

# UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS, NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

## TEMA:

**RESPUESTA MORFO-AGRONÓMICA DE 8 CULTIVARES DE**

**FRÉJOL ARBUSTIVO *(Phaseolus vulgaris L.)*,EN LA GRANJA LAGUACOTO III, CANTÓN GUARANDA, PROVINCIA BOLÍVAR.**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO OTORGADO POR LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR, A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.**

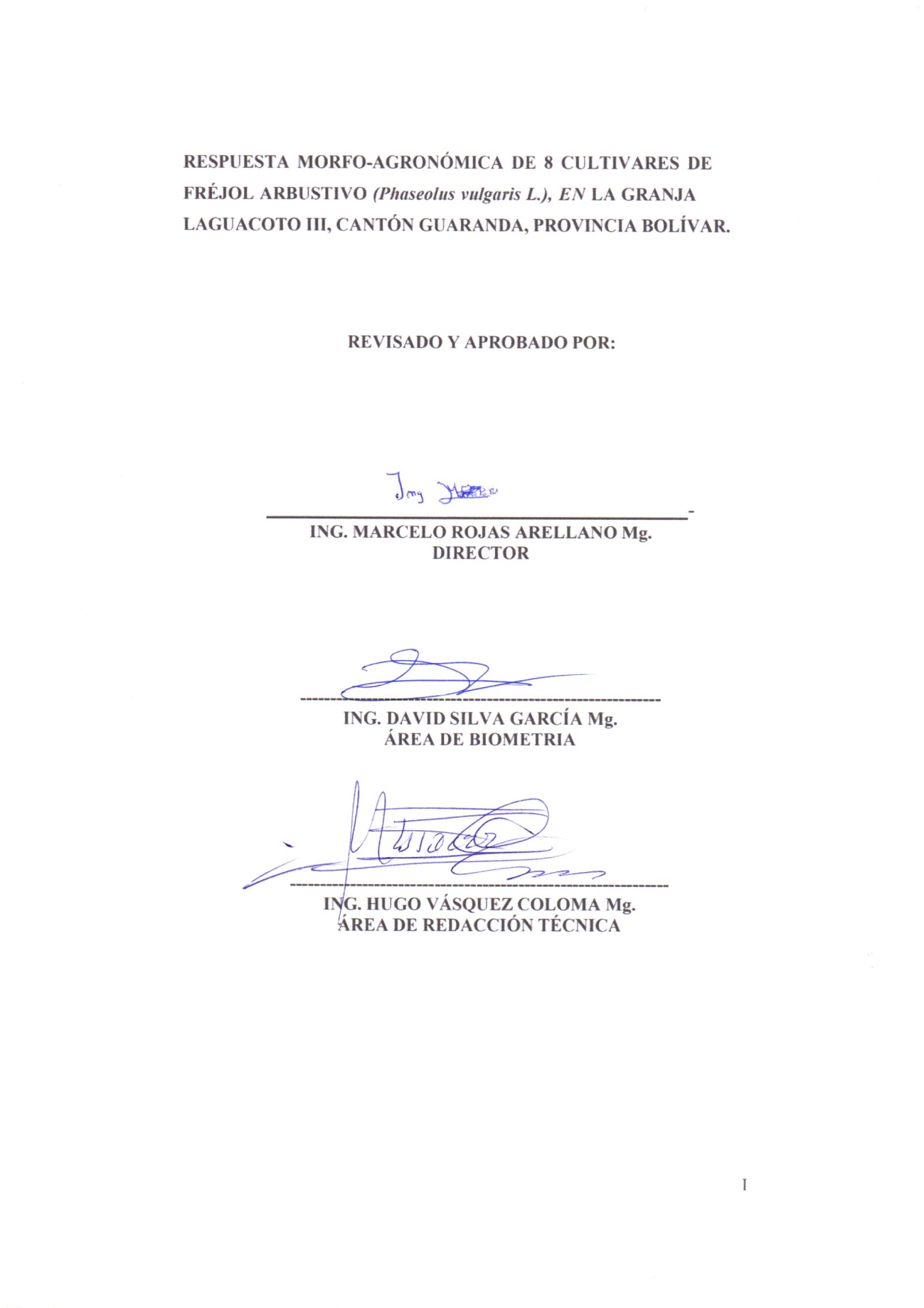
## AUTOR:

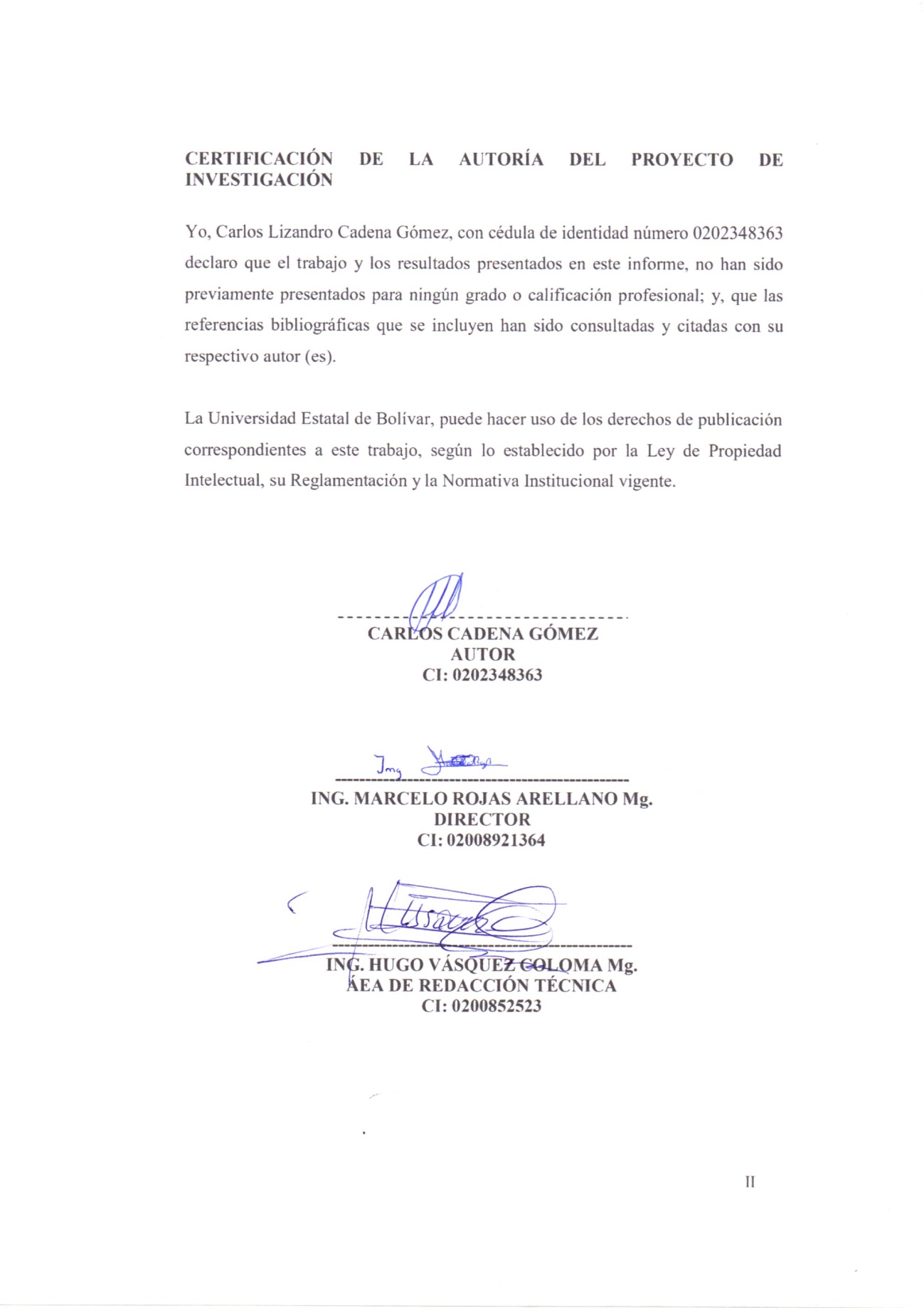
**CARLOS LIZANDRO CADENA GÓMEZ**

## DIRECTOR:

**ING. MARCELO ROJAS ARELLANO Mg.**

## GUARANDA - ECUADOR 2021





# C:\Users\HP\Downloads\Escan20210705_12360286.jpgC:\Users\HP\Downloads\Escan20210705_15044841.jpg

# C:\Users\HP\Downloads\Escan20210705_12361574.jpgC:\Users\HP\Downloads\Escan20210705_15044841.jpg

# DEDICATORIA

El presente trabajo dedico con mucho amor a Dios, por haberme dado la sabiduría para cumplir con esta meta.

A mis queridos padres Luis Cadena y Blanca Gómez, por apoyarme en todo momento, ya que fueron el motor principal para llegar a culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis hermanos (as): José Luis y Sandy, quienes me apoyaron decididamente para culminar con esta formación académica y profesional.

Finalmente, a mi primo Danilo y a toda mi familia, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

**Carlos**

# AGRADECIMIENTO

A Dios, Creador de todo y por darme los medios necesarios en el transcurso de mi vida.

De manera especial a la Universidad Estatal de Bolívar por abrirnos las puertas a cada uno de los estudiantes, y principalmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica, por haberme permitido ser parte de esta prestigiosa institución.

A mi familia por darme la fuerza y los medios para lograr concluir con esta meta de ser un profesional.

Un agradecimiento sincero al Ing. Marcelo Rojas Arellano (Director), por guiarme y apoyarme en este proceso de investigación.

A los Ingenieros David Silva García (Biometrista) y Hugo Vásquez Coloma (Área de Redacción Técnica), quienes con su apoyo y dedicación hicieron posible culminar con esta investigación.

Al Ing. Carlos Monar Benavides por su apoyo integral y conocimiento técnico - científico en la fase de campo aun estando en plena pandemia.

Finalmente, el agradecimiento al INIAP: Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) en la persona del Ing. Ángel Murillo por el germoplasma y al Programa de Semillas de la UEB, por facilitar la logística en el Campus Laguacoto III y en la Planta de Semillas.

**ÍNDICE GENERAL**

# Contenido Pág.

[ÍNDICE DE CUADROS XIV](#_Toc76133159)

[ÍNDICE DE GRÁFICOS XV](#_Toc76133160)

[ÍNDICE DE ANEXOS X](#_Toc76133161)VIII

[RESUMEN Y SUMMARY X](#_Toc76133162)IX

[RESUMEN X](#_Toc76133163)IX

[SUMMARY X](#_Toc76133164)X

1. [INTRODUCCIÓN 1](#_bookmark0)
2. [PROBLEMA 3](#_bookmark1)
3. [MARCO TEÓRICO 4](#_bookmark2)
   1. [Antecedentes históricos 4](#_bookmark3)
   2. [Origen 4](#_bookmark4)
   3. [Taxonomía. 5](#_bookmark5)
   4. [Descripción botánica. 5](#_bookmark6)
      1. [Raíz 5](#_bookmark7)
      2. [Tallo 5](#_bookmark8)
      3. [Hojas 6](#_bookmark9)
      4. [Flores 6](#_bookmark10)
      5. [Fruto 6](#_bookmark11)
      6. [Semillas 6](#_bookmark12)
      7. [Etapas de desarrollo del fréjol 6](#_bookmark13)
   5. [Zona de cultivo 7](#_bookmark14)
   6. [Variedades mejoradas 7](#_bookmark15)
   7. [Hábito de crecimiento 7](#_bookmark16)
   8. [Ciclo de cultivo 8](#_bookmark17)
   9. [Usos 8](#_bookmark18)
   10. [Composición química. 8](#_bookmark19)
   11. [Requerimientos edafoclimáticos 9](#_bookmark20)
       1. [Temperatura. 9](#_bookmark21)
       2. [Luz 9](#_bookmark22)
       3. [Precipitación 9](#_bookmark23)
       4. [Humedad 9](#_bookmark24)
       5. [Luminosidad 1](#_bookmark25)0
       6. [Suelos 10](#_bookmark26)

[3.11.7. pH 10](#_bookmark27)

* 1. [Zonas de producción 10](#_bookmark28)
  2. [Labores culturales 10](#_bookmark29)
     1. [Preparación del terreno 10](#_bookmark30)
     2. [Barbecho 1](#_bookmark31)1
     3. [Rastreo y Nivelación 11](#_bookmark32)
     4. [Surcado 11](#_bookmark33)
     5. [Siembra. 11](#_bookmark34)
     6. [Raleos 1](#_bookmark35)2
     7. [Combate de malezas 12](#_bookmark36)
     8. [Riegos 12](#_bookmark37)
  3. [Tipos de labranza. 12](#_bookmark38)
     1. [Labranza primaria. 12](#_bookmark39)
     2. [Labranza secundaria. 13](#_bookmark40)
  4. [Fertilización 13](#_bookmark41)
  5. [Tratamiento de semilla. 13](#_bookmark42)
  6. [Época de siembra. 14](#_bookmark43)
  7. [Métodos de siembra. 14](#_bookmark44)
  8. [Cosecha. 15](#_bookmark45)
  9. [Grano comercial y semilla. 15](#_bookmark46)
     1. [Madurez 15](#_bookmark47)
     2. [Semilla. 16](#_bookmark48)
  10. [Postcosecha. 16](#_bookmark49)
      1. [Pre secado 16](#_bookmark50)
      2. [Aporreo (Trilla). 17](#_bookmark51)
      3. [Secado y Almacenamiento 17](#_bookmark52)
  11. [Manejo fitosanitario 19](#_bookmark53)
  12. [Plagas 19](#_bookmark54)
      1. [Afidos (Aphis spp). 19](#_bookmark55)
      2. [Trozadores (Agrotis sp. y Spodoptera sp). 19](#_bookmark56)
      3. [Mosca blanca (Bemicia tabaci). 2](#_bookmark57)0
      4. [Lorito Verde (Empoasca kraemeri). 20](#_bookmark58)
      5. [Los Gorgojos (Acanthoscelides obtectus). 20](#_bookmark59)
  13. [Enfermedades 21](#_bookmark60)
      1. [Roya (Uromyces phaseoli). 21](#_bookmark61)
      2. [Antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum). 21](#_bookmark62)
      3. [Mancha de ascoquita (Ascochyta phaseolorum). 22](#_bookmark63)
      4. [Mancha angular: (Isariopsis griseola Sacc). 22](#_bookmark64)
      5. Mildeo polvoso o cenicilla (Erysiphe polygoni DC ex Merat.)…….23
  14. [Bacterias 23](#_bookmark65)
      1. [Añublo de halo (Pseudomonas phaseolicola). 23](#_bookmark66)
  15. [Virus 24](#_bookmark67)
      1. [Virus del Mosaico Común del Fríjol (VMCF). 24](#_bookmark68)
      2. [Virus del Mosaico Dorado del Fríjol (VMDF). 24](#_bookmark69)
  16. [Características agronómicas 24](#_bookmark70)
      1. [Recursos fitogenéticos 25](#_bookmark71)
      2. [Cultivar 26](#_bookmark72)
      3. [Importancia del germoplasma. 27](#_bookmark73)
  17. [Variedades de fréjol liberadas por el INIAP 27](#_bookmark74)
  18. [Métodos de Mejoramiento en Fréjol 28](#_bookmark75)
      1. [Método por introducción y selección 28](#_bookmark76)
      2. Método por hibridación…………………………………………..28
      3. [Método por cruzamiento 29](#_bookmark77)

1. [MARCO METODOLÓGICO 30](#_bookmark78)
   1. [Materiales 30](#_bookmark79)
      1. [Material experimental 31](#_bookmark84)
      2. [Materiales de campo. 31](#_bookmark85)
      3. [Materiales de oficina. 31](#_bookmark86)
   2. [Métodos 32](#_bookmark87)
      1. [Factor en estudio 32](#_bookmark88)
      2. [Tratamientos 32](#_bookmark89)
      3. [Procedimiento 32](#_bookmark90)
      4. [Tipo de análisis 33](#_bookmark91)
   3. [Métodos de evaluación y datos tomados 33](#_bookmark92)
      1. [Número de plantas establecidas (NPE). 33](#_bookmark93)
      2. [Adaptación vegetativa (Vigor) (AV). 34](#_bookmark94)
      3. [Hábito de crecimiento (HC). 34](#_bookmark95)
      4. [Diámetro del tallo (DT). 34](#_bookmark96)
      5. [Incidencia de enfermedades (IE). 34](#_bookmark97)
      6. [Altura de planta (AP). 35](#_bookmark98)
      7. [Altura de carga en cm (AC). 35](#_bookmark99)
      8. [Días a la cosecha en seco (DCS). 35](#_bookmark100)
      9. [Número de ramas por planta (NRP). 35](#_bookmark101)
      10. [Vainas por planta (VP). 35](#_bookmark102)
      11. [Longitud de la vaina (LV). 36](#_bookmark103)
      12. [Forma de la curvatura de la vaina (FCV). 36](#_bookmark104)
      13. [Posición del ápice de la vaina (PAV). 36](#_bookmark105)
      14. [Orientación del ápice de la vaina (OAV). 36](#_bookmark106)
      15. [Dehiscencia de la vaina (DHSV). 37](#_bookmark107)
      16. [Forma de la vaina (FV). 37](#_bookmark108)
      17. [Color principal de vainas secas (CPVS). 37](#_bookmark109)
      18. [Color secundario de vainas secas (CSVS). 37](#_bookmark110)
      19. [Peso de vainas por planta (PVPP). 38](#_bookmark111)
      20. [Granos por vaina (GV). 38](#_bookmark112)
      21. [Color principal de la cubierta del grano (CPCG). 38](#_bookmark113)
      22. [Color secundario de grano Seco (CSGS). 39](#_bookmark114)
      23. [Color del Hilium (CH). 39](#_bookmark115)
      24. [Diámetro polar (DP). 39](#_bookmark116)
      25. [Diámetro ecuatorial (DE). 39](#_bookmark117)
      26. [Forma del grano (FG). 39](#_bookmark118)
      27. [Brillo del grano (BG). 40](#_bookmark119)
      28. [Tamaño de la semilla o grano (TS). 40](#_bookmark120)
      29. [Porcentaje de humedad del grano (PH). 40](#_bookmark121)
      30. [Peso de cien granos secos (PCGS). 40](#_bookmark122)
      31. [Peso por parcela (PP). 41](#_bookmark123)
      32. [Tipo de testa (TT). 41](#_bookmark124)
      33. [Número de semillas por kilogramo (NSPKG). 41](#_bookmark125)
      34. [Rendimiento por hectárea (RH). 41](#_bookmark126)
   4. [Manejo del ensayo 41](#_bookmark127)
      1. [Análisis químico del suelo 41](#_bookmark128)
      2. Preparación del suelo………………………….………...…..........42
      3. Surcado………………………………………...………………….42
      4. Fertilización…………………………………………...…...….…..42
      5. Control de malezas……..…………….………...….…....….….….42
      6. Control de insectos plagas…..………………………………..…..42
      7. [Control de enfermedades 43](#_bookmark129)
      8. [Cosecha. 43](#_bookmark130)
      9. [Trilla. 43](#_bookmark131)
      10. [Aventado 43](#_bookmark132)
      11. [Secado 43](#_bookmark133)
      12. [Almacenamiento 43](#_bookmark134)
2. [RESULTADOS Y DISCUSIÓN 44](#_bookmark135)
   1. [Variables agronómicas 44](#_TOC_250004)
   2. [Principales descriptores morfológicos 60](#_TOC_250003)
   3. [Coeficiente de Variación (CV)… 69](#_TOC_250002)
   4. [Análisis de correlación y regresión lineal 70](#_TOC_250001)
3. COMPROBACIÓN HIPÓTESIS 75
4. [CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76](#_bookmark136)
   1. [Conclusiones 76](#_TOC_250000)
   2. [Recomendaciones 78](#_bookmark137)

[BIBLIOGRAFÍA 80](#_bookmark138)

## [A N E X O S](#_bookmark139)

ÍNDICE DE CUADROS

|  |  |
| --- | --- |
| **Cuadro No.** | **Página** |
| **Cuadro No 1.** **Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables agronómicas: Número de Plantas Establecidas (NPE), Diámetro del Tallo (DT), Incidencia de enfermedades foliares: Antracnosis (Ant), Ascoquita (As), Cenicilla (Cen), Mancha Angular (MA) y Roya (R), Altura de Planta (AP), Altura de Carga (AC), Días a la Cosecha en Seco (DCS), Número de Ramas Por Planta (NRP), Vainas Por Planta (VP), Peso de Vainas Por Planta (PVPP), Longitud de la Vaina (LV), Granos Por Vaina (GV), Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE), Peso de Cien Granos Secos (PCGS), Número de Semillas Por Kilogramo (NSPK) y el Rendimiento de Grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020** | **44** |
| **Cuadro No. 2.** **Principales descriptores morfológicos caracterizados en ocho accesiones de fréjol arbustivo en la zona agroecológica de Laguacoto III. 2020** | 60 |
| **Cuadro No. 3.** **Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de los componentes agronómicos, que presentaron significancia estadística diferente con el rendimiento de grano seco. Laguacoto III. 2020** | **70** |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |  |
| --- | --- |
| **Gráfico No.** | **Página** |
| **Gráfico No. 1. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Número de Plantas Establecidas. Laguacoto III. 2020** | **47** |
| **Gráfico No. 2. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las enfermedades foliares Antracnosis y Ascoquita. Laguacoto III. 2020** | 48 |
| **Gráfico No. 3. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las enfermedades foliares Cenicilla (Mildiu) y Mancha Angular. Laguacoto III. 2020** | **49** |
| **Gráfico No. 4. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las variables Altura de Planta y Altura de Carga. Laguacoto III. 2020** | 50 |
| **Gráfico No. 5. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Días a la Cosecha en Seco. Laguacoto III. 2020** | 52 |
| **Gráfico No. 6. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las variables Vainas Por Planta y Peso de Vainas Por Planta. Laguacoto III. 2020** | 53 |
| **Gráfico No. 7. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las variables Longitud de Vainas y Granos Por Vaina. Laguacoto III. 2020** | 54 |
| **Gráfico No. 8. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las variables Diámetro Polar y Diámetro Ecuatorial del grano. Laguacoto III. 2020** | 55 |
| **Gráfico No. 9. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Peso de Cien Granos Secos. Laguacoto III. 2020** | 57 |
| **Gráfico No. 10. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Número de Semillas Por Kilogramo. Laguacoto III. 2020** | 58 |
| **Gráfico No. 11. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Rendimiento de grano en kg/ha al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020** | 59 |
| **Gráfico No. 12. Resultados de la Adaptación Vegetativa de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 61 |
| **Gráfico No. 13. Resultados Forma Curvatura de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 62 |
| **Gráfico No. 14. Resultados Posición Ápice de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 62 |
| **Gráfico No. 15. Resultados Orientación Ápice de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 63 |
| **Gráfico No. 16. Resultados Dehiscencia de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 64 |
| **Gráfico No. 17. Resultados Forma de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 64 |
| **Gráfico No. 18. Resultados Color Principal de la Vaina Seca de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 65 |
| **Gráfico No. 19. Resultados Color Secundario de la Vaina Seca de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 65 |
| **Gráfico No. 20. Resultados Color Principal del Grano Seco de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 66 |
| **Gráfico No. 21. Resultados Color Secundario del Grano Seco de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 66 |
| **Gráfico No. 22. Resultados Forma del Grano de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 67 |
| **Gráfico No. 23. Resultados Brillo del Grano de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 68 |
| **Gráfico No. 24. Resultados Tamaño de Semilla de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020** | 68 |
| **Gráfico No. 25. Regresión lineal entre las variables incidencia de Antracnosis versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020** | 71 |
| **Gráfico No. 26. Regresión lineal entre las variables incidencia de Cenicilla o Mildiú versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020** | 72 |
| **Gráfico No. 27. Regresión lineal entre las variables Número de Plantas Establecidas versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020** | 72 |
| **Gráfico No. 28. Regresión lineal entre las variables Vainas Por Planta versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020** | 73 |
| **Gráfico No. 29. Regresión lineal entre las variables Peso de Vainas Por Planta versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020** | 73 |
| **Gráfico No. 30. Regresión lineal entre las variables Granos Por Vaina versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020** | 74 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo No. 1. Mapa de ubicación del ensayo Anexo No. 2. Base de datos completa**

## Anexo No. 3. Resultados del análisis químico del suelo

**Anexo No. 4. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo Anexo No. 5. Glosario de términos técnicos**

# RESUMEN Y SUMMARY

## Resumen

El cultivo de fréjol a nivel mundial ocupa un lugar preponderante especialmente porque se constituye en una fuente económica de proteína, hidratos de carbono, fibra, minerales y además es clave en los modelos de producción agroecológicos de pequeños y medianos productores por la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN). En Ecuador y particularmente en los valles interandinos de la sierra el cultivo de fréjol arbustivo es un componente muy importante de los Sistemas de Producción Locales (SPL), por la contribución a la seguridad y soberanía alimentaria. Esta investigación, se realizó en la Granja Experimental Laguacoto III de la Universidad Estatal de Bolívar, misma que está a una altitud de 2640 m. Los objetivos planteados fueron: i) Identificar los principales descriptores morfológicos de ocho accesiones de frejol arbustivo, ii) Evaluar los principales componentes agronómicos, iii) Seleccionar las mejores accesiones de fréjol arbustivo y iv) Generar una base de datos de germoplasma promisorio para esta zona agroecológica. Los tratamientos constituyeron ocho cultivares de fréjol arbustivo provenientes del Programa de Leguminosas del INIAP Santa Catalina. Se aplicó el Diseño de Bloques Completos al Azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron los principales descriptores morfológicos y los componentes agronómicos. Se realizaron análisis de varianza y se aplicó la prueba de Tukey para comparar los promedios. La respuesta agronómica del germoplasma de fréjol arbustivo fue muy diferente en esta zona agroecológica. Existió variabilidad de los tratamientos en relación a los descriptores morfológicos: color principal y secundario de las vainas y del grano, forma y brillo del grano. Los componentes agronómicos más importantes que tuvieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos fueron: incidencia y severidad de enfermedades foliares, ciclo de cultivo, vainas por planta, longitud de vainas, granos por vaina, peso de cien granos secos, número de semillas por kilogramo, diámetro del grano y el rendimiento de grano seco al 13% de humedad. Las mejores accesiones por su comportamiento agronómico relevante en esta zona agroecológica fueron los tratamientos: T5 (Línea Rojo Moteado - 1), T6 (Línea Rojo Moteado - 6), T7 (Línea Rojo Moteado - 7) y el T8 (Variedad INIAP

484 Centenario Rojo Moteado). Finalmente, este estudio permitió validar y seleccionar germoplasma de fréjol arbustivo promisorio para la diversificación de los SPL y contribuir a mejorar los ingresos económicos y la seguridad alimentaria. **Palabras clave:** Germoplasma, Variedad, Descriptores, Componentes Agronómicos, Seguridad Alimentaria, Rendimiento.

## Summary

The cultivation of beans worldwide occupies a predominant place especially because it is constituted as an economical source of protein, carbohydrates, fiber, minerals and is also key in agroecological production models of small and medium farmers by Biological Fixation of Nitrogen (FBN). In Ecuador and particularly in the interim valleys of the high lands, the cultivation of shrub beans is a very important component of Local Production Systems (SPL), for the contribution to food security and sovereignty. This research was carried out at the Laguacoto III Experimental Farm of Bolivar State University, which is at an altitude of 2640 m. The objectives were: (i) Identify the main descriptors morphological of eight shrub bean accessions, (ii) Evaluate the main agronomic components, (iii) Select the best arbusive beans accessions and (iv) Generate a promissory germplasm database or for this agroecological zone. The treatments constituted eight cultivars of shrub beans from the Legume Program of INIAP Santa Catalina. Random Complete Block Design was applied with eight treatments and four repetitions. The main morphological descriptors and agronomic components were evaluated. Variance analysis was performed and the Tukey test was applied to compare the averages. The agronomic response of shrub beans germplasm was very different in this agroecological zone. There was variability of treatments in relation to morphological descriptors: main and secondary color of pods and grain, shape and brightness of the grain. The most important agronomic components that had highly significant differences between treatments were: incidence and severity of foliar diseases, growing cycle, pods per plant, length of pods, grains per pod, weight of one hundred dried grains, number of seeds per kilogram, grain diameter and dry grain yield at 13% humidity. The best accesses for its relevant agronomic behavior in this agroecological zone were treatments: T5 (Red Spotted Line - 1), T6 (Red Spotted Line - 6), T7 (Spotted Red Line - 7) and T8 (INIAP 484 Variety Red Spotted). Finally, this study validated and selected promising arbusive beans germplasm for the diversification of SPL and contributed to improving economic income and food security.

**Key words:** Germplasm, Variety, Descriptors, Agronomic Components, Food Safety. Yield.

# INTRODUCCIÓN

El fréjol (***Phaseolus vulgaris L.)****,* es una leguminosa anual de consumo humano directo más importante en el planeta, originaria del Continente Americano; ocupa el octavo lugar entre las leguminosas sembradas a nivel mundial. Su importancia trasciende como fuente de alimento y sustituto de otros nutrimentos en la sociedad, por su alto valor nutricional de proteína entre el 18 a 25 %, fibra 18%, grasa 1,70 %, carbohidratos 61,40 %, vitaminas y minerales, sobre todo en países de desarrollo **(USDA, 2015).**

En el país se cultivan dos tipos de fréjol común: arbustivo y voluble (asociación con maíz, en espalderas y con tutores). Los arbustivos se siembran en los valles meso térmicos de la sierra, estribaciones de las cordilleras en la región costa, mientras que las variedades volubles son cultivadas en las zonas maiceras, contribuyendo decididamente a la seguridad alimentaria de pequeños productores y familias de bajos recursos económicos.

La semilla del frejol tiene demanda por sus colores, formas y sabores, ya que son principales fuentes de proteínas y carbohidratos, por su alto contenido de proteína (22- 25 %), carbohidratos, fibra, minerales, la variabilidad genética, la diversidad de preparaciones alimenticias, amplia adaptación para su cultivo y habilidad de fijar nitrógeno atmosférico, hacen del fréjol un cultivo muy valioso para la humanidad **(Peralta, Murillo, & Pinzón, 2012).**

A nivel mundial la producción de fréjol seco creció en 34 %, dando como resultado 17.65 millones de toneladas producidas, la misma que se incrementó en el año 2012 con 23.66 millones de toneladas, con una tasa de crecimiento anual de

2.18 %. La superficie cultivada en Ecuador supera las 120 000 ha por año, de las cuales cerca del 90 % están ubicadas principalmente en la región Sierra **(INEC, 2006).**

En el Ecuador la provincia de Chimborazo cuenta con la mayor producción para el fréjol seco con el 19 % de la producción nacional. En la provincia Bolívar se siembran alrededor de 4122 ha de fréjol para la cosecha en tierno con una

producción de 193 toneladas **(SINAGAP, 2015) .**

La provincia Bolívar dispone de zonas agroecológicas con un gran potencial para el cultivo de fréjol arbustivo, mismas que van desde los 1200 a los 2700 m de altitud con más de 40000 ha, en variados sistemas de producción principalmente en los cantones: Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes **(Monar, 2000 y 2015).**

El fréjol, es un cultivo estratégico para la seguridad y la soberanía alimentaria en el ámbito local, regional y mundial. Mejora la eficiencia de los sistemas de producción y es clave en la rotación de cultivos por la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN). Gran parte del germoplasma nativo, es susceptible al complejo de enfermedades foliares como la Antracnosis ***(Colletotrichum lindemuthianum)****;* Roya ***(Uromyces phaseoli);*** Mancha de Ascochyta ***(Ascochyta phaseolorum)****;* Mancha Angular ***(Isariopsis griseola Sacc), cenicilla o mildiú polvoriento (Erysiphe poligoni)*** y Añublo de halo ***(Pseudomonas phaseolicola)****.* Ante lo cual los productores realizan un uso irracional de los plaguicidas, incrementando los costos de producción y contaminación del ambiente **(Luis, 2015)**

Los objetivos planteados en esta investigación fueron:

* Identificar las principales características morfológicas de ocho accesiones de frejol arbustivo.
* Evaluar los principales componentes agronómicos de ocho accesiones de frejol arbustivo.
* Seleccionar las mejores accesiones de fréjol arbustivo en seco para esta zona agroecológica.
* Generar una base de datos de germoplasma promisorio de fréjol arbustivo, para esta zona agroecológica, para continuar con el proceso de la investigación participativa.

# PROBLEMA

El escenario actual de la producción de fréjol arbustivo a nivel nacional, regional y local, plantea una fuerte presión para su cultivo, ligada principalmente a la propia genética de ciertos materiales susceptibles al complejo de manchas foliares, así como a la cambiante y difícil situación climática en donde los diferentes factores climáticos han sufrido fuertes cambios y alteraciones que limitan en gran medida la productividad del cultivo.

Es importante, en este contexto la generación y validación de germoplasma que tenga características agronómicas resilientes, que le permitan enfrentar las cambiantes condiciones edafoclimáticos del territorio en donde se cultiva, mitigando de esta manera los efectos del cambio climático.

Las variedades locales que demandan los mercados son susceptibles a plagas y también a las enfermedades radiculares y foliares ante lo cual los productores recurren al uso irracional de los plaguicidas, lo cual ha generado una alta contaminación del ambiente, poniendo en riesgo la seguridad de los productores y de los consumidores.

La provincia de Bolívar tiene zonas agroecológicas apropiadas para el cultivo de fréjol, que, debido a la falta de conocimiento por parte de los agricultores de las alternativas tecnológicas apropiadas, no se han podido implementar de manera eficiente para contribuir al mejoramiento de los sistemas de producción y la seguridad alimentaria.

# MARCO TEÓRICO

## Antecedentes históricos.

El cultivo de fréjol común es considerado uno de los más antiguos, los hallazgos arqueológicos en Centro y Suramérica indican que era conocido unos 5000 años antes de la era cristiana. El género ***(Phaseolus***), consta de aproximadamente 55 especies en el continente americano. Cinco especies del género son cultivadas y tienen importancia económica a nivel mundial: ***(Phaseolus vulgaris L.) (P. coccineus), (P. polyanthus) (P. acutifoliusy)*** y ***(P. lunatus).*** De estas especies, la más conocida es ***(Phaseolus vulgaris L.)*** que es una dicotiledónea herbácea anual, perteneciente al orden fabales, familia de las fabáceas y tribu *(****Phaseolae)*.** Presenta una enorme variabilidad genética y existen miles de cultivares silvestres y cultivados que producen semillas de varios tamaños, y formas **(Baudoin, 2004).**

El fréjol común se cultiva desde los trópicos hasta las zonas templadas de prácticamente todo el mundo, su diseminación a otras partes del mundo se dio a partir del descubrimiento de América. La forma silvestre del género *(****Phaseolus)*** se extiende desde Durango o tal vez desde Chihuahua en México hasta San Luis Argentina bajo una distribución continua usualmente arriba de los 1000 m.s.n.m. **(Baudoin, 2004).**

## Origen.

Es una planta originaria de América Central y Sur de México. Cultivada desde la antigüedad, aún es posible encontrar en Sudamérica formas espontáneas. A Europa fue llevada poco después del descubrimiento de América y desde entonces su cultivo ha ido adquiriendo importancia creciente de acuerdo a la capacidad de adaptación, se ha extendido por los dos hemisferios en la zona tropical, subtropical y templada **(Amorosos, Garces, & Fernadez, 2008).**

## Taxonomía.

|  |  |
| --- | --- |
| **Reino:** | Plantae |
| **Sub reino** | Tracheobionta |
| **División:** | Magnoliophyta |
| **Clase:** | Magnoliopsida |
| **Subclase:** | Rosidae |
| **Orden:** | Fabales |
| **Familia:** | Fabaceae |
| **Subfamilia:** | Faboideae |
| **Tribu:** | Phaseoleae |
| **Subtribu:** | Phaseolinae |
| **Género:** | Phaseolus |
| **Especie:** | *Vulgaris* |
| **Nombre binomial:** | ***Phaseolus vulgaris*** *L.* |

**(Valladares, 2010)**

## Descripción botánica.

## Raíz.

En la primera etapa de desarrollo su sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de emerger la radícula es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, además se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 cm de profundidad del suelo [**(**](http://www.buenastareas.com/ensayos/Frijol/3011260.html))**CIAT, 2012**[**).**](http://www.buenastareas.com/ensayos/Frijol/3011260.html))

## Tallo.

Tallo herbáceo delgado de 4 a 7 mm de diámetro y con sección cilíndrica. El tallo puede ser erecto (fréjol arbustivo). Las ramificaciones guías tienen una longitud entre 20 a 60 cm de crecimiento erecto o decumbente **(Bonilla, 2010).**

## Hojas.

Las hojas son de dos tipos simples (dos hojas primarias) y compuestas, y se encuentran insertadas en los nudos del tallo y las ramas. Las compuestas son trifolioladas donde el foliolo central es simétrico y los dos laterales asimétricos [**htt**](http://semicol.co/semillas/agricolas/frijolarbustivoandino/flypagenewtpl.htm)**p**[**://semicol.co/semillas/agricolas/frijolarbustivoandino/flypagenewtpl.htm**](http://semicol.co/semillas/agricolas/frijolarbustivoandino/flypagenewtpl.htm)**l.**

## Flores.

Típica de las papilionáceas en cuyo proceso de desarrollo se pueden distinguir dos estados: el botón floral y la flor completamente abierta, de colores verde, rosado, blanco, y púrpura, el fréjol es una planta autógama [**http://semicol.co/semillas/agricolas/frijolarbustivoandino/flypagenewtpl.html.**](http://semicol.co/semillas/agricolas/frijolarbustivoandino/flypagenewtpl.html))

## Fruto.

El fruto es una vaina con dos valvas las cuales provienen del ovario comprimido puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como una leguminosa. Las vainas son generalmente glabras o sub glabras con pelos muy pequeños, a veces la epidermis es pilosa. Pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, existiendo diferencias entre las vainas jóvenes o estado inmaduro; las vainas maduras y las vainas completamente secas. El color depende de la variedad **(Arias, 2007).**

## Semillas.

Generalmente es de forma cilíndrica, arriñonada, esférica, u ovalada. Tiene una amplia variación de color (blanco, rojo, café, crema, negro, etc.) y de brillo, también existe combinación de colores, todo dependiendo de la variedad**. (Bonilla, 2010).**

## Etapas de desarrollo del fréjol.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fase** | **Etapa** | **Código** |
| Vegetativa | Germinación | V0 |
| Emergencia | V1 |
| Hojas primarias | V2 |
| Primera hoja trifoliada | V3 |
| Tercera hoja trifoliada | V4 |
| Reproductiva | Prefloración | R5 |
| Floración | R6 |
| Formación de vainas | R7 |
| Llenado de vainas | R8 |
| Maduración | R9 |

**(CIAT, 1986)**

## Zona de cultivo.

Valles: El Chota (Carchi, Imbabura), Guayllabamba y Tumbaco (Pichincha), Patate (Tungurahua), Gualaceo y Yunguilla (Azuay), Vilcabamba, Catamayo, Malacatos, (Loja). Estribaciones de cordillera: Intag (Imbabura), Noroccidente de Pichincha, Pallatanga (Chimborazo) y Cantones: Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes en la Provincia Bolívar (INIAP, 2008 y 2015)**; (Monar, C. 2015).**

## Variedades mejoradas.

El INIAP con el apoyo de varios autores locales, nacionales e internacionales han liberado las siguientes variedades de fréjol arbustivo:

INIAP 402 Rojo Sólido; INIAP-422 Blanco Belén; INIAP-427 Libertador (Rojo Moteado); INIAP-428 Canario Guarandeño (Amarillo); INIAP-430 Portilla (Rojo Moteado); INIAP-480 Rocha (Amarillo–Canario); INIAP-481 Rojo del Valle (Rojo Moteado); INIAP-482 Afro Andino (Negro); INIAP-483 Intag (Morado Moteado); INIAP-484 Centenario (Rojo Moteado) e INIAP-485 Urcuquí (Negro**) (INIAP & Monar, 2012 y 2015).**

## Hábito de crecimiento.

Los principales caracteres morfoagronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

* El tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo (determinado).
* El número de nudos.
* La longitud de los entre nudos y en consecuencia la altura de plantas.
* La aptitud para trepar.
* El grado y tipo de ramificación **(CIAT, 1984).**

**De acuerdo a estos descriptores se clasifican en:**

* Tipo I. Determinado Arbustivo.
* Tipo II. Indeterminado Arbustivo.
* Tipo III. Indeterminado Postrado.
* Tipo IV. Indeterminado Trepador **(INIAP, 2013).**

## Ciclo de cultivo.

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

En seco: 110 a 115 días en valles y estribaciones. 140 a 160 días en Guaranda, Bolívar **(INIAP, 2010) y (Monar, 2015).**

## Usos.

El fréjol en nuestro país es considerado como el alimento más importante por la calidad nutricional en variados usos y preparaciones ya sea en grano tierno o en seco. Los usos más importantes son en sopas, ensaladas, menestras y como materia prima para la agroindustria **(Monar, 2010).**

## Composición química.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Composición Química (100 g)**  **(Porcentaje %)** | | |
| **Componentes** | **Fréjol verde** | **Fréjol seco** |
| Agua | 58,2 | 14,3 |
| Proteínas | 10,5 | 21,5 |
| Grasa | 0,4 | 1,1 |
| Carbohidratos | 27,2 | 54,5 |
| Fibra | 1,8 | 4,6 |
| Cenizas | 1,9 | 4 |
| **Otros componentes (mg)** | | |
| Calcio | 67 | 105 |
| Fósforo | 220 | 425 |
| Hierro | 3,3 | 5,8 |
| Tiamina | 0,39 | 0,9 |
| Riboflavina | 0,08 | 0,14 |
| Niacina | 1,4 | 1,8 |
| Ácido ascórbico | 16 | 2,5 |
| Calorías | 151 | 306 |

**Enciclopedia Agropecuaria Terranova, 2001.**

## Requerimientos Edafoclimáticos.

## Temperatura.

La planta de fríjol crece bien en temperaturas promedio entre 15 y 27°C. En términos generales las bajas temperaturas retardan el crecimiento mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas (5°C o 40°C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles **(Arias, 2007).**

## Luz.

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El fríjol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días **(Arias, 2007).**

## Precipitación.

Requiere de 300 a 500 mm de promedio. Prospera en regiones con precipitación anual entre 600 y 2000 mm; Las lluvias durante la floración provocan caídas de flores. Son convenientes 110 a 180 mm entre siembra y floración; 50 a 90 mm durante la floración e inicio de la fructificación [**htt**](http://bajacaliforniasur.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos/11))**p**[**://bajacaliforniasur.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos/11.**](http://bajacaliforniasur.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos/11))

## Humedad.

El cultivo del fríjol requiere una atmósfera moderadamente húmeda y es afectada por una atmósfera excesivamente seca y cálida. Cuando alcanza su máximo crecimiento vegetativo en los meses de octubre y noviembre no hay una alta humedad relativa que pueda permitir la presencia de enfermedades [**htt**](http://campeche.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos))**p**[**://campeche.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos.**](http://campeche.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos))

## Luminosidad.

Obviamente el papel principal de la luz está en la fotosíntesis, pero la luz también afecta la fenología y morfología de una planta por medio de reacciones de

fotoperiodo y elongación. A intensidades altas afecta la temperatura de la planta

[**htt**](http://www.centa.gob./guias/granos%20basicos/Guia%20Técnica)**p**[**://www.centa.gob./guías/granos%20basicos/Guia%20Técnica**](http://www.centa.gob./guias/granos%20basicos/Guia%20Técnica) **Fríjol.**

## Suelos.

El fríjol requiere de suelos profundos y fértiles, con buenas propiedades físicas, de textura franco limosa, aunque también tolera texturas franco arcillosas **(Arias, 2007).**

## pH.

Idealmente entre 5.5 y 6.5. Suelos bien drenados **(Arias, 2007).**

## Zonas de producción.

Las zonas agroecológicas de producción del fréjol se encuentran a lo largo de la Sierra Ecuatoriana, desde la Provincia del Carchi hasta Loja ya sea dentro del Callejón Interandino o en las laderas externas de la Cordillera Occidental. Logra su mejor adaptación en el piso altitudinal de 1500 a 2200 msnm **(Fernandez, 2008).**

## Labores culturales.

## Preparación del terreno.

La preparación del terreno consiste en dar un barbecho una vez que se haya recogido el cultivo anterior, con el fin de que si llega a presentarse alguna lluvia esta pueda ser captada en el suelo. Previo a la siembra dar un paso de rastra con el fin de eliminar terrones y maleza que haya aparecido con las primeras lluvias. Posteriormente, una vez que se haya establecido el temporal, se procede a sembrar en surcos con una separación de 60 a 80 cm una vez que haya buena humedad en el suelo, además depende de la variedad y la densidad de plantas/ha **www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologias.**

## Barbecho.

Hacer un barbecho o movimiento de suelo profundo entre 30 y 40 centímetros inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior, esto trae los siguientes beneficios:

1. Permite incorporar los residuos para su rápida descomposición.

2. Reducir la población de malas hierbas, destruir las larvas de insectos que invernan.

3. Conservar la humedad del suelo y aflojar el suelo, lo cual mejora su estructura y la absorción se nitratos por la planta de frijol. Por otra parte, se debe evitar realizar esta práctica cuando el terreno esté demasiado húmedo, debido a que se levantan capas de suelo, lo que compacta la tierra y deja terrones muy grandes cuando se secan, no dejando germinar bien la semilla **(**[**Aldana, 2010).**](http://www.monografias.com/elfrijol))

## Rastreo y Nivelación.

Es conveniente dar uno o dos pasos de rastra para eliminar los terrones grandes y dejar una buena cama de siembra, que permita el paso del aire y una buena absorción del agua. Nivelación es muy importante para lograr una buena distribución del agua, evitando encharcamientos y partes altas donde no llegue la humedad suficiente para la planta **(**[**CIAT, 1983).**](http://www.monografias.com/elfrijol))

## Surcado.

La dirección de los surcos se debe hacer en el sentido del trazo de riego, con esto se logra una mayor eficiencia en la aplicación del agua **(**[**CIAT,**](http://www.monografias.com/elfrijol)) **1983).**

## Siembra.

En frijol suele realizarse la siembra directa, a razón de 2 a 3 semillas por golpe, que se cubrirán con 2 a 8 cm de tierra o arena en suelos enarenados. Dichas semillas deben haber sido seleccionadas adecuadamente y tratadas con funguicidas **fflugsa.tripod.com/frijol.htm#4.**

En los Valles de la Sierra, se cultiva en labranza reducida, surcos separados cada 60 a 70 cm y 3 semillas por sitio cada 30 cm **(Monar, 2011).**

## Raleos.

Es conveniente realizar raleos, para dejar el número adecuado de plantas por unidad de superficie. Se recomienda dejar dos plantas por sitio, separadas a 40 cm **(Zhispon, 2013).**

## Combate de malezas.

Manual: Dos deshierbas y un aporque a los 20; 40 y 60 días después de la siembra.

Químico: En preemergencia, mezclar un kg de Afalón (Linurón) más 2 l de Lazo (Alaclor) en 400 l de agua por ha, sobre suelo húmedo. En monocultivo y en postemergencia, se puede usar Flex (Fomesafen), 250 cc/200 l de agua, para malezas de hoja ancha (con 2 a 3 hojas verdaderas). No se debe aplicar en época de sequía **(INIAP, 2008 y 2015).**

## Riegos.

El riego es una práctica indispensable para alcanzar altos rendimientos y mejorar la calidad del grano. Las leguminosas son cultivos sensibles al déficit como al exceso de agua. Se les debe aplicar entre 2 y 5 riegos, dependiendo de la textura del suelo. Los suelos franco arenosos requieren más de 3 riegos. Los suelos arcillosos entre 1 y 2 riegos. Los riegos deben ser ligeros y frecuentes utilizando surcos, nunca se debe regar al pie de la planta para evitar compactación de la zona de la raíz. Las etapas más sensibles al déficit de agua conocidas como etapas críticas; son las etapas de desarrollo vegetativo, prefloración y llenado de vainas **(INIAP, 2015).**

## Tipos de labranza.

## Labranza primaria.

Tiene por objeto aflojar la tierra, para que las raíces del cultivo tengan una buena zona de desenvolvimiento. La labranza primaria facilita también el drenaje en el suelo y mejora su capacidad para almacenar el agua y el aire, elementos necesarios para la fijación del Nitrógeno. Esta operación se hace a una profundidad de 20 a 30 cm, dependiendo principalmente de la textura del suelo. La época de la labranza primaria depende del clima y el tipo de suelo. En climas templados, por ejemplo, se preparan los suelos arcillosos con bastante anticipación. Estos suelos requieren de cambios climatológicos para granularse. Los suelos arenosos se aran poco antes de la siembra **(Parson, 2005).**

## Labranza secundaria.

La labranza secundaria sirve para afinar la capa superior del suelo. Como las semillas de fríjol son grandes en comparación con las de los otros cultivos, la preparación de la cama de siembra puede ser menos fina ya que los brotes de estas plantas son más robustos. La capa superior debe ser suelta y bien nivelada. La capa debe tener una profundidad de aproximadamente 10 cm. Esta se obtiene con dos pasadas de la rastra de dientes, para obtener una superficie suelta y granulada. En caso de que la superficie del campo sea irregular, se necesita efectuar una buena nivelación para evitar que el agua se encharque y pudra las raíces. La nivelación es también necesaria en terrenos recientemente abiertos a los cultivos. El uso de rastras de dientes ayuda en la nivelación del campo **(INIAP, 2005).**

## Fertilización.

La mayoría de suelos donde se cultivan fréjol son deficientes en Nitrógeno, Zinc y Manganeso, y muchos de ellos en Fósforo. En los trabajos realizados, el fréjol ha respondido muy bien a las aplicaciones de N y P. Se sugiere aplicar al momento de la siembra, tres y medio sacos de 18 - 46 – 00/ha; en aquellos sitios donde sea acentuada la falta de N, será necesario aplicar un saco de Urea en la primera deshierba. La fertilización completa equivale a la fórmula 54 - 80 - 00 de N - P - K en kg/ha de elemento puro. Si esto no es posible, en la segunda aplicación de N por lo menos se debe asperjar Urea al follaje (1 kg/ tanque de 200 l de agua) u otro fertilizante foliar al hacer las aplicaciones de pesticidas, esto ayudará a controlar deficiencias de micronutrientes [**www.inia.gob.pe/cultivofrijol.**](http://www.inia.gob.pe/cultivofrijol))

## Tratamiento de semilla.

La semilla a utilizar se debe desinfectar contra [hongos](http://www.monografias.com/trabajos10/hongo/hongo.shtml) e insectos plaga del suelo. Debe realizarse momentos antes de la siembra utilizando cualquiera de los fungicidas más un insecticida de los que se indican a continuación. La dosis de fungicida es de 2 a 3 g y para el insecticida 4 g por cada kg de semilla.

|  |  |
| --- | --- |
| **Fungicida** | **Insecticida** |
| Vitavax (Carboxin + Captan)  Rhizolex T (Tolclofosmethyl) | Orthene 75 PS (Acefato)  Vencetho (Thiodicarb) |

[**http://fijolcent.blogspot.com/p/tratamiento-de-la-semilla.htm.**](http://fijolcent.blogspot.com/p/tratamiento-de-la-semilla.htm))

## Época de siembra.

Las épocas de siembra recomendadas para fréjol arbustivo dependen de las zonas agroecológicas. En la Provincia Bolívar en siembra de secano se recomienda desde el 15 de febrero hasta el 30 de abril **(Monar, 2011).**

La cantidad de semilla en unicultivo por ha es de 70 Kg. Distancia entre surcos: 60 a 70 cm.

Distancia entre sitios: 25 a 30 cm.

Semillas por sitio: 3 a 4. Raleo dos plantas por sitio **(INIAP, 2004) y (Monar, 2011).**

## Métodos de siembra.

Los métodos de siembra dependen de la maquinaria disponible, del hábito de crecimiento y el tipo de explotación.

## Siembra de precisión.

Se utiliza para una distancia uniforme entre las semillas. Para accesiones de mata, la distancia entre hileras debe ser de 40 a 60 cm, y de 10 a 15 cm entre plantas **(INIAP, 2003).**

## Siembra en camas meloneras.

Las camas son de 1.40 m de ancho, separadas por 30 cm de distancia para facilitar el paso. El fríjol puede sembrarse en dos filas sencillas con un espacio de 70 cm entre ellas **(Parson, 2005).**

## Siembra intercalada en hileras.

Se siembra el fríjol asociado con maíz. La distancia entre hileras será de 60 a 80 cm. la distancia entre plantas del maíz en la misma hilera será 75 a 80 cm **(Parson, 2005) (INIAP, 2010).**

## Cosecha.

La cosecha en vaina seca se debe realizar cuando las plantas hayan alcanzado completa madurez fisiológica, es decir cuando están completamente defoliadas, las vainas secas de color amarillo y con un contenido aproximado de 18 a 20% de humedad en las semillas **(INIAP, 2010)**.

La cosecha comprende tres fases: arrancado de plantas, desgrane o trilla y pre limpieza. El arrancado de plantas debe realizarse antes que las vainas están completamente secas, el arrancado debe realizarse por las mañanas para que no se desgranen. El desgrane o trilla, es una operación que causa daño al grano cuando la humedad de la semilla es demasiado alta o baja. Se procede a trillar cuando las vainas se abren fácilmente **(INIAP, 2011).**

La trilla puede hacerse en forma manual al garroteo, sobre montones de plantas, mecánicamente usando maquinas trilladoras. La prelimpieza consiste en separar las semillas de los residuos de cosecha, la prelimpieza facilita el secamiento y el manejo posterior de la cosecha **www.itacab.org.**

## Grano comercial y semilla.

## Madurez.

El arrancado del fréjol se realiza cuando este llegue a su madurez fisiológica, es decir cuando el 90 % de las vainas han cambiado de color, las hojas se vuelven amarillas por vejez o se han caído en su mayoría. Para arrancar las plantas hay que considerar dos aspectos: que las plantas en el campo obtienen un secado natural del grano al perder humedad poco a poco de manera uniforme. No se debe permitir que las vainas se sequen demasiado para reducir pérdidas (desgrane) **(Bravo, 2009).**

## Semilla.

Las semillas de fréjol presentan una gran variación de colores, formas y tamaños entre los colores se pueden señalar el blanco, amarillo, beige, café, rojo, negro o combinaciones de algunos de ellos; las formas, en tanto, pueden ser cilíndricas, arriñonadas, esféricas, ovaladas, etc. [**htt**](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/semillas.htm))**p**[**://www7.uc.cl/sw\_educ/cultivos/legumino/frejol/semillas.htm.**](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/semillas.htm))

## Postcosecha.

## Pre secado.

El pre secamiento es el secado del fríjol en el campo, esta actividad se realiza cuando el tiempo está seco y consiste en arrancar la planta de fríjol cuyo grano tiene un 30 a 50% de humedad, se juntan unas cuatro a cinco matas y se dejan los moños en el campo para su secamiento, si el tiempo es soleado las vainas se secarán en 3 a 4 días, se ponen quebradizas listas para el aporreo. La actividad de pre secado tiene mucho riesgo de pérdida de cosecha por ocurrencia de lluvias cuando las plantas están en contacto con el suelo, las grandes pérdidas por este efecto provocando germinación de los granos y contaminación por hongos, lo que ocasiona pérdida de la calidad y reducción del precio del producto **(Bravo, 2009).**

## Tecnología de secado en cordeles o tendales.

Esta tecnología utiliza el calor solar y el viento para secar el fríjol arrancado, consiste en colgar el fríjol sobre cordeles amarrados de una estaca a otra en el campo **(Bravo, 2009).**

## Tecnología de pre secado de fríjol con plástico.

Esta tecnología consiste en agrupar las matas de fríjol arrancadas para dejarlas secar en días sin lluvia, el plástico cubre las plantas durante la noche y días con lluvia para protegerlas, con esta tecnología la mata de fríjol puede durar más de 30 días sin sufrir daños significativos durante el pre secado en campo **(INIAP, 2015).**

## Aporreo (Trilla).

El aporreo consiste en golpear las matas secas con un bastón de madera para que las vainas se habrán y liberen el grano. Esta actividad se hace en día soleado o nublado en un lugar adecuado del campo, ya que luego es soplado y ensacado el fríjol; para esta actividad se usan plásticos, lonas o sacos unidos entre sí. Al momento del aporreo el grano de fríjol tiene una humedad del 18 al 20 %, por lo tanto, es necesario secarlo más para su venta o almacenamiento. Puede hacerse por pisoteo con animales o por golpe sobre el piso usando varas de madera, cuando se trate de cantidades pequeñas (1 a 2 ha). Para cosechas grandes, se recomienda el uso de trilladoras mecánicas. Para producir semilla de buena calidad, se debe utilizar el sistema manual de “varas” o “marimba”. La práctica tradicional de pisoteo con camión, daña la semilla por aplastamiento y la calidad del grano se reduce significativamente **(FAO, 2007; INIAP 2014).**

## Secado y Almacenamiento.

Una vez aporreado y soplado el fríjol, debe ser transportado, en donde debe ponerse al sol el grano de fríjol para bajar la humedad a un 13 %, para esto se utilizan carpas de plástico negro. Si el grano se almacena con humedad mayor del 14 % hay un recalentamiento del grano que provoca pérdidas de germinación de la semilla, el grano se arruga, agarra hongos y se desarrollan las plagas de almacenamiento perdiendo así la calidad del grano. El almacenamiento en silos metálicos permite guardar el grano en mayores volúmenes a granel y libre de riesgos por humedad, insectos y ratas. Mientras exista en el mercado se puede utilizar tabletas de Fosfamina, una tableta por cada 4 quintales de fríjol, si es en silo metálico se envuelve la pastilla sobre un trapo y esta sobre el grano y se cierra herméticamente, si es en saco se puede colocar 1/2 pastilla envuelta en tira por saco y luego se cubre con plástico, si el fríjol es empacado en bolsas plásticas se le pone ¼ de pastilla por bolsa **(FAO, 2006).**

Los principales factores que influyen en el deterioro del grano en almacén son los siguientes; alto contenido de humedad en el grano almacenado, elevada temperatura del ambiente o de bodega, presencia de hongos, bacterias y roedores. Previo al almacenamiento es recomendable que la semilla pase por el proceso de limpieza, el grano debe contener 12% de humedad. Se ha demostrado que cuando la semilla tiene alto contenido de humedad (mayor del 13%) el poder de germinación disminuye considerablemente después de los 90 días de almacenamiento **(Alizaga, 1985).**

El tratamiento de la semilla de frijol ha demostrado que reduce los riesgos de daño y pérdida provocados por hongos o insectos durante el almacenamiento,

que de no aplicarlo se pueden traducir en pérdidas de rendimiento.

Por lo anterior, se recomienda tratar la semilla de fréjol con una mezcla semilíquida preparada con agua y fungicida, usando cualquiera de los productos recomendados: Agrofun 65-10, Metacaptan, Metacaptan fluable (Captan + Metoxicloro), en dosis de 125 a 250 g/100 kg semilla; Terrazan 75 PH, Pentaclor 600 TS, Rivazan. (Quintozeno), 125 a 250 g/100 kg semilla; Gustafson 42-S, Interthiram 480, Metacid 400 TS (Thiram),125 a 250 g/100 kg semilla; LPU- Vitavax-Thiram, Vitavax 200 SA (Corboxín+Thiram) 125 a 250 ml/100 kg semilla; Derosal 500 D, Prozycar 50 % (Carbendazim) 125 a 250 g/100 kg semilla; Benlate, Promyl 50 PH, Promilo 50 PH. (Benomilo), 120 a 250 g/100 kg semilla

## (CESAVEG, 2014).

Durante el almacenamiento, la semilla puede absorber humedad del ambiente o liberar humedad hacia el mismo, hasta llegar a un equilibrio con la humedad relativa del ambiente, si esta es alta la humedad relativa es alta y la semilla se deteriorará más rápidamente. Por lo que el alto contenido de humedad en la semilla y del ambiente provoca el deterioro, perdida de vigor y germinación de la semilla **(FAO, 2012).**

El mejor almacenamiento para semilla son bodegas secas, limpias y libres de pájaros y plagas. Para estibar se debe realizar en plataformas de metal o madera, para evitar el contacto directo con el suelo ya que se pueden presentar problemas al grano por presencia de humedad. Es importante que en un lapso no muy largo se estén monitoreando los sacos para con oportunidad detectar la presencia de alguna plaga o enfermedad **(INIAP, 2010).**

## Manejo fitosanitario.

Será efectuado mediante el uso de varios métodos, entre los cuales sobresalen los preventivos, culturales, mecánicos, biológicos y químicos. La selección del método o los métodos más adecuados deben estar fundamentados en el conocimiento de las arvenses (malezas) y su biología, sus hábitos de desarrollo,

modo de reproducción, comportamiento de las semillas en el suelo, medios de dispersión, número de semillas por planta y su viabilidad. También pueden influir en la selección, de manera considerable, el área invadida, las especies y el estado del cultivo, las prácticas agrícolas usuales y la capacidad económica del agricultor [**htt**](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s04)**p**[**://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s04.**](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s04) **Manejo fitosanitario.**

## Plagas.

* + 1. **Afidos (*Aphis spp*).**

Su daño más grave es por su habilidad para trasmitir el virus del mosaico común hace de él una plaga de importancia económica. Son insectos pequeños de 2 mm de longitud y de diversos colores, aunque en el fréjol el color de las especies predominantes es verde con negro **(López, 2006).**

**Control:** Usar Elosal (Azufre) 1 kg en 200 l de agua **(INIAP, 2008 y 2015).**

* + 1. **Trozadores (*Agrotis sp y Spodoptera sp*).**

Se alimentan de las raíces causando la muerte de la planta, luego trozan los tallos tiernos, causando la muerte de la planta. Se alimentan en la noche y se mantienen escondidos durante el día en el suelo. La larva de **(*Spodoptera*)**se puede presentar como tierrero, como comedor de follaje o atacando botones florales **www.bayercropscience.com.**

**Control:** Se recomienda KSI (orgánico a base de ácidos láurico, palmítico, esteárico) en dosis de 800 cc/ha o Deltametrina (Decis) en dosis de 400 cc/ha. **(Peralta E., Murillo, C, J, & M, 2010).**

* + 1. **Mosca blanca *(Bemicia tabaci).***

La mosca blanca es un insecto chupador cuyas formas inmaduras ocurren en el envés de las hojas. Los huevos son oblongos, verde pálido y muy pequeños. Las ninfas se establecen en la hoja donde chupan la savia. El adulto también es un chupador; se caracteriza por ser de color blanco y muy pequeño, de 2-3 mm de longitud. El daño físico causado por la mosca blanca no es de importancia; más bien

radica en la habilidad para trasmitir los virus del mosaico dorado del fréjol y el mosaico clorótico del fréjol.

**Control:** La mosca blanca tiene varios enemigos naturales representados por avispas parásitas, coccinélidos y neurópteros depredadores. En muchos casos es necesario recurrir a la aplicación de productos químicos; son efectivos el Metamidofos, el Monocrotofos y el Acefato **(INIAP, 2010).**

* + 1. **Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*).**

También denominado como Chicharrita, Chicharra, Salta Hojas y Empoasca. En incidencia elevada, influye en el crecimiento y desarrollo de la planta. Como consecuencia del ataque resultan afectados los componentes del rendimiento: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y el peso de la semilla. El lorito verde inicia su ataque inmediatamente después de la germinación. Provoca un encorvamiento de las hojas hacia arriba o hacia abajo que, posteriormente se encrespan. Las márgenes de las hojas primarias se tornan amarillas. La planta se retrasa en su crecimiento y presenta síntomas similares a los causados por el ataque de virus **(INIAP, 2004).**

**Control:** Usar Sevin 300 cc en 200 l de agua **(Andrade, 2006).**

* + 1. **Los Gorgojos (*Acanthoscelides obtectus*).**

Los coleópteros, comúnmente designados como gorgojos, causan pérdidas económicas en fríjol almacenado en Centroamérica, alrededor del 20%. Sin embargo, cuando la cosecha de fríjol es tardía y se trae del campo con una infestación alta, las pérdidas en el almacén pueden elevarse a 100% o pérdida total de la cosecha, si no se toman medidas de control adecuadas y oportunas. Dentro de esta categoría dos especies son importantes: **(*Zabrotes subfaciatus)*** (Boheman) y **(*Acanthoscelides obtectus*)** (Say). Ambas especies se encuentran ampliamente distribuidas en los trópicos. Para su control en envase cerrado usar Gastoxin (Fosfamina), una tableta por 50 Kg de grano o semilla **(FAO, 2007; INIAP 2014).**

## Enfermedades.

* + 1. **Roya (*Uromyces phaseoli*).**

La enfermedad aparece a los 15 o 20 días de edad de las plantas. Se manifiesta inicialmente en el envés de las hojas, en forma de pequeñas manchas circulares y blanquecinas de aproximadamente 1 a 2 mm de diámetro. La roya es la enfermedad más importante y puede causar daños severos al cultivo **(Fernandez, 2008).**

**Control:** Anvil (Hexaconazol) 200 cc en 200 l de agua ó Plantvax (Oxicarboxin) 200 g en 200 l de agua, o el uso de variedades resistentes como Jema y Blanco Imbabura en el Norte; Yunguilla y Chaupeño, en el Sur. Estas variedades presentan resistencia genética a roya en las zonas recomendadas **(Bravo, 2009).**

* + 1. **Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).**

Es una de las principales enfermedades del fréjol que más pérdidas económicas causa en todo el mundo. Los síntomas pueden aparecer en cualquier parte de la planta. Las lesiones foliares ocurren inicialmente en el envés de las hojas, a lo largo de las nervaduras principales, en forma de manchas pequeñas, angulares de color rojo a púrpura las que posteriormente se vuelven de color oscuro. La antracnosis se reconoce con mayor facilidad en las zonas donde las lesiones son chancros deprimidos, de forma redondeada, con márgenes ligeramente prominentes delimitados con un anillo negro con borde café rojizo **(Falconi & Fernadez, 2008).**

**Control:** En cultivos de fréjol con problema de antracnosis, se debe incorporar en el suelo los residuos de esa cosecha por medio de un barbecho profundo, meses antes de la siguiente siembra. Hacer rotaciones de fríjol con otros cultivos no hospedantes de esta enfermedad. Usar semilla que no esté contaminada (semilla certificada), fechas de siembra que escapen a la infección [**htt://www.bayercropscience.com.**](http://www.bayercropscience.com/) **y (Castillo, 2011).**

* + 1. **Mancha de ascoquita *(Ascochyta phaseolorum).***

Las lesiones en el follaje son de color café, con los bordes más oscuros, de tamaño y forma irregular. En los tallos es del mismo color, alargadas y deprimidas.

En las vainas muestran forma circular, de color más oscuro, deprimidas y con anillos concéntricos. Inicialmente los síntomas aparecen en las hojas, con lesiones circulares de color oscuro que al crecer adquieren apariencia de un conjunto de círculos concéntricos. Las lesiones en las vainas producidas por ascochyta presentan manchas de coloración oscura sin forma definida ni depresiones, pero si los anillos concéntricos **(Fernandez, 2008).**

**Control:** La siembra de semilla limpia, o en caso de duda, tratada química o físicamente para eliminar el patógeno que allí puede ser transportado; rotación de cultivos. También se controla con productos químicos como: Benomyl, Carbendazin, Anvil y entre otros **(Socorro & Martin, 2009).**

* + 1. **Mancha angular: (*Isariopsis griseola Sacc*).**

Las condiciones ambientales donde se presenta la enfermedad son temperaturas intermedias (18 a 28°C), donde se alternan períodos de lluvia con días secos. En las hojas se observan pequeñas manchas de color gris o café de forma cuadrada o triangular con bordes amarillentos limitadas por las nervaduras de las hojas. Los primeros síntomas de la enfermedad se observan cercanos a la floración, en las etapas vegetativas la infección permanece latente en las hojas de la planta.

**Control:** Usar semilla libre del patógeno. Practicar la rotación con gramíneas de esta forma los residuos de la cosecha anterior logran descomponerse. Usar fungicidas para el control preventivo en zonas con un historial de la presencia de la enfermedad. Aplicar Benlate (Benomyl) en dosis de 0.5 kg/ha de producto comercial,

Dithane M-45 o Baycor entre otros productos

[**htt**](http://www/)**p**[**: //www.**](http://www/) **(Peralta, 2010 y 2016).**

## Mildeo polvoso o Cenicilla (Erysiphe polygoni DC ex Merat.).

Esta enfermedad se conoce también en América Latina como oídio, oídium y cenicilla. Tiene distribución mundial. Prevalece en muchas condiciones ambientales, pero generalmente es más grave en condiciones de estrés de sequía, de baja humedad y temperaturas moderadas. La infección en plantas jóvenes puede resultar en defoliación y daños severos. Es más común ver los síntomas asociados con plantas adultas. Estos síntomas se inician en el haz de las hojas como manchas oscuras y moteadas; después se llenan de un micelio blanco que les da una apariencia polvosa. De las hojas se esparce a las vainas, en las que causa una decoloración generalmente púrpura, casi redonda, con centro gris. La enfermedad puede deformar las vainas. Los síntomas en los tallos son, por lo general, decoloraciones rojizas o púrpuras. El micelio puede cubrir toda la planta. El hongo puede ser portado externamente en la semilla y por el viento que disemina las esporas. Se utilizan para su control fungicidas a base de azufre en dosis de 2 kg/ha. Existen variedades resistentes; sin embargo, la existencia de diferentes razas fisiológicas o patotipos, puede afectar la utilización de estas fuentes de resistencia **(Cardona, et al. 1982).**

## Bacterias.

* + 1. **Añublo de halo (*Pseudomonas Phaseolicola*).**

En América latina esta enfermedad se reconoce también como halo amarillo, tizón de halo, hielo amarillo, prestamente bacteriano aureolado y manchas aureolada. La enfermedad es más común y seria en regiones con temperaturas frías o moderadas. Los síntomas iniciales en el envés de la hoja aparecen de 3 a 5 días después de la infección, con pequeñas manchas húmedas, posteriormente, alrededor de las manchas acuosas se forma un halo amarillo verdoso. También puede ocurrir una clorosis sistemática con amarillamiento y deformación de las hojas, sin que haya síntomas externos aparentes. Las vainas infectadas presentan manchas acuosas de color café o rojo con apariencia grasosa. El patógeno se transmite por medio de la semilla. En las lesiones acuosas de las hojas y de las vainas se puede observar un exudado bacteriano de color plateado **(Andrade, 2006).**

**Control:** Se debe usar Kocide 101 (Hidróxido Cúprico) 300 g en 200 l de agua o Kasumin (Kasugamicina) 500 cc en 200 l de agua **(Saborio, 2006).**

## Virus.

## Virus del Mosaico Común del Fríjol (VMCF).

El Virus del Mosaico Común del Fríjol (VMCF) el patógeno viral más importante de este cultivo, debido a que puede ser transmitido en un alto porcentaje por vía mecánica, por la semilla y por varias especies de áfidos en el campo. Las condiciones ambientales favorables para la aparición del virus son de temperaturas medias de 18 a 25ºC y altas de 28ºC. Los síntomas causados por el VMCF dependen de la variedad, de la cepa del virus y de las condiciones ambientales. En las variedades susceptibles, los síntomas se manifiestan con áreas verdes claras y oscuras delimitadas por la nervadura de las hojas y las cuales se enrollan hacia el envés **(Voyset & López, 2006).**

## Virus del Mosaico Dorado del Fríjol (VMDF).

Es la enfermedad más importante en el cultivo de fríjol en el trópico, y es transmitida por el insecto Mosca Blanca **(*Bemisia tabaci*)** la enfermedad no se trasmite por semilla). Esta enfermedad se registra en el país en condiciones ambientales de temperaturas medias de 18 a 25ºC y altas de 28ºC y altitudes no mayores de 1200 m. Las plantas infectadas presentan en las hojas un color amarillo intenso, debido al desarrollo desigual de las áreas sanas y enfermas, las hojas pueden deformarse. Si las plantas han sido infectadas antes de la floración, hay aborto prematuro de las flores y deformaciones de las vainas. Las semillas presentan manchas y deformaciones y el peso disminuye. Las pérdidas por esta enfermedad pueden alcanzar hasta el 100% **(INIAP, 2012).**

## Características agronómicas.

Las características agronómicas más importantes son: Hábito de crecimiento, Altura de planta, Color de la flor, Largo de la vaina, Color del grano tierno, Color del grano seco, Forma del grano, Tamaño del grano tierno y seco, Días a la floración, Días a la cosecha en verde, Días a la cosecha en seco, No. de vainas/planta, No. de granos/vaina, Peso de 100 granos secos, Reacción a enfermedades, Número de guías por planta, etc. **(Azcon & Talon, 2007).**

## Recursos filogenéticos.

Se puede definir a los recursos genéticos como el bien o medio potencial (recursos) que se encuentran en los genes (genéticos); es decir, la variabilidad genética almacenada en los cromosomas y en otras estructuras que contienen ADN **(FAO, 2006).**

Se hace entonces necesario establecer bases científicas y técnicas para la conservación de los recursos genéticos mediante la definición de estrategias, asumiendo criterios adecuados de acuerdo a la naturaleza del material a conservar **(CIP, 2003 e INIAP 2018).**

Desde que los cazadores-recolectores se dieron cuenta, hace unos 12000 años, que podían guardar y plantar semillas de una temporada a otra, ha aumentado el número de recursos fitogenéticos en el mundo para la alimentación y la agricultura. Con el paso de los milenios, los agricultores aprendieron a guardar las semillas de cultivos que consideraban más fáciles de procesar o almacenar, o aquellas con mayor probabilidad de sobrevivir a períodos vegetativos o incluso las que simplemente tenían mejor sabor. Como resultado, más de 7000 especies de plantas se han cultivado o recogido para la obtención de alimentos. Muchas siguen siendo importantes para las comunidades locales en las que el aprovechamiento de sus posibilidades es crucial para lograr la seguridad alimentaria [**www.fao.org/docrep.**](http://www.fao.org/docrep))

El término germoplasma proviene de dos raíces: “germo” del latín germen, que significa principio rudimental de un nuevo ser orgánico y “plasma” del griego plasma, que se define en sentido amplio como materia no definida. Por lo tanto, germoplasma es la materia donde se encuentra un principio que puede crecer y desarrollarse, en el cual se encuentra toda la variabilidad genética, representada por células germinales o las semillas, de la que dispone una población **(Sevilla, 2004).**

Se define como accesión, colecta o entrada a la unidad de conservación. Se entiende como una muestra de una variedad, línea o población en cualquiera de sus formas reproductivas sean esta; semillas, tubérculos, vareta, estaca, etc. Los mismos

que entran al banco de germoplasma para su caracterización, conservación o utilización **(Castillo, 2011).**

## Cultivar.

Un cultivar es un grupo de plantas [seleccionadas artificialmente](https://es.wikipedia.org/wiki/Selecci%C3%B3n_artificial) por diversos métodos a partir de un cultivo más variable, con el propósito de fijar en ellas [caracteres](https://es.wikipedia.org/wiki/Car%C3%A1cter_biol%C3%B3gico) de importancia para el [obtentor](https://es.wikipedia.org/wiki/Obtentor) que se mantengan tras la reproducción. Según define el [Código Internacional de Nomenclatura para Plantas Cultivadas](https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_Internacional_de_Nomenclatura_para_Plantas_Cultivadas), estos caracteres deben cumplir con los requisitos de ser distintivos (que caractericen al cultivar, que lo diferencien de los demás), homogéneos (que se encuentren en todas las plantas del cultivar) y estables (que sean heredables), por el método de propagación indicado.

El Código no define a los cultivares por parentesco, solo las plantas propagadas por el método indicado que mantienen los caracteres que los definen están incluidas en ese cultivar, y viceversa, si se obtiene un grupo de plantas distintivo, homogéneo y estable para ese carácter por el mismo método de propagación, se consideran pertenecientes al mismo cultivar aunque se hayan originado independientemente. También puede nombrarse como cultivar una primera generación híbrida de dos líneas puras (un cultivar F1). Tras obtener un cultivar, para ser establecido como tal debe asignársele un nombre en concordancia con las reglas del Código, luego de lo cual se publica su nombre, circunscripción y método de propagación en un medio no efímero y se inscribe en el Registro Internacional de Cultivares correspondiente de los listados en el Código. El nombre es útil para su comercialización y es parte del trámite de registro de marcas, que deben ser diferentes del nombre del cultivar y del registro de patentes para poder reclamar cualquier derecho de venta de semillas en exclusividad. En patentes y ciertas leyes tanto nacionales como internacionales se denomina 'variedad', cuya definición restringida en relación al Código de Botánica es sinónimo del cultivar tal como se define en el Código de Plantas Cultivadas **(INIAP, 2014).**

## Importancia del germoplasma.

Es importante mantener las reservas de variación genética, debido a los procesos de mutación, recombinación y selección tanto artificial como natural y bajo varias condiciones ecológicas y varios regímenes de cultivo. Los resultados han sido la creación de variación extraordinariamente compleja, por eso las plantas domesticadas son muy distintas a sus antepasados silvestres **(Castillo, 2011).**

La diversidad genética, no sólo proporciona el material básico para la producción de nuevas variedades, sino que sirve como amortiguador contra posibles cambios perjudiciales en el medio ambiente. Por lo tanto, la preservación de la diversidad genética es una inversión para el futuro, para la obtención de cultivos nuevos y mejorados, puesto que dependemos de ellos **(Sevilla, 2004).**

## Variedades de fréjol liberadas por el INIAP

Entre los años 1963 y 1978, los programas de investigación en fréjol y otras leguminosas del INIAP ubicados en las Estaciones Experimentales Santa Catalina (Pichincha), Pichilingue (Los Ríos) y Boliche (Guayas), realizaron colecciones de germoplasma o las introdujeron del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia para su evaluación. En 1979, en la Estación Experimental Boliche se entrega la primera variedad mejorada por selección, la variedad INIAP Bayito. En 1988, el Programa de Leguminosas de la Estación Experimental Santa Catalina entrega las primeras cuatro variedades mejoradas por selección (dos arbustivas y dos volubles). En 1990 se fortalece la investigación y el Fito mejoramiento en el Programa de Leguminosas en la Estación Experimental Santa Catalina. Juega un papel importante el apoyo del CIAT, especialmente en la capacitación de investigadores nacionales. De 1990 al 2000 se evalúan poblaciones de fréjol del CIAT, se liberan variedades mejoradas principalmente para el Austro con la participación de la Estación Experimental Chuquipata. En el 2000 concluye el apoyo del CIAT. Del 2001 al 2006 apoya al Fito mejoramiento la Universidad de Wageningen (Holanda), con el enfoque de resistencia duradera. En el 2003 se suman las Universidades Estatal de Michigan y de Cornell con los proyectos Bean/Cowpea-CRSP y Pulses CRSP-MSU (USAID) **(Peralta, 2010).**

## Métodos de Mejoramiento en Fréjol.

## Método por introducción y selección.

La introducción es la importación de material genético. Es considerado como un método de mejoramiento porque el estudio sistemático de los materiales importados puede producir los mismos beneficios que pueden ser logrados con métodos de mejoramiento convencionales. Para los programas de mejoramiento es económico y aconsejable evaluar variedades y líneas avanzadas provenientes de otros programas, porque es probable encontrar en estos materiales la base para aislar genotipos superiores mediante selecciones individuales. Las introducciones también son utilizadas como reservas de germoplasma para trabajos de hibridación **(Voyset & López, 2006).**

En (***P. vulgaris****),* los métodos de selección tienen muy poca efectividad y sólo se deben emplear en los casos que existan poblaciones de variedades nativas; las cuales están formadas por mezclas de líneas puras. También los métodos de selección masal o individual se emplean en el mantenimiento de las variedades comerciales. El empleo de uno u otro método de selección dependen de las características genéticas que se desean seleccionar **(Socorro & Martin, 2009).**

## Método por hibridación.

Este es el método más utilizado en fréjol, se emplea en forma de pedigrí, del método poblacional y del método de retro cruzamiento en dependencia de los caracteres que se desean mejorar, que de forma general en el fréjol son numerosos y por tanto el método más empleado es el de pedigrí clásico. Este método consiste en mejorar varios caracteres los cuales por lo general son transmitidos por herencia en parte cuantitativa y cualitativa (por ejemplo: el rendimiento y el tipo de crecimiento, la pigmentación o el tamaño de las semillas, la resistencia y otros caracteres); en muchos casos se puede determinar una sucesión oportuna de caracteres, los cuales deben ser sometidos a la selección en generaciones siguientes **(Peralta & Armin, 2010).**

## Método por cruzamiento.

En el fréjol además de los cruzamientos simples A x B, se pueden realizar también cruces múltiples (A x B) x (C x D) x….., en los cuales se puede volver a realizar cruces entre las F1. Estos cruces son recomendables en los casos que se quiera romper ligamentos **(Socorro & Martin, 2009).**

# MARCO METODOLÓGICO

## Materiales.

**Ubicación del experimento.**

La presente investigación, basó sus cultivares en el registro, sistematización y análisis de datos, dentro de 32 unidades experimentales implementadas por el Programa de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar en la Granja Experimental Laguacoto III misma que se encuentra en:

|  |  |
| --- | --- |
| Provincia | Bolívar |
| Cantón | Guaranda |
| Parroquia | Veintimilla |
| Sitio | Granja Experimental Laguacoto III - UEB. |

**Situación geográfica y climática.**

|  |  |
| --- | --- |
| Altitud: | 2640 msnm. |
| Latitud: | 01º 32’ S |
| Longitud: | 78º 59’ W |
| Temperatura máxima: | 21º C |
| Temperatura mínima: | 7º C |
| Temperatura media anual: | 14.5º C |
| Precipitación promedio anual | 780 mm |
| Heliofanía promedio anual: | 900 h/l/año |
| Humedad relativa promedio anual: | 70 % |
| **Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, 2008 y registro In Situ. 2020.** | |

**Zona de vida.**

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida, realizado por Holdrige,

L.; el sitio donde se estableció el ensayo corresponde a la formación bosque seco Montano Bajo (bsMB).

**Textura de suelo.**

El suelo en la Granja Experimental Laguacoto III, corresponde a una textura franco arcilloso, bajo contenido de materia orgánica y pH ligeramente ácido.

## Material experimental.

Correspondió a ocho cultivares de fréjol arbustivo procedentes del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) del INIAP Santa Catalina.

## Materiales de campo.

* + - * Herramientas de campo: Machetes, azadones.
      * Flexómetro.
      * Semillas de fréjol.
      * Piola.
      * Libro de campo.
      * Cámara digital.
      * Balanza de reloj y precisión.
      * Baldes plásticos, bomba de mochila de 20 l.
      * Etiquetas.
      * Letreros.
      * Saquillos.
      * Fundas plásticas, Determinador portátil de humedad

## Materiales de oficina.

* + - * Computadora.
      * Calculadora.
      * Esferos.
      * Lápices.
      * Regla.
      * Borrador.
      * Papel boom.
      * CD`S
      * Flash memory.
      * Impresora.
      * Manuales técnicos del INIAP y del CIAT.
      * Programas estadísticos: Statistxs 9.0 y Excel 2020

## Métodos.

## Factor en estudio.

Ocho cultivares de fréjol arbustivo procedentes del PRONALEG - GA del INIAP Santa Catalina.

## Tratamientos.

Se consideró un tratamiento a cada cultivar o línea, según el siguiente detalle:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tratamiento No** | **Nombre del cultivar o Línea** | **Descripción o código** |
| T1 | Línea Rojo Sólido - 4 | LRS 4 |
| T2 | Variedad Rojo Sólido | INIAP - 402 (Testigo) |
| T3 | Línea Blanco -11 | LB 11 |
| T4 | Variedad | INIAP-425 Blanco Fanesquero (Testigo) |
| T5 | Línea Rojo Moteado -1 | LRM 1 |
| T6 | Línea Rojo Moteado -6 | LRM 6 |
| T7 | Línea Rojo Moteado -7 | LRM 7 |
| T8 | Variedad | INIAP- 484 Centenario Rojo Moteado (Testigo) |

## 

## Procedimiento.

Para implementar esta investigación, se aplicó el Modelo Matemático del Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con ocho tratamientos de tipo cualitativos (variedades) con cuatro repeticiones. Se aplicó este modelo por cuanto el lote en donde se realizó este experimento presentó una fuente de variación conocida por el investigador que fue la pendiente.

|  |  |
| --- | --- |
| Número de localidades | 1 |
| Número de tratamientos | 8 |
| Número de repeticiones | 4 |
| Número de unidades experimentales | 32 |
| Área total de la unidad experimental | 3,5 m x 4 m = 14 m2 |
| Área neta de la unidad experimental | 3,5 m x 3 m = 10,5 m2 |
| Área total del ensayo | 14 m2 x 32 ue = 448 m2 |
| Área neta total del ensayo | 10,5 m2 x 32 ue = 336 m2 |
| Área total del ensayo con caminos | 33 m x 17 m = 561 m2 |
| Número de surcos por parcela total | 4 |

## 

## Tipo de análisis.

* **Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fuentes de variación** | **Grados de libertad** | **C M E ⃰** |
| Bloques (r-1) | 3 | /2e + 8/2 bloques |
| Tratamientos (t-1) | 7 | /2e + 4 Ө2t |
| E. Experimental (t-1) (r-1) | 21 | /2e |
| TOTAL (t x r) – 1 | 31 |  |

**\* Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos seleccionados por el investigador.**

* Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos, en las variables que fueron significativas (Fisher Protegido).
* Análisis de correlación y regresión lineal.

## Métodos de evaluación y datos tomados.

## Número de plantas establecidas (NPE).

Este componente agronómico, se registró contando el número de plantas emergidas y establecidas en cada parcela total entre los 15 a 20 días después de la siembra (DDS).

## Adaptación vegetativa (Vigor) (AV).

Se evaluó en la etapa de floración, en toda la parcela neta por observación directa mediante la siguiente escala:

1: Pobre

5: Medio

10: Alto **(INIAP, 2012)**.

## Hábito de crecimiento (HC).

El HC, se registró en la etapa de floración e inicio de la formación de las vainas en toda la parcela neta mediante la siguiente escala:

Tipo I: Determinado arbustivo Tipo II: Indeterminado arbustivo Tipo III: Indeterminado postrado

Tipo IV: Indeterminado trepador **(INIAP, 2013).**

## Diámetro del tallo (DT).

Se evaluó en la etapa de llenado de las vainas con la ayuda de un calibrador de Vernier en mm en 10 tallos (guías o ramas) tomadas al azar, de cada parcela neta.

## Incidencia de enfermedades (IE).

Se realizaron monitoreos cada ocho días en todo el ensayo con el fin de observar la incidencia y severidad de las principales enfermedades foliares en la etapa vegetativa y reproductiva. Las principales enfermedades que se evaluaron fueron: Antracnosis, Ascoquita, Roya, Cenicilla o Mildiú, Mancha angular y Roya Se utilizó la escala general para evaluar la reacción de germoplasma de fréjol a patógenos fungosos y bacterianos propuesta por el Sistema Estándar para la evaluación de germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical **(CIAT, 1993).**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Severidad (%)** | **Clasificación** | **Categoría** | **Descripción** |
| 0  5  10 | 1  2  3 | Resistente | Síntomas no visibles o muy leves |
| 20  30  40 | 4  5  6 | Intermedio | Síntomas visibles que  sólo ocasionan un daño económico limitado |
| 60  80  100 | 7  8  9 | Susceptible | Síntomas muy severos que causan pérdidas considerables en el rendimiento o la muerte  de la planta. |

## 

## Altura de planta (AP).

Se evaluó en la etapa de madurez fisiológica en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta y se medió con un flexómetro en cm desde la base del tallo hasta la yema floral terminal de cada planta.

## Altura de carga en cm (AC).

De cada parcela neta se tomaron 10 plantas al azar en la etapa de madurez fisiológica y se midieron con un flexómetro en cm desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la primera vaina en la guía o tallo principal.

## Días a la cosecha en seco (DCS).

Se registraron los días transcurridos desde la siembra y hasta cuando más del 50% de las vainas estuvieron en madurez comercial (follaje seco).

## Número de ramas por planta (NRP).

Este componente agronómico, se determinó en el momento de la madurez fisiológica, contando el número de ramas en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

## Vainas por planta (VP).

Se registró en la etapa de madurez fisiológica contando el total de las vainas existentes en cada una de las 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta y luego

se calculó el promedio.

## Longitud de la vaina (LV).

En la cosecha en seco, se midió la longitud de la vaina en cm en una muestra al azar de 10 vainas por parcela neta. La vaina se midió con un flexómetro desde la base del pedúnculo hasta la parte terminal de la vaina.

## Forma de la curvatura de la vaina (FCV).

Este descriptor morfológico se determinó por observación directa en el momento de la cosecha, para lo cual se utilizó la escala propuesta por el Sistema Estándar para la evaluación de germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical **(CIAT, 1993),** de 1 a 4 donde:

1: Recta

2: Medianamente curva.

3: Curvado

4: Recurvado

## Posición del ápice de la vaina (PAV).

Este descriptor cualitativo se registró por observación directa, una vez que las plantas estuvieron en la etapa de madurez fisiológica mediante la siguiente escala:

1: Marginal

2: No marginal

3: Otro **(IBPGR, 1982).**

## Orientación del ápice de la vaina (OAV).

Este descriptor cualitativo se registró en cada tratamiento por observación directa, una vez que las plantas estuvieron en la etapa de madurez fisiológica mediante la siguiente escala:

3: Arriba (en el sentido dorsal)

5: Derecho

7: Abajo (en el sentido ventral) **(IPGRI , 2001).**

## Dehiscencia de la vaina (DHSV).

Este descriptor cualitativo se evaluó en la etapa de madurez comercial en cada unidad experimental mediante la siguiente escala:

1: Fuerte dehiscencia en la maduración 2: Dehiscencia media en la maduración 3: Dehiscencia leve en la maduración 4: Dehiscencia total **(Monar, 2003) .**

## Forma de la vaina (FV).

Esta variable cualitativa, se registró en cada tratamiento por observación directa, en el momento de la cosecha en seco mediante la siguiente escala:

1: Plana

2: Redonda

3: Otra.

## Color principal de vainas secas (CPVS).

Este descriptor cualitativo, se registró en la etapa de madurez comercial, por observación directa, según la siguiente escala:

1: Amarillo

2: Crema

3: Café

4: Otros **(Monar, 2013)**

## Color secundario de vainas secas (CSVS).

Esta variable cualitativa se evaluó en la etapa de madurez comercial, por observación directa, según la siguiente escala:

1: Amarillo

2: Crema

3: Café

4: Otros **(Monar, 2013).**

## Peso de vainas por planta (PVPP).

Una vez que el cultivo estuvo en madurez comercial se tomaron al azar una muestra de 10 plantas por parcela neta de cada tratamiento, se cosecharon las correspondientes vainas y se pesaron en una balanza de precisión en gramos.

## Granos por vaina (GV).

Se determinaron contando el número de granos que presentó cada vaina de una muestra de 10 vainas tomadas al azar de cada parcela neta y luego se calculó el promedio de granos por vaina.

## Color principal de la cubierta del grano (CPCG).

Mediante observación directa, se registró el color principal de la cubierta del grano (testa), en el momento de la cosecha con grano limpio y seco al 13% de humedad, mediante la escala propuesta por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales **(UPOV, 2005)** de 1 a11; donde:

1: Blanco

2: Verde verdoso

3: Gris

4: Amarillo

5: Beige

6: Purpura

7: Marrón

8: Rojo sólido

9: Violeta

10: Negro

11: Otros

## Color secundario de grano Seco (CSGS).

Se registró por observación directa en el grano seco y limpio de cada tratamiento, mediante la siguiente escala:

1: Moteado

2: Blanco

3: Ausente

4: Otros **(Monar, 2013).**

## Color del Hilium (CH).

Descriptor que se determinó por observación directa, en una muestra de grano seco al 13% de humedad y limpio mediante la siguiente escala:

1: Blanco.

2: Café.

3: Negro.

4: Otros **(Monar, 2012).**

## Diámetro polar (DP).

Este componente agronómico, se evaluó con la ayuda de un calibrador de Vernier en mm en una muestra tomada al azar de 20 granos secos al 13% de humedad y limpios.

## Diámetro ecuatorial (DE).

Esta variable se evaluó en grano seco y limpio con la ayuda de un calibrador de Vernier en mm en una muestra al azar de 20 granos de cada tratamiento.

## Forma del grano (FG).

Por observación directa se determinó la forma del grano en postcosecha a través de la escala propuesta por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales **(UPOV, 2005),** de 1 a 5: donde:

1: Redonda

2: Ovalada

3: Cuboide

4: Arriñonada

5: Rectangular

## Brillo del grano (BG).

Se determinó en una muestra de grano seco al 13% de humedad por observación directa, aplicando la escala propuesta por el Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos **(IPGRI, 2001)** de 1 a 3; donde:

1: Opaco

2: Satinado

3; Brillante

## Tamaño de la semilla o grano (TS).

Este descriptor cualitativo se registró por observación directa del grano de acuerdo a la siguiente escala utilizada para la comercialización en los mercados locales:

1: Pequeña

2: Mediana

3: Grande **(Monar, 2018).**

## Porcentaje de humedad del grano (PH).

El contenido de humedad del grano se registró con la ayuda de un Determinado Portátil de humedad en porcentaje, después de la cosecha en una muestra de 100 granos de cada unidad experimental.

## Peso de cien granos secos (PCGS).

Esta variable agronómica se evaluó en una muestra al azar de 100 granos secos al 13% de humedad, de cada unidad experimental, teniendo, en cuenta que no estén afectados por los daños de insectos y enfermedades, y se pesó en una balanza de precisión en gramos.

## Peso por parcela (PP).

Luego de la cosecha en seco, trilla y aventado, se procedió a pesar los granos de cada parcela en una balanza de reloj en kg/parcela.

## Tipo de testa (TT).

Este descriptor morfológico, se determinó en el grano seco y limpio mediante la siguiente escala:

1: Resistente (testa no se rompe en la trilla)

2: Susceptible (testa se rompe y se abren los cotiledones) **(Monar, 2018).**

## Número de semillas por kilogramo (NSPKG).

Esta variable agronómica se determinó por conteo directo en una muestra tomada de un kilogramo de cada tratamiento y repetición con el grano seco al 13% de humedad y limpio.

## Rendimiento por hectárea (RH).

El rendimiento en kg/ha de fréjol en seco al 13% de humedad, se calculó con la siguiente ecuación matemática:

10.000 m2 /ha 100 - HC

R= PCP kg x x ; donde: ANC m2/1 100 - HE

R= Rendimiento en kg/ha al 13% de humedad PCP= Peso de Campo por Parcela en kg.

ANC= Área Neta Cosechada en m2. HC= Humedad de Cosecha en porcentaje

HE= Humedad Estándar (13%) (**Monar, 2000 y 2015).**

## Manejo del ensayo.

## Análisis químico del suelo.

Quince días antes de realizar la siembra del ensayo, se procedió a tomar 10 submuestras de suelo representativas del lote a una profundidad de 0 - 30 cm,

luego se uniformizaron y se tomó un kilogramo para ser enviado al laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP Santa Catalina (Anexo 3).

## Preparación del suelo.

Quince días antes de realizar la siembra, se realizó un pase de rastra con tractor a una profundidad de 10 a 15 cm.

## Surcado.

El surcado se efectuó en forma manual con la ayuda de azadones. La distancia entre surcos fue de 60 cm y 20 cm de profundidad.

## Fertilización.

En función de experiencias previas del cultivo de fréjol arbustivo en la Granja Experimental Laguacoto III, se aplicaron el fondo del surco la mezcla de dos sacos de 18-46-0 y un saco de Sulpomag/ha. A los 40 días después de la siembra, se efectuó la fertilización complementaria de tres sacos de urea/ha. La urea se aplicó en banda lateral y se tapó con una capa de suelo en capacidad de campo.

## Control de malezas.

El control de malezas, se realizó en forma manual con azadones a los 50 y 70 días después de la siembra.

## Control de insectos plaga.

Para el control de insectos trozadores ***(Agrotis ipsilon) y*** Crisomélidos (***Cerotoma facialis*** y ***Diabrotica balteata)*** en la etapa vegetativa se aplicó el insecticida Cipermetrina en dosis de 30 cc/20 l de agua y en la etapa reproductiva para lorito verde ***(Empoasca kraemeri)*** con el insecticida Chlorpyrifos en dosis de 30 cc/20 l. Los insecticidas se aplicaron con una bomba de mochila y una boquilla de cono.

## Control de enfermedades.

Debido a la pandemia, únicamente se pudo aplicar el fungicida Benomyl en dosis de 30 g/20 l de agua en la etapa de formación de las vainas para las enfermedades Antracnosis, Ascoquita y Mancha Angular. El fungicida se aplicó con bomba de mochila y boquilla de cono.

## Cosecha.

Esta actividad se realizó cuando las plantas estuvieron en la etapa de madurez comercial, es decir cuando ya se cayeron totalmente las hojas y las vainas presentaban un color amarillo.

## Trilla.

Se realizó en forma manual dando golpes con una vara sobre una gangocha y luego se procedió a separar la cáscara de la semilla.

## Aventado.

Con la ayuda de la fuerza del viento, se separó la cáscara pequeña del

grano.

## Secado.

Se realizó en una gangocha hasta cuando el grano tuvo un contenido de humedad estándar del 13%.

## Almacenamiento.

El grano seco y limpio, se guardó en una bodega con un ambiente fresco y debidamente etiquetado.

# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## Variables agronómicas

**Cuadro No.1.** Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de las variables agronómicas: Número de Plantas Establecidas (NPE), Diámetro del Tallo (DT), Incidencia de enfermedades foliares: Antracnosis (Ant), Ascoquita (As), Cenicilla (Cen), Mancha Angular (MA) y Roya (R), Altura de Planta (AP), Altura de Carga (AC), Días a la Cosecha en Seco (DCS), Número de Ramas Por Planta (NRP), Vainas Por Planta (VP), Peso de Vainas Por Planta (PVPP), Longitud de la Vaina (LV), Granos Por Vaina (GV), Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE), Peso de Cien Granos Secos (PCGS), Número de Semillas Por Kilogramo (NSPK) y el Rendimiento de Grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variables** | **T R A T A M I E N T O S** | | | | | | | | **Media General** | **CV (%)** |
| **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** | **T6** | **T7** | **T8** |
| NPE (\*\*) | 83B | 111AB | 85B | 78B | 120A | 97AB | 120A | 124A | 102 plantas | 13.83 |
| DT (ns) | 5.98A | 6.03A | 6.45A | 5.65ª | 6.15A | 6.0A | 5.98A | 6.0A | 6.03 mm | 5.99 |
| Ant (\*\*) | 3.75AB | 4.75AB | 5A | 5,25ª | 3.25AB | 4.5AB | 2.75B | 4.25AB | 4 (Escala) | 20.43 |
| As (\*\*) | 3.75AB | 4.75A | 5A | 5ª | 4.25AB | 4AB | 2.75B | 4AB | 4 (Escala) | 16.79 |
| Cen (\*\*) | 4.5AB | 5.75A | 5.75A | 5.75ª | 4.5AB | 4AB | 3.25B | 4AB | 5 (Escala) | 17.18 |
| MA (\*\*) | 4.0ABC | 4.5ABC | 4.75AB | 5.25ª | 4.0ABC | 3.5BC | 3.0C | 3.75ABC | 4(Escala) | 15.68 |
| R (ns) | 2.0A | 2.0A | 2.0A | 2.0A | 2.0A | 2.0A | 1.0A | 2.0A | 2 (Escala) | 32.19 |
| AP (\*\*) | 36.98AB | 36.86AB | 43.11A | 42.39AB | 43.26A | 39.42AB | 39.32AB | 35.28B | 39.58 cm | 7.83 |
| AC (\*\*) | 18.38B | 20.17AB | 21.10AB | 21.23AB | 19.14AB | 18.39B | 22.5A | 20.63AB | 20.19 | 7.02 |
| DCS (\*\*) | 141A | 136C | 142A | 138B | 143A | 140AB | 141A | 143A | 140 días | 0.78 |
| NRP (ns) | 6.0A | 6.0A | 6.0A | 5.0A | 6.0A | 6.0A | 6.0A | 6.0A | 6 ramas | 13.76 |
| VP (\*\*) | 7.0A | 7.0A | 7.0A | 6.0A | 8.0A | 8.0A | 7.0A | 8.0A | 7 vainas | 15.12 |
| PVPP (\*\*) | 30.0BCD | 26.50D | 33.25ABC | 29.25CD | 34.25ABC | 36.25A | 35.75AB | 35.50AB | 32.59 g | 8.0 |
| LV (\*\*) | 14.29D | 16.13BC | 15.60C | 13.56D | 16.94AB | 17.56A | 16.46ABC | 16.53ABC | 15.88 cm | 3.31 |
| GV (\*\*) | 4.0B | 5.0A | 4.0B | 3.75B | 4.75A | 4.75A | 5.0A | 5.0A | 5 granos | 6.65 |
| DPG (\*\*) | 14.88A | 12.30C | 14.25AB | 13.50B | 13.93B | 14.98A | 14.80A | 13.98B | 14.08 mm | 2.42 |
| DEG (\*\*) | 6.50B | 5.45D | 6.90A | 6.85ª | 6.40B | 6.05C | 6.43B | 6.38B | 6.37 mm | 1.79 |
| PCGS (\*\*) | 56.50ABC | 46.50C | 66.75A | 60.50AB | 52.50BC | 60.50AB | 59.0AB | 58.75AB | 57.63 g | 8.47 |
| NSPK (\*\*) | 1746BC | 2149A | 1522C | 1654BC | 1917AB | 1651BC | 1705BC | 1701BC | 1756 | 7.56 |
| RH (\*\*) | 840BC | 622CD | 356DE | 271E | 1148A | 922AB | 1095AB | 1061AB | 789 kg/ha | 15.62 |
| **ns: no significativo. \*\*Altamente significativo al 1%. Promedios con la misma letra son estadísticamente iguales al 5%.** | | | | | | | | | | |

44

## Accesiones de fréjol arbustivo.

Para realizar las interpretaciones de las diferentes variables agronómicas evaluadas en las ocho accesiones de fréjol arbustivo, se partió del planteamiento de la Hipótesis Alterna que fue formulada como sigue: La respuesta agronómica de las ocho accesiones de fréjol arbustivo en la Granja Laguacoto III, es diferente y además dependen de su interacción genotipo ambiente. Para hacer los diferentes análisis estadísticos, se aplicó el modelo matemático del Diseño de Bloques Completos Al Azar (DBCA), con ocho tratamientos (accesiones de fréjol arbustivo), y con cuatro repeticiones. En las variables agronómicas que el Fisher calculado u observado fue significativo, se utilizó la prueba de Tukey al 5% para la comparación y separación de las medias.

Para un mejor ordenamiento e interpretación de los resultados, se diseñó un cuadro resumen con todas las variables agronómicas (Cuadro No. 1).

La respuesta agronómica de las variables: Diámetro del Tallo (DT), Roya (R) y Número de Ramas Por Planta (NRP), resultaron ser similares (ns): es decir no fueron influenciadas significativamente por las accesiones de fréjol arbustivo ni el ambiente (Cuadro No. 1).

Para el DT, se calculó una media general del germoplasma de 6,03 mm y un valor del Coeficiente de Variación (CV) de 5.99% (Cuadro No. 1).

Para la enfermedad foliar Roya ***(Uromyces phaseoli)***, se registró una media general de 2 (Escala de 1 a 9; donde 1 a 3: Resistente; 4 a 6: Resistencia Media y de 7 a 9: Accesiones Susceptibles. CIAT. 1986). El valor del CV fue de 32.19% (Cuadro No. 1). Este valor es normal porque la incidencia y severidad de la roya, es una variable que no está bajo la dependencia del investigador, si no del germoplasma y del ambiente. En función del valor promedio de “2” registrado en la escala, se infiere que las ocho accesiones de fréjol arbustivo fueron resistentes a este patógeno y quizá el ambiente no favoreció el desarrollo de este hongo.

En promedio general, se determinaron seis ramas por planta, con un valor del CV de 13.76% (Cuadro No. 1). Este componente del rendimiento es varietal.

Para las variables agronómicas DT, R y NRP, se acepta la Hipótesis Nula, porque no se determinaron diferencias estadísticas significativas.

Se determinó un efecto altamente significativo de las ocho accesiones de fréjol arbustivo y por lo tanto se acepta la Hipótesis Alterna en las variables: Número de Plantas Establecidas (NPE), Incidencia de las enfermedades foliares: Antracnosis (Ant), Ascoquita (As), Cenicilla (Cen) y Mancha Angular (MA); Altura de Planta (AP), Altura de Carga (AC), Días a la Cosecha en Seco (DCS), Vainas por Planta (VP), Peso de Vainas por Planta (PVPP), Longitud de la Vaina (LV), Granos por Vaina (GV), Diámetro Polar del Grano (DPG), Diámetro Ecuatorial del Grano (DEG), Peso de Cien Granos Secos (PCGS), Número de Semillas por Kilogramo (NSPK) y el Rendimiento de grano al 13% de humedad (Cuadro No. 1).

La respuesta agronómica de las ocho accesiones de frejol arbustivo en relación a la variable Número de Plantas Establecidas (NPE), fue muy diferente (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5% los promedios superiores se registraron en los tratamientos T5 (Línea Rojo Moteado - 1), T7 (Línea Rojo Moteado - 7) y T8 (Variedad INIAP - 484 Centenario) con 120 Plantas por parcela. Los promedios inferiores, se determinaron en los tratamientos T4 (Variedad INIAP - 425 Blanco Fanesquero), T1 (Línea Rojo Sólido - 4) y T3 (Línea Blanco - 11) con 78; 83 y 85 plantas establecidas respectivamente (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1).

El número total de semillas sembradas por cada parcela fue de 132, por lo tanto, existieron quizá factores varietales (calidad de semilla) y edafoclimáticos que incidieron en esta variable. Posiblemente los tratamientos con los valores promedios más bajos de plantas establecidas, fueron afectados por las condiciones climáticas especialmente las bajas temperaturas y exceso de agua en la fase de germinación y emergencia de las plántulas.

**Número de Plantas Establecidas (\*\*)**

**140**

**120**

**120**

**124**

**120**

**111**

**100**

**97**

**83**

**85**

**80**

**78**

**60**

**40**

**20**

**0**

**T1**

**T2**

**T3**

**T4**

**T5**

**T6**

**T7**

**T8**

**Gráfico No. 1. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Número de Plantas Establecidas. Laguacoto III. 2020.**

Se presentaron diferencias altamente significativas de los tratamientos en la reacción a las enfermedades foliares Antracnosis ***(Colletotrichum lindemutianum)*** y Ascoquita ***(Ascochyta phaseolorum)*** (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5% en general el germoplasma de fréjol arbustivo evaluado en esta zona agroecológica y de acuerdo a la escala propuesta por el CIAT. 1986, el tratamiento T7 (Línea Rojo Moteado - 7), tuvo una reacción resistente con un valor de “3” y el resto de líneas presentaron una reacción intermedia con valores de entre 4 y 5 para las enfermedades Antracnosis y Ascoquita. (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 2).

La reacción del germoplasma a la incidencia y severidad de las enfermedades foliares es un atributo varietal y está en estrecha relación con las condiciones bioclimáticas especialmente la lluvia, humedad relativa y la temperatura.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **4** | | | |  |  |  |  |  |  |  |  | **4 4 4** | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **3** | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5** | **5** | **5** |
| **4** |  |  |  | **4** | **4** | **4** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | **3** |  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Gráfico No. 2. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las enfermedades foliares Antracnosis y Ascoquita. Laguacoto III. 2020.**

**ANT AS**

**6**

**5**

**5**

**5**

**5**

**4**

**3**

**2**

**1**

**0**

**T1**

**T2**

**T3**

**T4**

**T5**

**T6**

**T7**

**T8**

**Reacción del germoplasma a las enfermedades foliares: Antracnosis y Ascoquita (\*\*)**

En respuesta similar, el germoplasma evaluado de fréjol arbustivo en relación a las enfermedades foliares causadas por la Cenicilla o Mildiú ***(Erysiphe poligoni)*** y para la Mancha Angular ***(Isariopsis griseola)***, fue muy diferente (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5% en respuesta consistente el tratamiento que presentó mayor resistencia a estos patógenos fue el T7 (Línea Rojo Moteado - 7) con un valor en la escala de “3” para la Cenicilla y la Mancha Angular. El resto de accesiones en general presentaron una reacción intermedia (valores entre 4 y 6 en la escala de evaluación del CIAT. 1986) para estos hongos (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 3).

La enfermedad más crítica en esta evaluación agronómica de germoplasma de fréjol arbustivo en la Zona Agroecológica de Laguacoto III, fue la Cenicilla o Mildiú y estuvo relacionada directamente por los atributos varietales y las condiciones ambientales ya que, en la etapa de formación y llenado de las vainas, se presentaron precipitaciones continuas, alta humedad relativa y temperaturas frescas. Se determinó una mayor susceptibilidad a esta enfermedad en los tratamientos T2 (Variedad INIAP 402 Testigo), T3 (Línea Blanco - 11) y T4 (Variedad INIAP 425

Blanco Fanesquero Testigo) con lecturas de 6 y el más resistente fue el tratamiento T7 (Línea Rojo Moteado - 7), con una lectura promedio de “3” (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 3).

La reacción del germoplasma a la incidencia y severidad de las enfermedades foliares es una característica varietal y además tiene una relación directa positiva o negativa con el ambiente. Durante el ciclo de cultivo de este ensayo por el Cambio Climático, se presentaron precipitaciones fuera de época lo que incidió para tener una mayor incidencia y severidad especialmente de la cenicilla o Mildiú, causando una defoliación prematura del follaje, por lo tanto, una menor capacidad fotosintética en la etapa del llenado del grano especialmente en las líneas más susceptibles y parecería ser en los cultivares de color blanco del grano.

**CEN MA**

**7**

**6**

**6**

**6**

**6**

**5**

**4**

**3**

**2**

**1**

**0**

**T1**

**T2**

**T3**

**T4**

**T5**

**T6**

**T7**

**T8**

**Reacción del germoplasma a las enfermedades foliares: Cenicilia y Mancha Angular (\*\*)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **5** | | | |  |  | |  |  | |  | **5** | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | **4 4** | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **3** | | | |  |  |  |
|  |  | **5** |  | **5** |  | **5** |  |  |  |  |  |  |  |
| **4** | **4** | **4** | **4** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **3** |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Gráfico No. 3. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las enfermedades foliares Cenicilla (Mildiu) y Mancha Angular. Laguacoto III. 2020.**

Se determinaron diferencias altamente significativas del germoplasma evaluado en la zona agroecológica de Laguacoto III para los componentes agronómicos altura de planta y altura de carga (Cuadro No. 1).

Con la prueba de separación de medias de Tukey al 5%, los tratamientos con los promedios más altos, correspondieron al T5 (Línea Rojo Moteado - 1), T3 (Línea

Blanco - 11) y T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo) con 43.3; 43.1 y 42.4 cm respectivamente. Los promedios inferiores se evaluaron en los tratamientos T8 (Variedad INIAP 484 Centenario Testigo), T2 (Variedad INIAP 402 Testigo) y T1 (Línea Rojo Sólido - 4) con 35.3; 36.8 y 36.9 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 4).

Sin embargo, para la variable altura de carga los promedios superiores se registraron en los tratamientos T7 (Línea Rojo Moteado - 7), T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo) y T3 (Línea Blanco - 11), con 22.5; 21.2 y 21.1 cm respectivamente. Los promedios menores, correspondieron a los tratamientos T1 (Línea Rojo Sólido - 4) y T6 (Línea Rojo Moteado - 6) con 18.4 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 4).

Las variables altura de planta y altura de carga, son atributos varietales como el hábito de crecimiento y además tienen una estreches directa con el medio ambiente, especialmente la altitud, temperatura, calor, radiación, humedad y nutrición del cultivo. Los resultados presentados para los componentes agronómicos AP y AC, son inferiores a los reportados por Chimbolema, R. 2019 en esta misma zona agroecológica en los cultivares INIAP 425 Blanco Fanesquero e INIAP 484.

**Altura de Planta y Altura de Carga (\*\*)**

**AP AC**

**50**

**45**

**40**

**35**

**30**

**25**

**20**

**15**

**10**

**5**

**0**

**42,4 43,3**

**39,4**

**35,3**

**18,4 18,4**

**20,2**

**21,1**

**21,2**

**19,1**

**22,5 20,6**

**T1**

**T2**

**T3**

**T4**

**T5**

**T6**

**T7**

**T8**

**36,8**

**36,9**

**43,1**

**39,3**

**Gráfico No. 4. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las variables Altura de Planta y Altura de Carga. Laguacoto III. 2020.**

La respuesta agronómica del germoplasma de fréjol arbustivo en relación al ciclo de cultico (DCS), fue muy diferente (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5%, los cultivares más tardíos fueron los tratamientos T5 (Línea Rojo Moteado - 1) y T8 (Variedad INIAP 484 Centenario Rojo Moteado) con 143 días a la cosecha en seco. Los cultivares más precoces fueron el T2 (Variedad INIAP 402 Testigo) y el T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo) con 136 y 138 días (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 5). El ciclo de cultivo es una característica varietal y tiene una relación directa con la altitud, temperatura, calor, cantidad y calidad de luz solar, humedad, sanidad y nutrición del cultivo.

El ciclo de cultivo es un componente agronómico muy importante dentro del proceso de adopción de tecnología. Actualmente debido al cambio climático, la reducción y deficiente distribución de la precipitación, se prefieren cultivares más precoces y el fréjol arbustivo es una alternativa tecnológica válida para zonas agroecológicas donde se cultivan fréjol voluble y cuando viene el verano apenas están en formación de vainas causando un estrés al cultivo y reducción significativa del rendimiento.

Se infiere que en general el germoplasma de fréjol arbustivo evaluado es precoz en comparación a materiales criollos como los Panamitos de color Blanco, Marrón y Negro.

**Días a la Cosecha en Seco (\*\*)**

**160**

**140**

**120**

**100**

**80**

**60**

**40**

**20**

**0**

**141 136 142**

**138**

**143 140**

**141**

**143**

**T1**

**T2**

**T3**

**T4**

**T5**

**T6**

**T7**

**T8**

**Gráfico No. 5. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Días a la Cosecha en Seco. Laguacoto III. 2020.**

La respuesta agronómica de las ocho accesiones de fréjol arbustivo en cuanto a las variables vainas por planta y peso de las vainas por planta, fueron muy diferentes (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5% para comparar las medias de los tratamientos en la variable vainas por planta los promedios más elevados se tuvieron en los tratamientos T5 (Línea Rojo Moteado - 1), T6 (Línea Rojo Moteado - 6) y T8 (Variedad INIAP 484 Centenario Rojo Moteado) con 8 vainas por planta respectivamente. El promedio menor se registró en el tratamiento T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo) con 6 vainas por planta (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 6). El número de vainas por planta tiene una relación directa con el rendimiento tanto en grano tierno como en seco.

En relación directa los promedios superiores en el componente peso de vainas por planta se tuvieron en los tratamientos T6 (Línea Rojo Moteado - 6), T7 (Línea Rojo Moteado - 7) y T8 (Variedad INIAP 484 Centenario Rojo Moteado) con 36.3; 35.8 y 35.5 gramos por planta. Los promedios inferiores se cuantificaron en los tratamientos T2 (Variedad INIAP 402 Testigo) y T4 (Variedad INIAP 425 Blanco

Fanesquero Testigo) con 26.5 y 29.3 gramos por planta respectivamente (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 6).

Los componentes vainas por planta y peso de las vainas por planta, son atributos varietales y dependen además de su interacción genotipo ambiente, siendo determinantes la altitud, cantidad y buena distribución de la precipitación, rango de temperatura, calor especialmente en la etapa de prefloración y floración, sanidad y nutrición del cultivo.

Los resultados reportados en esta investigación en la variable vainas por planta, son inferiores a los mencionados por Monar, C. 2015; Chimbolema, R. 2019 especialmente con las variedades INIAP 402; INIAP 425 e INIAP 484 Centenario.

**Vainas Por Planta y Peso de Vainas Por Planta (\*\*)**

**VP PVPP**

**40**

**35**

**30**

**25**

**20**

**15**

**10**

**5**

**0**

**33,3**

**34,3**

**30**

**7**

**7**

**7**

**6**

**8 8 7**

**8**

**T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8**

**35,5**

**35,8**

**36,3**

**26,5**

**29,3**

**Gráfico No. 6. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las variables Vainas Por Planta y Peso de Vainas Por Planta. Laguacoto III. 2020.**

Se calcularon diferencias altamente significativas para los componentes agronómicos longitud y granos por vainas (Cuadro No. 1).

Con la prueba de separación de las medias de Tukey al 5%, los promedios superiores para la longitud de las vainas se tuvieron en los tratamientos T6 (Línea Rojo Moteado - 6) y T5 (Línea Rojo Moteado - 1) con 17.6 y 16.9 cm

respectivamente y a su vez estas accesiones registraron los promedios más altos con 5 granos por vaina; es decir existió una estreches directa entre la longitud y granos por vaina (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 7).

Para la variable longitud de las vainas los valores obtenidos en esta investigación, son mayores que los reportados por Monar, C. 2015 y Chimbolema, R. 2019 con las variedades testigos (INIAP 402, INIAP 425 Blanco Fanesquero e INIAP 484 Centenario Rojo Moteado).

Los componentes del rendimiento como la longitud y granos por vaina, son atributos varietales y están relacionados directamente con el ambiente. Tiene un efecto directo la sanidad y nutrición del cultivo, humedad, temperatura, cantidad y calidad de luz solar, presencia de fuertes vientos en la etapa reproductiva y el hábito de crecimiento.

**Longitud de Vainas y Granos Por Vaina (\*\*)**

**LV GV**

**20**

**18**

**16**

**14**

**12**

**10**

**8**

**6**

**4**

**2**

**0**

**15,6**

**16,9 17,6 16,5**

**14,3**

**13,6**

**4**

**5**

**4**

**4**

**5 5 5 5**

**T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8**

**16,1**

**16,5**

**Gráfico No. 7. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las variables Longitud de Vainas y Granos Por Vaina. Laguacoto III. 2020.**

Existieron diferencias altamente significativas para las variables diámetro polar y ecuatorial del grano (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios del germoplasma de fréjol arbustivo, los promedios más altos del DP, se evaluaron en los tratamientos T1 (Línea Rojo Sólido - 4), T6 (Línea Rojo Moteado - 6) y T7 (Línea Rojo Moteado

- 7) con 14.9; 14.9 y 14.8 mm. Los promedios inferiores tuvieron las líneas T2 (Variedad INIAP 402 Testigo) y T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo) con 12.3 y 13.5 mm respectivamente (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 8).

Para el componente diámetro ecuatorial los promedios más elevados se calcularon en las accesiones T3 (Línea Blanco - 11) y T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo) con 6.9 mm y el inferior en la accesión T2 (Variedad INIAP 402 Testigo) con 5.5. mm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 8).

El diámetro polar y ecuatorial, son atributos varietales y se relacionan directamente con el tamaño, forma y la calidad del grano.

**Diámetro Polar y Diámetro Ecuatorial (\*\*)**

**DP DE**

**16**

**14**

**12**

**10**

**8**

**6**

**4**

**2**

**0**

**13,9**

**14,9**

**14,8**

**13,9**

**12,3**

**6,5**

**6,9**

**6,9**

**5,5**

**6,4**

**6,1**

**6,4**

**6,4**

**T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8**

**13,5**

**14,3**

**14,9**

**Gráfico No. 8. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en las variables Diámetro Polar y Diámetro Ecuatorial del grano. Laguacoto III. 2020.**

Para la variable peso de cien granos secos, se determinaron diferencias altamente significativas del germoplasma de fréjol arbustivo (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5%, las medias superiores correspondieron a los tratamientos T3 (Línea Blanco - 11), T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo) y T6 (Línea Rojo Moteado - 6) con 66.8 y 60.5 g. Los promedios menores, se registraron en los tratamientos T2 (Variedad INIAP 402 Testigo) y T5 (Línea Rojo Moteado - 1) con 46.5 y 52.5 g (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 9).

El peso de cien granos secos, está relacionado directamente con el tamaño del grano y autores como el CIAT. 2002, mencionan que los valores promedios mayores a 60 g, son granos de tamaño grande; promedios entre 40 y 59 g, corresponden a granos de tamaño mediano y promedios menores 40 g son granos de tamaño pequeño. El tamaño del grano está relacionado directamente con la aceptabilidad y precio en los mercados. En Ecuador, se prefieren variedades de tamaño grande para el consumo en tierno y en seco en varios usos como sopas, ensaladas y menestras.

El tamaño del grano reflejado a través del peso de cien granos secos, es una característica varietal y tiene una relación directa con el manejo agronómico del cultivo, siendo además muy importantes la sanidad y nutrición del cultivo.

Los valores promedios reportados en esta investigación del peso de cien granos secos, son mayores a los mencionados por varios autores como Monar, C. 2015 y Chimbolema, R. 2019 en las variedades INIAP 402, INIAP 425 e INIAP 484 Centenario.

**80**

**70**

**60**

**50**

**40**

**30**

**20**

**10**

**0**

**Peso de Cien Granos Secos (\*\*)**

**66,8**

**56,5**

**46,5**

**60,5**

**60,5**

**59**

**58,8**

**52,5**

**T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8**

**Gráfico No. 9. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Peso de Cien Granos Secos. Laguacoto III. 2020.**

La respuesta agronómica de los tratamientos en relación a la variable número de semillas o granos por kilogramo, fue muy diferente (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5%, las accesiones con granos de menor tamaño presentaron los promedios más altos de semillas por kilogramo. En esta investigación, los promedios superiores se registraron en los tratamientos T2 (Variedad INIAP 402 Testigo) y T5 (Línea Rojo Moteado - 1) con 2149 y 1917 semillas por kilogramo. Las accesiones con granos de mayor tamaño, tuvieron el menor número de semillas por kilogramo y fueron los tratamientos T3 (Línea Blanco - 11), T6 (Línea Rojo Moteado - 6) y T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo) con 1522; 1651 y 1654 semillas por kilogramo (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 10).

La variable número de semillas por kilogramo, es una característica varietal en cuanto al ciclo de cultivo, tamaño y sanidad del grano. Conocer el número de semillas por kilogramo, es muy importante para calcular las densidades poblacionales de siembra especialmente cuando se utilizan sembradoras de precisión.

**Número de Semillas Por Kilogramo (\*\*)**

**2500**

**2000**

**2149**

**1917**

**1746**

**1522**

**1654**

**1651**

**1705**

**1701**

**1500**

**1000**

**500**

**0**

**T1**

**T2**

**T3**

**T4**

**T5**

**T6**

**T7**

**T8**

**Gráfico No. 10. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Número de Semillas Por Kilogramo. Laguacoto III. 2020.**

La respuesta agronómica de los ocho cultivares de fréjol arbustivo en relación a la variable más importante como es el rendimiento de grano seco, fue muy diferente (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5% los rendimientos promedios superiores, se determinaron en los tratamientos T5 (Línea Rojo Moteado - 1), T7 (Línea Rojo Moteado - 7) y T8 (Variedad INIAP 484 Centenario Rojo Moteado) con 1148; 1095 y 1061 kg/ha al 13% de humedad. Los promedios inferiores, se tuvieron en las accesiones T4 (Variedad INIAP 425 Blanco Fanesquero Testigo). T3 (Línea Blanco

- 11) y T2 (Variedad INIAP 402 Testigo) con apenas 271; 356 y 622 kg/ha respectivamente (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 11).

Los rendimientos promedios más altos registrados en los tratamientos T5; T7 y T8, son del grupo de color Rojo Moteado, y fueron los que presentaron los componentes del rendimiento más altos como el número de plantas establecidas, plantas más robustas con el promedio más alto del diámetro del tallo, una menor incidencia de enfermedades foliares como la antracnosis, ascoquita, cenicilla y mancha angular, plantas con mayor altura, ciclo de cultivo ligeramente más tardío en promedio con

7 días más en comparación a los más precoces, mayor número de vainas por planta, longitud de vainas, granos por vaina y mayor tamaño del grano (Cuadro No. 1).

En respuesta inversa los tratamientos T4 y T3, presentaron los menores rendimientos por cuanto no se adaptaron en esta zona agroecológica presentando los valores promedios más bajos de los componentes del rendimiento y una mayor incidencia y severidad de las enfermedades foliares especialmente la Cenicilla o Mildiú lo que causó una defoliación prematura. De acuerdo a estos resultados especialmente las accesiones de color blanco del grano no se adaptaron en esta zona agroecológica principalmente por la altitud y un amplio rango de temperaturas especialmente en la etapa reproductiva.

Los rendimientos reportados en esta investigación, son muy inferiores a los mencionados por Villacís, C. et al. 1988; INIAP. 2015; Monar, C. 2015 y Chimbolema, R. 2019 con las variedades INIAP 402, INIAP 425 e INIAP 484 Centenario. Estas diferencias pudieron darse también quizá por la competencia con las malezas especialmente en la etapa vegetativa y el manejo fitosanitario.

**Rendimiento de grano en kg/ha (\*\*)**

**1400**

**1200**

**1148 1095**

**922**

**1061**

**1000**

**840**

**800**

**622**

**600**

**400**

**356**

**271**

**200**

**0**

**T1**

**T2**

**T3**

**T4**

**T5**

**T6**

**T7**

**T8**

**Gráfico No. 11. Resultados promedios de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la variable Rendimiento de grano en kg/ha al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020.**

## Principales Descriptores Morfológicos.

**Cuadro No. 2.** Principales descriptores morfológicos caracterizados en ocho accesiones de fréjol arbustivo en la zona agroecológica de Laguacoto III. 2020.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Descriptor**  **Morfológico** | **Tratamientos: Ocho Cultivares de Fréjol Arbustivo** | | | | | | | |
| **T1** | **T2** | **T3** | **T4** | **T5** | **T6** | **T7** | **T8** |
| AV | 6: Medio | 4: Pobre | 3: Pobre | 2: Pobre | 8: Alto | 6: Medio | 8: Alto | 8: Alto |
| HC | Tipo I | Tipo I | Tipo I | Tipo I | Tipo I | Tipo I | Tipo I | Tipo I |
| FCV | 1: Recta | 1: Recta | 1: Recta | 1: Recta | 1: Recta | 2: Mod. curva | 2: Mod. curva | 2: Mod. curva |
| PAV | 2: No marginal | 1: Marginal | 2: No marginal | 1: Marginal | 2: No marginal | 2: No marginal | 1: Marginal | 1: Marginal |
| OAV | 5: Derecho | 5: Derecho | 5: Derecho | 7: Abajo | 7: Abajo | 7: Abajo | 7: Abajo | 5: Derecho |
| DHSV | 1: Fuerte | 2; Mediana | 1: Fuerte | 2: Mediana | 2: Mediana | 1: Fuerte | 1: Fuerte | 1: Fuerte |
| FV | 2: Redonda | 2: Redonda | 1; Plana | 2: Redonda | 2: Redonda | 2: Redonda | 2: Redonda | 2: Redonda |
| CPVS | 2: Crema | 3: Café | 1: Amarillo | 3: Café | 1: Amarillo | 1: Amarillo | 1: Amarillo | 1: Amarillo |
| CSVS | 3: Café | 1: Amarillo | 3: Café | 1: Amarillo | 3: Café | 3: Café | 3: Café | 3: Café |
| CPG | 8: Rojo | 8: Rojo | 1: Blanco | 1: Blanco | 8: Rojo | 8: Rojo | 8: Rojo | 8: Rojo |
| CSG | 3: Ausente | 3: Ausente | 3: Ausente | 3: Ausente | 1: Moteado | 1: Moteado | 1: Moteado | 1: Moteado |
| FG | 4: Arriñonada | 4: Arriñonada | 4: Arriñonada | 4: Arriñonada | 4: Arriñonada | 4: Arriñonada | 4: Arriñonada | 4: Arriñonada |
| CH | 1: Blanco | 1: Blanco | 1: Blanco | 1: Blanco | 1: Blanco | 1: Blanco | 1: Blanco | 1: Blanco |
| BG | 3: Brillante | 3: Brillante | 3: Brillante | 3: Brillante | 1: Opaco | 1: Opaco | 1: Opaco | 1: Opaco |
| TS | 3: Grande | 2: Mediana | 2: Mediana | 2: Mediana | 2: Mediana | 2: Mediana | 3: Grande | 2: Mediana |
| TT | 1: Resistente | 1: Resistente | 1: Resistente | 1: Resistente | 1: Resistente | 1: Resistente | 1: resistente | 1: Resistente |

**AV: Adaptación Vegetativa; HC: Hábito de Crecimiento; FCV: Forma Curvatura de la Vaina; PAV: Posición Ápice de la Vaina: OAV: Orientación Ápice de la Vaina; DHSV: Dehiscencia de la Vaina; FV: Forma de la Vaina; CPVS: Color Principal de la Vaina Seca; CSVS: Color Secundario de la Vaina Seca; CPG: Color Principal del Grano; CSG: Color Secundario del Grano; FG: Forma del Grano; CH: Color del Hilium; BG: Brillo del Grano; TS: Tamaño de la Semilla; TT: Tipo de Testa**.

60

Dentro del proceso de la caracterización de germoplasma, son muy importantes las características morfológicas, agronómicas y moleculares. Estos atributos varietales, son determinantes para el proceso de adopción de las variedades en los diferentes segmentos de la Cadena de Valor del Fréjol Arbustivo.

Para el descriptor Adaptación Vegetativa, el 25% de las ocho accesiones de fréjol arbustivo presentaron una alta adaptación en la zona agroecológica de Laguacoto III, el 37.50% medio y el 37.50% pobre (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 12). Este descriptor morfológico tuvo una estreches directa con el rendimiento.

**Adaptación Vegetativa (AV)**

**25%**

**37,50%**

**37,50%**

**Alto: T5, T7 y T8**

**Medio:T1 y T6**

**Pobre:T3 y T4**

**Gráfico No. 12. Resultados de la Adaptación Vegetativa de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para el descriptor Hábito de Crecimiento, el 100% del germoplasma de fréjol arbustivo fue de Tipo I: Arbustivo Determinado (Cuadro No. 2); es decir la planta termina siempre con una yema floral.

Los Programas de Mejoramiento del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y del INIAP, a través del cruzamiento de líneas, seleccionan cultivares y en función de la mayor demanda HC Tipo I, lo que facilita el proceso de la cosecha con maquinaria agrícola en siembras comerciales.

Para la Forma de Curvatura de la Vaina, el 62.5% del germoplasma, correspondió a vainas rectas y el 37.5% a vainas moderadamente curvas (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 13).

**Forma Curvatura de la Vaina (FVC)**

**37,50%**

**62,5%**

**Recta: T1, T2, T3, T4 y T5**

**Mod. Curva: T6, T7 y T8**

**Gráfico No. 13. Resultados Forma Curvatura de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para la Posición del Ápice de la vaina el 50% de los ocho cultivares de fréjol arbustivo fue marginal y el 50% No marginal (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 14).

**Posición Ápice de la vaina (PAV)**

**50%**

**50%**

**Marginal: T2, T4, T7 y T8 No Marginal: T1, T3, T5 y T6**

**Gráfico No. 14. Resultados Posición Ápice de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para la Orientación del Ápice de la Vaina el 50% del germoplasma evaluado fue derecho y el 50% en orientación hacia abajo (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 15).

**Orientación Ápice de la Vaina (OAV)**

**50%**

**50%**

**Derecho: T1, T2, T3 y T8**

**Abajo: T4, T5, T6 y T7**

**Gráfico No. 15. Resultados Orientación Ápice de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para la Dehiscencia de las vainas secas, el 62.5% del germoplasma validado en la zona agroecológica de Laguacoto III, presentaron vainas fuertemente dehiscentes; es decir las vainas no se abren en madurez comercial y el 37.5% con dehiscencia mediana (Cuadro No 2 y Gráfico No. 16), es decir las vainas secas cuando hay la presencia de vientos fuertes pueden abrirse, lo cual es un atributo no deseable en las variedades comerciales.

**Dehiscencia de la Vaina (DHSV)**

**37,5%**

**62,5%**

**Fuerte: T1, T3, T6, T7 y T8**

**Media: T2, T4 y T5**

**Gráfico No. 16. Resultados Dehiscencia de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para el descriptor Forma de la Vaina, mayormente con el 87.5% del germoplasma presentó vainas redondas y el 12.5% vainas planas (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 17).

**Forma de la Vaina (FV)**

**12,5%**

**87,5%**

**Redonda: T1, T2, T4, T5, T6, T7 y T8**

**Plana: T3**

**Gráfico No. 17. Resultados Forma de la Vaina de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para el Color Principal de la Vaina Seca, el 62.5% del germoplasma, presentó un color amarillo, 12.5% color crema y el 25% un color café (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 18).

**Color Principal de la Vaina Seca (CPVS)**

**25%**

**12,5%**

**62,5%**

**Amarillo: T3, T5, T6, T7 y T8 Crema: T1 Café: T2, y T4**

**Gráfico No. 18. Resultados Color Principal de la Vaina Seca de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para el germoplasma validado, el 75% presentó un color Secundario de la vaina café y el 25% un color amarillo (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 19).

**Color Secundario de la Vaina Seca (CPVS)**

**25,0%**

**75,0%**

**Amarillo: T2 y T4**

**Café: T1, T3, T5, T6, T7 y T8**

**Gráfico No. 19. Resultados Color Secundario de la Vaina Seca de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

El 75% del germoplasma evaluado, presentó un color Principal del Grano rojo y el 25% blanco (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 20). El color principal del grano es muy importante en los mercados de Ecuador, siendo los más aceptados los colores: amarillo, rojo, crema y blanco.

**Color Principal del Grano Seco (CPGS)**

**25,0%**

**75,0%**

**Rojo: T1, T2, T5, T6, T7 y T8**

**Blanco: T3 y T4**

**Gráfico No. 20. Resultados Color Principal del Grano Seco de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para el Color Secundario del Grano, el 50% fue moteado y el restante 50% estuvo ausente (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 21).

**Color Secundario del Grano Seco (CSGS)**

**50,0%**

**50,0%**

**Moteado: T5, T6, T7 y T8**

**Ausente: T1, T2, T3 y T4**

**Gráfico No. 21. Resultados Color Secundario del Grano Seco de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Para el descriptor Forma del Grano, el 100% del germoplasma presentó una forma arriñonada (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 22). El color principal, forma, tamaño y brillo del grano, son determinantes para la aceptabilidad y estos atributos marcan la diferencia en el precio. Para los mercados de Ecuador, los colores sólidos: Canario, rojo, crema y blanco de formas redonda o arriñonada y tamaño grande y brillante, son los de mayor preferencia y precios más altos.

**Forma del Grano (FG)**

**100,0%**

**Arriñonada: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8**

**Gráfico No. 22. Resultados Forma del Grano de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

El 100% del germoplasma evaluado presentó un color blanco del Hilium o hilo (Cuadro No. 2).

Para el descriptor Brillo del Grano, el 50% de los cultivares evaluados, presentó un color brillante y el 50% opaco (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 23).

La preferencia de los consumidores es por variedades de color brillante del grano y que se mantenga en el tiempo de almacenamiento o anaquel al menos en un año.

**Brillo del Grano (BG)**

**50,0%**

**50,0%**

**Brillante: T1, T2, T3 yT4**

**Opaco: T5, T6, T7 y T8**

**Gráfico No. 23. Resultados Brillo del Grano de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

En cuanto al atributo visual del Tamaño de la Semilla o grano, el 75% de las variedades validadas en la zona agroecológica de Laguacoto III, presentaron un tamaño mediano y el 25% grande del grano (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 24). La preferencia en los mercados nacionales es por granos de tamaño grande.

**Tamaño de Semilla (TS)**

**25,0%**

**75,0%**

**Mediana: T2, T3, T4, T5,T6 y T8**

**Grande: T1 y T7**

**Gráfico No. 24. Resultados Tamaño de Semilla de ocho cultivares de fréjol arbustivo. Laguacoto III. 2020.**

Finalmente, para el Tipo de Testa del grano seco, el 100% del germoplasma evaluado, presentó una testa resistente (Cuadro No. 2), es decir en el momento de la trilla manual, con trilladoras o combinadas, la testa o cubierta del grano no se rompa. Variedades con una testa débil, daña la calidad física del grano y pierde valor comercial.

Los descriptores morfológicos son atributos varietales y quizá los más relevantes para la adopción de nuevas variedades por los diferentes segmentos de la Cadena de Valor del Fréjol Arbustivo son: Una excelente adaptación Vegetativa, idealmente un hábito de crecimiento Tipo I: Determinado Arbustivo, colores principales del grano amarillo, rojo, crema, blanco, de tamaño grande, forma redonda o arriñonada, con buen brillo y testa resistente.

## Coeficiente de Variación (CV)

El CV, es un indicador estadístico, que mide la variabilidad de los resultados y se expresa en porcentaje. Investigadores como Beaver, J. y Beaver, L. 2002, indican que en las variables cuantitativas que están bajo el control del investigador, el valor del CV, no debe superar el 20%, sin embargo, en variables que dependen del medio ambiente y que no están bajo la dependencia de los investigadores el valor del CV, puede ser mucho mayor al 20%. En esta investigación los valores calculados del CV en las variables cuantitativas, son muy inferiores al 20%. Se determinaron valores superiores al 20% en variables como la incidencia y severidad de enfermedades, que dependen del germoplasma y del ambiente. Por lo tanto, las inferencias y conclusiones sistematizadas de esta investigación, son válidas para la zona agroecológica de Laguacoto III y en la época de siembra que se implementó este ensayo.

## Análisis de correlación y regresión lineal.

**Cuadro No. 3.** Resultados del análisis de correlación y regresión lineal de los componentes agronómicos, que presentaron significancia estadística diferente con el rendimiento de grano seco. Laguacoto III. 2020.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Componentes del rendimiento (Xs)** | **Coeficiente de**  **correlación (r)** | **Coeficiente**  **de regresión (b)** | **Coeficiente de**  **determinación (R2)** |
| Antracnosis (\*\*) | -0.6395 | -195.563 | 41 |
| Cenicilla o Mildiú (\*\*) | -0.6546 | -190.596 | 43 |
| NPE (\*\*) | 0.7110 | 8.7036 | 54 |
| VP (\*\*) | 0.5742 | 173.096 | 33 |
| PVPP (\*\*) | 0.4915 | 26.9977 | 44 |
| LV (\*\*) | 0.6031 | 94.1571 | 41 |
| GV (\*\*) | 0.5881 | 355.166 | 35 |

**\*\*Altamente significativo al 1%.**

## Correlación (r)

Correlación es la relación o estreches positiva o negativa entre dos variables, su valor máximo es +/- 1 y no tiene unidades. En esta investigación se presentó una relación altamente significativa y negativa entre las enfermedades foliares: Antracnosis y Cenicilla o Mildiú versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. En respuesta inversa, se calculó una estreches muy diferente y positiva entre los componentes agronómicos Número de Plantas Establecidas, Vainas Por Planta, Peso de Vainas Por Planta, Longitud de la Vaina y Granos Por vaina versus el rendimiento de grano seco (Cuadro No. 3).

## Regresión (b)

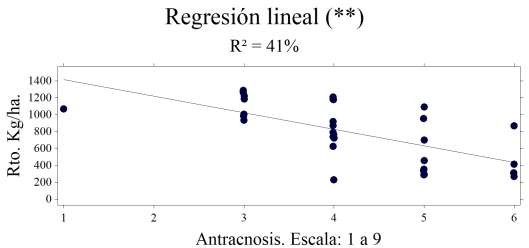
Regresión es el incremento o reducción de la variable dependiente (Y) rendimiento de grano por cada cambio único de las variables independientes o componentes del rendimiento (Xs).

En este ensayo de validación de ocho accesiones de fréjol arbustivo en la zona agroecológica de Laguacoto III, la incidencia y severidad de las enfermedades foliares principalmente la Antracnosis y la cenicilla o Mildiú, redujeron significativamente el rendimiento de grano. Los componentes agronómicos que incrementaron el rendimiento de grano seco al 13% de humedad, fueron valores promedios más altos del Número de Plantas Establecidas, Vainas Por Planta, Peso de las Vainas Por Planta, Longitud de las Vainas y Granos Por Vaina (Cuadro No. 3).

## Coeficiente de Determinación (R²)

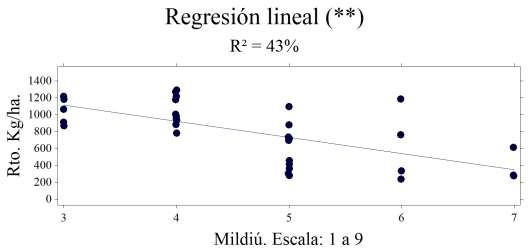
El Coeficiente de Determinación, es un estadístico que explica claramente en qué porcentaje se redujo o incrementó el rendimiento por efecto de las variables independientes o componentes del rendimiento. Su valor máximo es 100%.

En esta investigación el 41% de la reducción del rendimiento de grano seco fue debido a la incidencia y severidad de la Antracnosis especialmente en las variedades más susceptibles (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 25).



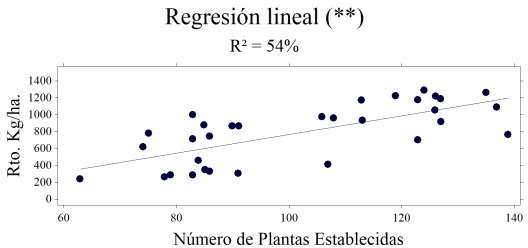
**Gráfico 25. Regresión lineal entre las variables incidencia de Antracnosis versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020.**

El 43% de la reducción del rendimiento de grano seco, fue debido a la mayor incidencia y severidad de la Cenicilla o Mildiú; es decir a mayor ataque de este hongo, menor rendimiento (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 26).



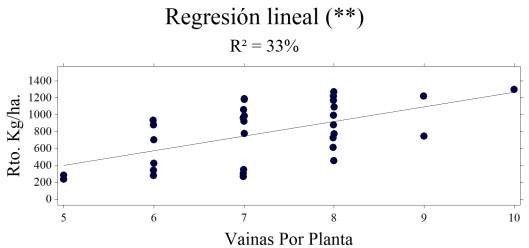
**Gráfico 26. Regresión lineal entre las variables incidencia de Cenicilla o Mildiú versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020.**

El 54% del incremento del rendimiento de grano seco, fue debido a valores promedios más altos de la variable Número de Plantas Establecidas (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 27).



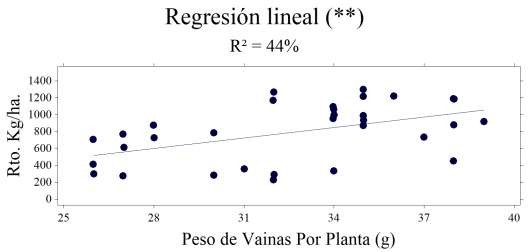
**Gráfico 27. Regresión lineal entre las variables Número de Plantas Establecidas versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020.**

El 33% del incremento del rendimiento de grano seco de la variable dependiente, fue debido a valores promedios más elevados del componente agronómico Vainas Por Planta (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 28).



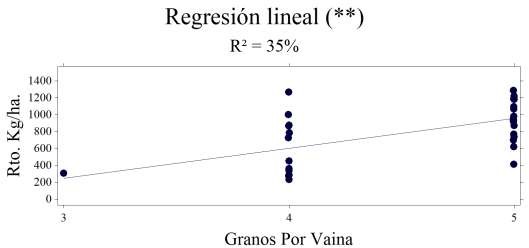
**Gráfico 28. Regresión lineal entre las variables Vainas Por Planta versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020.**

El 44% del incremento del rendimiento de grano seco, fue debido a valores promedios más elevados de la variable independiente Peso de vainas Por Planta (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 29).



**Gráfico 29. Regresión lineal entre las variables Peso de Vainas Por Planta versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020.**

Finalmente, el 35% del incremento del rendimiento de grano seco, fue debido a los valores promedios más altos del componente agronómico Granos Por vaina (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 30).



**Gráfico 30. Regresión lineal entre las variables Granos Por Vaina versus el Rendimiento de grano al 13% de humedad. Laguacoto III. 2020.**

# COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

La Hipótesis Alterna planteada en esta investigación fue: la respuesta morfoagronómica de las ocho accesiones de fréjol arbustivo son diferentes y además tienen una fuerte interacción genotipo ambiente.

Efectivamente de acuerdo al modelo matemático utilizado como fue el Diseño de Bloques Completos Al Azar y la separación de medias con la prueba de Tukey al 5% en función que los tratamientos son un factor cualitativo, con una evidencia estadística y científica del 99% de seguridad el germoplasma evaluado en la zona agroecológica de Laguacoto III, fue muy diferente para las variables agronómicas: Número de Plantas Establecidas, Diámetro del Tallo, Enfermedades Foliares como la Antracnosis, Ascoquita, Cenicilla o Mildiú y, Mancha Angular; Altura de Planta, Altura de Carga, Ciclo de cultivo, Vainas por Planta, Peso de Vainas por Planta, Longitud de Vainas, Granos por Vaina, Diámetro Polar y Ecuatorial, Peso de Cien Granos Secos, Número de Semillas por Kilogramo y estos componentes agronómicos estuvieron estrechamente relacionados con el Rendimiento de grano seco al 13% de humedad.

Por lo tanto, en esta investigación y de acuerdo a los resultados, se acepta la hipótesis alterna y las mejores accesiones adaptadas en esta zona agroecológica fueron los tratamientos T5 (Línea Rojo Moteado - 1), T7 (Línea Rojo Moteado - 7), T8 (Variedad INIAP 484 Centenario Rojo Moteado) y el T6 (Línea Rojo Moteado - 6), además por los descriptores morfológicos más relevantes como son el color (Rojo Moteado), tamaño mediano a grande, forma arriñonada y brillo del grano.

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## Conclusiones

En función de los resultados obtenidos de las ocho accesiones de fréjol arbustivo validado en la zona agroecológica de Laguacoto III, se sintetizan las siguientes conclusiones:

* + - La respuesta morfoagronómica de los ocho cultivares de fréjol arbustivo fueron muy diferentes y en la época de siembra realizada el 16 de marzo de 2020 en condiciones de secano.
    - Se resaltan descriptores morfológicos relevantes y de amplia aceptación por los diferentes segmentos de la Cadena de Valor del Fréjol Arbustivo como son el hábito de crecimiento Tipo I: Determinado Arbustivo, colores rojo sólido, blanco y rojo moteado del grano con tamaño mediano a grande, forma arriñonada, brillo y testa resistente del grano.
    - Agronómicamente fueron relevantes la tolerancia a las enfermedades foliares especialmente la Antracnosis, Ascoquita, Mildiú, Mancha Angular y la Roya.
    - Ciclo de cultivo precoz menor a 143 días lo que es una gran ventaja para zonas agroecológicas con deficiencia de precipitación por el cambio climático.
    - Los rendimientos promedios más elevados se determinaron en las accesiones: T5 (Línea Rojo Moteado - 1), T7 (Línea Rojo Moteado - 7) y T8 (variedad INIAP 484 Centenario Rojo Moteado) con 1148; 1095 y 1061 kg/ha respectivamente.
    - Los componentes agronómicos que redujeron el rendimiento fueron las enfermedades foliares como la antracnosis, ascoquita y la cenicilla o Mildiú en las accesiones susceptibles. Las variables que incrementaron el rendimiento fueron especialmente el número de plantas establecidas, peso de las vainas por planta, longitud y granos por vaina.
    - Finalmente, se seleccionaron líneas con un comportamiento agronómico favorable y aceptación de los beneficiarios para mejorar la eficiencia de los sistemas de producción locales y entre las que se destacan los cultivares: T1 (Línea Rojo Sólido - 4), T5 (Línea Rojo Moteado - 1), T6 (Línea Rojo Moteado - 6), T7 (Línea Rojo Moteado - 7) y T8 (Variedad INIAP 484 Centenario Rojo Moteado).

## Recomendaciones

De acuerdo a las principales conclusiones establecidas y para continuar con el proceso de investigación, se sugieren las siguientes recomendaciones:

* + - Continuar con el proceso de Investigación Participativa de este germoplasma en otras zonas agroecológicas de los cantones: Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes, adicionando cultivares locales como el grupo de Panamitos de color Blanco (Huevo de Quinde), Marrón y Negro.
    - Es necesario que se hagan evaluaciones participativas a nivel de campo, postcosecha y en diferentes usos del germoplasma. A nivel de campo evaluar la sanidad de las principales enfermedades foliares en la fase vegetativa y reproductiva, carga, ciclo de cultivo en tierno, seco y el rendimiento en tierno. En Postcosecha es relevante la sanidad, rendimiento en seco, color principal, secundario, tamaño, forma y brillo del grano. En los principales usos hacer talleres en diferentes formas de consumo en tierno y en seco (sopas, ensaladas, menestras, postres, etc.).
    - En la zona agroecológica de Laguacoto III, validar este ensayo con un protocolo de Buenas Prácticas Agrícolas especialmente en el manejo fitosanitario y el control de malezas.
    - Con la variedad INIAP 484 Centenario Rojo Moteado, producir semilla de calidad bien sea por el Sistema Artesanal o Semilla Certificada una vez que la Universidad Estatal de Bolívar está acreditada para producir semilla de las categorías altas (Registrada y Certificada: Ley de Semillas).
    - La provincia Bolívar tiene el indicador más alto de la Tasa de Desnutrición Crónica Infantil, siendo urgente diseñar y concretar alianzas estratégicas de la UEB con otras instituciones como el INIAP, MAG, MAQUITA, MIES, Gobiernos: Provincial, Cantonal y Parroquial, Organizaciones de Productores, etc., para dar valor agregado al fréjol e iniciar procesos sostenibles de talleres nutricionales.

# BIBLIOGRAFÍA

Alizaga, R. (1985). Efecto de la temperatura de secado y del contenido de humedad durante el almacenamiento sobre la calidad de la semilla de frijol.

Aldana, L. (2010). Manual técnico agrícola de frijol. Primera edición. Guatemala, Quetzaltenango.

Amorosos, M., Garces, N., & Fernadez, P. (2008). Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Estatal de Bolívar. Efecto de la fertilización química y orgánica en cinco líneas promisorias de fréjol arbustivo (***Phaseolus vulgaris L.***). Pelileo, Tungurahua.

Andrade, B. (2006). Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Estatal de Bolívar Introducción y evaluación de ocho líneas de fréjol arbustivo ***(Phaseolus vulgaris L***.) en la localidad de Puruhuay, Cantón Echeandia, Provincia Bolívar. Guaranda, Ecuador.

Arias, J. (2007). Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la producción de fríjol voluble. P. 13.

Azcon, J., & Talon, M. (2007). Fundamentos de Fisiología Vegetal, Madrid, Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. P. 305-375. Madrid, España.

Baudoin, J. (2004). Ecogeografía, demografía, diversidad y conservación de (***Phaseolus lunatus L***.) en el ValleCentral de Costa Rica. Roma, Italia.

Bonilla, V. (2010). Tesis Ingeniería en Biotecnología: Escuela Politécnica del Ejército. Caracterización molecular de la colección lojana de fréjol arbustivo (***Phaseolus vulgaris L***.) conservada en el banco nacional de germoplasma del INIAP. Sangolqui, Ecuador.

Bravo, J. (2009). Guía Técnica para el Cultivo de Frijol. 3ra Edición. P. 20, 21 y

22. Quito, Ecuador.

Cardona, et al (1982). Problemas de campo en los cultivos de frijol en América Latina. Cali, Colombia.

Castillo, E. (2011). Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar. Caracterización agronómica y morfológica de germoplasma de fréjol (***Phaseolus vulgaris L***) en Cruz de Perezán, Cantón Chillanes Provincia Bolívar. P. 36. Guaranda, Ecuador.

CESAVEG, C. E. (2014). Campaña Manejo fitosanitario del frijol. En Manual de plagas y enfermedades en frijol (pág. 24).

Chicaiza, L., & Ganaderia., E. P. (2015). Caracterización morfoagronomica de 15 cultivares de frejol arbustivo en la granja Laguacoto II Provincía Bolívar. Guaranda: UEB.

CIAT. (1983). Metodología para obtener semillas de buena calidad en frijol. Cali, Colombia.

CIAT. (1984). Morfología de la planta de fréjol común. Cali, Colombia.

CIAT. (1986). Etapas del desarrollo del fréjol. Cali, Colombia.

CIAT. (1993). Descriptores de fréjol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.

CIAT. (2012). Taxonomía del fréjol. Palmira, Colombia.

CIP. (2003). (Centro Internacional de la Papa). Conservación y uso sostenible de la biodiversidad agrícola. P. 17-18 y 26.

Enciclopedia Agropecuaria Terranova. (2001). Quito, Ecuador.

Falconi, E., & Fernadez, P. (2008). Determinación de razas fisiológicas de (***Colletotrichum lindemuthianum***) en Ecuador y evaluación de la resistencia de veinte cinco genotipos de germoplasma de fréjol (***Phaseolus vulgaris L***) del INIAP, Santa Catalina. P. 34-35. Quito, Ecuador.

FAO. (2006). Informe sobre el estado de los Recursos Filogenéticos en el Mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

P. 342. Roma, Italia.

FAO. (2007). Informe de plagas y enfermedades del cultivo de fréjol en el Mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

P. 80. Roma, Italia.

FAO. (2012). Semillas en emergencias. Manual técnico. Estudio FAO y protección vegetal.

Fernandez, P. (2008). Tesis Ingeniero Agrónomo: Universidad Estatal de Bolívar. Efecto de la fertilización química y orgánica en cinco líneas promisorias de fréjol arbustivo (***Phaseolus vulgaris L.***). Pelileo, Tungurahua.

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar. (2008) y registro In Situ.2020.

Obtenido de Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar (2008) y registro In Situ.2020.

INEC. (2006). III Censo Nacional Agropecuario, resultados nacionales. Quito, Ecuador.

INIAP. (2003). Manual Agrícola de Leguminosas. P. 30. Quito, Ecuador.

INIAP. (2004). Manual Agrícola de Leguminosas Cultivos y costos de producción.

P. 13-19. Quito, Ecuador.

INIAP. (2005). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. P. 25. Quito, Ecuador.

INIAP. (2008). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.

INIAP. (2010). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.

INIAP. (2011). ProgramaNacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.

INIAP. (2012). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.

INIAP. (2013). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito.

INIAP. (2014). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito.

INIAP. (2015). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito.

INIAP. (2018). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito.

INIAP, & Monar, C. (2012). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Informe anual de actividades. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.

IBPGR. (1982). International Board for Plant Genetic Resources, IT. Descriptors for Phaseolus vulgaris. 32 p. Roma. Italy.

IPGRI . (2001). Annual report .

IPGRI. (2001). Descriptores para (Phaseolus vulgaris). Instituto Internacional de Recursos fitogenéticos. Roma. Italia.

López, M. (2006). Frijol Investigación y producción. CIAT. P. 417. Cali, Colombia.

Luis, C. (2015). Caracterización Morfo –Agronómica De 15 Cultivares De Fréjol Arbustivo (***Phaseolus Vulgaris L.***) Provincia Bolívar. Guaranda: UEB.

Monar, C. (2000). Informe anual. Guaranda: INIAP.

Monar, C. (2003). Informe anual. INIAP. p 32. . Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2010). Informe anual de actividades. INIAP. P. 10. . Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2011). Informe anual de actividades. Proyecto de investigación y producción de semillas. P. 30. Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2011). Caracterización morfoagronómica de 15 cultivares de fréjol arbustivo en Laguacoto II. Guaranda.

Monar, C. (2011). Informe anual de actividades. Proyecto de investigación y producción de semillas. UEB . P. 30. Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2012). Proyecto de Investigación en Semillas. UEB. p 42. Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2013). Informe anual de actividades proyecto de investigación y producción sostenible de semillas. P. 32. Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2015). Informe anual de actividades proyecto de investigación y producción sostenible de semillas. P. 32. Guaranda, Ecuador.

Monar, C. (2018). Proyecto de Investigación en Semillas. UEB. . Guaranda, Ecuador.

Parson, D. (2005). Manuales para la Educación Agropecuaria. Frijol y Chícharo.

D.F. P. 32, 35, 42 y 58. México: 2da Edición. Tomo 12.

Peralta, E. (2010). Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. P. 14. Quito, Ecuador.

Peralta, E., Murillo, N., C, M., J, P., & M, R. (2010). Manual Agrícola de Frejol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Quito, Ecuador.

Peralta, J., & Armin, F. (2010). Genética y Mejoramiento de Plantas Tropicales.

Ediciones Enpes. P. 193. La Habana, Cuba.

Peralta, E., Murillo, A., & Pinzón, J. (2012). Línea del tiempo. Mejoramiento genético del fréjol común (***Phaseolus vulgaris L.***) en Ecuador. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos--PRONALEG-GA.Boletín divulgativo Nº 416. Quito, Ecuador: Estación Experimental Santa Catalina.

Phaseolus, S. (21 de Agosto de 2020). Trepadoras. Obtenido de Trepadoras: http://www.wikipedia.com;

Saborio, F. (2006). Bioestimulantes en fertilización foliar. Fertilización foliar.

Principios y aplicaciones. P. 111-127. Costa Rica.

Sevilla, R. (2004). Recursos genéticos vegetales. P. 64. Lima, Perú.

Socorro, M., & Martin, D. (2009). Granos. Editorial Pueblo y Educación. P. 317.

La Habana, Cuba.

Superficie Producción y RendimientoSistema de información Nacional de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca. (20 de 08 de 2015). SINAGAP. SINAPAG. Obtenido de SINAGAP:

<http://sinagap.agricultura.gob.ec/component/content/article/21-> personalizada/297-estadisticas-spr

UPOV. (2005). PHASE VUL (Phaseolus vulgaris L.) Unión Internacional Para La Protección de Las Obtenciones Vegetales p. 26, 28.

USDA. (15 de ENERO de 2015). Base de datos sobre composición de alimentos. Obtenido de Base de datos sobre composición de alimentos: [http://www.nal.usda/fnic.](http://www.nal.usda/fnic)

Valladares, C. (2010). Taxonomía y botánica de los cultivos de grano. Honduras: CURLA.

Villacís, C. et al. (1988). INIAP 102. Variedad de fréjol arbustivo. Plegable No.

98. INIAP. Quito, Ecuador.

Voyset, O., & López, m. (2006). Mejoramiento genético por introducción y selección. CIAT. P. 27. Cali, Colombia.

Zhispon, C. (2013). Evaluación agronómica de quince cultivares de fréjol arbustivo (***Phaseolus vulgaris L.***), en la Estación Experimental del Austro "Bullcay".

## WEBGRAFIA:

[http://bajacaliforniasur.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos/11.](http://bajacaliforniasur.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos/11) (s.f.). Obtenido de

<http://bajacaliforniasur.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos/11>

[http://campeche.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos.](http://campeche.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos) (s.f.). Obtenido de [http://campeche.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos.](http://campeche.sitecproduce.org.mx/Cultivo/requerimientos)

[http://fijolcent.blogspot.com/p/tratamiento-de-la-semilla.htm.](http://fijolcent.blogspot.com/p/tratamiento-de-la-semilla.htm) (s.f.). Obtenido de <http://fijolcent.blogspot.com/p/tratamiento-de-la-semilla.htm>

[http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s04.](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s04) Manejo fitosanitario. (s.f.). Obtenido de [http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s04.](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1359s/a1359s04) Manejo fitosanitario

[http://semicol.co/semillas/agricolas/frijolarbustivoandino/flypagenewtpl.html.](http://semicol.co/semillas/agricolas/frijolarbustivoandino/flypagenewtpl.html) (s.f.). Obtenido de Semicol: <http://semicol.co/semillas/agricolas/frijolarbustivoandino/flypagenewtpl.ht>

[http://www.](http://www/) Manejo de enfermedades fungosas en frijol y Peralta, E. et. al. (2010). Obtenido de [http://www.](http://www/) Manejo de enfermedades fungosas en frijol y Peralta, E. et. al

[http://www.bayercropscience.com.](http://www.bayercropscience.com/) y Castillo, E. (2011). Obtenido de [http://www.bayercropscience.com.](http://www.bayercropscience.com/) y Castillo, E

<http://www.centa.gob./guias/granos%20basicos/Guia%20Técnica> Fríjol. (s.f.). Obtenido de

<http://www.centa.gob./guias/granos%20basicos/Guia%20Técnica>Fríjol

[http://www7.uc.cl/sw\_educ/cultivos/legumino/frejol/semillas.htm.](http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/semillas.htm) (s.f.). Obtenido de <http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/frejol/semillas.htm>

<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2552>

[http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\_ciat/descriptores\_varietales.](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/descriptores_varietales)

[www.bayercropscience.com.](http://www.bayercropscience.com/) (s.f.). Obtenido de [www.bayercropscience.com](http://www.bayercropscience.com/) [www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologias.](http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologias) (s.f.). Obtenido de

[www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologias](http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologias) [www.fao.org/docrep.](http://www.fao.org/docrep) (s.f.). Obtenido de [www.fao.org/docrep](http://www.fao.org/docrep) [www.inia.gob.pe/cultivofrijol.](http://www.inia.gob.pe/cultivofrijol) (s.f.). Obtenido de [www.inia.gob.pe/cultivofrijol](http://www.inia.gob.pe/cultivofrijol) [www.itacab.org.](http://www.itacab.org/) (s.f.). Obtenido de [www.itacab.org.e](http://www.itacab.org.e/)

**A N E X O S**

## Anexo No. 1. Ubicación del ensayo.



UBICACIÓN DEL ENSAYO

**Anexo 2.** Base de datos completa.

## Variables agronómicas cuantitativas:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variable No.** | **Código** | **Descripción** | **Variable No.** | **Código** | **Descripción** |
| V1 | REP | Repeticiones: 4 | V13 | DE | Diámetro Ecuatorial (mm) |
| V2 | TRAT | Tratamientos: 8 | V14 | PCGS | Peso de Cien Granos Secos (g) |
| V3 | NPE | Número de Plantas Establecidas | V15 | PVPP | Peso de Vainas Por Planta (g) |
| V4 | DT | Diámetro del Tallo (mm) | V16 | NSPK | Número de Semillas Por Kilogramo |
| V5 | AP | Altura de Planta (cm) | V17 | RH | Rendimiento en kg/ha al 13% de humedad |
| V6 | AC | Altura de Carga (cm) | V18 | As | Ascoquita: Escala 1 a 9 |
| V7 | DCS | Días a la Cosecha en Seco | V19 | R | Roya: Escala 1 a 9 |
| V8 | NRP | Número de Ramas por  Planta | V20 | MA | Mancha Angular: Escala 1 a 9 |
| V9 | VP | Vainas por  Planta | V21 | Cen | Cenicilla o Mildiú:  Escala 1 a 9 |
| V10 | LV | Longitud de  la Vaina (cm) | V22 | Ant | Antracnosis:  Escala 1 a 9 |
| V11 | GV | Granos por  Vaina | V23 | PPK | Peso Por Parcela en  Kilogramos |
| V12 | DP | Diámetro  Polar (mm) | V24 | HC | Humedad de cosecha  (%) |

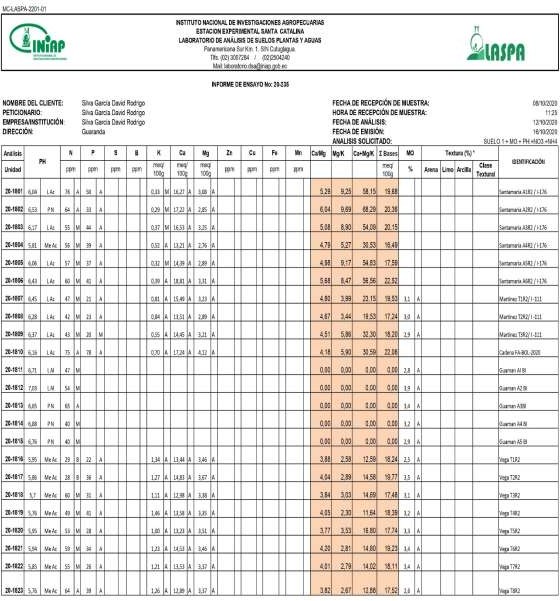
**Base de datos variables agronómicas cuantitativas:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **REP** | **TRAT** | **NPE** | **DT** | **AP** | **AC** | **DCS** | **NRP** | **VP** | **LV** | **GV** | **DP** |
| 1 | 1 | 83 | 5.7 | 32.65 | 19 | 140 | 7 | 8 | 14.35 | 4 | 14.7 |
| 1 | 2 | 74 | 6.2 | 33.11 | 20.83 | 134 | 7 | 8 | 16.35 | 5 | 12.3 |
| 1 | 3 | 83 | 6.2 | 51.01 | 20.13 | 142 | 6 | 5 | 15.35 | 4 | 14.5 |
| 1 | 4 | 78 | 5.6 | 43.36 | 19.94 | 138 | 6 | 7 | 13.2 | 4 | 13.7 |
| 1 | 5 | 106 | 5.4 | 41.45 | 19.24 | 143 | 6 | 7 | 16.45 | 5 | 14.3 |
| 1 | 6 | 85 | 5.6 | 41.3 | 19.34 | 139 | 5 | 8 | 17.5 | 5 | 14.7 |
| 1 | 7 | 126 | 5.5 | 38.57 | 22.23 | 141 | 6 | 7 | 16.8 | 5 | 15 |
| 1 | 8 | 127 | 5.1 | 32.97 | 18.08 | 143 | 7 | 7 | 16.55 | 5 | 14.1 |
| 2 | 1 | 90 | 5.9 | 40.72 | 18.36 | 139 | 4 | 6 | 14.55 | 4 | 15.2 |
| 2 | 2 | 107 | 5.7 | 37.93 | 20.4 | 135 | 4 | 6 | 16.25 | 5 | 12.4 |
| 2 | 3 | 85 | 6 | 39.02 | 20.72 | 140 | 5 | 7 | 14.3 | 4 | 14.3 |
| 2 | 4 | 63 | 5.7 | 42.52 | 20.47 | 136 | 4 | 5 | 13.7 | 4 | 13.3 |
| 2 | 5 | 127 | 5.9 | 43.69 | 19.65 | 141 | 5 | 7 | 17.9 | 5 | 13.4 |
| 2 | 6 | 86 | 6.2 | 36.61 | 19.69 | 141 | 6 | 9 | 17.85 | 5 | 14.2 |
| 2 | 7 | 113 | 5.5 | 38.2 | 21.97 | 139 | 5 | 6 | 16.2 | 5 | 14 |
| 2 | 8 | 124 | 5.6 | 36.03 | 17.75 | 141 | 5 | 10 | 16.6 | 5 | 13.8 |
| 3 | 1 | 83 | 6 | 35.39 | 17.67 | 142 | 6 | 8 | 13.9 | 4 | 14.9 |
| 3 | 2 | 123 | 6.4 | 35.61 | 20.18 | 136 | 5 | 6 | 16.2 | 5 | 12.2 |
| 3 | 3 | 84 | 7 | 41.79 | 22.13 | 140 | 6 | 8 | 16.6 | 4 | 13.9 |
| 3 | 4 | 79 | 5.4 | 41.53 | 22.57 | 139 | 4 | 6 | 14 | 4 | 13.5 |
| 3 | 5 | 135 | 6.7 | 45.45 | 19.07 | 142 | 5 | 8 | 16.45 | 4 | 13.8 |
| 3 | 6 | 91 | 5.8 | 38.87 | 17.27 | 138 | 5 | 8 | 17.4 | 4 | 15.5 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3 | 7 | 119 | 6.6 | 42.08 | 23.57 | 140 | 5 | 9 | 16.35 | 5 | 15.1 |
| 3 | 8 | 137 | 6.6 | 37.15 | 24.24 | 142 | 5 | 8 | 16.85 | 5 | 14.1 |
| 4 | 1 | 75 | 6.3 | 39.17 | 18.48 | 142 | 6 | 7 | 14.35 | 4 | 14.7 |
| 4 | 2 | 139 | 5.8 | 40.78 | 19.27 | 137 | 6 | 8 | 15.7 | 5 | 12.3 |
| 4 | 3 | 86 | 6.6 | 40.6 | 21.41 | 145 | 5 | 6 | 16.15 | 4 | 14.3 |
| 4 | 4 | 91 | 5.9 | 42.16 | 21.94 | 140 | 6 | 7 | 13.35 | 3 | 13.5 |
| 4 | 5 | 113 | 6.6 | 42.43 | 18.61 | 144 | 7 | 8 | 16.95 | 5 | 14.2 |
| 4 | 6 | 126 | 6.4 | 40.91 | 17.27 | 143 | 7 | 8 | 17.5 | 5 | 15.5 |
| 4 | 7 | 123 | 6.3 | 38.43 | 22.23 | 144 | 6 | 7 | 16.5 | 5 | 15.1 |
| 4 | 8 | 108 | 6.7 | 34.95 | 22.43 | 145 | 5 | 7 | 16.1 | 5 | 13.9 |
| **DE** | **PCGS** | **PVPP** | **NSPKg** | **RH** | **As** | **Roya** | **MA** | **Cen** | **Ant** | **PPK** | **HC** |
| 6.4 | 58 | 28 | 1724 | 716.94 | 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | 0.668 | 10.2 |
| 5.6 | 46 | 27 | 2173 | 615.53 | 4 | 2 | 4 | 7 | 4 | 0.568 | 9.5 |
| 6.8 | 62 | 30 | 1612 | 284.84 | 6 | 2 | 5 | 7 | 5 | 0.268 | 11.3 |
| 6.9 | 58 | 27 | 1727 | 266.77 | 6 | 2 | 6 | 7 | 6 | 0.251 | 11.5 |
| 6.3 | 55 | 35 | 1818 | 979.89 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 0.913 | 10.1 |
| 6.1 | 60 | 38 | 1667 | 873.45 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 0.806 | 9.6 |
| 6.5 | 60 | 34 | 1662 | 1057.16 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0.985 | 10.2 |
| 6.4 | 59 | 39 | 1695 | 914.42 | 4 | 2 | 4 | 3 | 4 | 0.852 | 10 |
| 6.5 | 56 | 28 | 1720 | 869.30 | 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | 0.826 | 12.1 |
| 5.2 | 46 | 26 | 2168 | 415.35 | 5 | 2 | 4 | 5 | 6 | 0.387 | 10.4 |
| 6.9 | 59 | 31 | 1694 | 353.61 | 4 | 1 | 4 | 5 | 5 | 0.336 | 11.8 |
| 7 | 60 | 32 | 1666 | 231.70 | 4 | 2 | 4 | 6 | 4 | 0.218 | 11 |
| 6.4 | 55 | 38 | 1810 | 1179.51 | 5 | 1 | 4 | 6 | 3 | 1.099 | 10 |
| 5.9 | 60 | 37 | 1660 | 736.90 | 4 | 2 | 3 | 5 | 4 | 0.680 | 9.8 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6.4 | 51 | 35 | 1960 | 925.15 | 2 | 1 | 1 | 4 | 3 | 0.862 | 9.7 |
| 6.3 | 57 | 35 | 1754 | 1286.66 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1.176 | 8.5 |
| 6.6 | 61 | 34 | 1639 | 993.76 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 0.935 | 11 |
| 5.4 | 46 | 26 | 2173 | 696.16 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 0.655 | 11 |
| 7 | 64 | 38 | 1562 | 453.99 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 0.423 | 10.4 |
| 6.7 | 62 | 32 | 1612 | 281.65 | 4 | 2 | 5 | 5 | 5 | 0.265 | 11.9 |
| 6.5 | 55 | 32 | 1818 | 1262.15 | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 1.176 | 10.3 |
| 6 | 60 | 35 | 1665 | 868.03 | 4 | 1 | 3 | 3 | 6 | 0.801 | 9.2 |
| 6.4 | 62 | 36 | 1610 | 1219.14 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1.125 | 9.8 |
| 6.3 | 60 | 34 | 1660 | 1092.57 | 4 | 1 | 4 | 5 | 5 | 1.018 | 10.4 |
| 6.5 | 51 | 30 | 1900 | 780.12 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 0.734 | 11 |
| 5.6 | 48 | 27 | 2083 | 762.06 | 5 | 2 | 5 | 6 | 4 | 0.717 | 11.1 |
| 6.9 | 82 | 34 | 1220 | 332.71 | 5 | 1 | 5 | 6 | 5 | 0.310 | 10.1 |
| 6.8 | 62 | 26 | 1612 | 302.91 | 6 | 3 | 6 | 5 | 6 | 0.285 | 11 |
| 6.4 | 45 | 32 | 2222 | 1171.25 | 4 | 2 | 5 | 4 | 4 | 1.102 | 11.6 |
| 6.2 | 62 | 35 | 1613 | 1211.17 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1.107 | 9 |
| 6.4 | 63 | 38 | 1588 | 1177.63 | 4 | 1 | 5 | 3 | 4 | 1.108 | 11 |
| 6.5 | 59 | 34 | 1695 | 950.34 | 5 | 2 | 4 | 4 | 5 | 0.903 | 11.5 |

## Anexo 3. Resultados del análisis químico del suelo.



**Fuente: INIAP. 2020.**



**Fuente: INIAP. 2020.**

## Anexo No. 4. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo.





**Preparación del suelo Toma de muestra del suelo**



## Trazado y Surcado Fertilización y siembra



**Control manual de malezas**



## Evaluación de enfermedades en la etapa vegetativa y reproductiva



## Días a la cosecha en seco



**Trilla manual Aventado**



## Clasificación del grano Almacenamiento

**Anexo No. 5. Glosario de términos técnicos.**

**Accesión:** Se denomina así a la muestra viva de una planta, cepa o población mantenida en un banco de germoplasma para su conservación y/o uso.

**Albumen:** Conjunto de tejidos nutricionales existentes en algunas semillas que sirven de alimento al embrión cuando este germina.

**Almidón:** Sustancia blanca que se encuentra en los cereales y otras plantas. Compuesto químico líquido que se aplica a los tejidos para darles mayor rigidez.

**Área foliar:** Suma de la superficie de todas las hojas de una planta. **Autógama:** Aumento de homocigotos debido la auto reproducción. **Axonomorfa:** Raíz formada por un eje del que derivan otras raíces.

**Banco de germoplasma o Banco de semillas:** Es un lugar destinado a la conservación Ex Situ de la [diversidad genética](http://es.wikipedia.org/wiki/Diversidad_gen%C3%A9tica) de uno o varios cultivos y sus especies silvestres relacionadas.

**Barbecho**: Es la técnica por la cual la tierra se deja sin sembrar o cultivar durante uno o varios ciclos vegetativos, con el propósito de recuperar y almacenar [materia](http://es.wikipedia.org/wiki/Compuesto_org%C3%A1nico) [orgánica](http://es.wikipedia.org/wiki/Compuesto_org%C3%A1nico) y [humedad](http://es.wikipedia.org/wiki/Humedad), además de evitar [patógenos](http://es.wikipedia.org/wiki/Pat%C3%B3geno) esperando a que sus ciclos terminen sin poder volver a renovarse debido a la falta de hospederos disponibles.

**Bráctea:** Apéndice foliáceo que se presenta en las inflorescencias, órganos de las hojas de las plantas, ubicadas en la proximidad de las flores y distintas partes de esta. La bráctea se encuentra en el eje de la planta.

**Bractéola:** Órgano foliáceo insertado sobre el disco basal de la flor al exterior del cáliz.

**Capacidad de campo:** Cuando un suelo ha perdido únicamente su agua gravitacional se encuentra con un grado de humedad que define su capacidad de campo.

**Caracterización:** Determinación de los atributos de una persona, planta, animal o cosa, de modo que claramente se distinga de las demás.

**Carbohidratos:** Son compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno a los que es común la fórmula general CnH2nOn.

**Clorosis:** Amarillamiento de las hojas. Estado patológico de las plantas que se manifiestan por el amarilleo de las zonas verdes, principalmente las hojas debido a la falta de algún nutriente, o por el ataque de patógenos.

**Coadyuvante:** Producto que contribuye a la efectividad de los plaguicidas aplicados en los cultivos.

**Cultivar:** Un cultivar es un grupo de plantas [seleccionadas artificialmente](https://es.wikipedia.org/wiki/Selecci%C3%B3n_artificial) por diversos métodos a partir de un cultivo más variable, con el propósito de fijar en ellas [caracteres](https://es.wikipedia.org/wiki/Car%C3%A1cter_biol%C3%B3gico) de importancia para el [obtentor](https://es.wikipedia.org/wiki/Obtentor) que se mantengan tras la reproducción.

**Enfermedades:** Una enfermedad de una planta puede definirse como cualquier alteración ocasionada por un agente patógeno que afecta: la síntesis y la utilización de alimentos, los nutrientes minerales y el agua, de tal forma que la planta afectada cambia de apariencia y tiene una producción menor que una planta sana.

**Fosfamina:** Es un gas incoloro utilizado desde hace más de 80 años para el control de plagas en granos y otros productos agrícolas almacenados como, frutos secos y pasas, entre otros.

**Franco**-**arcilloso:** Es el que tiene más arcilla de lo que se considera óptimo. La textura es algo más suave que la del franco-arenoso, pero se diferencia de él por el color que es más oscuro, y por poder moldearlo.

**Glabro:**(del latín, glaber, calvo) o lampiño (de origen incierto) son denominaciones dadas a organismos, o a sus partes, que no presentan pelos, tricomas o estructuras similares en su superficie externa.

**Hibrido:** En la agricultura, los híbridos son plantas producidas por un cruzamiento de dos variedades genéticamente diferentes.

**Línea**: Grupo de individuos que mantienen entre si un parentesco muy cercano y tienen características comunes que los diferencian del resto de la especie o variedad.

**Monocultivo:** El monocultivo se refiere a las plantaciones de gran extensión con el cultivo de una sola especie.

**Plagas: S**e refiere a todos los animales, plantas y microorganismos que tienen un efecto negativo sobre la producción agrícola.

**Rendimiento:** Relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (T.M./ha.)

**Seguridad alimentaria:** Seguridad alimentaria hace referencia a la disponibilidad de alimentos, el acceso de las personas a ellos y el aprovechamiento biológico de los mismos.

**Soberanía alimentaria:** La soberanía alimentaria es la capacidad de cada pueblo para definir sus propias políticas agrarias y alimentarias de acuerdo a objetivos de desarrollo sostenible y seguridad alimentaria.

**Testa:** Se denomina tegumento o testaa la capa más externa del granoque protege a los cotiledones de los factores externos.

**Vaina:** Las vainas o legumbres corresponden a frutos, los cuales están compuestos por dos valvas provenientes del ovario

**Variedad:** Conjunto de plantas o individuos cultivados que se distinguen de otros de la misma especie por una o más características morfológicas, fisiológicas, citológicas u otras de importancia económica y agrícola, que al ser multiplicadas mantienen las características iniciales.

**Edafoclimáticos:** Se refiere a suelo y clima, por esto en el modelo se investiga para definir el grado de aptitud de los suelos para la agricultura.