



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL ARBUSTIVO SIN GUÍA (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP-420 CANARIO DEL CHOTA, INIAP-484 CENTENARIO E INIAP-425 BLANCO FANESQUERO CON LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CAMPUS SALACHE.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención de Título de  
Ingeniera Agrónoma

**Autora:**

Cando Changoluisa Lady Pamela

**Tutor:**

Jiménez Jácome Cristian Santiago

**Co tutor:**

López Guerrero Victoria Alicia

**LATACUNGA- ECUADOR**

**JULIO 2025**

## DECLARACIÓN DE AUTORIA

Cando Changoluisa Lady Pamela, con cédula de ciudadanía No. 0550432090, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL ARBUSTIVO SIN GUÍA (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP-420 CANARIO DEL CHOTA, INIAP-484 CENTENARIO E INIAP-425 BLANCO FANESQUERO CON LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CAMPUS SALACHE**”, siendo el Ingeniero Mg. Jiménez Jácome Cristian Santiago, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 22 de julio del 2025



Lady Pamela Cando Changoluisa

C.C: 0550432090

**ESTUDIANTE**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CANDO CHANGOLUISA LADY PAMELA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550432090** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE** y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE LAS TRES VARIETADES DE FREJOL ARBUSTIVO SIN GUÍA (*Phaseolus vulgaris L.*) INIAP-420 CANARIO DEL CHOTA, INIAP-484 CENTENARIO E INIAP-425 BLANCO FANESQUERO CON LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CAMPUS SALACHE**” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan: Historial Académico

Inicio de la carrera: octubre 2020 - marzo 2021

Finalización de la carrera: abril 2025 – agosto 2025

Tutor: Ing. Jiménez Jácome Cristian Santiago, Mg.

Tema: “**EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE LAS TRES VARIETADES DE FREJOL ARBUSTIVO SIN GUÍA (*Phaseolus vulgaris L.*) INIAP-420 CANARIO DEL CHOTA, INIAP-484 CENTENARIO E INIAP-425 BLANCO FANESQUERO CON LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CAMPUS SALACHE**”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA.** - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin. b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de julio del 2025.

  
Lady Pamela Cando Changoluiza  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

Lady Pamela Cando Changoluisa  
**LA CEDENTE**

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.  
**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL ARBUSTIVO SIN GUÍA (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP-420 CANARIO DEL CHOTA, INIAP-484 CENTENARIO E INIAP-425 BLANCO FANESQUERO CON LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CAMPUS SALACHE.”**, de Cando Changoluisa Lady Pamela, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 22 de Julio del 2025



Ing. Cristian Santiago Jiménez Jácome, Mg.  
C.C: 0501946263

**DOCENTE TUTOR**

## AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Cando Changoluisa Lady Pamela, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE LAS TRES VARIETADES DE FREJOL ARBUSTIVO SIN GUÍA (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP-420 CANARIO DEL CHOTA, INIAP-484 CENTENARIO E INIAP-425 BLANCO FANESQUERO CON LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CAMPUS SALACHE”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de Julio del 2025



Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg. C.C:  
0502672934

**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, Mg.  
C.C: 0501715494

**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Jorge Fabian Troya Sarzosa, PhD.  
C.C: 0501645568

**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*En esta investigación primero quiero agradecer a Dios y a mis Padres por brindarme su apoyo incondicional y en especial me doy gracias a mí por no haberme rendido, por no dejar de esforzarme por mí y por quienes me apoyaron durante este largo camino hacia una meta más en mi vida.*

*A mi tutor Ing. Mg. Santiago Jiménez le agradezco por su orientación, apoyo y ayuda con el tiempo y dedicación invertido en el proceso de esta investigación ya que, ha sido una pieza fundamental para la culminación exitosa de la presente investigación.*

*A la responsable de mi proyecto de investigación vinculado Ing. Mg. Karina Marín quien me ha brindado su ayuda y orientación en el éxito de esta investigación y también en mi proceso de formación académica a lo largo de mi carrera universitaria.*

*También quiero expresar un agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP en especial a la Ing. Victoria Lopez por su ayuda y apoyo durante este proyecto de investigación.*

**Lady Pamela Cando Changoluisa**

## **DEDICATORIA**

*El presente proyecto de investigación se la dedico principalmente a Dios quien me ha guiado, durante esta maravillosa etapa de mi vida, por darme*

*fuerzas, paciencia y resistencia todas las veces que quería rendirme, pero gracias a él una meta más esta cumplida.*

*A mis Padres por siempre apoyarme incondicionalmente en cada etapa durante este proceso académico, sin ustedes no podría haberlo logrado, sus oraciones y bendiciones a diario desde que nací hasta esta etapa de mi vida me apoyaron y me alentaron a seguir adelante. Es por esta y más razones que les dedico este trabajo como ofrenda de amor por todo el sacrificio que hicieron por mí y para así poder culminar mis estudios. A mis siete estrellas de BTS por enseñarme a no rendirme, por devolverme la confianza y por animarme a seguir adelante en este maravilloso viaje. A mis amigas Jenifer Analuisa, Marcia Coles y Jeniffer Escobar les agradezco por todas y a cada una de las risas, enojos, peleas y cada momento vivido en esta bonita etapa gracias, por tanto.*

*Por último, me gustaría también agradecer a mi gato Holo y mis perritos Leo y Bailey que me acompañaron en muchas noches de desvelo durante días, semanas, meses y años para poder llegar hasta este gran momento.*

**Lady Pamela Cando Changoluisa**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TEMA:** “EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO AGRONÓMICO DE LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL ARBUSTIVO SIN GUÍA (*Phaseolus vulgaris* L.) INIAP-420 CANARIO DEL CHOTA, INIAP-484 CENTENARIO E INIAP-425 BLANCO FANESQUERO CON LA UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ACOLCHADO PLÁSTICO EN EL CAMPUS SALACHE.”

**Autora:**

Cando Changoluisa Lady Pamela

## **RESRMEN**

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico y el rendimiento de tres variedades de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en sistemas de acolchado plástico en el campus Salache, Universidad Técnica de Cotopaxi. La importancia del estudio radica en encontrar alternativas sostenibles para mejorar la productividad y manejar de forma eficiente los recursos hídricos y de suelo en un contexto de cambio climático. El método empleado fue un diseño factorial A x B, para un Diseño de Parcelas Divididas (DPD) que compara el método de producción con y sin acolchado, y las tres variedades genéticas: INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”. Se utilizaron técnicas de observación, medición y muestreo para recopilar datos sobre variables morfológicas (altura de plantas, días a floración, número de vainas, peso de granos), rendimiento en kg/m<sup>2</sup>, y control de plagas y malezas. La evaluación se realizó en diferentes etapas fenológicas hasta la cosecha. Los resultados mostraron que el método con acolchado plástico mejoró significativamente algunos parámetros, como la altura de las plantas, días a la floración y el rendimiento en granos secos. La variedad INIAP-484 “Centenario” presentó el mejor comportamiento general, con mayor número de vainas, peso y rendimiento (hasta 2,150 kg/m<sup>2</sup>), además de responder favorablemente al acolchado, evidenciando menor presencia de malezas y plagas. La variedad INIAP-420 “Canario del Chota” mostró buen rendimiento y rápido crecimiento, mientras que INIAP-425 “Blanco Fanesquero” mostró menor rendimiento en comparación. Se concluye que el uso del acolchado plástico favorece el crecimiento, desarrollo y rendimiento del fréjol arbustivo, siendo recomendable para promover producciones más sostenibles.

**Palabras claves:** fréjol arbustivo, acolchado plástico, rendimiento agrícola, manejo sustentable, cambio climático, variedades, INIAP

## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

### **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**THEME:** ‘Comparative Evaluation Of The Agronomic Performance And Behaviour Of The

Three Varieties Of Unguided Bush Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Iniap-420 Canario Del Chota, Iniap-484 Centenario And Iniap-425 Blanco Fanesquero Using The Plastic Mulching Methodology On The Salache Campus’.

**AUTHORA:** Cando Changoluisa Lady Pamela

## **ABSTRACT**

The aim of this research was to evaluate the agronomic performance and yield of three varieties of bush bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in plastic mulch systems on the Salache campus, Technical University of Cotopaxi. The importance of the study lies in finding sustainable alternatives to improve productivity and efficiently manage water and soil resources in a context of climate change. The method used was an A x B factorial design, for a Split Plot Design (SPD) comparing the production method with and without mulching, and the three genetic varieties: INIAP-420 ‘Canario del Chota’, INIAP-484 ‘Centenario’ and INIAP-425 ‘Blanco Fanesquero’. Observation, measurement and sampling techniques were used to collect data on morphological variables (plant height, days to flowering, number of pods, kernel weight), yield in kg/m<sup>2</sup>, and pest and weed control. The evaluation was carried out at different phenological stages until harvest. The results showed that the plastic mulching method significantly improved some parameters, such as plant height, days to flowering and dry grain yield. The INIAP-484 ‘Centenario’ variety showed the best overall performance, with the highest number of pods, weight and yield (up to 2,150 kg/m<sup>2</sup>), as well as responding favourably to mulching, showing less presence of weeds and pests. The variety INIAP-420 ‘Canario del Chota’ showed good yield and rapid growth, while INIAP-425 ‘Blanco Fanesquero’ showed lower yield in comparison. It is concluded that the use of plastic mulch favours the growth, development and yield of bush beans, being advisable to promote more sustainable productions.

**KEYWORDS:** Bush bean, Plastic mulch, Agricultural yield, Sustainable management, Climate change, Varieties, INIAP.

## **ÍNDICE DE CONTENIDO**

1.DECLARACIÓN DE AUTORIA.....	ii
2.CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
3. AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	v
4. AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	vi

5. AGRADECIMIENTO .....	vis
6. DEDICATORIA .....	viii
7. RESRMEN.....	ix
8.A BSTRACT .....	x
9. ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
10. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xiii
11. INDICE DE TABLAS .....	xiv
12. INDICE DE FIGURAS.....	xv
1. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO .....	1
2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION .....	2
3. PROBLEMÁTICA .....	3
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	4
5. OBJETIVOS .....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS .....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	7
7.5 ETAPAS FENOLÓGICAS .....	8
7.6 REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDAFICOS .....	19
7.7 Factores bióticos que afectan el cultivo de fréjol (enfermedades) .....	20
7.8 MANEJO DEL CULTIVO .....	22
7.8.1 Preparación del suelo .....	22
7.8.6 Cosecha.....	24
7.9 Tipos de acolchado .....	25
7.10 Ventajas del acolchado .....	27
7.12 Variables agronómicas y morfológicas .....	29

7.20 Descripción de variedades del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).....	33
7.32 Factores abióticos que afectan el cultivo de frejol .....	40
8. VALIDACION DE HIPÓTESIS .....	41
9. METODOLOGIA - Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	41
9.1 Área de estudio .....	41
9.5 Distribución de la parcela experimental de acuerdo con las unidades experimentales .....	45
9.7 MATERIALES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	48
9.8 VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN .....	50
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	54
11 CONCLUSIONES .....	73
12 RECOMENDACIONES .....	74
13 BIBLIOGRAFÍAS .....	75
14 Anexos .....	

### **INDICE DE ILUSTRACIONES**

<b>ILUSTRACIÓN 1.</b> DISTRIBUCIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL EN CAMPO .....	45
<b>ILUSTRACIÓN 2.</b> DIMENSIONES DE CADA MÉTODO DE PRODUCCIÓN .....	47

### **INDICE DE TABLAS**

<b>TABLA 1.</b> ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	7
<b>TABLA 2.</b> CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA .....	12

<b>TABLA 3. FACTORES QUE AFECTAN BIÓTICOS Y ABIÓTICOS .....</b>	<b>31</b>
<b>TABLA 4. FACTORES QUE AFECTAN AL TIPO DE GRANO .....</b>	<b>32</b>
<b>TABLA 5. ....</b>	<b>33</b>
<b>CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LA VARIEDAD INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA” .....</b>	<b>33</b>
<b>TABLA 6. ....</b>	<b>34</b>
<b>CALIDAD NUTRICIONAL DE LA VARIEDAD INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA” .....</b>	<b>34</b>
<b>TABLA 7. ....</b>	<b>34</b>
<b>SIEMBRA Y DENSIDAD POBLACIONAL DE LA VARIEDAD INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA” .....</b>	<b>34</b>
<b>TABLA 8. ....</b>	<b>36</b>
<b>CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LA VARIEDAD INIAP-484 “CENTENARIO” ...</b>	<b>36</b>
<b>TABLA 9. ....</b>	<b>36</b>
<b>CALIDAD NUTRICIONAL DE LA VARIEDAD INIAP-484 “CENTENARIO” .....</b>	<b>36</b>
<b>TABLA 10. ....</b>	<b>37</b>
<b>SIEMBRA Y DENSIDAD POBLACIONAL DE LA VARIEDAD INIAP-484 “CENTENARIO” .....</b>	<b>37</b>
<b>TABLA 11. ....</b>	<b>38</b>
<b>CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DE LA VARIEDAD INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO” .....</b>	<b>38</b>
<b>TABLA 12. ....</b>	<b>39</b>
<b>CALIDAD NUTRICIONAL DE LA VARIEDAD INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO” ...</b>	<b>39</b>
<b>TABLA 13. ....</b>	<b>39</b>
<b>SIEMBRA Y DENSIDAD POBLACIONAL DE LA VARIEDAD INIAP-425 “BLANCO</b>	

FANESQUERO” .....	39
<b>TABLA 14.</b> CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	41
<b>TABLA 15.</b> VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES .....	44
<i>ILUSTRACIÓN 1.</i> DISTRIBUCIÓN DE LA PARCELA EXPERIMENTAL EN CAMPO .....	45
<i>ILUSTRACIÓN 2.</i> DIMENSIONES DE CADA MÉTODO DE PRODUCCIÓN .....	47
<b>TABLA 16.</b> .....	54
ANOVA PARA LA VARIABLE DE LOS DÍAS DE EMERGENCIA EN EL MÉTODO DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y EL MÉTODO TESTIGO EN LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP-484 “CENTENARIO” Y INIAP- 425 “BLANCO FANESQUERO”. .....	54
<b>TABLA 17.</b> PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE DE LOS DÍAS A LA EMERGENCIA .....	55
<b>TABLA 18.</b> .....	57
ANOVA PARA LA VARIABLE DE ALTURA EN EL MÉTODO DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y EL MÉTODO TESTIGO EN LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP-484 “CENTENARIO” Y INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO”. .....	57
<b>TABLA 19.</b> PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE ALTURA (CM) .....	58
<b>TABLA 20.</b> .....	61
ANOVA PARA LA VARIABLE DE ALTURA EN EL MÉTODO DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y EL MÉTODO TESTIGO EN LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP-484 “CENTENARIO” Y INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO”. .....	61

<b>TABLA 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE ALTURA (CM) .....</b>	<b>61</b>
<b>TABLA 22. ....</b>	<b>64</b>
ANOVA PARA LA VARIABLE DE ALTURA EN EL MÉTODO DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y EL MÉTODO TESTIGO EN LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP-484 “CENTENARIO” Y INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO”. ....	
	64
<b>TABLA 23. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE ALTURA (CM) .....</b>	<b>64</b>
<b>TABLA 24. ....</b>	<b>67</b>
ANOVA PARA LA VARIABLE DE LOS DÍAS A LA FLORACIÓN EN EL MÉTODO DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y EL MÉTODO TESTIGO EN LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP-484 “CENTENARIO” Y INIAP- 425 “BLANCO FANESQUERO”. ....	
	67
<b>TABLA 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE DÍAS A LA FLORACIÓN</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 26. ....</b>	<b>70</b>
ANOVA PARA LA VARIABLE DE RENDIMIENTO EN EL MÉTODO DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y EL MÉTODO TESTIGO EN LAS TRES VARIEDADES DE FREJOL INIAP- 420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP-484 “CENTENARIO” Y INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO”. ....	
	70
<b>TABLA 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA VARIABLE DE RENDIMIENTO .....</b>	<b>70</b>
<b>TABLA DE INTERPRETACIÓN DE DEL RENDIMIENTO .....</b>	<b>72</b>

## INDICE DE GRAFICOS

<b>GRÁFICO 1. ....</b>	<b>55</b>
DÍAS DE EMERGENCIA EN LOS DOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN ACOLCHADO	

PLÁSTICO Y TESTIGO SIN ACOLCHADO PLÁSTICO: .....	55
<b>GRÁFICO 2.</b> .....	56
DÍAS DE EMERGENCIA EN LAS VARIEDADES INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP-484 “CENTENARIO” Y INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO”.....	56
<b>GRÁFICO 3.</b> .....	59
CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FREJOL A LOS 7 DÍAS EN LOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y TESTIGO SIN ACOLCHADO PLÁSTICO: .....	59
<b>GRÁFICO 4.</b> .....	60
CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FREJOL A LOS 7 DÍAS EN LAS VARIEDADES INIAP- 420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP-484 “CENTENARIO” Y INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO”. .....	60
<b>GRAFICA 5.</b> .....	62
CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FREJOL A LOS 28 DÍAS EN LOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO, Y TESTIGO SIN ACOLCHADO PLASTICO. ....	62
<b>GRÁFICO 7</b> .....	65
CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FREJOL A LOS 63 DÍAS EN LOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y TESTIGO SIN ACOLCHADO PLÁSTICO: .....	65
<b>GRAFICA 8.</b> .....	66
CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE FREJOL A LOS 63 DÍAS EN LAS VARIEDADES INIAP- 420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAO-484 “CENTENARIO” Y INIAP-425 “BLANCO FANESQUERO”. .....	66

<b>GRAFICA 9.</b> .....	68
DÍAS A LA FLORACIÓN EN LOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE ACOLCHADO	
PLÁSTICO Y TESTIGO SIN ACOLCHADO PLÁSTICO: .....	68
<b>GRAFICA 10.</b> .....	69
DÍAS A LA FLORACIÓN EN LAS VARIEDADES INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA”,	
INIAP 484 “CENTENARIO” Y INIAP -425 “BLANCO FANESQUERO”. .....	69
<b>GRÁFICO 11.</b> .....	71
RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE FREJOL PESO EN SECO EN LOS TRATAMIENTOS DE	
LOS MÉTODOS DE PRODUCCIÓN DE ACOLCHADO PLÁSTICO Y TESTIGO SIN	
ACOLCHADO PLÁSTICO: .....	71
<b>GRÁFICO 12.</b> .....	72
RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE FREJOL PESO EN GRANO SECO EN LAS	
VARIEDADES INIAP-420 “CANARIO DEL CHOTA”, INIAP 484 “CENTENARIO” Y	
INIAP -425 “BLANCO FANESQUERO” .....	72

## 1. INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

**Título del proyecto:**

“Evaluación comparativa del comportamiento y rendimiento agronómico de las tres variedades de frejol arbustivo sin guía (*Phaseolus vulgaris l.*) INIAP-420 canario del chota, INIAP-484 centenario e INIAP-425 blanco fanesquero con la utilización de la metodología de acolchado plástico en el CAMPUS SALACHE.”

**Fecha de inicio:**

Abril

**Fecha de finalización:**

Agosto

**Lugar de ejecución:**

Universidad Tecnica de Cotopaxi, Barrio Salache, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia Cotopaxi, Zona 3.

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) – La Estación Experimental Santa Catalina.

**Carrera que auspicia:**

Carrera de Agronomía

**Director del proyecto de investigación:**

Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

**Equipo de trabajo:**

**Tutor:** Ing. Jiménez Jácome Cristian Santiago, Mg.

**Cotutor:** Ing. Victoria Alicia López Guerrero, Mg.

Lector 1: Ing. Karina Paola Marín Quevedo, Mg.

Lector 2: Ing. Clever Gilberto Castillo de la Guerra, Mg.

Lector 3: Ing. Jorge Fabian Troya Sarzosa, PhD. **Responsable del proyecto:**

**Nombre:** Lady Pamela Cando Changoluisa **Teléfono:**

0983244157

**Correo electrónico:** lady.cando2090@utc.edu.ec

**Área de conocimiento:**

Agricultura – Agricultura, Silvicultura y Pesca – Producción Agropecuarias

**Línea de investigación:**

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales.

Se basa en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad y los recursos naturales, basados en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, usos ancestrales de los recursos naturales, la adecuada atención al cambio climático y los ecosistemas frágiles. Permitiendo el desarrollo de planes de manejo, producción, equidad social y conservación del patrimonio natural, así como el uso racional de los recursos naturales para reducir y mitigar riesgos naturales.

**Línea de vinculación de la carrera:**

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y gestión para el desarrollo humano y social.

**Convenio:**

El trabajo de investigación se sustenta en el convenio de colaboración interinstitucional UTC – INIAP – Estación Santa Catalina.

**2. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION****Beneficiarios directos**

Los beneficiarios directos de la siguiente investigación es la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Agronómica y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias del Ecuador INIAP.

**Beneficiarios indirectos**

Los beneficiarios indirectos de esta investigación son todos los estudiantes de la carrera de agronomía, agricultores, instituciones públicas y asociaciones de productores agrícolas vinculadas al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

**3. PROBLEMÁTICA**

El fréjol (*Phaseolus vulgaris L.*) es una leguminosa de grano comestible, tienen importancia ecológica, económica y social, ya que son plantas fijadoras de nitrógeno en el suelo, se cultivan solas y se utiliza para asociaciones, rotaciones o relevos de cultivos. El fréjol arbustivo se siembra en estribaciones de la cordillera y los valles mesotérmicos (Mazón et al., s. f.). El fréjol es una leguminosa que se desarrollan en climas cálidos y templados en diversas condiciones ecológicas, es sensible a la humedad en el medio ambiente, ya que afecta los cambios de temperatura y fríos abruptos; no es exigente con la relación al suelo, es altamente susceptible a enfermedades, las mismas que tienen que limitar su productividad (Gutiérrez y Quiñones, 2011).

Mundialmente el frejol es la leguminosa alimenticia más importante para casi 300 millones de personas que, en la mayoría, viven en países en desarrollo. El frejol también proporciona ingresos a millones de personas, especialmente en África y América Latina. El frejol se ha cultivado tradicionalmente para el consumo de subsistencia, pero ahora se han convertido en un cultivo comercial con cada vez más opciones de exportación (Escoto & Rodríguez, 2005).

La producción del frejol en Ecuador se extiende a lo largo del corredor interandino, donde se cultivan variedades de tipo trepador en asociación con el maíz y los tipos arbustivos cultivados en los valles de las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar, Cañar, Azuay y

Loja. Hasta hace poco, el Ecuador consumía únicamente el 40% de la producción, mientras que el 80% restante se destinaba a la exportación hacia Colombia. La superficie cultivada en Ecuador supera las 120 000 ha/año de las cuales cerca del 90% están ubicadas principalmente en la región Sierra (Carlos & Vizcano, 2019).

En la actualidad el crecimiento del cambio climático está modificando los rangos ecológicos y geográficos donde se distribuye el cultivo fréjol y otros diferentes cultivos, debido a las variaciones térmicas a las que se encuentra expuesta una planta son de gran influencia sobre el desarrollo y los procesos fisiológicos, siendo los grados de temperatura los que determinan el tiempo de cada etapa fenológica del cultivo (Ayala & Santiago., 2018). Al igual que otros cultivos, el frejol enfrenta problemas de carácter abiótico lo más notorio en las zonas de cultivo del Ecuador es el estrés hídrico y la temperatura, producido por falta de recursos de agua en el suelo, afectando en mayor o menor grado a las plantas de fréjol dependiendo del nivel de resistencia del cultivar (Larqué & Acosta, 2010).

La producción de fréjol es afectada por muchos factores agronómicos, como la fertilidad del suelo, suelos con inadecuadas condiciones físicas, la presencia de plagas y enfermedades, deficiencia en la calidad de la semilla y su conservación y condiciones climáticas adversas. Además, la agricultura bajo el modelo de producción convencional resulta cada día menos sostenible, esto afecta la parte ambiental, económica y social de las zonas y regiones donde se practica (Pedro & Sánchez, 2020). La adaptabilidad de las variedades de fréjol en el uso del sistema de acolchado plástico está en términos de variables como producción, desarrollo vegetal, resistencia a plagas o enfermedades y cosecha del cultivo mismo (Zambrano & Yamil, 2022).

El uso de acolchados permite aumentar el rendimiento, adelantar la cosecha y mejorar la calidad del producto, además de ahorrar significativo de agua y mano de obra, factores cada vez más escasos o de costos más altos. Con el uso de acolchado se logrará intensificar la producción y aumentar la eficiencia de uso de los recursos. En las zonas de agricultura de temporal, son ideales para mejorar las condiciones propicias al desarrollo del cultivo, principalmente por la disminución de la pérdida de agua en el suelo y la planta (Alejo & Gelacio, 2020).

La siguiente investigación es importante ya que se va a evaluar el comportamiento y rendimiento agronómico de tres variedades de frejol arbustivo con la utilización de la metodología de acolchado plástico en el campus Salache. Es importante el conocimiento del sistema de acolchado sobre las tres variedades de frejol para poder optimizar la producción y así ayudar en la sostenibilidad de conservación de agua, suelo y desafíos futuros que presenta este sistema en la agricultura.

#### **4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El acolchado plástico o *mulching* consiste en cubrir las camas o surcos de cultivos con películas plásticas. Su uso ha demostrado ser una tecnología que incrementa el rendimiento de los cultivos debido, entre otras cosas, a un uso eficiente del agua, siendo la agricultura el mayor demandante

de este líquido vital al consumir alrededor del 70 % del agua dulce disponible en el mundo. Esta tecnología se ha utilizado desde hace varios años en la agricultura, principalmente en las áreas de horticultura. El principal motivo de la implementación de los acolchados es ganar precocidad y mejorar la productividad del cultivo con la protección del sistema radicular del frío, de la sequía y del exceso de humedad. También evita la presencia de malezas, incrementa la temperatura del suelo y disminuye la evaporación de agua del suelo (Carlos & José, 2024). Gracias a los beneficios que proporciona el uso del acolchado plástico, este ha sido utilizado de forma satisfactoria pues permite modificar el medio de crecimiento e incrementa el rendimiento y la calidad de los productos cosechados. María Rita Plancarte Martínez (Juanita, s. f.) dice que el fréjol es la leguminosa más cultivada a nivel mundial, ocupa el octavo lugar en importancia por área de siembra. Constituye un alimento sano, de fácil digestión y de gran riqueza vitamínica; los granos secos se pueden reducir a harina sirviendo ampliamente en la alimentación del hombre y de los animales. Es una de las leguminosas de mayor consumo no solo por su rico sabor, sino también por el grado de nutrientes proteicos, que es el doble de lo que posee la mayoría de los cereales (Jorge, 2019). La planta de frejol es susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad por ello se debe sembrar en suelos de textura ligera y bien drenada con un pH óptimo entre los 6,5 a 7,5 con una altitud de 1000 a 2500 m.s.n.m (Jose & Fransico, 2014).

La presente investigación pretende evaluar tres variedades de frejol en un sistema de acolchado con las condiciones climáticas del Campus CEASA, que es ver si es factible el acolchado plástico con un buen rendimiento y ver el comportamiento agronómico del cultivo de frejol. Si los resultados son satisfactorios, se recomendará como medias agro técnicas a ser aplicadas por los agricultores, y de esta forma la Universidad Técnica de Cotopaxi está cumpliendo un rol de buscar alternativas de desarrollo agropecuario en la zona de su influencia. Ya que el frejol es un cultivo muy importante en muchas regiones del país, por lo que es muy importante el encontrar diversas

formas de mejorar su rendimiento en beneficio a los agricultores. El acolchado plástico puede tener un beneficio hacia el contexto de agricultura sostenible, que de esta manera se puede hacer un estudio que minimice y se optimice el uso de recursos para la producción del mismo. Esto quiere decir que puede contribuir a la reducción del consumo de agua, disminuir el uso de herbicidas y preservar la salud del suelo.

## 5. OBJETIVOS

### a) General

- Evaluar el comportamiento y rendimiento agronómico de tres variedades de frejol arbustivo sin guía (*Phaseolus vulgaris* L.) Iniap-420 Canario del Chota, Iniap-484 Centenario e Iniap-425 Blanco Fanesquero con la utilización de la metodología de acolchado plástico.

### Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico de cada variedad del cultivo de frejol en un sistema de acolchado plástico.
- Determinar cuál de las tres variedades presenta el mejor rendimiento en un sistema de acolchado plástico.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS

**Tabla 1.** Actividades y sistema de tareas con relación a los objetivos planteados

OBJETIVO	ACTIVIDADES	METODOLOGIA	RESULTADOS
<b>ESPECIFICO 1</b>			
Evaluar el comportamiento	agronómico de cada variedad del cultivo de	frejol en un sistema de acolchado plástico.	

---

<p>Revisión bibliográfica sobre las tres variedades de fréjol INIAP-420 Canario del Chota, INIAP-484 Centenario e INIAP-425 Blanco Fanesquero y el manejo agronómico del cultivo de fréjol.</p>	<p>cultivo de fréjol INIAP420“Canario del Chota, INIAP-484” Centenario” e INIAP-425” Blanco Fanesquero” en un sistema de acolchado plástico. Buscar y leer artículos relacionados con la tres variedades de fréjol INIAP-420 Canario del Chota, INIAP-484 Centenario e INIAP-425 Blanco Fanesquero, además el uso efectivo del sistema de acolchado plástico.</p>	<p>Establecer un protocolo para la siembra y manejo de las variedades de fréjol seleccionadas, utilizando el sistema de acolchado plástico para mejorar el rendimiento y calidad de la producción. Disponer de la información necesaria y actual sobre las tres variedades de fréjol INIAP-420 Canario del</p>	<p>Chota, INIAP484 Centenario e INIAP-484 Blanco Fanesquero y el uso efectivo del sistema de acolchado plástico. Cuadro comparativo de las condiciones edafoclimáticas que necesita el cultivo frente a las condiciones que presenta el área de estudio.</p>
---	---	--	--

---

Utilizar las tres variedades de frejol INIAP-420 Canario del Chota, INIAP-484 Centenario e INIAP-425 Blanco Fanesquero por su adaptabilidad a la región.

OBJETIVO	ACTIVIDADES	METODOLOGUIA	RESULTADOS
<b>ESPECIFICO 2</b>			
<b>Determinar cuál de las tres variedades presenta el mejor rendimiento en un sistema de acolchado plástico.</b>	Toma de datos: -Días de la emergencia. -Altura de la planta. -Días a la floración. -Número de flores por planta. -Número de vainas por planta. - Largo de vaina -Número de granos por vaina.	Para realizar la toma de datos se determinó un intervalo dependiente de la duración de cada etapa fenológica del cultivo.  Los datos fueron registrados en una matriz de Excel para llevar un registro cuantitativo y cualitativo del cultivo.	Base de datos y sus promedios de cada dato tomado.  Obtención del rendimiento expresado en Kg/m <sup>2</sup> .

---

Peso  
tomado  
de cada  
varieda  
d en el  
sistema  
de  
acolcha  
do  
plástico  
y en  
testigo.

Cosecha del cultivo de frejol y  
peso del grano en seco por metro  
cuadrado.

La toma de datos nos ayudara en a interpretar      Libro de  
campo.  
cuál de las tres  
variedades es la mejor en rendimiento en  
un sistema de acolchado plástico.

---

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1 Origen

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un grano con características morfológicas, agronómicas y genéticas, establecen que el frejol se originó en Mesoamérica y posteriormente se domesticó entre los 5000 y 2000, años a. C. en dos sitios del continente Americano: Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica). A partir del frejol silvestre se formaron dos acervos genéticos domesticados distintitos, Mesoamericano y Andino. El frejol pertenece a la familia de la leguminosas. En el mundo se conocen alrededor de 150 especies de frijoles, de las cuales 70 se

encuentran en México con gran variedad de tamaños y colores, y fue una de las principales especies que se integró a la dieta básica de las culturas indígenas. Del frejol se aprovechan todas sus partes, flores, semillas y vainas (ejote) ya sean tiernas o maduras (Víctor & Hernandez, 2013).

## **7.2 Importancia del frejol**

El frejol es un cultivo de importancia en el consumo humano a nivel mundial, alrededor de 300 millones de personas que hacen consumo de este, constituye una de las fuentes principales de proteína y carbohidratos. La producción del Ecuador es de 37.725 t, lo que representa el 0,2% de la producción mundial. El frejol es una leguminosa que constituye una fuente de proteínas e hidratos de carbono natural; además es abundante en vitamina B como: niacina, ácido fólico y tianina; también proporciona hierro, cobre, zinc, fósforo, potasio, magnesio y calcio, contiene un alto contenido de fibra. Existen múltiples variedades de frejol que se caracterizan por su tamaño, color, forma y tipo de crecimiento (Sangerman & Acosta, 2010).

## **7.3 Distribución geográfica**

En el Ecuador se cultiva una superficie de 22.186 hectáreas de fréjol, cuando está seco, es un producto no perecible, por esta razón se o puede almacenar durante toto el año ya sea para consumo alimenticio, semilla u otra finalidad, además mantienen una economía de subsistencia y en sus sistemas de producción utilizan el 97% de la mano de obra familiar, el 100% es semilla reciclada; el consumo interno del fréjol es de un 40% mientras que el 60% restante se lo destina a la exportación hacia Colombia. La producción de este cultivo, generalmente, la desarrollan los pequeños agricultores porque lo cultivan con la principal finalidad del autoconsumo, y si se producen excedentes lo destinan para la venta. El rendimiento promedio del fréjol registrado en

Ecuador es bajo, con un 430 kg ha en monocultivo y 110 kg ha cuando está asociado con maíz frente al rendimiento potencial del cultivo que sobrepasa los 2,000 kg ha (Fabián & Janeth, 2023).

## 7.4 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

### 7.4.1 Clasificación Taxonómica

**Tabla 2.** Clasificación Taxonómica

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase</b>	Rosidae
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Subfamilia</b>	Faboideae
<b>Tribu</b>	Phaseoleae
<b>Subtribu</b>	Phaseolinae
<b>Género</b>	<i>Phaseolus</i>
<b>Sección</b>	P. sect. Phaseolus.
<b>Especie</b>	<i>P. vulgaris</i> .
<b>Nombre científico</b>	<i>Phaseolus vulgaris</i> L

**Fuente:** (Valladares, 2010)

### 7.4.2 Raíz

La raíz inicia su desarrollo al momento de la germinación. El fréjol presenta una raíz pivotante, la cual se ramifica en distintos grados desde unas pocas raíces hasta un sistema radicular muy complejo. La raíz principal tiene una tasa de crecimiento muy activa logrando penetrar hasta los 150 cm, sin embargo, la mayoría de las raíces de absorción se encuentran a una profundidad de 30

a 40 cm. En la primera etapa de desarrollo el sistema radical está formado por la radícula del embrión la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria, es decir, la primera identificable. A los pocos días de la emergencia de la radícula es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal (Daniel & Rigoberto, 2020).

### **7.4.3 Tallo**

La planta presenta un tallo principal herbáceo cilíndrico o ligeramente aplanado con pubescencia la cual puede ser semi glabro o pubescentes con pelos uncinulados, de color verde, rosado o morado. Dependiendo del hábito del crecimiento del tallo este se clasifica en un crecimiento determinado cuando su porción apical termina en una inflorescencia y de hábito indeterminado, en la cual la porción apical permanece en forma vegetativa. La altura del tallo varía desde unos 20 cm centímetros entre los tipos arbustivos determinados hasta más de 100 cm en los tipos indeterminados. El tallo puede ser erecto, semi erecto, semi rastrero, rastrero y trepador (Daniel & Rigoberto, 2020).

### **7.4.4 Hojas**

La planta de frijol presentan diferentes tipos de hoja, al emerger la plántula, los cotiledones se tornan de color verde presentándose de esta manera las hojas cotiledonarias, siendo este el primer nudo (nudo cotiledonar), posteriormente aparecen las primeras hojas verdaderas en el segundo nudo del tallo principal, las que son simples y conocidas como hojas unifoliadas, en los nudos subsecuentes aparecerán las hojas trifoliadas, que son las que formaran el dosel de la planta de frijol junto con las ramas y tallo. Las hojas verdaderas trifoliadas, poseen tres folíolos dos de los

cuales son asimétricos y acuminados y se localizan en forma lateral, el foliolo central es simétrico y acuminado (Daniel & Rigoberto, 2020).

#### **7.4.5 Inflorescencias**

La inflorescencia se puede formar tanto en las axilas del tallo y las ramas como en la porción terminal, botánicamente se refiere a un racimo de racimos el cual se desarrolla a partir de la brotación de un sistema formado por tres yemas conocidas como triada formada en la axila como se mencionó anteriormente. Posee un pedúnculo el cual crece rápidamente antes de que abran las flores, tiene un raquis el cual está constituido por varios nudos lo que son reconocidos por la aparición de una bráctea primaria (B1 ), en cada nudo se da la aparición de dos botones florales producto de la brotación de las yemas laterales, en ocasiones la central brota y da a lugar una tercera flor pero la mayoría de las veces no alcanza a desarrollarse totalmente ya que cuando llega a brotar la planta se encuentra en la etapa de maduración (Daniel & Rigoberto, 2020).

#### **7.4.6 Flor**

La flor presenta características de la subfamilia papilionoideae, la cual presenta una simetría bilateral con un pedicelo glabro o sub glabro con pelos uncinulados y en su base una pequeña bráctea no persistente unilateral, llamada bráctea pedicular, el cáliz es gamosépalo formado por cinco sépalos dentados con dos sépalos en la porción superior y tres en la parte inferior, la corola está formada por cinco pétalos los cuales tienen la característica de tener formas muy específicas, con dos pétalos soldados por su base y tres libres. Tiene un pétalo grande libre sobresaliendo del resto de ellos denominado Estandarte, glabro simétrico que puede ser de color blanco, verde, púrpura o rosado, los otros dos pétalos libres se encuentran a los lados llamadas Alas, los cuales pueden presentar diferentes colores ya sea blanco, rosado o púrpura siendo en términos generales

más oscuros que el resto de la corola y en ocasiones puede el estandarte ser más oscuro (Daniel & Rigoberto, 2020).

#### **7.4.7 Fruto**

El fruto característico de las leguminosas es una vaina que puede ser: dehiscente, semi dehiscente o indehiscente, la mayoría de las variedades comerciales tienen vainas indehiscentes. Las vainas pueden ser glabras o sub glabras, con pelos cortos y en ocasiones cerosa, con dos valvas y dos suturas, una dorsal (placentral) y otra ventral, su forma puede ser plana o cilíndrica de 4 a 20 cm de longitud constreñida o no, que puede ser recta o ligeramente encorvada de color verde, amarilla o blanca y en ocasiones con estrías dependiendo de la variedad, con 3 a 7 semilla por vaina (Daniel & Rigoberto, 2020).

#### **7.4.8 Semilla**

La semilla de fréjol muestra una gran variedad, tanto en forma, tamaño y color, así como en contenido nutricional (proteínas y carbohidratos), encontrándose formas arriñonadas, alargadas rectas, oblongas hasta globosas, con tamaños muy variados que van desde 13 a 60 gramos por 100 semillas y colores con una gran gama que van desde el blanco, amarillo, crema, café, rojos, púrpuras, rosas hasta el negro con estrías o sin ellas. La semilla de frejol está constituida en su mayor porción por los cotiledones, que es el tejido en donde se acumulan todas las sustancias de reserva para el sostenimiento de la plántula y que representa el 90% del peso total de la semilla, también se encuentra el embrión en el que se aprecian las primeras hojas verdaderas, la plúmula y la radícula, en la porción ventral se aprecian unas estructuras características de la semilla que corresponden al micrópilo, el hilio y rafe (Daniel & Rigoberto, 2020).

## **7.5 ETAPAS FENOLÓGICAS**

### **7.5.1 Germinación**

Al hacer la siembra, la semilla se coloca en un ambiente favorable para la germinación. La semilla debe tener la humedad suficiente para el comienzo del proceso de germinación; es decir, el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco. La semilla absorbe agua inicialmente y ocurren 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) (Fernando & Gepts, 2018).

### **7.5.2 Emergencia**

La etapa inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen al nivel del suelo, se considera que un cultivo de frejol inicia la etapa cuando el 50% de la población esperada, presenta los cotiledones a nivel del suelo. Después de la emergencia, el hipocótilo se endereza y sigue creciendo hasta alcanzar su tamaño máximo. Cuando se encuentra completamente erecto, los cotiledones quedan por encima del nivel del suelo, comienzan a separarse y se nota que el epicotíleo ha empezado a desarrollarse (Fernando & Gepts, 2018).

### **7.5.3 Hojas primarias**

Esta etapa comienza cuando las hojas primarias de la planta están desplegadas. Para un cultivo se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. Las hojas primarias del frejol son unifoliadas y opuestas, situadas en el segundo nudo del tallo principal y cuando 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 (Fernando & Gepts, 2018).

#### **7.5.4 Primera hoja trifoliada**

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, éstos se separan y, por último, se despliegan y se extienden en un solo plano. 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 son aún cortos tanto el entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada, como el peciolo de la hoja trifoliada, la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias. Luego el peciolo y el entrenudo crece 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. (Fernando & Gepts, 2018).

#### **7.5.5 Tercera hoja trifoliada**

En esta etapa 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 la planta, incluso de las hojas primarias y de los cotiledones. Las yemas de los nudos inferiores de la planta generalmente se desarrollan produciendo ramas. El tipo de ramificación y el número y la longitud de las ramas dependen, entre otros factores, del genotipo y de las condiciones de cultivo. La primera rama generalmente comienza su desarrollo cuando la planta tiene la primera hoja trifoliada desplegada. Cuando en el tallo principal se encuentra un promedio de tres o cuatro hojas trifoliadas desplegadas, la primera rama presenta generalmente la primera hoja trifoliada (Fernando & Gepts, 2018).

### **7.5.6 Prefloración**

La etapa de prefloración se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo. En una variedad de hábito determinado, se nota entonces el desarrollo de botones florales en el último nudo del tallo o la rama. En cambio, en las variedades indeterminadas, al inicio de esta etapa, los racimos se observan en los nudos inferiores. En las primeras, el tallo y las ramas terminan su crecimiento formando una inflorescencia. La aparición de la inflorescencia está precedida por el desarrollo, de las yemas laterales como botones florales. En las variedades de hábito del crecimiento indeterminado, el tallo y las ramas continúan creciendo debido a que presenta en su parte apical no una inflorescencia, si no un meristema vegetativo. Las inflorescencias en las plantas de indeterminado, que resultan del desarrollo de las yemas, se encuentran en las axilas de las hojas trifoliadas (Fernando & Gepts, 2018).

### **7.5.7 Floración**

La etapa se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta. La primera flor abierta corresponde al primer botón floral que apareció. En las variedades determinadas de la floración comienza en el último nudo del tallo o de las ramas y continua en forma descendente en los nudos inferiores; el contrario, en las variedades decrecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baje del tallo y continúa en forma ascendente. La floración en las ramas ocurre en el mismo orden que en el tallo; es decir, es descendente en el hábito determinado y ascendente en el indeterminado. 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 (Fernando & Gepts, 2018).

### **7.5.8 Formación de las vainas**

La planta presenta la primera vaina cuando la corola de la flor esta colgada o desprendida. En las plantas de hábito 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 hábito de crecimiento indeterminado las primeras vainas se forman en la parte inferior y la aparición de las demás vainas ocurre en forma ascendente. 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 un crecimiento longitudinal de la vaina y poco de crecimiento de las semillas (Fernando & Gepts, 2018).

### **7.5.9 Llenado de las vainas**

Entonces comienza el crecimiento activo de las semillas. Vistas por las suturas o de lado, las vainas presentan abultamientos que corresponden a 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 de los granos sólo aumenta marcadamente cuando las vainas han alcanzado su tamaño y peso máximo; los granos alcanzan su peso máximo en 30 a 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 (Fernando & Gepts, 2018).

### **7.5.10 Maduración**

Esta etapa se caracteriza porque en ella las plantas inician la decoloración y secado de las vainas. Un cultivo inicia esta etapa cuando la primera vaina inicia su decoloración y secado, en el 50% de las plantas. Estos cambios en la coloración de las vainas indican el inicio de la maduración de la planta; continúa el amarillamiento y la caída de las hojas y todas las partes de la planta se secan;

las vainas al secarse pierden su pigmentación. El contenido de agua de las semilla 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 (Fernando & Gepts, 2018).

## **7.6 REQUERIMIENTOS CLIMATICOS Y EDAFICOS**

### **7.6.1 Altitud**

Para la siembra del fréjol este se adapta a diferentes pisos térmicos desde los 900 hasta los 2700 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) (Jesus & Damian, 2014).

### **7.6.2 Suelo**

El fréjol es óptimo para los suelos drenados y nivelados de textura franco-limoso. No obstante, el cultivo tolera bien los suelos franco-arcillosos profundos con buen contenido de materia orgánica y libre de salinidad (Jesus & Damian, 2014).

### **7.6.3 Temperatura**

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del cultivo de fréjol oscilan entre 15 y 27°C, durante el invierno y de 15 a 30°C durante el verano ya que es muy susceptible a condiciones extremas (Jesus & Damian, 2014).

### **7.6.4 Precipitación**

Durante este ciclo el cultivo de fréjol demanda una precipitación media anual de 500 a 1,500 mililitros de agua (Jesus & Damian, 2014).

### **7.6.5 pH**

El pH adecuado fluctúa entre 6,5 y 7,5 ya que dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presenta su máxima disponibilidad; no obstante, se comporta bien en terrenos que tienen un pH de 4,5 a 5,5 (Jesus & Damian, 2014).

## **7.7 Factores bióticos que afectan el cultivo de fréjol (enfermedades)**

En el Ecuador las principales enfermedades que atacan al cultivo de fréjol son: roya (*Uromyces appendiculatus*); antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*); mancha foliar (*Phoma exigua*) y la mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) que afectan directamente a la planta (INIAP, 2001).

### **7.7.1 Roya**

La roya es una enfermedad presente en todas las regiones del mundo, la infección es favorecida por temperaturas moderadas (18-25 °C) y alta humedad relativa esto puede ocasionar pérdidas severas en la producción cuando aparece muy temprano, antes de la floración. Los síntomas se presentan como pequeñas lesiones cloróticas o blancas en las cuales se desarrollan las pústulas de color café rojizas en el haz y envés de la raza del patógeno, de la variedad y de las condiciones climáticas. La infección puede causar defoliación prematura, y también afectar las vainas (Ricardo & Clotilde, 2004).

### **7.7.2 Antracnosis**

La antracnosis del fréjol ataca desde que la planta emerge hasta que llega a producción, pudiendo afectar la semilla. En el follaje los síntomas inicialmente aparecen en la parte inferior de la hoja, como lesiones pequeñas de color rojizo oscuro, localizadas a lo largo de las venas. Con el tiempo estas lesiones se vuelven de color café oscuro a negro. En vainas se producen lesiones redondas,

hundidas, con borde bien definido, y centro oscuro. En épocas lluviosas, con presencia de neblina o baja temperatura, en ese centro oscuro se puede observar pequeños puntos de color rosado (Carlos & Juan, 2006).

### **7.7.3 Mancha foliar**

La mancha foliar es causada por el nematodo *Aphenlenchoides besseyi*. Este es uno de los pocos nematodos que afectan partes aéreas de la planta, no solo de frejol. La enfermedad se inicia como pequeñas manchas angulares oscuras, distribuidas en la hoja. Conforme avanza, estas manchas se unen y se concentran hacia la base de la hoja, lo que la caracteriza y diferencia totalmente de la mancha angular (Carlos & Juan, 2006).

### **7.7.4 Mancha angular**

La mancha angular se da por una infección y desarrollo del hongo se favorece por temperaturas moderadas (18-25°C) y períodos de alta humedad o pluviosidad. Los síntomas aparecen primero en el envés de las hojas, como manchas grises, que se tornan posteriormente color café y se cubren de pequeñas columnas de hifas, las que cambian de gris a negro. Las lesiones son angulares debido a su delimitación por las venas. Estas lesiones también son visibles por el haz. En las vainas y tallos se presentan lesiones de color café rojizas y frecuentemente rodeadas por un borde más oscuro. El patógeno puede ser portado en la semilla y residuos de la cosecha anterior (Ricardo & Clotilde, 2004).

## **7.8 MANEJO DEL CULTIVO**

Manejar el cultivo de frejol es sumamente importante ya que influye en la calidad y rendimiento del cultivo, todos los procesos deben tener un cuidado especial.

### **7.8.1 Preparación del suelo**

La preparación del suelo tiene como fin, proporcionar una buena cama de siembra y un ambiente adecuado para que las plantas se desarrollen en forma óptima. Esta labor consiste en un pase de arado entre 25 a 30 cm de profundidad y dos pases de rasta, a fin de destruir los terrones grandes y facilitar la nivelación del terreno (Mirella, 2019).

### **7.8.2 Semillas**

Se recomienda utilizar semilla certificada, de lo contrario, la semilla puede ser portadora de enfermedades virales, fungosas y bacterianas, que afectan la germinación y el buen establecimiento del cultivo. Una semilla de calidad debe tener hasta un 85% de germinación. Antes de la siembra la semilla debe desinfectarse contra hongos e insectos del suelo, con Vitavax 3 y Orthene 75 P-S, en dosis de 3 y 4 gr, respectivamente, disueltos en 0.5 litro de agua por cada kilogramo de semilla (Ricardo & Clotilde, 2004).

### **7.8.3 Siembra**

Se recomienda que la siembra se realice con relación a las condiciones climáticas de la zona, pero en general se hace entre septiembre hasta diciembre. El fréjol requiere desde el inicio hasta los dos primeros meses de la siembra, buen contenido de humedad del suelo y al final del ciclo bajas precipitaciones para favorecer la maduración y cosecha. En época de febrero a abril y septiembre a noviembre, en cantidades de 90 a 110 kg/ha para granos grandes y medianos, y su sistema es recomendado en el monocultivo la distancia entre surcos es de 60 a 70 cm, la distancia entre sitios de 25 a 30 cm, semillas por sitio de 3 a 4 e hileras por surco es 1.(Mirella, 2019).

#### **7.8.4 Control de malezas**

El control de malezas se lo puede realizar de dos formas:

- Manual: El control manual se realiza mediante deshierbas y aporque (Mirella, 2019).
- Químico: En preemergencia se recomienda el uso del herbicida Zeus (Imazetapir), sistémico de alto poder residual. Se debe aplicar 2 cc/L de agua, entre dos y cinco días después de la siembra. En monocultivo y en post emergencia, usar Fomesafen (Flex), 250 cc/ha para melazas de hoja ancha (con 2 a 3 hojas verdaderas) (Mirella, 2019).

#### **7.8.5 Riego**

El fréjol es un cultivo de secano o secano temporal, cuyas necesidades están en el orden de 400 a 500 mm de agua por ciclo, y si no se cubre esas necesidades serán necesarios riegos oportunos según la época del cultivo y tipo de suelo. Los surcos deben trazarse siguiendo las curvas de nivel y la pendiente debe estar entre el 1 y 2% para no producir arrastre del suelo. El volumen de entrada del agua para riego (caudal) no debe ser abundante y debe distribuirse simultáneamente en varios surcos; el alcance a lo largo del surco debe ser moderado (no mayor a 20 m de largo). En el número y frecuencia de riegos varia con el tipo de suelo, la variedad, las condiciones climáticas y en ausencia de la lluvia puede ser necesario de 10 a 13 riegos por ciclo, es decir un riego cada 8 días aproximadamente; con énfasis en floración y llenado de vainas. No se recomienda riego por aspersión porque deja el ambiente muy húmedo, convirtiéndolo en medio propicio para el desarrollo de algunas enfermedades (Mirella, 2019).

#### **7.8.6 Cosecha**

La cosecha es manual y se efectúa arrancando las plantas, puede realizarse en fresco para consumo en verde o en seco. 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 de humedad de 18-20% 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 se recomienda para cosechas grandes (Mirella, 2019).

### **7.8.7 Trilla**

La trilla se efectúa cuando las vainas están completamente secas, para este efecto se golpean las plantas con varas de madera, o mediante uso de una máquina trilladora: estacionaria o combinada. Una vez trillado el grano se expone al sol, formando capas delgadas sobre un tended o lona, hasta obtener una humedad cercana al 14%. Esta humedad se detecta cuando al presionar con la uña, no queda marca en el grano, o al morderlo se parte fácilmente, o al tomar un puñado de este y tirarlo sobre el montón de estos, emite sonido (seco). En ese momento, se hace la limpieza por ventedado para eliminar granos podridos o magullados, tierra, basura, etc. (Mirella, 2019).

### **7.9 Tipos de acolchado**

El acolchado es una práctica agrícola ampliamente utilizada que puede afectar significativamente el crecimiento, el rendimiento y los resultados económicos de los cultivos, particularmente en regiones con condiciones climáticas variables. El uso de los acolchados para mejorar las condiciones de producción de los cultivos ha existido desde el inicio de la agricultura, cuando de forma natural se formaban los acolchados vivos en los cultivos y se sacaba provecho de ellos para reducir la pérdida de agua, la erosión y el control de malezas que compiten directamente con los cultivos, con el avance de la tecnología, el uso de cubiertas plásticas más sofisticadas diseñadas

específicamente para tal fin se fue sustituyendo al natural, también se han empleado como cubiertas vegetales a los rastrojos de cereales y cultivos de porte bajo asociados en plantaciones perennes (Achenef et al., 2021).

### **7.9.1 Acolchado transparente**

Se trata de una película plástica que no tiene pigmento o aditivo y se emplea básicamente para incrementar los niveles de temperatura en el terreno destinado para la siembra, de esta manera también se evita que el agua se evapore rápidamente de la superficie del suelo. Sin embargo, es posible que su composición permita la aparición de malas hierbas debajo del plástico, por lo que es necesario que los agricultores tengan esto muy presente al momento de optar por esta opción.

(Marco & Ernesto, 2020).

### **7.9.2 Acolchado oscuro**

Es uno de los tipos de acolchado más utilizados, ya que gracias a su tonalidad se puede hacer un mejor control de las malezas y se evita que el agua se evapore del suelo. Al tratarse de un acolchado oscuro, los agricultores pueden lograr que el terreno absorba un gran porcentaje de los rayos del sol que inciden de manera directa en él y, por eso, alcanza mayores temperaturas sin que el suelo reciba la radiación. Se debe tener especial cuidado para el tipo de cultivo en donde se vaya a emplear, ya que tiene muchas probabilidades de ocasionar quemaduras en los órganos de algunas plantas más delicadas que puedan llegar a estar en contacto con la película plástica (Marco & Ernesto, 2020).

### **7.9.3 Acolchado bicolor**

Los productores agrícolas optan por este tipo de acolchado para garantizar que las malas hierbas se mantengan a raya. Una de sus propiedades es que por su tonalidad más clara logra absorber menos calor y por ende calienta menos el terreno de cultivo y refleja menos radiación, ayudando a las plantas a aumentar el proceso de la fotosíntesis (Marco & Ernesto, 2020).

### **7.9.4 Acolchado fotoselectivos**

Los productores agrícolas especializados generalmente los utilizan para controlar naturalmente las malas hierbas mediante el bloqueo selectivo de la radiación luminosa y al mismo tiempo para elevar la temperatura del suelo, ya que el color translúcido del plástico permite que la luz y el calor lleguen directamente al suelo. Estos plásticos ofrecen la mejor combinación del acolchado claro y el acolchado negro cuando se necesita calentar el suelo, pero los agricultores también quieren abstenerse de utilizar productos químicos para el control de las malas hierbas (Marco & Ernesto, 2020).

### **7.9.5 Acolchado biodegradables**

Quienes prefieren los plásticos biodegradables lo hacen porque se trata de una alternativa más ecológica que les permite saltarse el proceso de recolección al final del ciclo de cultivo, ya que básicamente cuando se utilizan películas plásticas regulares estas dejan residuos de plástico en el suelo. La rapidez de descomposición de estas láminas va a depender del tipo de material con que se haya fabricado, la capacidad fértil del terreno y la carga microbiana, en el caso de los materiales derivados del almidón de maíz la degradación será más rápida (Marco & Ernesto, 2020).

## **7.10 Ventajas del acolchado**

- El plástico proporciona un aumento más o menos intenso de la temperatura del suelo durante el día (el plástico transmite al suelo la energía calorífica recibida del sol, haciendo el efecto de invernadero) y la mantiene durante la noche (el plástico retiene el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera) y esto sirve como un medio de defensa para la planta contra las bajas temperaturas de la noche, asientan que el acolchado incrementa la temperatura del suelo, estimula la producción temprana con mayor posibilidad de aprovechar los mejores precios en el mercado (Jesús, 2014).
- Los acolchados plásticos reducen la evaporación de la humedad del suelo ayudando a preservar los recursos hídricos disponibles para el cultivo. Además, la humedad del suelo es más uniforme y también reduce el estrés de las plantas (Jesús, 2014).
- En el caso del acolchado plástico negro impide que la radiación solar llegue al suelo, por lo cual se puede prevenir el crecimiento y desarrollo de las malezas anuales y la mayoría de las perennes (Jesús, 2014).
- El acolchado plástico reduce la aparición de enfermedades causadas por algunos patógenos fúngicos y bacterianos. Esto depende de las características microclimáticas que se establecen sobre el suelo caracterizadas por una menor humedad y una mayor temperatura (Jesús, 2014).

## **7.11 Métodos de producción**

### **7.11.1 Acolchado plástico**

El acolchado o "mulching" como cobertura del suelo es una técnica comúnmente utilizada para la producción de hortalizas, cuyo objetivo es la protección del sistema radicular de las plantas del

frío, sequía, exceso de humedad, malezas y plagas. El plástico negro durante el día absorbe la energía lumínica y calienta el suelo; ese calor queda retenido durante la noche, reduciendo el desequilibrio térmico que retarda el desarrollo de la planta cuando el suelo está frío. Adicionalmente, el plástico negro impide el crecimiento de malezas que compiten con el cultivo por agua y nutrientes, mejora la eficiencia en el uso de agua, la fijación de carbono y la cantidad de materia orgánica en el suelo (Carlos & José, 2024).

### **7.11.2 Método testigo sin cobertura**

El cultivo de frejol fue sembrado de forma manual, en camas/platabandas de 1,00 m x 5 m, la siembra se realizó a cada 30 cm, realizando labores culturales como deshierbe y aporque según se vaya desarrollando el cultivo.

## **7.12 Variables agronómicas y morfológicas**

### **7.12.1 Días de emergencia**

La emergencia del fréjol es un proceso dinámico y sensible a diversos factores, y su manejo adecuado es esencial para tener asegurado un cultivo exitoso. Además, se realizó el conteo de a los cuantos días le tomo a la planta emerger de la tierra hasta aparecer sus primeras hojas (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.12.2 Número de vainas**

El número de vainas por planta es crucial para determinar la productividad, ya que influye directamente en la cantidad de semillas cosechables. La cantidad de semillas por vaina también afecta el rendimiento final, ya que un mayor número de semillas por vaina puede incrementar la producción total (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.12.3 Tiempo de floración y madurez**

El tiempo de floración y madurez, en días desde la siembra, determina el ciclo de crecimiento completo y puede influir en la elección de la variedad según el calendario agrícola (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.12.4 Forma de la semilla**

La semilla de frijol presenta una forma generalmente oval o elíptica, con una superficie lisa o ligeramente rugosa, dependiendo de la variedad. (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.12.5 Tamaño de la semilla**

La semilla de frejol tiene una estructura esférica u ovalada, pequeña en tamaño, aproximadamente de unos pocos milímetros de diámetro. Presenta una corteza externa dura y lisa, que puede variar en color desde tonos blancos, beige, marrones hasta colores más oscuros, dependiendo de la variedad (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.12.6 Color de la semilla**

El color de la semilla, que puede variar entre blanco, negro, rojo o pinto, etc. Además, también puede influir en preferencias de mercado y resistencia a plagas (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.12.7 Forma de la planta**

La forma de la planta, que puede llegar a ser erecta o rastrera, afecta la facilidad de manejo y cosecha del cultivo (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.12.8 Número de ramas**

El número de ramas influye en la estructura y formación de vainas, además de determinar en parte la cantidad final de semillas producidas en la planta (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.13 Altura de la planta**

El tamaño de la planta, generalmente expresado en altura, puede facilitar la cosecha y afecta la exposición a componentes ambientales (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.14 Peso de semilla**

El peso de las semillas, medido en gramos, es importante para evaluar la calidad y tamaño, influyendo en el valor comercial (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.15 Número de granos por vaina**

El número de granos por vaina en el cultivo de frejol suele variar dependiendo de la variedad, las condiciones de cultivo y las técnicas agrícolas. En general, la mayoría de las variedades de frejol arbustivo producen entre 5 y 10 granos por vaina (Fernández & Alejo, 2017).

### **7.16 Rendimiento**

El rendimiento del cultivo de frijol es un parámetro fundamental para determinar la productividad y viabilidad económica del cultivo. Este rendimiento, generalmente expresado en kg por hectárea, refleja la cantidad de grano que se puede obtener en condiciones ideales de cultivo, siendo un indicador clave para los agricultores y productores. Según datos de la FAO, el rendimiento promedio mundial de frejol ronda los 1,2 a 1,8 toneladas por hectárea, aunque en países con buenas prácticas agrícolas puede alcanzar hasta 3 toneladas o más. La importancia de este parámetro

radica en que permite evaluar el impacto de factores como la fertilidad del suelo, la variedad utilizada, el manejo de plagas y la eficiencia en las prácticas agrícolas, además de contribuir a la toma de decisiones para mejorar la productividad y garantizar la sostenibilidad del cultivo (Díaz & Yoerlandy Santana Baños, 2021).

### 7.17 Factores que afectan

**Tabla 3.** Factores que afectan bióticos y abióticos

---

Factores bióticos:	Enfermedades y plagas
Factores abióticos:	Clima, Suelo, Agua, Temperatura, nutrientes, pH, helada, etc.

---

**Fuente:** (Batista, Ramírez, & Rodríguez, 2017)

### 7.18 Tipo y color de grano

En este parámetro se determina la evaluación del grano mediante la visualización de las diferentes variedad de tipos y colores de grano que varían según la variedad y la región. Los tipos de grano pueden clasificarse en diferentes formas, como redondo, ovalado, plano o en forma de lágrima, cada uno con características específicas en tamaño y textura. En cuanto al color, los granos de frejol ofrecen una amplia gama que incluye blanco, rojo, negro, beige, bayo, pinto y multicolores, entre otros. Estas variaciones en tipo y color permiten la diferenciación de las distintas variedades, además de influir en aspectos como el valor nutricional, la preferencia del consumidor y el uso culinario, adaptándose a las diferentes ofertas del mercado y tradiciones culturales (Gudiel, 2004).

**Tabla 4.** Factores que afectan al tipo de grano

---

Precipitaciones

Plagas que afectan a la vaina

Enfermedades que afectan a la planta

---

**Fuente:** (Batista, Ramírez, & Rodríguez, 2017)

### **7.19 Variedad**

La variedad presenta una amplia gama de granos que difieren en tamaño, forma, color y textura, características que se relacionan tanto con las diferentes variedades genéticas como con las condiciones ambientales de cultivo. Las variedades de grano del frejol se clasifican en tipos como canario, negro, pinto, y bayo, cada una con atributos específicos que influyen en su valor nutricional y preferencia de consumo. La diversidad de granos es fundamental para la mejora genética y la adaptación a diferentes regiones agrícolas, además de contribuir a la seguridad alimentaria y la diversificación de la dieta (Gudiel, 2004).

### **7.20 Descripción de variedades del Instituto Nacional de Investigaciones**

#### **Agropecuarias (INIAP)**

### **7.21 Características y descripción de las variedades INIAP**

### **7.22 Variedad INIAP-420 “Canario del Chota”**

Es una variedad de fréjol de tipo arbustivo sin guía, de grano grande de color amarillo (canario).

La variedad tiene resistencia genética intermedia a roya. Presenta buena adaptación en localidades del valle del Chota. La variedad es apta para la industria de enlatado (INIAP, 2001).

### 7.23 Origen

La línea ACE 1 que dio origen a la variedad INIAP-420 “Canario Del Chota”, proviene de un cruzamiento realizado en 1996, en el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA), entre las líneas CAP 9 x CANARIO BOLA (INIAP, 1997), (Murillo I. & Peralta I., 2002).

### 7.24 Importancia

Esta variedad se caracteriza por tener el grano seco de color amarillo, por lo que se ubica dentro de los llamados tradicionalmente “canarios”. En los últimos años este color de grano ha cobrado mucha importancia en el mercado nacional; por lo que al ser de alto rendimiento y con resistencia a la roya ha tenido una alta adopción en el valle (Murillo I. & Peralta I., 2002).

#### *Tabla 5.*

Características importantes de la variedad INIAP-420 “Canario del Chota”

<b>Habito de crecimiento:</b>	<b>Tipo 1</b>
<b>Altura de planta:</b>	30 a 50 cm
<b>Color de la flor:</b>	Rosada
<b>Largo de la vaina:</b>	11 a 17 cm
<b>Color del grano tierno:</b>	Blanco
<b>Color del grano seco:</b>	Amarillo
<b>Forma del grano:</b>	Ovalado
<b>Tamaño del grano tierno y seco:</b>	Grande
<b>Días a floración:</b>	48 a 55
<b>Días a la cosecha en verde:</b>	85 a 95
<b>Días a la cosecha en seco:</b>	100 a 110
<b>N.º de vainas por planta:</b>	12 a 15
<b>N.º de granos por vaina:</b>	3 a 5
<b>Peso de 100 granos secos:</b>	52 a 62 g
<b>Rendimiento grano seco</b>	1206 a 2215 kg/ha

<b>Adaptación:</b>	1400 a 2400 m.s.n.m
--------------------	---------------------

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., 2002)

**Tabla 6.**

Calidad nutricional de la variedad INIAP-420 “Canario del Chota”

<b>Proteína:</b>	<b>21,5%</b>
<b>Fibra:</b>	10,07%
<b>Calcio:</b>	0,21%
<b>Fosforo:</b>	0,48%
<b>Hierro:</b>	98 ppm
<b>Zinc:</b>	36 ppm

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., 2002)

## 7.25 Manejo del cultivo

**Tabla 7.**

Siembra y densidad poblacional de la variedad INIAP-420 “Canario del Chota”

<b>Época de siembra:</b>	<b>febrero a marzo, septiembre a octubre</b>
<b>Cantidad de semilla por ha:</b>	100 a 110 kg
<b>Distancia entre surcos:</b>	60 cm
<b>Distancia entre sitios:</b>	25 cm
<b>No de semillas por sitio:</b>	3
<b>Fertilización:</b>	2 a 4 sacos de 18-46-00/ha

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., 2002)

## 7.26 Control de plagas y enfermedades

Se recomienda realizar aplicaciones de pesticidas cuando se haya comprobado la presencia de plagas en niveles de población que pueda causar daño económico. La principal plaga en los valles es la mosca blanca o mariposa, se recomienda Buprotezín (Applaud), 300 g en 200 lt de agua en

presencia de adultos y una o dos ninfas por hoja. Esta variedad presenta susceptibilidad a antracnosis, para lo cual se recomienda aplica Benomyl o Carbendazin, 200 g o 200 cc por 200 lt de agua, cuando se presenta un 10% de infección (Murillo I. & Peralta I., 2002).

### **7.27 Variedad INIAP-484 “Centenario”**

Es una variedad de fréjol de tipo arbustivo sin guía, de grano de color rojo con crema (moteado), de tamaño grande, de forma arriñonado. La variedad tiene resistencia a roya, mancha angular, antracnosis (algunas razas) y pudriciones de raíz. Es la segunda variedad de fréjol mejorada en INIAP con resistencia genética múltiple. Presenta buena adaptación en localidades de los valles de los ríos Chota y Mira y en Urcuquí. Tiene potencial de adaptación en otras áreas productoras de fréjol arbustivo de la sierra ecuatoriana (INIAP, 2001).

### **7.28 Origen**

La variedad INIAP-484 Centenario proviene de la cruce entre las líneas AMPR5 de color de grano rojo moteado resistente a roya (*Uromyces appendiculatus*) y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y CAL 143 resistente a mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) realizada en el año 2006 en la Granja Experimental Tumbaco (GET) por el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) del INIAP (Murillo I. & Peralta I., INIAP, 2012).

### **7.29 Importancia**

Se utilizo el método de mejoramiento genético por hibridación. El manejo y selección de poblaciones segregantes, familias y líneas fue mediante la metodología pedrgree. En el año 2006 se realizó el cruzamiento simple entre las líneas AMPR5 generada por el PRONALEGGA desde

los años 2002 al 2006, de grano rojo moteado con resistencia a roya y antracnosis y la línea CAL143 (generada en CIAT) de grano rojo moteado resistente a mancha angular (Murillo I. & Peralta I., INIAP, 2012).

**Tabla 8.**

Características importantes de la variedad INIAP-484 “Centenario”

<b>Habito de crecimiento:</b>	<b>Determinado tipo 1 (sin guía)</b>
<b>Altura de planta (cm):</b>	45 a 50
<b>Color de flor:</b>	Rosado pálido
<b>Color de grano seco:</b>	Rojo moteado con crema
<b>Tamaño de grano seco:</b>	Grande
<b>Forma del grano:</b>	Arriñonado
<b>Días a floración (dds):</b>	42 a 45
<b>Largo de la vaina (cm):</b>	12 a 14
<b>Días a cosecha en seco (dds):</b>	90 a 110
<b>N.º de vainas por planta:</b>	8 a 23
<b>N.º de granos por vaina:</b>	4 a 7
<b>Peso hectolitrito(kg/ha):</b>	75
<b>Peso de 100 granos secos (g):</b>	55 a 58
<b>Rendimiento grano seco</b>	2150 kg/ha (47,3 qq/ha)
<b>Adaptación (m.s.n.m.):</b>	1400 a 2400

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., INIAP, 2002)

**Tabla 9.**

Calidad nutricional de la variedad INIAP-484 “Centenario”

<b>Proteína (%):</b>	<b>26,77</b>
<b>Carbohidratos (%):</b>	63,67
<b>Fibra (%):</b>	4,79
<b>Grasa (%):</b>	1,06
<b>Calcio (%):</b>	0,04
<b>Fosforo (%):</b> 0,50 <b>Zinc (pmm):</b> 30 <b>Hierro (pmm):</b> 52 <b>Manganeso (pmm):</b> 9	
<b>Cobre (pmm):</b> 8	

---

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., INIAP, 2002)

### 7.30 Manejo del cultivo

**Tabla 10.**

Siembra y densidad poblacional de la variedad INIAP-484 “Centenario”

<b>Época de siembra:</b>	<b>Febrero a marzo y agosto a septiembre</b>
<b>Cantidad de semilla por hectárea:</b>	90 kg
<b>Distancia entre surcos:</b>	60 cm
<b>Distancia entre sitios:</b>	30 cm
<b>N.º de semillas por sitio:</b>	3
<b>Fertilización:</b>	200 kg de 11-52-00 de N Y P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> o 4 a 5 t de gallinaza por ha y un kg/ha de quelato de zinc a la floración y llenado de vainas.

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., INIAP, 2002).

#### 7.30.1 Control de plagas

Se recomienda realizar aplicaciones de pesticidas cuando se haya comprobado la presencia de otras enfermedades que afectan a la variedad (ascochyta, ceniza, bacteriosis común, añublo de halo y mustia hilachosa) o plagas en niveles que puedan causar daño económico, siempre con criterio técnico y tomando en cuenta las precauciones de uso seguro de plaguicidas (Murillo I. & Peralta I., INIAP, 2012).

#### 7.30.2 Variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero”

Es una variedad de fréjol de tipo arbustivo sin guía, de grano de color rojo con crema (moteado), de tamaño grande, de forma arriñonado. La variedad tiene resistencia a roya, mancha angular, antracnosis (algunas razas) y pudriciones de raíz. Es la segunda variedad de fréjol mejorada en INIAP con resistencia genética múltiple. Presenta buena adaptación en localidades de los valles

de los ríos Chota y Mira y en Urcuquí. Tiene potencial de adaptación en otras áreas productoras de fréjol arbustivo de la sierra ecuatoriana (INIAP, 2001).

### 7.31 Origen

La variedad INIAP-425 Blanco “Fanesquero” proviene del cruzamiento (13ibridación) realizado en el año de 1996 en el Programa Nacional de Leguminosas del INIAP, entre las líneas SUG 55 x INIAP- 417 Blanco Imbabura (Murillo I. & Peralta I., 2002).

#### 7.31.1 Importancia

Las variedades con resistencia genética a enfermedades como roya y antracnosis garantizan mejores rendimientos, calidad del producto e ingresos económicos a los productores. Estas ventajas poseen la nueva variedad de frejol INIAP 425- “Blanco Fanesquero” (Murillo I. & Peralta I., 2002).

#### *Tabla 11.*

Características importantes de la variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero”

<b>Habito de crecimiento:</b>	<b>Tipo 1</b>
<b>Altura de planta:</b>	43 a 56 cm
<b>Color de la flor:</b>	Blanca
<b>Largo de la vaina:</b>	12 a 16 cm
<b>Color del grano tierno:</b>	Blanco
<b>Color del grano seco:</b>	Blanco
<b>Forma del grano:</b>	Arriñonado
<b>Tamaño del grano tierno y seco:</b>	Grande
<b>Días a floración:</b>	40 a 42
<b>Días a la cosecha en verde:</b>	75 a 85
<b>Días a la cosecha en seco:</b>	90 a 100
<b>N.º de vainas por planta:</b>	7 a 16
<b>N.º de granos por vaina:</b>	4 a 6

<b>Peso de 100 granos secos:</b>	54 g
<b>Peso de 100 granos tiernos:</b>	95 g
<b>Rendimiento grano seco</b>	1710 kg por hectárea 38 qq por hectárea
<b>Adaptación:</b>	1400 a 2400 m.s.n.m.

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., 2002)

*Tabla 12.*

Calidad nutricional de la variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero”

<b>Proteína:</b>	<b>25%</b>
<b>Fibra:</b>	10,14%
<b>Calcio:</b>	0,21%
<b>Fosforo:</b>	0,58%
<b>Hierro:</b>	124 ppm
<b>Zinc:</b>	40 ppm

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., 2002)

### 7.31.1.1 Manejo del cultivo

*Tabla 13.*

Siembra y densidad poblacional de la variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero”

<b>Época de siembra para semilla:</b>	<b>Septiembre</b>
<b>Época de siembra para grano tierno:</b>	75 a 85 días antes de la Semana Santa.
<b>Cantidad de semilla por ha:</b>	100 a 110 kg
<b>Distancia entre surcos:</b>	60 cm
<b>Distancia entre sitios:</b>	25 cm
<b>Nº. de semillas por sitio:</b>	3
<b>Fertilización:</b>	2 a 4 sacos de 18-46-00/ha

**Fuente:** (Murillo I. & Peralta I., 2002)

### **7.31.1.2 Control de plagas y enfermedades**

Se recomienda realizar aplicaciones de insecticidas cuando se haya comprobado la presencia de plagas en niveles de población que pueda causar daño económico. La principal plaga en estos valles es la mosca blanca o mariposa, se recomienda Buprofezin (Applaud), 300 g en 200 lt de agua en presencia de adultos y una o dos ninfas por hoja (Murillo I. & Peralta I., 2002).

## **7.32 Factores abióticos que afectan el cultivo de frejol**

### **7.32.1 Precipitación y humedad**

La cantidad y distribución de la lluvia influyen considerablemente en el cultivo. El frejol requiere un nivel adecuado de humedad en el suelo, pero el exceso de agua puede ocasionar encharcamiento, enfermedades por hongos y podredumbre de raíces. Por otro lado, la sequía prolongada puede estresar la planta y disminuir la producción. Es esencial mantener un equilibrio en la humedad del suelo, mediante técnicas de riego o control de la humedad del suelo (Mérida & Julio Antonio Franco Rivera, 2022).

### **7.32.2 Suelo**

La calidad del suelo es un factor clave. El frejol prefiere suelos profundos, bien drenados, con un pH entre 6 y 7. Los suelos con un buen contenido de materia orgánica, buena estructura y capacidad de retener agua favorecen un desarrollo óptimo. Suelos ácidos o alcalinos en exceso pueden limitar la disponibilidad de nutrientes y afectar el crecimiento (Mérida & Julio Antonio Franco Rivera, 2022).

### **7.32.3 Viento**

Los vientos fuertes pueden dañar las plantas, romper tallos o disminuir la polinización, afectando la producción. Aunque en algunas regiones el viento puede ayudar en la dispersión de semillas, en exceso puede ser perjudicial. La protección mediante barreras o plantas cercanas puede reducir su impacto (Mérida & Julio Antonio Franco Rivera, 2022).

### **7.32.4 Luz solar**

El frejol necesita una buena cantidad de luz solar para realizar la fotosíntesis, proceso esencial para su desarrollo. La exposición insuficiente a la luz solar puede disminuir la producción de biomasa y reducir el rendimiento de la planta (Mérida & Julio Antonio Franco Rivera, 2022).

## **8. VALIDACION DE HIPÓTESIS**

### **8.1 Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

Las tres variedades de frejol INIAP 420, 484 y 425, presentaran el mismo comportamiento y rendimiento agronómico en la metodología de acolchado plástico.

### **8.2 Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)**

Las tres variedades de frejol INIAP 420, 425 y 484, no presentaran el mismo comportamiento y rendimiento agronómico en la metodología de acolchado plástico.

## 9. METODOLOGIA - Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 9.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi (Campus CEASA) Barrio Salache - Parroquia Eloy Alfaro - Cantón Latacunga - Provincia de Cotopaxi - zona 3, a una altitud de 2.750 msnm, con longitudes 78°37'14'' Oeste y 00°59'57'' Sur.

**Tabla 14.** Características del área de estudio

DESCRIPCIÓN	
<b>UBICACIÓN</b>	
<b>PROVINCIA</b>	Cotopaxi
<b>CANTÓN</b>	Latacunga
<b>PARROQUIA</b>	Eloy Alfaro
<b>UBICACIÓN GEOGRÁFICA</b>	
<b>ALTITUD</b>	2.750 msnm
<b>LONGITUD</b>	78°37'14'' O
<b>LATITUD</b>	00°59'57'' S



**Fuente:** (Google Earth)

## **9.2 Tipo de investigación**

### **9.2.1 Experimental**

Es una investigación de tipo experimental ya que involucra una causa y un efecto en un determinado caso (Narváez & MD, 2015), por lo tanto, esta investigación se basa en la evaluación del comportamiento y rendimiento agronómico de tres variedades de frejol, INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero” con la Utilización de la Metodología de Acolchado Plástico.

### **9.2.2 Cuantitativa**

Se recolecta y analiza datos cuantitativos o numéricos la cual trata de determinar la gran asociación entre variables con la generalización y objetivación de los resultados obtenidos mediante una muestra para su respectiva diferenciación (Narváez & MD, 2015). El análisis estadístico se realiza utilizando el programa Infostat.

## **9.3 Especificaciones del campo experimental**

### **9.3.1 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental de un arreglo factorial (A x B) - (2 x 3), para un diseño de parcelas divididas (DPD) el cual sometido a contraste una sola variable independiente (un factor, diseños unifactoriales univariados), que podría tener dos condiciones, tres, cuatro o más. Mediante la aplicación de un diseño factorial, en cambio, se pretende analizar el efecto simultáneo de dos o más variables independientes (dos o más factores, diseños factoriales) sobre una variable dependiente medida. Las variables que explican los cambios que se producen en la variable dependiente son múltiples, y a veces es necesario analizar el efecto conjunto de dos o más factores

para poder comprender convenientemente los cambios que se ocasionan en la variable dependiente. Para definir un diseño factorial se numeran los factores que se analizan y el número de condiciones experimentales ('celdillas de interacción') que configuran cada uno de estos factores. Por ejemplo, el diseño factorial más simple es el 2 x 2, es decir, el compuesto por dos variables independientes o factores con dos niveles cada una de ellas (R & A, 2020).

Se llevó a cabo el análisis estadístico con la prueba de Tukey al 5%, para las variables de rendimiento, días a la floración, altura de planta, peso en grano seco, se realiza el análisis de varianza (ANOVA) empleando también un análisis descriptivo.

### 9.3.2 Variables

**Tabla 15.** Variables independientes y dependientes

<b>Variable independiente:</b> Tres variedades de frejol	Características agronómicas	Días a la floración	Días	Conteo y visual	Observación directa
		Altura de planta	(cm)	Medición directa	Regla / Metro
		Número de granos por vaina	(#)	Evaluación conteo y visual	Observación directa
		Número de ramas	(#)	Evaluación conteo y visual	Observación directa
		Acolchado plástico	(#)	Evaluación y visual	Observación directa
		Modo testigo	(#)	Evaluación y visual	Observación directa
		<b>Variable Dependiente:</b> comportamiento Agronómico	Rendimiento del cultivo	Rendimiento	(gramos)
		Peso de vainas	(gramos)	Pesaje	Balanza

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índice</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumentos (unidad de medida)</b>
		Peso de grano seco	(gramos)	Pesaje	Balanza

---

**Elaborado por:** (Pamela Cando, 2025)

## **9.4 Factores en estudio**

### **9.4.1 Variedades de frejol**

Las semillas de frejol utilizadas en la presente investigación fueron proporcionadas por el programa

---

de cereales del Instituto de Investigación Agropecuarias (INIAP) las mismas que fueron:

Iniap-420 Canario Del Chota, Iniap-484 Centenario E Iniap-445 Blanco Fanesquero.

### **9.4.2 Comportamiento agronómico**

En la presente investigación se evaluará los aspectos fisiológicos, de crecimiento y desarrollo de las tres variedades de frejol en el sistema de acolchado plástico.

### **9.4.3 Rendimiento agronómico**

En la presente investigación se evaluará la producción del cultivo, cantidad de granos, tamaño, etc. en un sistema de acolchado plástico.

### **9.4.4 Metodología del uso de acolchado plástico**

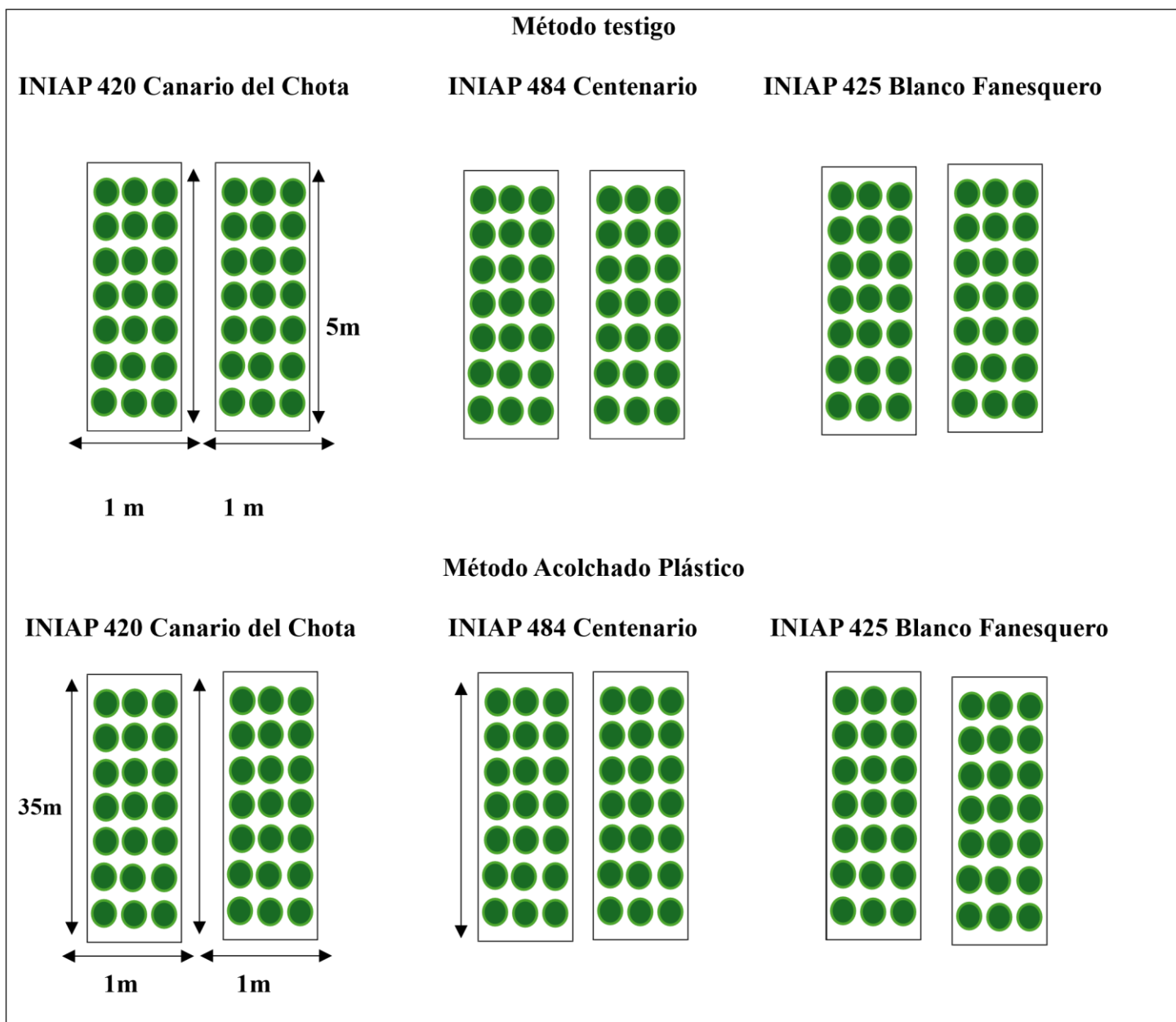
En la siguiente investigación se evaluará el comportamiento y rendimiento Agronómico de las tres variedades de Frejol Iniap-420 Canario Del Chota, Iniap-425 Centenario e Iniap-484 Blanco Fanesquero con la Utilización de la Metodología de Acolchado Plástico en el Campus Salache.

#### **9.4.5 Método testigo sin cobertura**

En la siguiente investigación se evaluará el comportamiento y rendimiento Agronómico de las tres variedades de Frejol Iniap-420 Canario Del Chota, Iniap-425 Centenario e Iniap-484 Blanco Fanesquero que El cultivo de frejol fue sembrado de forma manual, en camas/platabandas de 1,00 m x 5 m, la siembra se realizó a cada 30 cm, realizando labores culturales como deshierbe y aporque según se vaya desarrollando el cultivo.

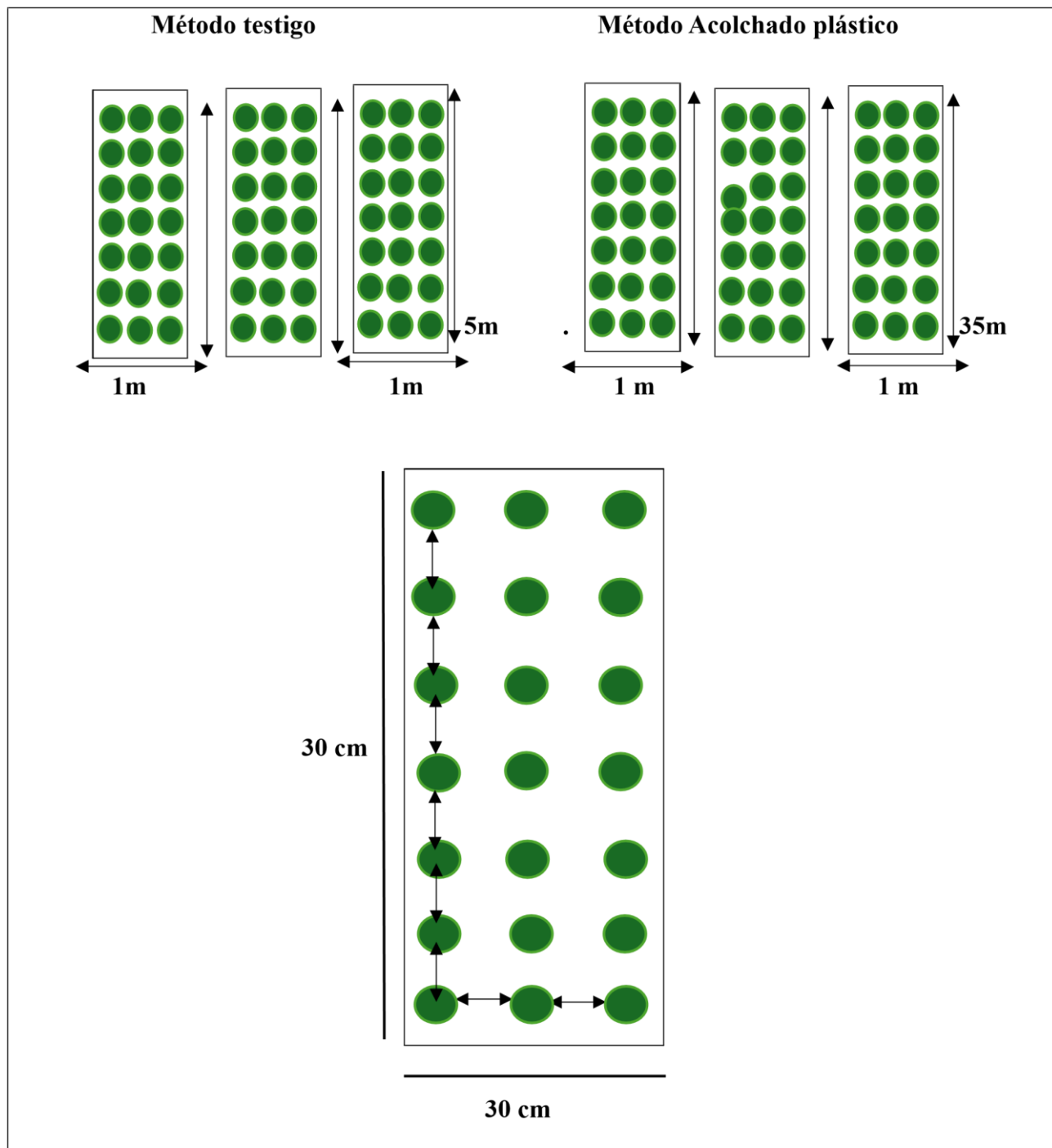
#### **9.5 Distribución de la parcela experimental de acuerdo con las unidades experimentales**

*Ilustración 1.* Distribución de la parcela experimental en campo



Elaborado por: (Pamela Cando, 2025)

*Ilustración 2.* Dimensiones de cada método de producción



Elaborado por: (Pamela Cando, 2025)

## 9.6 Especificaciones del Campo experimental

- **Forma de parcela:** Rectangular
- **Número de camas del sistema de acolchado plástico:** 6
- **Número de camas del método testigo:** 6
- **Número total de camas:** 12
- **Largo de la platabanda del sistema de acolchado:** 35 m
- **Ancho de platabanda:** 1,00 m
- **Largo de platabanda del método testigo:** 5 m
- **Ancho de platabanda:** 1,00 m
- **Área de parcela total del sistema de acolchado plástico:**  $35\text{m} \times 2,50\text{m} = 87,5 \text{ m}^2$
- **Área de parcela total del método testigo:**  $5,00\text{m} \times 2,50\text{m} = 12,5 \text{ m}^2$
- **Área de parcela neta:**  $40,5\text{m} \times 8,00\text{m} = 324 \text{ m}^2$
- **Número de unidades experimentales:** 21 plantas por cama
- **Densidad de siembra:** sembrar manualmente de 1 a 2 semillas por sitio

## **9.7 MATERIALES Y MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **9.7.1 Observación de campo**

Para la recopilación de datos es importante, esta técnica permitió mantener un contacto directo con el desarrollo del cultivo de frejol y la producción.

### **9.7.2 Elección del sistema de acolchado plástico**

Se selecciono el sistema de acolchado plástico negro para el cultivo de frejol para de esta manera comparar y evaluar el comportamiento y rendimiento Agronómico de las tres variedades de Frejol

Iniap-420 Canario Del Chota, Iniap-484 Centenario e Iniap-425 Blanco Fanesquero en el Campus Salache.

### **9.7.3 Registro de datos**

Los datos fueron registrados en un libro de campo junto con las actividades para luego pasarlos a una matriz en Excel para de esta manera guardar y ordenar datos de las diferentes variables y con ello llevar a cabo la obtención de resultados.

### **9.7.4 Análisis estadístico**

Se realiza un análisis estadístico con los datos obtenidos y registrados en campo, los datos se registran en Excel y con la ayuda del programa de InfoStat el cual permitió que sea más fácil realizar el análisis estadístico se obtiene resultados de manera organizada y precisa para la interpretación de resultados.

### **9.7.5 Fisher LSD**

Es un método el cual compara diferencias de medidas luego de un ANOVA, además se utiliza para revisar si existe asociación de variedades dicotómicas en muestras pequeñas, y evalúa si una muestra proviene de una población con distribución y desviación estándar específicas (Honfo & Aide, 2024).

### **9.7.6 Análisis de varianza**

Este método permite analizar la variación de variables de respuesta medidas, las cuales están designadas por un factor discreto, se utiliza cuando existen más de dos grupos que requieran de

comparación solo dos grupos también cuando hay medición repetida, o cuando se requiera analizar simultáneamente efecto de dos tratamientos distintos por separado (Honfo & Aide, 2024).

### **9.7.7 Cuadro descriptivo**

Se realiza para resumir de manera concisa la información de datos cuantitativos, estas tablas contienen medidas de tendencia central, medidas de dispersión entre otras estadísticas descriptivas (Honfo & Aide, 2024).

## **9.8 VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN**

De acuerdo con la investigación serán evaluadas las variables que se detallan en base a los objetivos.

### **9.9 Objetivo específico 1**

#### **Adaptación del área experimental**

Para implementar el ensayo, se prepara el área experimental con la limpieza del lugar en donde se ubican el lote del ensayo que fue seleccionado para poder evaluar el comportamiento y rendimiento agronómico del cultivo de frejol en el sistema de acolchado plástico ya planteados en el campus CEASA.

#### **9.9.1 Preparación del suelo**

Se realizó el arado con el uso del tractor, luego se hizo dos pases de rastra con la finalidad de igualar el suelo y romper cualquier tipo de maleza que allá quedado en el suelo. Seguido se tomaron las mediciones de las parcelas, se las dividió en 2 tratamientos en la primera se ha incorporo el acolchado plástico proporcionada por el INIAP. El segundo tratamientos se realizó 6

camas/platabandas este tratamiento se los realizo de forma manual de 1,00m de ancho y 40.50 m de largo.

### **9.9.2 Siembra**

Para la siembra se desinfecto las tres variedades de semilla del cultivo de frejol, la cantidad de semilla ocupada fue de 4 kg de cada variedad, la semilla fue sembrada a cada 30 cm (de 1 a 2 semillas por sitio) y esto se lo hizo en los 2 tratamientos de manera manual.

### **9.9.3 Rascadillo**

El rascadillo se lo realizo en el tratamiento de las camas/platabandas del método testigo, se limpió las hierbas arvenses que rebrotaron en las primeras etapas del crecimiento del cultivo, con el fin de que no exista competencia de nutrientes para el cultivo de frejol.

### **9.9.4 Riego**

El riego se lo realizo dos días a la semana con la ayuda de un tanque de agua y una regadera para satisfacer sus necesidades que están de 5 a 6 litros de agua por cama/platabanda. Además, el número y frecuencia de riegos variaba con las condiciones climáticas. No se recomienda riesgo por aspersión porque deja el ambiente muy húmedo, convirtiéndolo en medio propicio para el desarrollo de algunas enfermedades

## **9.10 Objetivo específico 2**

### **9.10.1 Monitoreo y evaluación de variables**

El monitoreo y la evaluación de las variables se realizó a lo largo del desarrollo de las plantas hasta el estado de madurez (cosecha). Se recolectó datos considerando variables experimentales como la altura de planta, peso de las semillas, rendimiento, número de granos por vainas, entre otros. Todo esto con la finalidad de obtener resultados precisos.

### **9.10.2 Toma de datos**

Los datos fueron tomados de las 6 camas de acolchado se escogió de cada hilera 21 plantas y de las camas/platabandas se escogió igualmente 21 plantas al azar de a cada tratamiento y variedad para la evaluación de las variables agronómicas y morfológicas, y así poder tener resultados necesarios.

### **9.10.3 Cosecha y trilla**

Para el proceso de la cosecha se realizó algunos días después aproximadamente de su madurez fisiológica en el cual se evaluaron diferentes tipos de variables tales como: Peso promedio de grano con vaina, peso promedio del grano seco de a cada variedad y tratamiento.

## **9.11 VARIABLES**

### **9.11.1 Días de emergencia**

Esta variable fue registrada con un conteo de a los cuantos días le tomo a la planta emerger de la tierra hasta aparecer sus primeras hojas.

### **9.11.2 Altura de planta**

En este parámetro se recolectó con los datos y la utilización de una regla en centímetros, después de su etapa inicial de germinación desde la base del suelo hasta el final de la planta. Este parámetro se midió cada siete días.

### **9.11.3 Días a la floración**

Esta variable fue registrada contando los días transcurridos desde la siembra hasta que un 50% de las flores de las plantas se visualicen, para esta variable se realizó lecturas continuas ya que los materiales florecen en diferentes días dependiendo de la variedad.

### **9.11.4 Numero de vainas**

En este parámetro se contabilizo el número de vainas que contenía cada planta de frejol.

### **9.11.5 Numero de granos por vaina**

Este parámetro es visual ya que se observa y cuantifica el número de granos por vaina que ha alcanzado a obtener después de completar todo su desarrollo de madurez. Se determinó los datos contando el total de granos por vaina manualmente de vainas ya seleccionadas previamente.

### **9.11.6 Cosecha y trilla**

La cosecha de las plantas de frejol se realizó manualmente al igual que la trilla primero una vez que se completó el ciclo del frejol, se empezó a sacar todas las vainas seleccionadas de cada unidad experimental en orden y con cuidado de no mezclar las diferentes variedades y etiquetándolas muy bien. Luego se trilló las vainas de manera manual y cuidadosa, de manera que frotando o abriendo las vainas hasta que se desprendan los granos del material seco restante.

### 9.11.7 Peso de campo

En este parámetro se evaluó después de la cosecha, se pesó una las semillas recolectadas con ayuda de una balanza manual y el resultado se obtuvo en kilogramos ya que el objetivo es obtener los datos del peso de las tres variedades cosechadas.

### 9.11.8 Rendimiento

Este parámetro es sumamente importante ya que nos indica la producción en grano que pueden llegar a alcanzar en este sistema de acolchado plástico, este valor está dado en gramos por parcela para calcular el rendimiento potencial. Mediante el peso de cada unidad experimental se determinó el rendimiento previo a que el grano estuviera seco y limpio.

## 10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 10.1 DÍAS DE EMERGENCIA

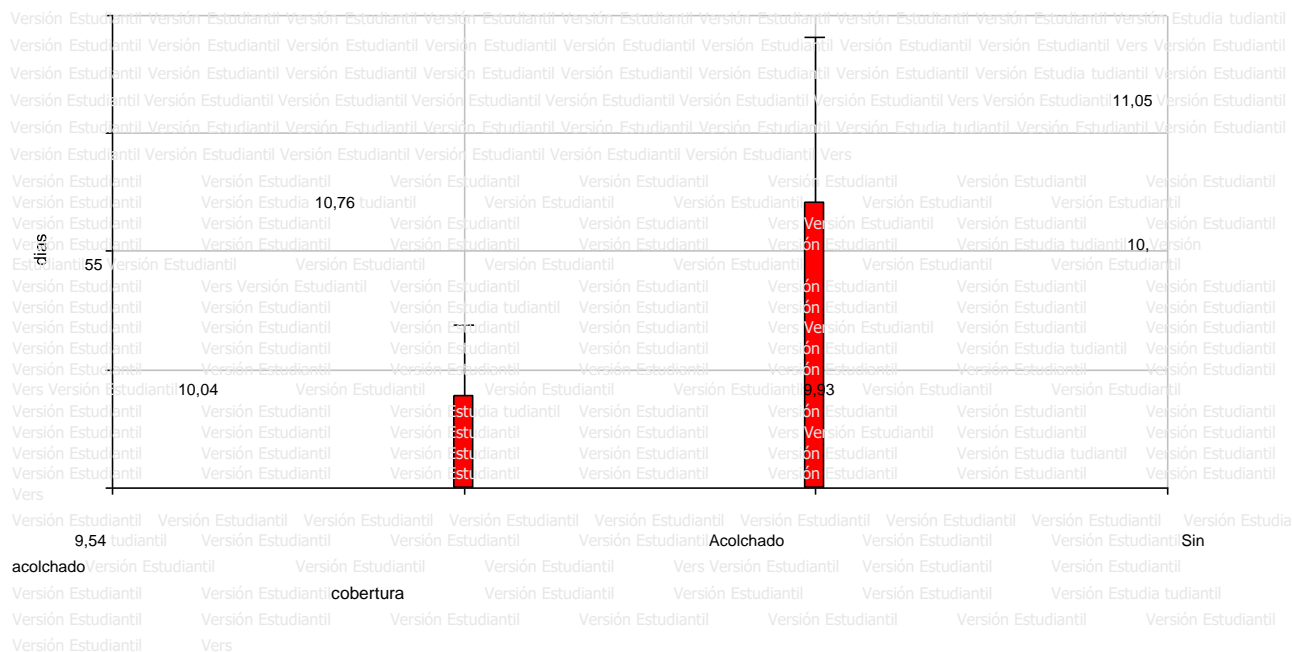
Los datos de los días a la emergencia de los dos métodos de producción y tres variedades se midieron desde los 15 días después de la siembra.

#### Tabla 16.

Anova para la variable de los días de emergencia en el método de acolchado plástico y el método testigo en las tres variedades de frejol INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>						
<b>Fuentes de variación</b>	SC	Gl	CM	F	p-valor	
<b>Modelo</b>	0,01	1	0,01	0,01	0,9427	





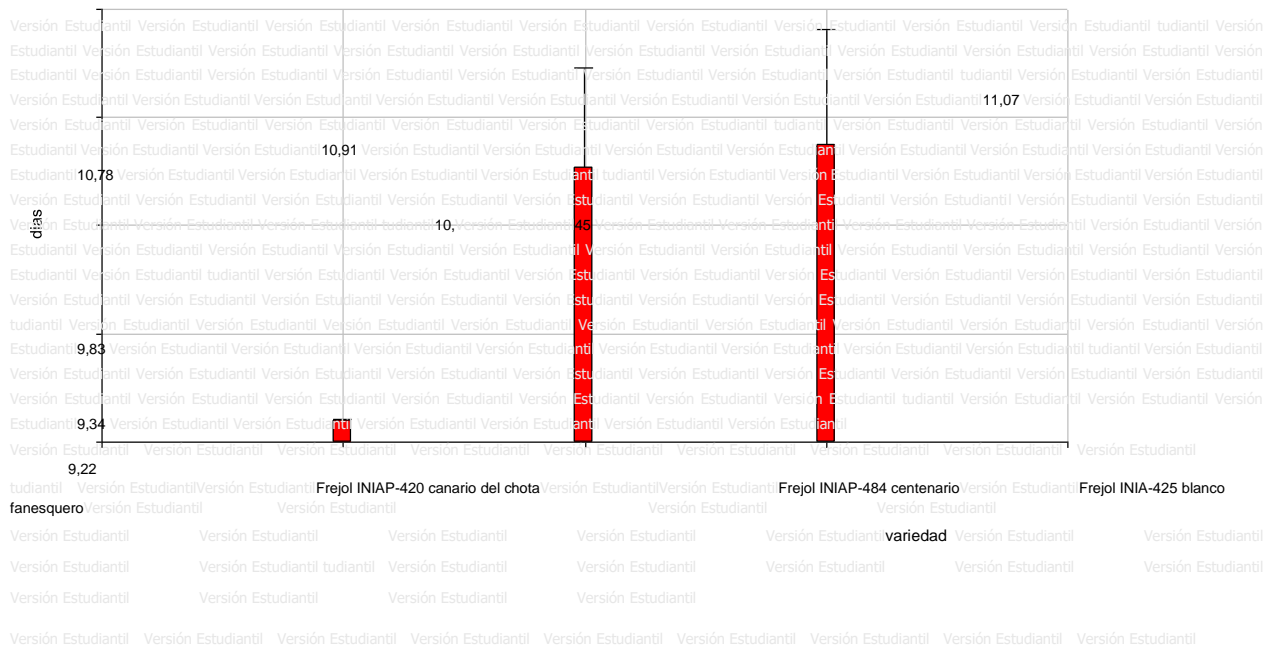
**Fuente:** (Infosta 2025)

En la (Grafica 1), la emergencia de los dos métodos de producción muestra detalladamente que el método sin acolchado o testigo germino más rápido con 10,76 días que el sistema de acolchado plástico a 9,93 días. Esto se debería a que el método sin acolchado tiene un menor espacio para su producción por lo que su emergencia fue mucho más rápida. Según numerosos estudios han demostrado que la práctica de cubrir el suelo tiene algunas ventajas como la protección al suelo principalmente de la perdida de humedad y lo mantiene uniforme, ayudando así a mantener estable la temperatura, protege de la erosión y controla la emergencia de hierbas no deseadas (Carlos & Sangoquiza Caiza, Revistas.usfq.edu.ec, 2024).

**Gráfico 2.**

Días de emergencia en las variedades INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.

**Emergencia de cada variedad**



**Fuente:** (Infosta 2025)

En la (Grafica 2) se puede observar que las variedades con mayor tiempo en emerger son el INIAP425 “Blanco Fanesquero” con 10.91 días y la variedad INIAP 420 “Canario del chota” con 10.78 días y con menor tiempo en emerger fue la variedades INIAP-484 “Centenario” con 9.34 días, pero esto se debe a que según (Zambrano J. L., 2024) indican que la emergencia del frejol está ligada a la viabilidad de las semillas, condiciones climáticas del suelo y del ambiente. De igual manera el MAGAP junto con el INIAP están proporcionando la producción de semillas certificadas de algunas variedades mejoradas vigentes para cada zona específica productoras de frejol en el país con las principales características; que se permitan su fácil diferenciación y manejo, tanto en campo como en el procesamiento y distribución de semilla de buena calidad.

## 10.2 ALTURA DE PLANTA

La altura se la midió desde la semana dos después de emerger, se lo midió desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta en centímetros con una cinta métrica.

### 10.2.1 Altura de la planta a los 7 días

**Tabla 18.**

Anova para la variable de altura en el método de acolchado plástico y el método testigo en las tres variedades de frejol INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo II)**

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	0,12	1	0,12	1,81	0,1804
<b>Cobertura</b>	0,12	1	0,12	1,81	0,1804
<b>Error</b>	8,25	124	0,07		
<b>Total</b>	8,37	125			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En el anova (18) se observa que para los factores de altura de las tres variedades de frejol en los dos métodos de producción no existe significancia estadística determinada ya que no existe una relación a los 7 días.

### 10.2.2 Prueba de tukey al 5% para la variable altura a los 7 días

**Tabla 19.** Prueba de tukey al 5% para la variable altura (cm)

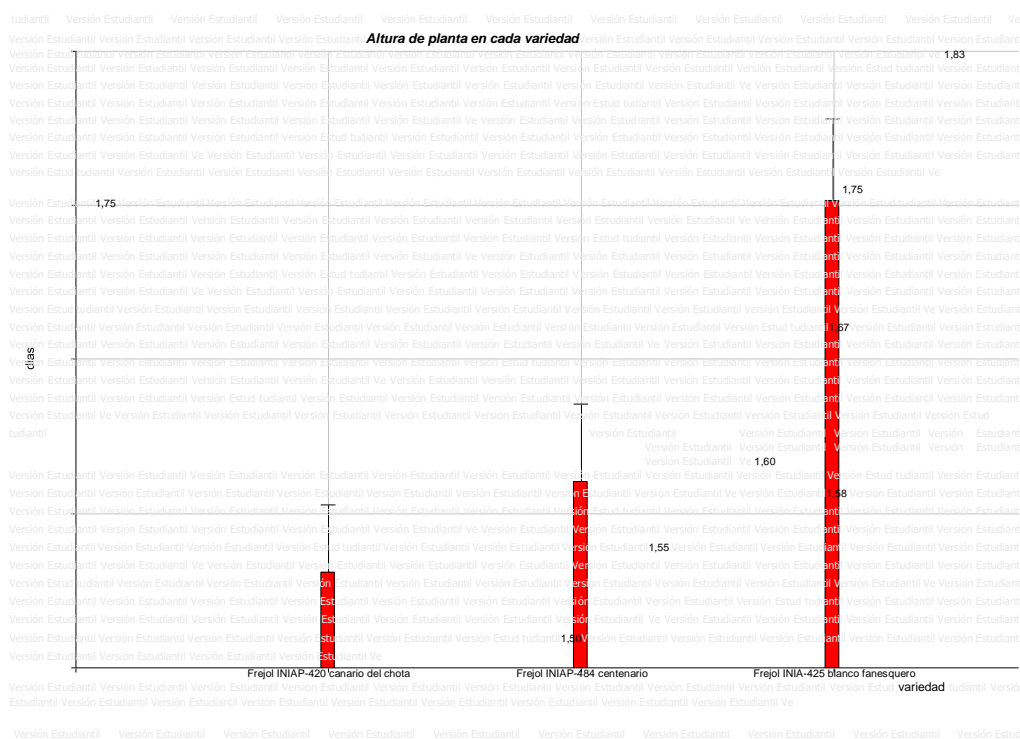
<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09018</b>				
<b>Error: 0,0665 gl: 124</b>				
Cobertura	Medias	n	E.E.	
<b>Sin acolchado</b>	1,6	63	0,03	A



altura a los 7 días, se establece que las variedades son diferentes al observarlas detalladamente. Según (Desta, 2021) el suelo desnudo absorbe menor radiación y conserva una mejor temperatura dentro del suelo y emite o refleja menor radiación para lo cual está a menor temperatura de la planta.

#### Gráfico 4.

Crecimiento del cultivo de frejol a los 7 días en las variedades INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.



**Fuente:** (Infosta 2025)

En la (Grafica 4) se puede observar que el INIAP-420 “Canario del Chota” consta con una altura de 1,55 cm, el INIAP-484 “Centenario” tiene una altura de 1,60 cm y la variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero” tiene una altura de 1,75 cm. Con la variable de contingencia al 0.05% para

la variable de altura a los 7 días, se establece que las variedades son diferentes al observarlas detalladamente.

### 10.2.3 Altura de la planta a los 28 días

**Tabla 20.**

Anova para la variable de altura en el método de acolchado plástico y el método testigo en las tres variedades de frejol INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	3,20E-04	1	3,20E-04	8,40E-04	0,9769
<b>Cobertura</b>	3,20E-04	1	3,20E-04	8,40E-04	0,9769
<b>Error</b>	46,67	124	0,38		
<b>Total</b>	46,67	125			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En el anova (20) se observa que para los factores de altura de las tres variedades de frejol en los dos métodos de producción no existe significancia estadística determinada ya que no existe una relación a los 28 días.

### 10.2.4 Prueba de tukey al 5% para la variable altura a los 28 días

**Tabla 21.** Prueba de tukey al 5% para la variable altura (cm)

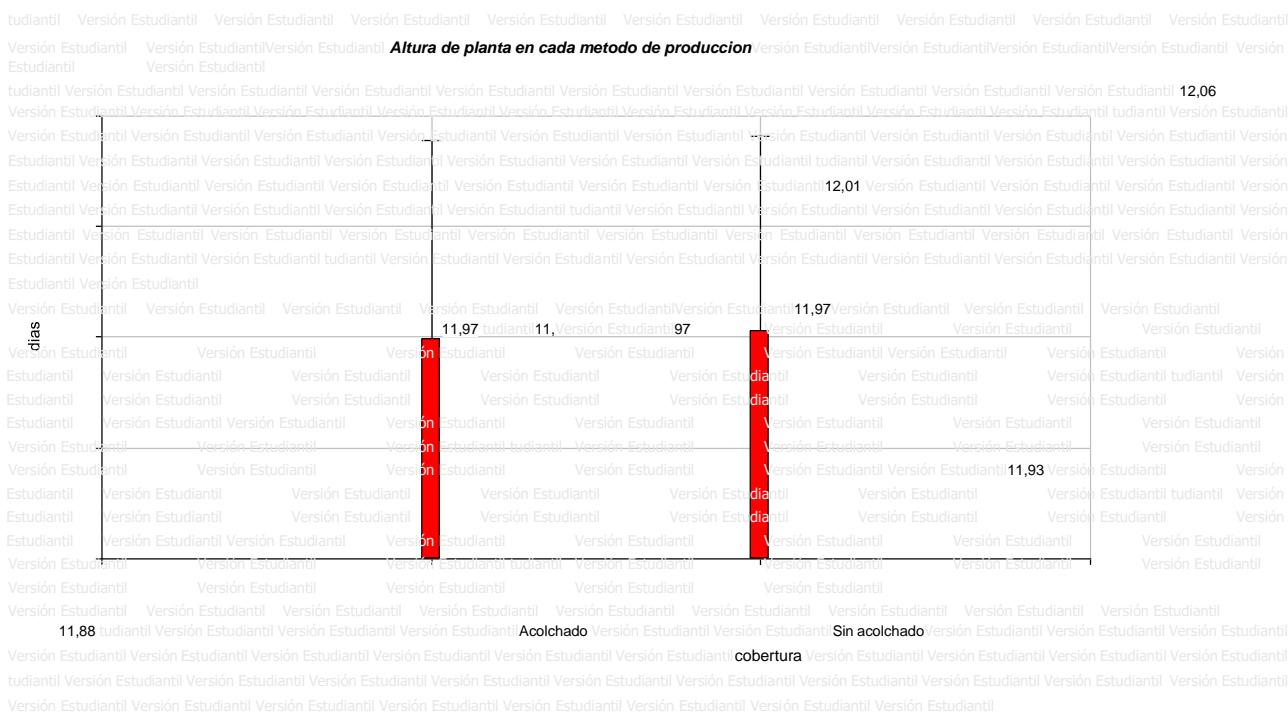
<b>Test: Tukey Alfa=0,05</b>		<b>149</b>	
<b>DMS=0,21</b>			
<b>Error: 0,3763 gl: 124</b>			
<b>Cobertura</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>
<b>Acolchado</b>	11,97	63	0,08    A

**Sin acolchado** 11,97 63 0,08 A

Tukey al 5% para interacción de altura de planta (Tabla 21) presenta los resultados para la segunda fecha de crecimiento a los 28 días en las tres variedades de frejol con dos métodos de producción, con un resultado no significativo.

**Grafica 5.**

Podemos observar en la (Grafica 5) el crecimiento del cultivo de frejol a los 28 días en los métodos de producción de acolchado plástico, y testigo sin acolchado plástico.



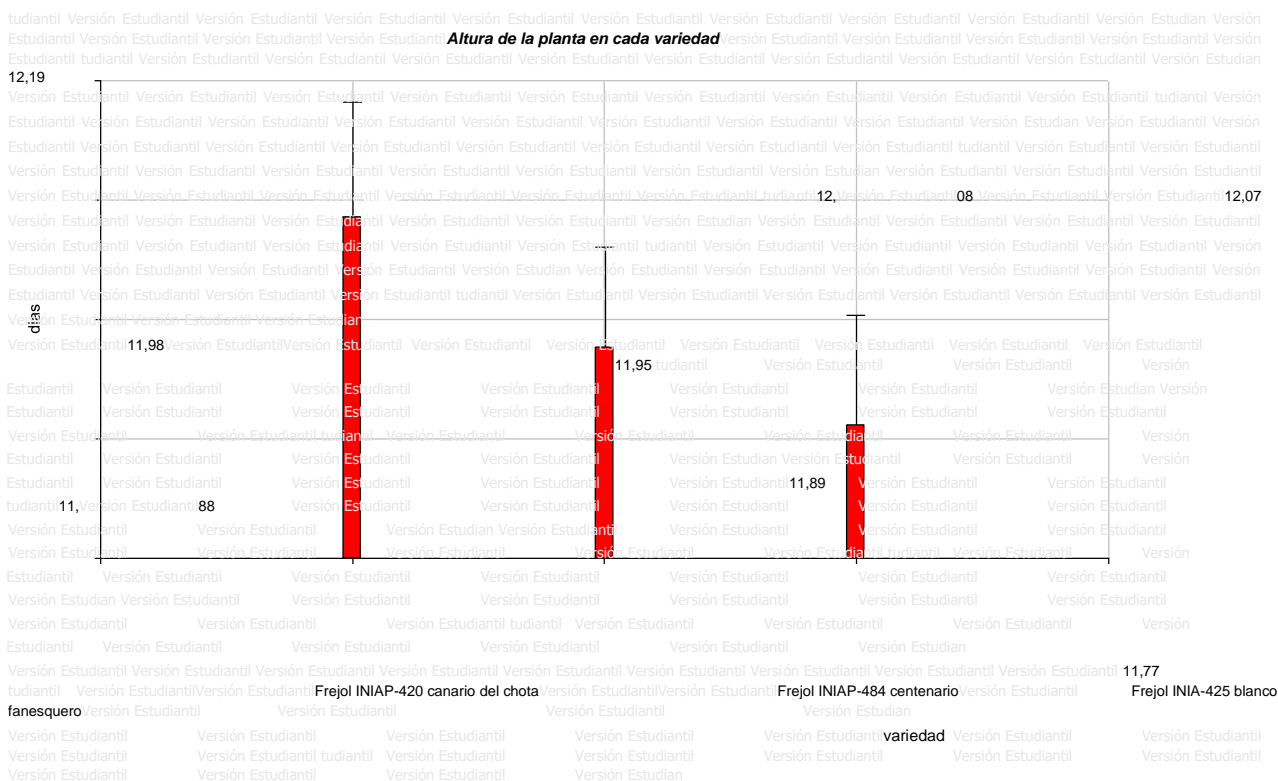
**Fuente:** (Infosta 2025)

En el (grafico 5) los resultados de la variable altura a los 28 días muestra que el tanto como el método de acolchado plástico y en el método de sin acolchado muestran una similitud entre las altura ya que son casi iguales. Según (Amare, 2021) confirma que el acolchado plástico disminuye la evaporación directa de agua desde suelo, por lo que aumenta el contenido de agua del suelo y

disminuye la concentración de sales, por lo que disminuye la concentración de sales en la solución del suelo, lo que reduce las sales por plantas de vid.

**Grafica N. 6**

Crecimiento del cultivo de frejol a los 28 días en las variedades INIAP-420 “Canario del chota”, INIAO-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.



**Fuente:** (Infosta 2025)

Según la (grafica 6) y la tabla de contingencia al 0.05% con la variable de altura de la planta a los 28 días muestra que la variedad con mayor altura es la INIAP- 420 “Canario del chota” con 12.07 cm, de ahí sigue la variedad INIAP-484 “Centenario” con la altura de 11,95 cm y por último esta la variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero” con una altura de 11.89 cm. Según (González, 2015) La variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero” presento una altura mayor a los 15 y 20 días (15 y 25

cm respectivamente), sin embargo, a los 45 días fue la variedad INIAP-481 “Centenario” quien alcanzo la mayor altura en las plantas.

### 10.2.5 Altura de la planta a los 63 días

**Tabla 22.**

Anova para la variable de altura en el método de acolchado plástico y el método testigo en las tres variedades de frejol INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	19,84	1	19,84	1,65	0,2018
<b>Cobertura</b>	19,84	1	19,84	1,65	0,2018
<b>Error</b>	1494,03	124	12,05		
<b>Total</b>	1513,87	125			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En el anova (22) se observa que para los factores de altura de las tres variedades de frejol en los dos métodos de producción no existe significancia estadística determinada ya que no existe una relación a los 63 días.

### 10.2.6 Prueba de tukey al 5% para la variable altura a los 63 días

**Tabla 23.** Prueba de tukey al 5% para la variable altura (cm)

<b>Test:Tukey Alfa=0,05 DM =1,21363</b>				
<b>Error: 12,0486 gl: 124</b>				
<b>cobertura</b>				
	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>Sin acolchado</b>	31,92	63	0,44	<b>A</b>

<b>Acolchado</b>	32,72	63	0,44	A
------------------	-------	----	------	---

Tukey al 5% para interacción de altura de planta (Tabla 23) presenta los resultados para la tercera fecha de crecimiento a los 63 días en las tres variedades de frejol con dos métodos de producción, con un resultado no significativo.

### Gráfico 7

Crecimiento del cultivo de frejol a los 63 días en los métodos de producción de acolchado plástico y testigo sin acolchado plástico:

Altura de planta en cada metod de produccion	
Acolchado	32,72
Sin acolchado	31,92

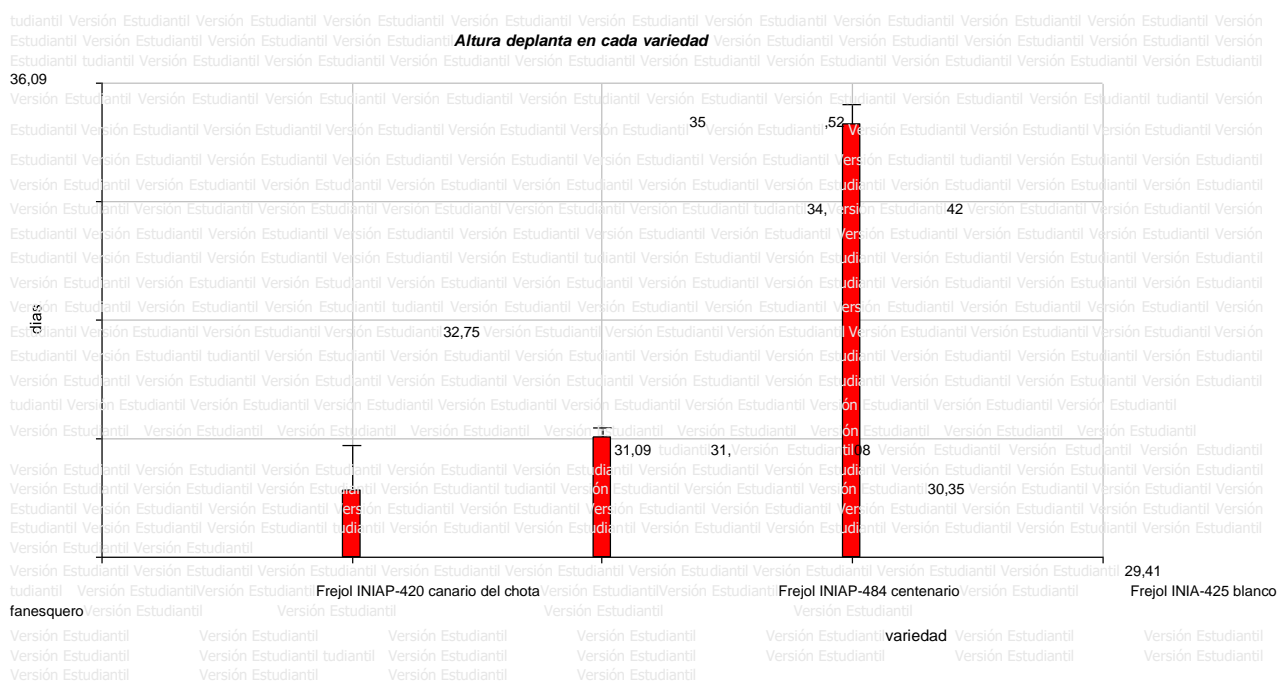
**Fuente:** (Infosta 2025)

En la (Grafica 7) muestra que, en los métodos de producción, el más factible es el acolchado plástico ya que cuenta con una altura de 32,72 cm, en diferencia al método sin acolchado plástico que cuenta con una altura de 31,91 cm. (Alejo & Gelacio, 2020) mencionan que la luz desempeña

un papel importante para el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas verdes. También menciona que está comprobando que los plásticos de polietileno son adictivos especialmente diseñados para filtrar la luz UV, inhibe la esporulación de botrytis cinérea. Al cambiar la composición espectral de la luz cuando atraviesa un plástico, se puede influir en le desarrolló de una planta, en algunos casos para incrementar el rendimiento y calidad de la producción.

### Grafica 8.

Crecimiento del cultivo de frejol a los 63 días en las variedades INIAP-420 “Canario del chota”, INIAO-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.



**Fuente:** (Infosta 2025)

En la (gráfica 8), dados los resultados de la variable de altura de la planta en los 67 días muestran que la variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero” tuvo una altura mayor de 35,52 cm, en la variedad INIAP-484 “Centenario” con una altura de 31,09 cm y la variedad INIAP-420 “Canario Del Chota con una altura de 31,03 cm.

### 10.3 DIAS A LA FLORACION

**Tabla 24.**

Anova para la variable de los días a la floración en el método de acolchado plástico y el método testigo en las tres variedades de frejol INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo</b>					
<b>III)</b>					
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	16,67	1	16,67	1,61	0,2729
<b>Cobertura</b>	16,67	1	16,67	1,61	0,2729
<b>Error</b>	41,33	4	10,33		
<b>Total</b>	58	5			

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En el anova (24) se observa que para los factores de la variable de los días a la floración de la tres variedades de frejol en los dos métodos de producción no existe significancia estadística determinada por lo tanto no existe una relación.

#### 10.3.1 Pruebas de tukey al 5% para la variable días a la floración

**Tabla 25.** Prueba de tukey al 5% para la variable días a la floración

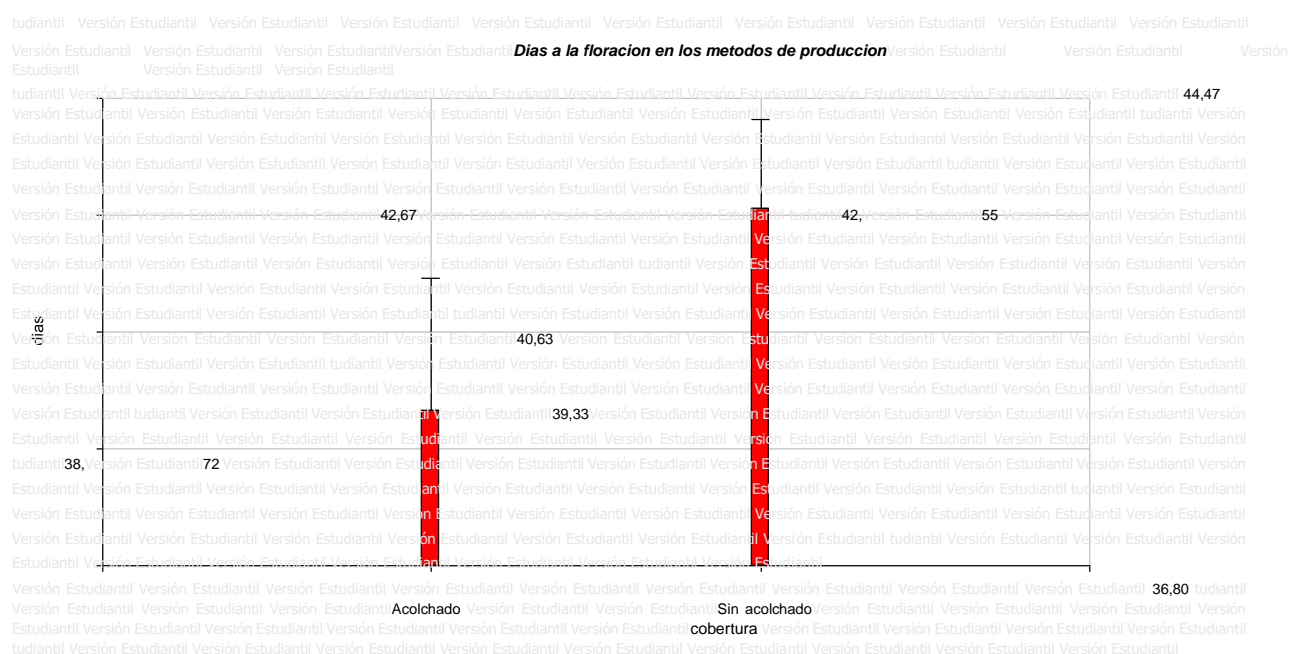
<b>Test: Tukey Alfa=0,05 DM <math>\bar{y}</math>=7,28728</b>				
<b>Error: 10,3333 gl: 4</b>				
<b>cobertura</b>				
	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
<b>Acolchado</b>	39,33	3	1,86	<b>A</b>

<b>Sin acolchado</b>	42,67	3	1,86	A
----------------------	-------	---	------	---

Tukey al 5% para interacción de la variable (Tabla 25), presenta los resultados obtenidos para los días a la floración de las tres variedades de frejol en dos métodos de producción, con un resultado no significativo.

### Grafica 9.

Días a la floración en los métodos de producción de acolchado plástico y testigo sin acolchado plástico:



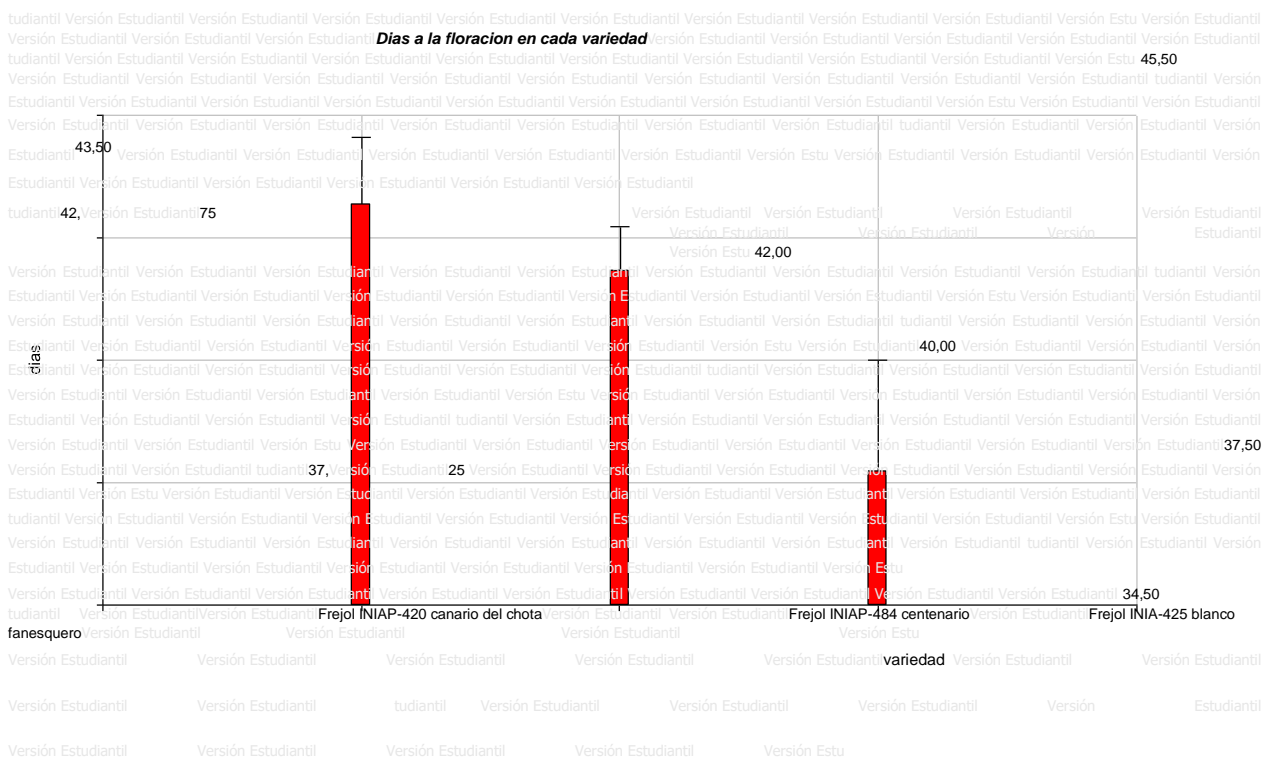
**Fuente:** (Infosta 2025)

En esta (Grafica 9) observamos que los metodos de producción como la floracion llego a los 39,33 días en el sistema de acolchado plastico mientras que en el metodo testigo sin acolchado la floracion llego a los 42,57 dias. Existen factores que afectan y acausan variaciones dentro de cada etapa de desarrollo del fréjol; el clima, condeciones de fertilidad, características físicas del suelo,

la sequia, la luminosidad e incluso el genotipo, habito de crecimiento y precocidad. Estos factores afectan de manera diferente según las características de cada variedad (Alejo & Gelacio, 2020).

### Grafica 10.

Días a la floración en las variedades INIAP-420 “Canario del chota”, INIAP 484 “Centenario” y INIAP -425 “Blanco Fanesquero”.



**Fuente:** (Infosta 2025)

En la presente (grafica 10) observamos que la variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero” fue el primero en tener su floración a los 37.50 días, en cambio, el INIAP-484 “Centenario” tuvo su primera floración a los 42 días y el ultimo el INIAP-425 “Canario del Chota” tuvo su floración a los 43.50 días.

## 10.4 RENDIMIENTO

### 10.4.1 Rendimiento en Grano seco

**Tabla 26.**

Anova para la variable de rendimiento en el método de acolchado plástico y el método testigo en las tres variedades de frejol INIAP-420 “Canario del Chota”, INIAP-484 “Centenario” y INIAP-425 “Blanco Fanesquero”.

<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>						
<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>Gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	
<b>Modelo</b>	13,05	1	13,05	9,73	0,0356	
<b>Cobertura</b>	13,05	1	13,05	9,73	0,0356	
<b>Error</b>	5,37	4	1,34			
<b>Total</b>	18,42	5				

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En el anova (26) se observa que para los factores de la variable de rendimiento de la tres variedades de frejol en los dos métodos de producción no existe significancia estadística determinada por lo tanto no existe una relación.

### 10.4.2 Prueba de tukey al 5% para la variable de rendimiento

**Tabla 27.** Prueba de tukey al 5% para la variable de rendimiento

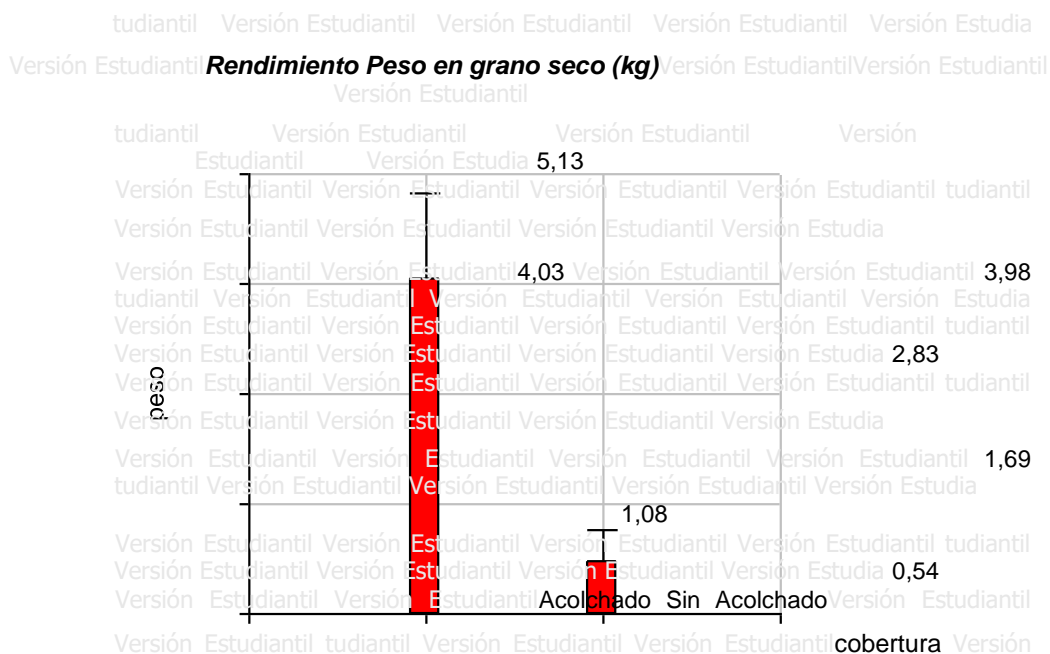
<b>Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,62624</b>			
<b>Error: 1,3421 gl: 4 cobertura</b>			
	Medias	n	E.E.

<b>Sin acolchado</b>	1,08	3	0,67	A
<b>Acolchado</b>	4,03	3	0,67	B

Tukey al 5% para interacción de la variable (Tabla 27) presenta los resultados obtenidos para el rendimiento de las tres variedades de frejol en dos métodos de producción con dos rangos de significación estadística y se ubica en el rango “a” el sistema de testigo o sin acolchado con un promedio de 1,08 kg/m<sup>2</sup> y en el rango “b” el sistema de acolchado plástico con un promedio de 4,03 kg/m<sup>2</sup>, las variedades del rango “a” tienen una diferencia considerable con las variedades del rango “b” por lo cual los resultados son completamente significativos.

### Gráfico 11.

Rendimiento en el cultivo de frejol peso en seco en los tratamientos de los métodos de producción de acolchado plástico y testigo sin acolchado plástico:



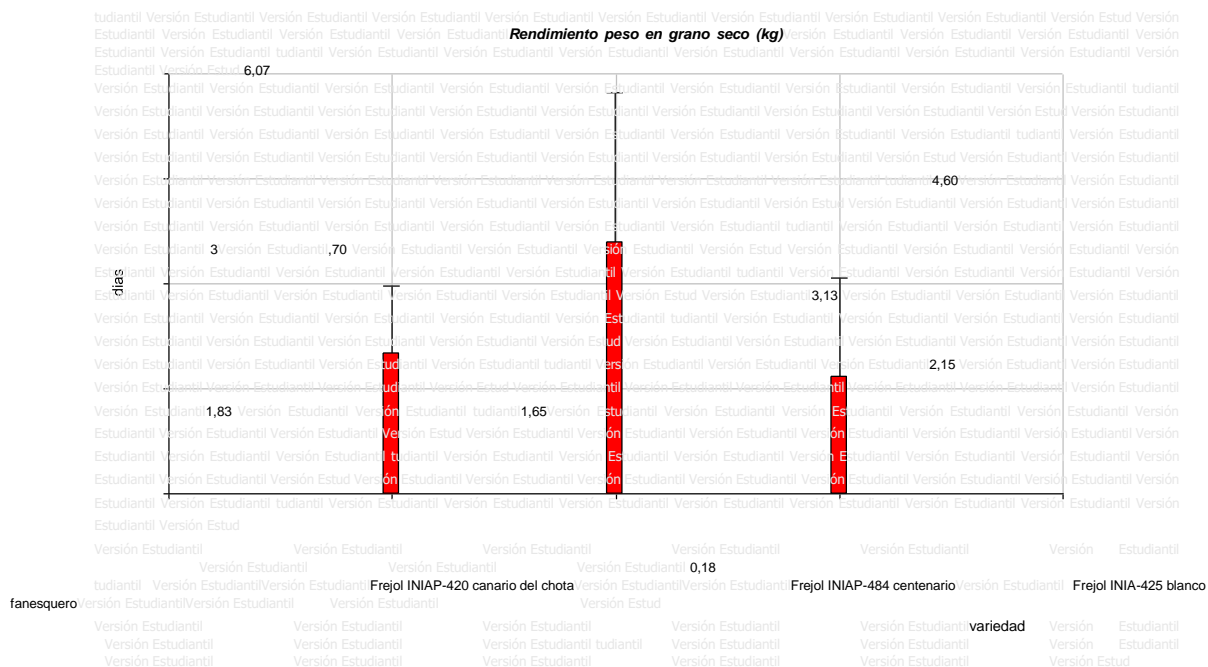
Estudiantil Versión Estudia Versión Estudiantil Versión Estudiantil Versión Estudiantil Versión Estudiantil  
 Versión Estudiantil

**Fuente: (Infosta 2025)**

En esta (Grafica11) observamos que el método de acolchado plástico esta con un peso de 4.03 kg/m<sup>2</sup> mientras que el método testigo sin acolchado tiene un peso de 1.08 kg/m<sup>2</sup>. Se manifiesta que, las características espectrales de la película de polietileno utilizada en el acolchado afectan significativamente el balance de radiación de onda corta y larga que incrementa la radiación neta sobre el cultivo, manifestándose en un mayor flujo de calor sensible en el acolchado plástico de color negro (Alejo & Gelacio, 2020).

**Gráfico 12.**

Rendimiento en el cultivo de frejol peso en grano seco en las variedades INIAP-420 “Canario del chota”, INIAP 484 “Centenario” y INIAP -425 “Blanco Fanesquero”.



**Fuente: (Infosta 2025)**

En esta (Grafica12) observamos que la variedad INIAP-420 “Canario del Chota” con un peso de 2.15 kg, la variedad INIAP 484 “Centenario” con peso total de 3,70 kg/m<sup>2</sup> y por último la variable del INIAP-425 “Blanco Fanesquero” con un peso de 1,83 kg/m<sup>2</sup>.

### Tabla de interpretación de del rendimiento

Variedades	Acolchado Plástico	Testigo sin Acolchado
<b>Variedad</b>	Peso en grano seco:	Peso en grano seco:
<b>INIAP-420</b>	3.1 kg	1.2 kg
<b>"Canario del Chota"</b>		
<b>Variedad</b>	Peso en grano seco:	Peso en grano seco:
<b>INIAP-484</b>	5.8 kg	1.6 kg
<b>"Centenario"</b>		
<b>Variedad</b>	Peso en grano seco:	Peso en grano seco:
<b>INIAP-425</b>	3.2 kg	0.45 kg
<b>"Blanco Fanesquero"</b>		

Elaborado por: (Cando 2025)

## 11 CONCLUSIONES

- Teniendo en cuenta todos los aspectos ya analizados, se llegó a la conclusión de que la mejor variedad con mejor comportamiento agronómico fue la variedad INIAP-484 “Centenario”, esto es debió a que presentó los mejores resultados en base a todas las evaluaciones que se

le hicieron como; días a la emergencia con 10,25 días, altura de la planta con 31,8 cm, días a la floración con 41 días y el peso en grano seco de 5,8 kg/m<sup>2</sup>, mientras que la variedad INIAP-420 “Canario del Chota” los días a la emergencia fue de 9,33 días, altura de la planta con 34,5 cm, días a la floración con 42 días y el peso en grano seco de 3,1 kg/m<sup>2</sup>, y la variedad INIAP-425 “Blanco Fanesquero” los días a la emergencia fue de 11,35 días, altura de planta con 36,1 cm, días a la floración con 35 días y el peso en grano seco fue de 3,2 kg/m<sup>2</sup>.

- Según los resultados determinados en el método del sistema de acolchado plástico la variedad que presentó mejores resultados en rendimiento fue la variedad INIAP-484 “Centenario” debido a que sus resultados a días a la emergencia fueron a los 9,33 días, altura de la planta con 35,1 cm, días a la floración a los 35 días y el peso en grano seco fue de 5,8 kg/m<sup>2</sup>.

## **12 RECOMENDACIONES**

- Las variedades de frejol que presentaron una mejor respuesta a este innovador sistema de acolchado plástico deberían ser tomadas en cuenta para futuras investigaciones más detalladas en cuanto a la alternativa de su funcionalidad, se puede considerar que las variedades de mejor rendimiento fueron la INIAP-484 Centenario e INIAP-420 Canario del Chota.
- Se recomienda en futuras investigaciones realizar una tabla de costos y gastos para la producción y el desarrollo del cultivo, además así se podrá tener una recolección de datos más profunda y precisa con otro tipo de enfoque.

### 13 BIBLIOGRAFÍAS

Alejo, S., & Gelacio, B. (2020). *Dspace.uan.mx:8080*. Obtenido de Dspace.uan.mx:8080:  
<http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/1728>

Amare, G. (Abril de 2021). *springeropen*. Obtenido de springeropen.:  
<https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-020-00201-8>

Ayala, E., & Santiago, E. (2018). *REPOSITORIO dspace uce Ingeniería Agronómica*. Obtenido de REPOSITORIO dspace uce Ingeniería Agronómica:  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14052>

Batista, E. L., Ramírez, Y. V., & Rodríguez, F. C. (Diciembre de 2017). *Centro Agrícola*. Obtenido de scielo.sld.: <http://cagricola.uclv.edu.cu/>

Carlos, A., & José, L. C. (3 de Junio de 2024). *Revistas.usfq.edu.ec/index*. Obtenido de [Revistas.usfq.edu.ec/index.:](https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/3290)  
<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/3290>

Carlos, A., & Juan, H. (2006). *Mag.go.cr/bibliotecavirtual*. Obtenido de [Mag.go.cr/bibliotecavirtual:](https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H20-5247.pdf) <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H20-5247.pdf>

Carlos, A., & Sangoquiza Caiza, Z. M. (21 de Agosto de 2024). *Revistas.usfq.edu.ec*. Obtenido de  
aci avances en ciencias e ingenierias:

<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/3290/3851>

Carlos, M., & Vizcano, M. (10 de septiembre de 2019). *Scielo.sld.cu*. Obtenido de Scielo.sld.cu.:

<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v40n4/1819-4087-ctr-40-04-e01.pdf>

Daniel, G., & Rigoberto, H. (Febrero de 2020). *Books.google.es*. Obtenido de

Books.google.es/morfologia del frijol:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AtOLF2NhJogC&oi=fnd&pg=PA9&dq=morfolog%C3%ADa+del+frijol&ots=f37rKriGx0&sig=0fWUtLfszdQHeyahDpzKijq4BSw#v=onepage&q=morfolog%C3%ADa%20del%20frijol&f=false>

Destá, B. (19 de Junio de 2021). *chembioagro.springeropen.com*. Obtenido  
de chembioagro.springeropen.com:

<https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-020-00201-8>

Díaz, S. C., & Yoerlandy Santana Baños, A. L. (21 de Septiembre de 2021). *IDICT - Instituto de  
Informacion científica y tecnologica*. Obtenido de CIGET-HOLGUÍN:

<https://www.redalyc.org/journal/6378/637869393003/html/>

Escoto, N. D., & Rodríguez, F. (2005). *DICTA 2005*. Obtenido de [www.dicta.hn](http://www.dicta.hn) :

<https://www.dicta.hn/cgi-sys/suspendedpage.cgi>

Fabián, M., & Janeth, Q. (3 de Octubre de 2023). *Scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra*. Obtenido de  
Scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra.:

<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra/v10n2/2477-8850-siembra-10-02-04552.pdf>

Fernández, L., & Alejo, M. (2017). *Agrociencia*. Obtenido de (UTMACH):

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepositorio.utmachala.edu.ec%2Fbitstream%2F48000%2F16153%2F1%2FTTUACA-2020-IA-DE00036.pdf&psig=AOvVaw3pJumkox3ma\\_O5MT4Yyyh&ust=1748738988100000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQrpoMahcKEwjY45HDv](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frepositorio.utmachala.edu.ec%2Fbitstream%2F48000%2F16153%2F1%2FTTUACA-2020-IA-DE00036.pdf&psig=AOvVaw3pJumkox3ma_O5MT4Yyyh&ust=1748738988100000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAYQrpoMahcKEwjY45HDv)

Fernando, F., & Gepts, P. (23 de Octubre de 2018). *cgspace.cgiar.org*. Obtenido de [cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreamst.:](https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreamst.)

<https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/2bede6fd-51ab-4718-97f2-266b34a0f948/content>

González, Q. (2015). *eprints.uanl*. Obtenido de eprints.uanl: <http://eprints.uanl.mx/9703/>  
<http://eprints.uanl.mx/>

Gudiel, N. D. (2004). *SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA*. Obtenido de SAG - DICTA: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REf01e74.pdf>

Gutiérrez y Quiñones, 2. (2011). <https://repositorio.uta.edu.ec>. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec>:  
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/016791c1-673e-4085-b9a7ee9867d1d2ae/content>

Honfo, H., & Aide, E. S. (2024). *Heliyon*. Obtenido de sciencedirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024011629>

INIAP. (24 de Marzo de 2001). *Reseptorio Iniap.gob.ec*. Obtenido de Reseptorio Iniap.gob.ec: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4650>

Jesus, A., & Damian, M. (2014). *Agricultura.unison*. Obtenido de [Agricultura.unison.mx/EL](http://Agricultura.unison.mx/EL)

CULTIVO

DEL

FRIJOL:

<https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20FRIJOL.pdf>

Jesús, M. (Mayo de 2014). *olericultura.wordpress*. Obtenido de UANL:  
<https://olericultura.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/8alcolchado.pdf>

Jose, A., & Fransico, R. (septiembre de 2014). © © *All Rights Reserved*. Obtenido de  
<https://es.scribd.com/document/710262081/EL-CULTIVO-DEL-FRIJOL>:  
<https://es.scribd.com/document/710262081/EL-CULTIVO-DEL-FRIJOL>

Kader, M. (mayo de 2017). *sciencedirect*. Obtenido de sciencedirect:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198717300016>

Larqué, B., & Acosta, J. (2010). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Obtenido de Revista  
mexicana de ciencias agrícolas:  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342010000300007](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000300007)

Marco, A., & Ernesto, A. (20 de Octubre de 2020). *Agriplasticscommunity*. Obtenido de Redalyc.:  
<https://agriplasticscommunity.com/es/tipos-de-acolchado-para-el-cultivo/>

Mérida, J. C., & Julio Antonio Franco Rivera, F. C. (Mayo de 2022). *Icta*. Obtenido de  
AGEXPORT:  
<https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Frijol/Manual%20de%20producci%C3%B3n%20de%20frijol%20ICTA.pdf>

Mirella, D. (2019). *Repositorio.uteq.edu.ec*. Obtenido de Repositorio.uteq.edu.ec/handle:  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/items/a5f51c09-a0b0-4db4-89cf-8173ea4cd168>

Murillo I., A., & Peralta I., E. (Marzo de 2002). *INIAP*. Obtenido de INIAP:

<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3172>

Murillo I., A., & Peralta I., E. (Noviembre de 2012). *INIAP*. Obtenido de INIAP:

<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/384>

Narvárez, V. P., & MD, A. C. (16 de Agosto de 2015). *scielo.org.co*. Obtenido de Rev. Cienc. Salud.

: <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v14n1/v14n1a11.pdf>

Pedro, R., & Sánchez, C. (18 de Septiembre de 2020). *CIGET*. Obtenido de CIGET:

<https://www.redalyc.org/journal/1813/181369731005/html/>

R, H., & A, Á. (2020). *Diseño de Experimentos y Regresión*. Obtenido de Diseño de Experimentos

y Regresión: <https://www.academia.utp.ac.pa/humberto-alvarez/disenode-experimentosy-regresion>

Ricardo, G. J., & Clotilde, A. V. (2004). *Repositorio.iniap.gob.ec*. Obtenido de

*Repositorio.iniap.gob.ec*: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4650>

Sangerman, J., & Acosta, J. A. (Septiembre de 2010). *Scielo.org.mx/scielo.php*. Obtenido de

*Scielo.org*.: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v1n3/v1n3a7.pdf>

Valladares. (2010). *Redalyc.org/articulo.oa*. Obtenido de *Redalyc.org/pdf*:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55661204>

Víctor, m., & Hernandez, L. M. (2013). *Scielo.org.mx/scielo.php*. Obtenido de *Scielo.org.mx/pdf*:

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000200002)

[73802013000200002](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000200002)

Zambrano, J. L. (3 de Abril de 2024). *MDPI*. Obtenido de *journal water*:

<https://www.mdpi.com/2073-4441/16/7/1033> - <https://www.mdpi.com/journal/water>

Zambrano, J. L., & Yamil, C. (15 de Junio de 2022). *Repositorio.iniap.gob.ec*. Obtenido de

Repositorio.iniap.gob.ec/handle: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5887>