Fertilización	Nitrato de amonio	3 sacos	30	90.00
	18-46-0	2 sacos	19	38.00
	Fuerza verde	3kg	3.5	10.50
	Mano de Obra	5 jornales	15	75.00
Control maleza	Flex 250cc	2	12	24.00
	Mano de obra	2 jornal	15	30.00
	Bomba de mochila	1	0.02	0.02
Control de plagas y enfermedades	Lorsban 250cc	2	4.2	8.40
	Tryclan 100g	2	4.4	8.80
	Quitlancha	2	5.5	11.00
	bomba de mochila	1	0.02	0.02
	Mano de obra	1 jornal	15	30.00
Riego				67.80
cosecha (manual)	Mano de obra	5 jornales	15	75.00
				0.00
envasado	sacos	40	0.15	6.00
Trasporte	sacos	40	0.2	8.00
Arriendo				150.00
SUBTOTAL				737.54
Interés capital		%	6	10.91
Imprevisto		%	5	9.09
TOTAL				757.54

RENTABILIDAD

Ingreso total

IT = Rendimiento total x PV

IT = 36.43 x 30 \$ = 1093 \$

Ingreso neto

IN = Ingreso total - costo de producción

IN = 335.4

Costo medio

CM = (Costo total/ Rendimiento)

CM= 20.97

Rentabilidad

R= (Ingreso neto / Costo total) *100

R= 44.3

b) Costo de producción del cultivo de Frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Labranza mínima

Tipo: arbustico variedad INIAP- 413.

Sector: Shushuayco

Actividades	Materiales, insumos, MO, equipo y maquinaria	CANTIDAD	VALOR	COSTO
Preparación del suelo	Mano de obra	10 jornales	15	150.00
	Glifopac	1lt	5	5.00
Siembra	semilla	1q	40	40.00
	Mano de obra	2 jornales	15	30.00
Fertilización	Nitrato de amonio	3 sacos	30	90.00
	18-46-0	2 sacos	19	38.00
	Fuerza verde	3kg	3.5	10.50
	Mano de Obra	5	15	75.00
Control maleza	Mano de obra	8 jornal	15	120.00
Control de plagas y enfermedades	Lorsban 250cc	2	4.2	8.40
	tryclan 100g	2	4.4	8.80
	Quitlancha	2	5.5	11.00
	bomba de mochila	1	0.02	0.02
	Mano de obra	1 jornal	15	30.00
Riego				67.80
cosecha	Mano de obra	5 jornales	15	75.00
(manual)				0.00
envasado	sacos	40	0.15	6.00
transporte	sacos	40	0.25	8.00
Arriendo				150.00
SUBTOTAL				923.52
Interés capital			6	13.66
Imprevisto			5	11.39
TOTAL				948.57

RENTABILIDAD

Ingreso total

IT = Rendimiento total x PV

IT = 41.19 sacos x 30 \$ = 1235.83 \$

Ingreso neto

IN = Ingreso total - costo de producción

IN = 287.3

Costo medio

CM = (Costo total/ Rendimiento)

CM= 23.03

Rentabilidad

R= (Ingreso neto / Costo total) *100

R= 30.28

c) **Costos de producción del cultivo de Frejol** (*Phaseolus vulgaris* L.)

Labranza convencional

Tipo: arbustico variedad INIAP- 413.

Sector: Shushuayco

Actividades	Materiales, insumos, MO, equipo y maquinaria	CANTIDAD	VALOR	COSTO
Preparación del suelo	Mano de obra	8 horas	5	40.00
	Glifopac	1lt	5	5.00
Siembra	semilla	1q	40	40.00
	Mano de obra	2 jornales	15	30.00
Fertilización	Nitrato de amonio	3 sacos	30	90.00
	18-46-0	2 sacos	19	38.00
	Fuerza verde	3kg	3.5	10.50
	Mano de Obra	5	15	75.00
Control maleza	maquinaria	16 horas	5	80.00
Control de plagas y enfermedades	Lorsban 250cc	2	4.2	8.40
	tryclan 100g	2	4.4	8.80
	Quitlancha	2	5.5	11.00
	bomba de mochila	1	0.02	0.02
	Mano de obra	1 jornal	15	30.00
Riego				67.80
cosecha	Mano de obra	5 jornales	15	75.00
(manual)				0.00
envasado	sacos	40	0.15	6.00
trasporte	sacos	40	0.2	8.00
Arriendo				150.00
SUBTOTAL				773.52
Interés capital			6	11.44
Imprevisto			5	9.54
TOTAL				794.50

RENTABILIDAD

Ingreso total

IT = Rendimiento total x PV

IT = 45.46 x 30 \$ = 1363.87 \$

Ingreso neto (ganancia)

IN = Ingreso total - costo de producción

IN = 569.37

Costo medio

CM = (Costo total/ Rendimiento)

CM= 17.48

Rentabilidad

R= (Ingreso neto / Costo total) *100

R= 71.66