



## UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

### Carrera de Agronomía

#### Tema:

CARACTERIZACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum lindemuthianum*) (Sacc. & Magnus) Y MANCHA ANGULAR (*Pseudocercospora griseola*) EN 17 ACCESIONES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN LA ZONA AGROECOLÓGICA DE NAGUAN, 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 Agronomía.

#### Autoras:

Verónica Fernanda Gaibor Lucio

Johana Alexandra Galeas Vega

#### Tutora:

Dra. Andrea Elizabeth Román Ramos

GUARANDA – ECUADOR

2023

“CARACTERIZACIÓN DE LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum lindemuthianum*) (Sacc. & Magnus) Y MANCHA ANGULAR (*Pseudocercospora griseola*) EN 17 ACCESIONES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN LA ZONA AGROECOLÓGICA DE NAGUAN, PROVINCIA BOLÍVAR”.

REVISADO Y APROBADO POR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'A. Román Ramos', written over a horizontal line.

Dra. ANDREA ELIZABETH ROMÁN RAMOS

**TUTORA**

Documento [Gaitor\\_Galeas\\_Proyecto\\_Investigacion.docx](#) (D161052192)

Presentado 2023.03.14 15:11 (-05:00)

Presentado por [veronicagabrielucio@gmail.com](mailto:veronicagabrielucio@gmail.com)

Recibido [dsiva.ueb@analysis.orkund.com](mailto:dsiva.ueb@analysis.orkund.com)

Mensaje [Mostrar el mensaje completo](#)

4% de estas 32 paginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Fuente	Bloques
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI / D11542581	<input type="checkbox"/>
UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI / D113263943	<input type="checkbox"/>
<a href="https://repositorio.inap.gov.ec/bitstream/41000/21121/1/inapagscom146.pdf">https://repositorio.inap.gov.ec/bitstream/41000/21121/1/inapagscom146.pdf</a>	<input type="checkbox"/>
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO / D94104718	<input type="checkbox"/>
Universidad Central de Ecuador / D415386146	<input type="checkbox"/>
Universidad Central de Ecuador / D119328554	<input type="checkbox"/>
UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO / D1633773	<input type="checkbox"/>
<a href="https://dspace.uni.edu.ec/bitstream/123456789/21386/1/Biotrop%20Manuets%20Vegeta%20Vegeta.pdf">https://dspace.uni.edu.ec/bitstream/123456789/21386/1/Biotrop%20Manuets%20Vegeta%20Vegeta.pdf</a>	<input type="checkbox"/>

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR  
 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente  
 Carrera  
 de Agronomia  
 Tema CARACTERIZACION  
 DE LA  
 INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum lindemuthianum*) (Sacc. & Magnus) Y MANCHA ANGULAR  
 (*Pseudocercospora griseola*) EN 17  
 ACCESIONES DE  
 FREJOL  
 ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN LA ZONA AGROECOLOGICA DE INGUAN, PROVINCIA BOLIVAR  
 Proyecto de Investigacion previo a la obtencion del titulo de Ingeniero Agronomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolivar a través de

Dra. Andrea Roman  
 Tutora

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Verónica Fernanda Gaibor Lucio con cédula de identidad 0250280070 y Johana Alexandra Galeas Vega con cédula de identidad 0202270401 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor (es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente



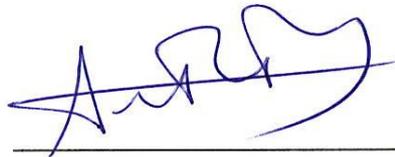
---

VERÓNICA GAIBOR LUCIO  
AUTORA  
C.I 0250280070



---

JOHANA GALEAS VEGA  
AUTORA  
C.I 0202270401



---

Dra. ANDREA ELIZABETH ROMÁN RAMOS  
TUTORA  
C.I 0604084871



*Notaría Tercera del Cantón Guaranda*  
*Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez*  
*Notario*

No. ESCRITURA

20230201003P00567

**DECLARACION JURAMENTADA  
OTORGADA POR:**

JOHANA ALEXANDRA GALEAS VEGA  
VERONICA FERNANDA GAIBOR LUCIO  
FACTURA: 001-002-000011338  
DI: 2 COPIAS

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día quince de marzo de dos mil veintitrés, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen las señoritas JOHANA ALEXANDRA GALEAS VEGA, soltera, domiciliada en la ciudad de San Migue, provincia de Bolívar y de paso por este lugar, con celular número 0981948360, correo electrónico [johanagaleasvega@gmail.com](mailto:johanagaleasvega@gmail.com); y, VERONICA FERNANDA GAIBOR LUCIO, soltera, domiciliada en la parroquia San Lorenzo del cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número 0939656040, correo electrónico [veronicagaiborlucio@gmail.com](mailto:veronicagaiborlucio@gmail.com), por sus propios derechos. Las comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, hábiles e idóneas para contratar y obligarse a quienes de conocerlas doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana, bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidas de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presentan su declaración Bajo Juramento que dicen: **DECLARAMOS QUE EL PRESENTE PROYECTO DE TITULACIÓN DENOMINADO "CARACTERIZACIÓN DE LA INDICENCIA Y SEVERIDAD DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum lindemuthianum*) (Sacc. & Magnus) Y MANCHA ANGULAR (*Pseudocercospora griseola*) EN 17 ACCESIONES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN LA ZONA AGROECOLÓGICA DE NAGUAN, PROVINCIA BOLÍVAR".** previo la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Estatal de Bolívar, es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado por ningún grado de calificación profesional y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas por los autores. Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que queda elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue a lá compareciente por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se afirman y se ratifican de todo lo expuesto y firman conmigo en unidad de acto, quedando incorporado al protocolo de esta Notaría, la presente declaración, de todo lo cual doy fe.-

JOHANA ALEXANDRA GALEAS VEGA  
C.C. 0202270401

VERONICA FERNANDA GAIBOR LUCIO  
C.C. 0250280070

MSC. AB. HENRY ROJAS NARVAEZ  
Notario Tercero  
del Cantón Guaranda

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ  
NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo dedico con mucho orgullo a Dios por haberme brindado la sabiduría y el entendimiento de poder cumplir con esta meta tan importante de mi vida.

A mis queridos padres José Gaibor y María Lucio por estar siempre conmigo apoyándome en todo momento tanto en la parte moral como económicamente para poder llegar a ser una profesional de la Patria

A mi abuelo Mario Gaibor, a mi hermana Janeth Gaibor y a mi esposo Jairo Valencia quienes me apoyaron decididamente para culminar con esta formación académica y profesional.

Finalmente, dedico con todo mi corazón el presente trabajo a Gerard Valencia por ser la fuerza, inspiración y motivo de lograr esta meta.

**Verónica**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico con mucho amor y cariño a Dios por su infinita bondad, Él que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo, por haberme dado la sabiduría para cumplir con esta meta.

A mis queridos padres Eladio Galeas y Norma Vega por apoyarme en todo momento, tanto moral como también económicamente y así poder llegar a culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis queridos hermanos (as): Patricio, Diana, Álvaro, Narcisa, Marco y Carlitos quienes me apoyaron incondicionalmente para culminar con esta formación académica y profesional.

**Johana**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecemos a Dios, por brindarnos los recursos necesarios en el transcurso de nuestras vidas.

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 Agronomía, por habernos permitido formar parte de esta prestigiosa institución.

A nuestra familia por siempre estar presentes dándonos fuerzas y el apoyo necesario para poder cumplir con esta meta de ser profesionales.

También un agradecimiento sincero a la Dra. Andrea Román Ramos (Tutora), al Ing. David Silva García por todo el apoyo y ser siempre esa guía para poder culminar con el proyecto de investigación y a todos los Ingenieros que de una u otra manera nos han brindado sus conocimientos para ser mejores día a día.

**Verónica & Johana**

# ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pág.
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>4</b>
2.1. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1.1. Origen.....	4
2.1.2. Taxonomía.....	4
2.1.3. Descripción botánica.....	5
2.1.4. Raíz.....	5
2.1.5. Tallo.....	5
2.1.6. Hojas.....	5
2.1.7. Flores.....	5
2.1.8. Frutos.....	6
2.1.9. Semillas.....	6
2.1.10. Importancia económica del fréjol.....	6
2.1.11. Mejoramiento y fuentes de resistencia de fréjol .....	6
2.1.12. Variedades de fréjol en el Ecuador .....	7
2.1.13. Genes de interés agrícola .....	8
2.2. ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA EN EL FRÉJOL CAUSADAS POR HONGOS.....	9
2.2.1. Antracnosis del fréjol .....	9
2.3. MANCHA ANGULAR DEL FRÉJOL.....	10
2.4. ACCESIONES UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN.....	12
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>13</b>
3.1. MARCO METODOLÓGICO .....	13
3.2. MATERIALES .....	13
3.2.1. Ubicación de la investigación .....	13
3.2.2. Situación geográfica y climática .....	13
3.2.3. Zona de vida.....	13
3.2.4. Material experimental .....	14

3.2.5. Materiales de campo .....	14
3.2.6. Materiales de oficina.....	14
3.3. MÉTODOS.....	15
3.3.1. Factores en estudio.....	15
3.3.2. Tratamientos.....	15
3.3.3. Tipo de diseño experimental .....	16
3.3.4. Procedimiento .....	16
3.3.5. Tipo de análisis .....	16
3.3.6. Métodos de evaluación y datos tomados.....	17
3.3.7. Variables relacionadas con la enfermedad.....	17
3.3.8. Variables agronómicas de fréjol.....	18
3.3.9. Variables de rendimiento .....	19
3.3.10. Manejo del experimento.....	20
3.3.11. Preparación del suelo .....	20
3.3.12. Tazado de parcelas .....	20
3.3.13. Siembra .....	20
3.3.14. Control de malezas.....	20
3.3.15. Fertilización.....	20
3.3.16. Control de enfermedades.....	20
3.3.17. Control de plagas.....	21
3.3.18. Riego.....	21
3.3.19. Cosecha .....	21
3.3.20. Trilla.....	21
3.3.21. Secado .....	21
3.3.22. Almacenado.....	21
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>22</b>
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1.1 Análisis e interpretación de variables de la enfermedad.....	22
4.1.2. Análisis e interpretación de variables agronómicas .....	25
4.1.3. Análisis e interpretación de variables de rendimiento .....	29
4.1.4. ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LAS VARIABLES MORFOLÓGICAS.....	32
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	36

4.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
4.1.1 Conclusiones .....	37
4.3.2. RECOMENDACIONES.....	38
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>39</b>
<b>ANEXOS.....</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> .....	
Análisis de varianza de las enfermedades detectadas en fréjol área bajo la curva de la enfermedad de antracnosis (abcde an), área bajo la curva de la enfermedad de mancha angular (abcde ma). .....	23
<b>TABLA 2.</b> .....	
Análisis de varianza de variables agronómicas de fréjol, de las variedades porcentaje de emergencia en el campo (pec), número de plantas establecidas (npe), altura de planta (ap), vainas por planta (vp), longitud de vaina (lv), número de granos por vaina (ngv) y diámetro ecuatorial (de). .....	25
<b>TABLA 3.</b> .....	
Medias y error estándar de las variables agronómicas en fréjol de las variedades porcentaje de emergencia en el campo (pec), número de plantas establecidas (npe), altura de planta (ap), vainas por planta (vp), longitud de vaina (lv), número de granos por vaina (ngv) y diámetro ecuatorial (de). .....	26
<b>TABLA 4.</b> .....	
Análisis de varianza de variables de rendimiento de fréjol en las variables peso de 100 granos en seco (pcgs), peso por parcela (pp) y rendimiento por hectárea (rh). .....	30
<b>TABLA 5.</b> .....	
Medias de las variables de producción en fréjol en las variables peso de 100 granos en seco (pcgs), peso por parcela (pp) y rendimiento por hectárea (rh). .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> .....	
Análisis de la incidencia de la mancha angular (Ma) .....	22
<b>Figura 2.</b> .....	
Medias de la enfermedad en fréjol área bajo la curva de mancha angular (ABCDE Ma). .....	24
<b>Figura 3.</b> .....	
Análisis de frecuencia de la variable hábito de crecimiento (HC).....	32
<b>Figura 4.</b> .....	
Análisis de frecuencia de la variable color principal de la cubierta de grano (CPCG). .....	33
<b>Figura 5.</b> .....	
Análisis de frecuencia de la variable brillo del grano (BG).....	34
<b>Figura 6.</b> .....	
Análisis de frecuencia de la variable forma del grano (FG). .....	35

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> Ubicación del experimento.....
<b>Anexo B.</b> Fotografías de la realización del proyecto de investigación.....
<b>Anexo C.</b> Base de datos.....
<b>Anexo D.</b> Glosario de términos.....

## RESUMEN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano comestible más importante del Ecuador, la cual tiene algunos problemas durante el ciclo de crecimiento del cultivo debido al daño causado por enfermedades. Por esta razón, los objetivos de este estudio fueron: i) Identificar las características agronómicas del cultivo de fréjol arbustivo relacionados con enfermedades. ii) Determinar la incidencia y severidad causada por antracnosis y mancha angular en fréjol arbustivo y iii) Seleccionar la accesión de fréjol arbustivo con características de tolerancia a las enfermedades evaluadas. La presente investigación se realizó en Granja Experimental Naguan de la Universidad Estatal de Bolívar, en el cual fueron evaluados 17 accesiones de fréjol arbustivo con un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Los principales resultados encontrados fueron: la incidencia y severidad fue significativa  $p < 0.005$  solamente para la mancha angular, siendo la principal enfermedad detectada en este estudio. De las 17 accesiones de fréjol arbustivo presentaron cierta tolerancia a mancha angular los cultivares Fréjol Canario Chillanes, INIAP 428 Canario Guarandeño, FMR1 e INIAP 482 Afro – Andino con una baja área bajo la curva de la enfermedad (ABCDE Ma). En cuanto al rendimiento los tratamientos T5 INIAP – 430 Portilla Rojo moteado con  $2550.59 \text{ kg ha}^{-1}$  fueron los que presentaron mayor productividad. En cuanto a las variables morfológicas el color principal de la cubierta de granos (CPCG) fue el rojo con 35.29%, el brillo del grano (BG) opaco con 17.64% y la forma del grano (FG) arriñonada con el 47.05%. De acuerdo a los resultados, las accesiones con mejor comportamiento agronómico, adaptación, tolerancia a mancha angular y alta productividad fueron T5 INIAP – 430 Portilla Rojo moteado, T9 INIAP – 480 Canario Rocha Amarillo y T17 Fréjol Canario Chillanes Amarillo.

**Palabras claves:** Genotipo, tolerancia, mancha angular, antracnosis

## SUMMARY

The bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is the most important legume consumed like a grain in Ecuador. This culture had been affected by diseases. For this reason, the objectives of this study were: i) Identify the agronomic characteristics of the bean crop related to diseases. ii) Determine the incidence and severity caused by anthracnose and angular leaf spot in bean, and iii) Select the bean accession with characteristics of tolerance to the diseases evaluated. This research was carried out at the “Granja experimental Naguan” of the Universidad Estatal de Bolívar. In this study it was studied 17 bean accessions were evaluated with a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. The main results found in this research were: the incidence and severity were significant  $p < 0.005$  only for angular leaf spot, being the main disease detected in this study. Of the 17 bean accessions, the cultivars such as fréjol Canario Chillanes, INIAP 428 Canario Guarandéño, FMR1 and INIAP 482 Afro – Andino had some tolerance to angular leaf spot due to a low area under the disease curve (ABCDE Ma). In the case of yield, the treatments T5 INIAP - 430 Portilla with 2550.59 kg ha<sup>-1</sup> showed the highest productivity. In terms of morphological characteristics, the red color was the main grain cover color (CPCG) with 35.29%, opaque with 17.64% was grain brightness (BG) and kidney-shaped with 47.05% was the most grain shape (FG). According to those results, the accessions with the best agronomic performance, adaptation, tolerance to angular leaf spot and high productivity were T5 INIAP - 430 Portilla, T9 INIAP - 480 Canario Rocha and T17 Canario Chillanes.

**Key words:** Genotype, tolerance, angular spot, anthracnose.

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano comestible más importante del Ecuador que aporta proteínas, carbohidratos, hierro, fosforo, zinc y fibra por lo que se considera como fuente importante en la soberanía y seguridad alimentaria del Ecuador (Calderón, 2018). A nivel mundial se producen 18992 toneladas, siendo los mayores productores mundiales: Brasil, India, México, Nicaragua, Myanmar y China (FAOSTAT, 2022).

En este contexto el Ecuador produce 39725 toneladas, es decir, el 0.2% de la producción mundial; con un rendimiento promedio bajo de 430 kg ha<sup>-1</sup> en monocultivo y 110 kg ha<sup>-1</sup> cuando está asociado con maíz (Mahuku et al., 2002). Los bajos rendimientos han sido asociados a enfermedades foliares y a estreses abióticos como sequía y baja fertilidad de suelos provocando graves pérdidas de rendimiento de hasta el 80 % (Columnare Ell et al., 2009). Sin embargo, el fréjol es la leguminosa de mayor área de cultivo en nuestro país con 105127 has las cuales son cosechadas tanto en seco como en verde. Además, la provincia Bolívar dispone de zonas agroecológicas con un gran potencial para el cultivo de fréjol arbustivo, las mismas que van desde los 1200 a los 2700 m de altitud con más de 40000 ha, en los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes (Erazo, 2005).

Bajo las condiciones climáticas actuales el cultivo puede ser afectado por varios fitopatógenos como la roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Link), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. & Magnus) y mancha angular (*Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun) (Bánki, 2020). En Bolívar el último año se ha observado un incremento de la severidad causada por mancha angular, la cual se ve favorecida por temperaturas de entre 16 y 28°C, el desarrollo máximo se produce entre 20 y 25°C y la infección es limitado a 6 y 29°C (Keller et al., 2015). Los síntomas observados por *P. griseola* son las lesiones pequeñas y angulares en el envés, de color grisáceo, y están limitadas por las venas, estas se oscurecen con la edad y en estados más avanzados las lesiones se unen provocando la necrosis de las hojas y la defoliación prematura (Ortiz, 2017). Esta enfermedad puede ocasionar pérdidas de hasta el 70 % dependiendo de las condiciones

climáticas, virulencia del patógeno, nivel de susceptibilidad del cultivar y etapa de crecimiento del patógeno (Jesús et al, 2001).

Para el manejo de esta enfermedad se debe eliminar los residuos de cosecha, rotaciones de cultivo con plantas no hospedantes, usar semilla libre del patógeno, manejo químico y siembras con número de plantas adecuado (Mena & Velásquez, 2010). Aunque los fungicidas son una opción para el control de la mancha angular, el costo de la aplicación encarece el manejo sobre todo para pequeños productores (Nay et al., 2019). Por esta razón, la manera más efectiva para el control de mancha angular es a través de cultivares resistentes haciendo importante la caracterización genética de la resistencia para el mejoramiento del fréjol (Oblessuc, 2012).

Los objetivos planteados en esta investigación fueron:

- Identificar las características agronómicas del cultivo de fréjol arbustivo relacionadas con enfermedades.
- Determinar la incidencia y severidad causada por antracnosis y mancha angular en fréjol arbustivo.
- Seleccionar la accesión de fréjol arbustivo con características de tolerancia a las enfermedades evaluadas.

## 1.2. PROBLEMA

El cultivo de fréjol en el Ecuador es un cultivo de gran rentabilidad, sin embargo, se han observado bajos rendimientos ocasionando pérdidas económicas para el agricultor. Estos problemas están relacionados a enfermedades que afectan el fréjol durante su desarrollo hasta la cosecha.

Factores limitantes como las condiciones edafoclimáticas y cultivares susceptibles favorecen el desarrollo de patógenos que afectan al fréjol. Actualmente los cultivares utilizados presentan un alto índice de daño por enfermedades en las zonas de producción, lo que incrementa la utilización de fungicidas afectando a los agricultores, al medio ambiente e incrementando resistencia a fungicidas.

Otro problema asociado, que los agricultores realizan identificaciones inadecuadas de las enfermedades foliares impidiendo realizar un manejo oportuno y adecuado produciendo pérdidas en su cultivo. Por este motivo, la búsqueda de cultivares tolerantes a enfermedades como la antracnosis causada por *Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. & Magnus y mancha angular causada por *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun es importante para un adecuado manejo de cultivo en las zonas productoras de Bolívar para hacer un manejo eficiente y obtener mejores rendimientos en este rubro.

## CAPÍTULO II

### 2.1. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1. Origen

La identificación de las áreas donde el fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) se ha originado y domesticado contribuyen en la detección de poblaciones con genes útiles para el mejoramiento genético, entendimiento de la evolución, diversificación y conservación de la especie. De acuerdo a la edad de los restos fósiles, así como las características morfológicas, agronómicas y genéticas, se ha establecido que el fréjol se originó en Mesoamérica en dos sitios del continente americano: Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica) y posteriormente fue domesticado entre los 5000 y 2000 años a. C (Hernández et al., 2013).

#### 2.1.2. Taxonomía

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Sub reino</b>	Tracheobionta
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Rosidae
<b>Orden:</b>	Fabales
<b>Familia:</b>	Fabaceae
<b>Subfamilia:</b>	Faboideae
<b>Tribu:</b>	Phaseolae
<b>Subtribu:</b>	Phaseolina
<b>Género:</b>	<i>Phaseolus</i>
<b>Especie:</b>	<i>vulgaris</i>
<b>Nombre binomial:</b>	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

**Fuente:** Ulloa et al. (2011).

### **2.1.3. Descripción botánica**

#### **2.1.4. Raíz**

Raíz primaria se desarrolla a partir de la radícula y sobre está en disposición de corona se forman las secundarias y terciarias. La función principal de la raíz es fijar la planta al suelo e incorporan agua y minerales esenciales. El fréjol tiene un sistema radicular característico de las leguminosas, con una raíz pivotante capaz de alcanzar una gran profundidad (Fuentes, 2020).

#### **2.1.5. Tallo**

Herbáceo con sección cilíndrica o levemente angular. Presenta pubescencia con pelos largos o cortos y siempre pelos uncinulados (en forma de gancho) que son característicos del género *Phaseolus*, el tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, formado por la sucesión de nudos y entrenudos. Generalmente es de mayor diámetro que las ramas y se origina en el punto de inserción radicular (Puente, 2020).

#### **2.1.6. Hojas**

Las hojas del fréjol son de dos tipos: simples o compuestas insertadas en los nudos del tallo. Su formación se produce en la semilla durante la embriogénesis y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del fréjol, tienen tres folíolos, un peciolo y un raquis. En la inserción de las hojas trifoliadas hay un par de estipulas de forma triangular que siempre son visibles (Herrera et al., 2014).

#### **2.1.7. Flores**

Son racimos compuestos que se originan por la actividad de la tríada de yemas ubicadas en la axila de las brácteas primarias. Los racimos pueden ser axilares o terminales, teniendo ello relación con el tipo de hábito de crecimiento. La morfología floral facilita la autofecundación, dándole el carácter de autógena (Matos, 2020).

### **2.1.8. Frutos**

El fruto es una vaina con dos valvas las cuales provienen del ovario comprimido clasificándose, así como una leguminosa. Las vainas son generalmente glabras o subglabras 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 (Tamayo, 2011).

### **2.1.9. 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 variedad (Tamayo, 2011).

### **2.1.10. Importancia económica del fréjol**

El fréjol es la leguminosa más cultivada a nivel mundial, ocupa el octavo lugar en importancia por área de siembra (Pérez, 2022). A nivel mundial se producen 18992 toneladas, siendo los mayores productores mundiales: Brasil, India, México, Nicaragua, Myanmar y China (FAOSTAT, 2022). El fréjol es la leguminosa de mayor área de cultivo en nuestro país con 105127 ha las cuales son cosechadas tanto en seco como en verde. Los bajos rendimientos han sido asociados a enfermedades foliares y a estreses abióticos como sequía y baja fertilidad de suelos provocando graves pérdidas de rendimiento de hasta el 80 % (Columnare Ell et al., 2009). Sin embargo, en la provincia Bolívar se dispone de zonas agroecológicas para el cultivo de fréjol arbustivo, en los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes (Erazo, 2005).

### **2.1.11. Mejoramiento y fuentes de resistencia de fréjol**

La mayor colección de fréjol a nivel mundial se conserva en el Banco de Germoplasma del Programa de Recursos Genéticos (PRG) del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con cerca de 36.000 materiales de (*Phaseolus* spp.), correspondientes a 44 taxa provenientes de 109 países (Ancín Rípodas, 2011). Estos materiales han sido designados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) dentro del marco del acuerdo FAO-CGIAR y

vienen registrados en el sistema multilateral de acceso y distribución de beneficios del tratado internacional sobre recursos fitogenéticos (FAOSTAT, 2022).

Los centros primarios de origen en el Neotrópico, especialmente México, Perú, Colombia y Guatemala son lugares de mantenimiento de germoplasma, pero también se mantienen colecciones importantes de Europa y África, y en menor proporción de Asia. Aunque falta todavía trabajo de colecta y estudio de las especies silvestres, la colección ya cuenta con 1855 materiales de éstas, aparte de más de 33000 materiales de formas cultivadas. Para estas últimas, el mayor uso es a manera de legumbres secas, pero la colección cuenta con un grupo de más de 300 fréjoles reventones. La diversidad de la colección también se refleja en los hábitos de crecimiento, desde los arbustivos hasta los trepadores indeterminados, siendo estos últimos los más representativos con cerca de 16000 materiales, muchos de ellos por haber sido tradicionalmente asociados con el maíz (Tabango, 2021).

#### **2.1.12. Variedades de fréjol en el Ecuador**

En el Ecuador existen alrededor de 50 especies de fréjol, por ejemplo, Libertador, Rojo Moteado, Canarios, Panamito Chillanes, Centenario, Urcuqui, Intag y Blanco Panamito (Tabango, 2021).

El Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos del INIAP desde 1992, ha entregado a los productores de fréjol arbustivo del país, 16 nuevas y mejores variedades, con énfasis en los valles de Chota, Urcuquí, Intag, Mira (Imbabura y Carchi) y para zonas productoras de Bolívar (Chillanes), Chimborazo (Pallatanga, Huigra), Cañar (Chontamarca), Azuay (Yunguilla) y Loja (Malacatos, Vilcabamba, Catacocha) (Peralta et al., 2014).

En procesos de investigación participativa a través de los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) desde el año 2004 en los valles de Mira y Chota se han seleccionado 11 variedades de fréjol con características como: resistencia total, intermedia o múltiple a las principales enfermedades causadas por hongos y características varietales como vigor, color, tamaño y peso del grano, adaptabilidad y rendimiento por hectárea, tanto en grano tierno como en grano seco (Rodríguez et al., 2017). Por ejemplo, las variedades INIAP 484 Centenario, INIAP 483 Intag, INIAP 482 Afro Andino, INIAP 481 Rojo del Valle, INIAP 480 Rocha, INIAP 430 Portilla, INIAP 429 Paragachi Andino, INIAP 427 Libertador, INIAP 425

Fanesquero, INIAP 424 Concepción, e INIAP 423 Canario son variedades con estas características (Peralta et al., 2014).

### **2.1.13. Genes de interés agrícola**

Para el manejo de la mancha angular existen reportes de genes asociados a la resistencia de la enfermedad. El Comité de Genética de la Cooperativa de Mejoramiento de Fréjol (BIC) ha identificado el gen *Phg-1* en el cultivar AND 277 de origen andino como fuente de resistencia a mancha angular ya que presenta uno de los 5 loci de resistencia asociados con enfermedad (Gonçalves-Vidigal, 2013). Además, sea reportado otros loci independientes y dominantes el *Phg-2*, mapeado en el cromosoma Pv08 en los cultivares Colombia 54 y 332 BAT. En el cultivar Mesoamericano Ouro Negro se ha identificado los genes *Phg-3* y *Phg-5*, mapeado en el cromosoma Pv04 y en los cultivares G5686 y CAL 143 en cambio se ha detectado el gen *Phg4* mapeado en el cromosoma Pv04 (Rodríguez et al., 2019).

En el Ecuador aún no se cuentan con estudios sobre genes de resistencia a enfermedades foliares, pero existen estudios relacionados con la caracterización de patógenos, así como la identificación de variedades con niveles de resistencia (Rodríguez et al., 2017). El INIAP durante los últimos años ha evaluado e identificado diferentes variedades que cuenta con resistencia a varias enfermedades, por ejemplo, INIAP 484 Centenario y INIAP 414 Yunguilla presentan resistencia completa a antracnosis y mancha angular; INIAP 483 Intag presenta cierta resistencia algunas razas de antracnosis, mancha angular, así como para roya y pudrición de raíz; INIAP 482 Afroandino y INIAP 430 Portilla presenta resistencia completa a antracnosis; INIAP 481 Rojo del Valle, INIAP 429 Paragachi, INIAP 422 Blanco Belén, INIAP 428 Canario Guarandño y INIAP 480 Rocha presentan resistencia completa a roya y resistencia parcial a antracnosis; INIAP 427 Libertador presenta resistencia completa a roya, antracnosis, ascoquita e INIAP 402 tiene resistencia genética parcial a mancha angular y ascoquita (Peralta et al., 2014).

## **2.2. Enfermedades de importancia en el fréjol causadas por hongos**

### **2.2.1. Antracnosis del fréjol**

#### **a) Taxonomía**

**Phylum:** Ascomycota

**Clase:** Sordariomycetes

**Género:** *Colletotrichum*

**Especie:** *lindemuthianum*

**Nombre científico:** *Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. & Magnus (Bánki, et al., 2020).

#### **b) Ciclo de la enfermedad**

##### **Germinación e infección**

Los conidios de *C. lindemuthianum* pueden germinar en cuatro horas en condiciones de alta humedad; forman un tubo germinativo y apresorios por medio del cual se adhieren a la cutícula del hospedante, y penetran en forma mecánica a través de la cutícula y la epidermis. Después de 8 días de inoculado el patógeno, sobre las lesiones formadas en las vainas, semilla y hojas se desarrolla el micelio hasta producir acérvulos que rompen la cutícula del hospedero liberando miles de esporas (Erazo, 2005).

##### **Síntomas y signos de la enfermedad**

Esta enfermedad se presenta en las partes aéreas de la planta presentando pequeñas lesiones de color café oscuro a negro. Sin embargo, es más común que las primeras lesiones se puedan descubrir en el envés (por debajo) de las hojas o en los pecíolos como lesiones angulares o lineales de color oscuro o rojo ladrillo o bien como pequeños cánceres hundidos en las venas de las hojas (Vizúete, 2015). En la etapa de formación de granos, éstas aparecen como lecciones circulares de 1 a 2 mm de diámetro de color amarillo rojizo o café negruzco, estas manchas se transforman en cánceres hundidas y están rodeadas por un anillo negro con un borde café oscuro (García, 2014). En los tallos las lesiones pueden ser severas ocasionando rupturas y caída de las hojas, debido a la severidad de la enfermedad debe tenerse en cuenta

todos los medios de prevención. En el centro de esas lesiones puede observarse el crecimiento del hongo de color café claro a rosa durante periodos muy húmedos con la formación de un acérvulo (García, 2014). Las vainas jóvenes pueden “chuparse” o secarse si el ataque del hongo es severo (Mena, 2010).

### **Condiciones predisponentes**

Esta enfermedad se presenta principalmente en elevaciones por encima de mil metros sobre el nivel del mar (Columnare Ell et al., 2009). Las temperaturas entre 13 a 26°C, así como una temperatura de 17°C se considera como óptima para el desarrollo del patógeno, además de alta humedad relativa en un rango de 92 a 100%. Está humedad puede presentarse en forma de lluvia acompañadas por viento que favorecen la infección y desarrollo del patógeno (Rodríguez, 2017).

### **Diseminación**

La diseminación de esta enfermedad se produce por la lluvia y principalmente por el salpique de gotas que van desde una planta hacia otra o incluso por escorrentía. El viento, herramientas, animales, el hombre, el roce de hojas entre sí, y la semilla también son considerados formas de diseminación a larga distancia (González, 2017).

### **Manejo de la enfermedad**

Para el manejo de la antracnosis se debe evitar las siembras escalonadas de fréjol; siembra en épocas apropiadas, de acuerdo con las condiciones del clima; realizar rotación de los cultivos de acuerdo con los sistemas de producción de cada región, evitar las altas densidades de siembra y realizar las prácticas agronómicas necesarias para el buen desarrollo del cultivo.

Para el control químico se utiliza captan 50 WP (1.5-3.0 kg ha<sup>-1</sup>) y oxiclورو de cobre 50 PM (300 - 350 kg ha<sup>-1</sup>) con el fin de controlar la antracnosis (García, 2014).

## **2.3. Mancha angular del fréjol**

### **a) Taxonomía**

**Nombre común:** Mancha angular

**Phylum:** Ascomycota

**Clase:** Dothideomycetes

**Género:** *Pseudocercospora*

**Especie:** *griseola*

**Nombre científico:** *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun (Bánki, et al., 2020).

## **b) Ciclo de la enfermedad**

### **Germinación e infección**

El ingreso del hongo es por las estomas de la planta y su avance en el tejido del hospedante es primero intercelular y luego intracelular, el patógeno infecta los tejidos foliares entrando por las estomas y avanzando intercelularmente en el mesófilo y en el parénquima (Columnare Ell et al., 2009). A los 9 días después de la infección, el hongo se desarrolla intracelularmente y produce lesiones necróticas. Finalmente, bajo condiciones de temperatura entre 16 y 28°C y, bajo períodos largos de humedad óptima para el patógeno, la infección y el desarrollo de la enfermedad avanzan rápidamente hasta deteriorar el tejido (Buriticá et al., 2019).

### **Síntomas y signo de la enfermedad**

Los síntomas en el campo pueden observarse en las hojas primarias, principalmente justo después de la floración o cuando las plantas alcanzan madurez, la enfermedad es generalizada en hojas, vainas y tallos, pero identifica más fácilmente en las hojas (Buriticá et al., 2019). En las primeras hojas se observan lesiones necróticas pequeñas y angulosas, de color marrón a rojizo. Generalmente, en las lesiones sobre el envés de la hoja aparece un micelio color gris las cuales se oscurece con la edad (Calderón, 2022). Cuando se produce un gran número de lesiones, éstas se unen, provocando la necrosis de las hojas y la defoliación prematura (López et al., 2018).

### **Condiciones predisponentes**

La infección y la enfermedad se ven favorecida por temperaturas de entre 16 a 28°C, produciéndose el desarrollo máximo entre 20 y 25°C, pero la infección se reduce con temperaturas cercanas a los 6°C. Para el desarrollo del patógeno además es importante una humedad relativa de 92 a 100 % en forma de lluvias moderadas y frecuentes acompañadas por vientos (Columnare Ell et al., 2009).

## **Diseminación**

El patógeno es diseminado por el salpique de las gotas de agua sobre el residuo contaminado, o por contacto directo de la plántula al emerger con el material vegetal infestado. El viento también arrastra las esporas del hongo y esto es conveniente tenerlo en consideración cuando hay áreas infestadas cerca de aquellas donde no se ha presentado el ataque para efectuar alguna medida de protección preventiva (Palomino, 2020).

## **Manejo de la enfermedad**

Para el manejo de esta enfermedad se debe eliminar los residuos de cosecha, rotaciones de cultivo con plantas no hospedantes, usar semilla libre del patógeno, puesto que la enfermedad se transmite a través de la semilla, la densidad de población en el campo debe ser equilibrada, ya que cuando se tiene una densidad de plantas alta, la incidencia de la enfermedad es mayor.

Para el control químico se debe realizar aspersiones foliares con una combinación de ferbam, azufre y un adherente, los compuestos de cobre como oxiclورو de cobre, óxido cuproso, mancozeb (1.5 kg ha<sup>-1</sup>) y tiofanato-metilo en polvo mojable (Tamayo, 2011).

### **2.4. Acciones utilizadas en la investigación**

Las accesiones que se utilizaron en esta investigación fueron las siguientes: Línea FMR2 y Línea FMR1 resistente a roya y antracnosis, INIAP-484 Centenario resistente a antracnosis, roya y añublo de halo; INIAP-483 Intag resistente a antracnosis y susceptible a mancha angular; INIAP-481 Rojo del valle y INIAP-480 Canario Rocha resistente a roya y pudrición de la raíz; INIAP-427 Libertador resistente a roya, ascoquita y añublo de halo; INIAP-428 Canario Guarandeño y Panamito Chillanes resistente a roya y resistencia intermedia a mancha angular, INIAP-482 Afro-Andino resistente a antracnosis y pudrición del tallo; Panamito (Huevo de Quinde) resistente a antracnosis; INIAP-485 Urcuquí resistencia completa a roya y antracnosis y resistencia intermedia a mancha angular, Fréjol Bayo de Chillanes resistente a roya y virus del mosaico común; INIAP-430 Portilla, INIAP-422 Blanco Belén; Fréjol Canario Chillanes y Fréjol Canario Chillanes 2 resistente a roya.

## CAPÍTULO III

### 3.1. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.2. Materiales

##### 3.2.1. Ubicación de la investigación

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	San Lorenzo
Sitio	Zona agroecológica Naguan.

##### 3.2.2. Situación geográfica y climática

Altitud:	2510msnm.
Latitud:	1°41' 41" S
Longitud:	78°59' 07" W
Temperatura máxima:	23° C
Temperatura mínima:	8° C
Temperatura media anual:	15.5°C
Precipitación promedio anual	980 mm
Heliofanía promedio anual:	900h/L/año
Humedad relativa promedio anual:	70 %

**Fuente:** GADM-GUARANDA (2020).

##### 3.2.3. Zona de vida

Tomando en consideración los factores de la zona, relación de evapotranspiración potencial, el promedio de precipitación anual, la bio Temperatura anual estos se determinan en el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge del lugar en el cual se implementó el trabajo correspondiendo a un bosque seco montano bajo (bsMB).

### **3.2.4. Material experimental**

Para el presente trabajo se utilizó 17 accesiones de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L).

### **3.2.5. Materiales de campo**

Semillas

Herramientas de campo como: Machete, rastrillo, azadones.

Flexómetro

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

Estacas

### **3.2.6. Materiales de oficina**

Computadora

Calculadora

Esferos

Papel bond

Flash memory

CD

Impresora

Manuales técnicos del INIAP y del CIAT

Libreta de campo

### 3.3.Métodos

#### 3.3.1. Factores en estudio

Accesiones de fréjol arbustivo

#### 3.3.2. Tratamientos

Los tratamientos fueron distribuidos de la siguiente manera.

<b>Numeración</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resistencia a enfermedades</b>
1	Línea FMR2	Roya y antracnosis
2	Línea FMR1	Roya y antracnosis
3	INIAP – 484 Centenario	Roya, antracnosis y añublo de halo
4	INIAP – 483 Intag	Antracnosis
5	INIAP – 430 Portilla	Roya
6	INIAP – 481 Rojo del Valle	Roya y pudrición de la raíz
7	INIAP – 427 Libertador	Roya, ascoquita y añublo de halo
8	INIAP – 428 Canario Guarandeño	Roya
9	INIAP – 480 Canario Rocha	Roya y pudrición de la raíz
10	INIAP – 422 Blanco Belén	Roya
11	INIAP – 482 Afro – Andino	Antracnosis y pudrición del tallo
12	Panamito Chillanes	Roya
13	Panamito (Huevo de Quinde)	Antracnosis
14	INIAP-485 Urcuquí	Roya y antracnosis
15	Fréjol Bayo de Chillanes	Roya y virus del mosaico común
16	Fréjol Canario Chillanes	Roya
17	Fréjol Canario Chillanes	Roya

**Fuente:** Peralta et al. (2014).

### 3.3.3. Tipo de diseño experimental

Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

### 3.3.4. Procedimiento

Número de localidades	1
Número de tratamientos	17
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	51
Área total de la unidad experimental	43 m <sup>2</sup>
Área neta de la unidad experimental	36
Área total del ensayo	1.849 m
Área neta del ensayo	648 m
Área total del ensayo con caminos	1.866 m
Número de surcos/parcela	10
Número de sitios/surco	10
Número de semillas/parcela	300
Número de platas/sitio	3
Número sitios/parcela	100
Número de platas/parcela	300

### 3.3.5. Tipo de análisis

Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle.

Fuentes de variación	Grado de libertad	CME*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 17f^2$ bloques
Tratamientos (t-1)	16	$f^2 e + 2 \Theta^2 t$
Error experimental (r-1) (t-1)	32	$f^2 e$
Total (t x r) - 1	50	

\*Cuadrados medios esperados. Modelo fijo. Tratamientos seleccionados por las investigadoras.

Luego de realizar el análisis de varianza se procedió hacer la separación de medias según la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos en el software estadístico Infostat (2010).

- Análisis de frecuencia en Microsoft Excel 2017.

Para el análisis de datos se utilizó el programa Infostat versión estudiantil 2008 (Di Rienzo et al., 2010). Antes de realizar el análisis se verificaron los supuestos de normalidad con la prueba de Shapiro Wilks y homocedasticidad con la prueba de Levene. Una vez cumplidos los supuestos se procedió a realizar análisis de varianza y la separación de medias con la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ) en las variables área bajo la curva de la enfermedad de antracnosis (ABCDE A), área Bajo la curva de la enfermedad de mancha angular (ABCDE Ma), porcentaje de emergencia en el campo (PEC), número de plantas establecidas (NPE), altura de planta (AP), vainas por planta (VP), longitud de vaina (LV), número de granos por vaina (NGV) y diámetro ecuatorial (DE), peso de cien granos en seco (PCGS), peso por parcela (PP) y rendimiento por hectárea (RH) y se utilizó un análisis de frecuencia para las variables morfológicas como hábito de crecimiento (HC), color principal de la cubierta de grano (CPCG), brillo del grano (BG) y forma del grano (FG).

### **3.3.6. Métodos de evaluación y datos tomados**

### **3.3.7. Variables relacionadas con la enfermedad**

#### **a) Determinación de la incidencia (DI)**

La incidencia se evaluó cada 15 días en la etapa tercera hoja trifoliada (V2) hasta la etapa formación de las vainas (R7), contando el número de plantas enfermas en cada parcela experimental.

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas enfermas}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas totales}} \times 100$$

#### **b) Determinación de la severidad y área bajo la curva de la enfermedad (ABCDE)**

Para determinar la severidad de antracnosis se utilizó la escala propuesta por Godoy et al. (1996) y para mancha angular se utilizó la escala propuesta por Librelon et al. (2015) en 10 plantas; de cada planta fueron evaluados tres folíolos en las siguientes etapas: etapa prefloración (R5), etapa formación de las vainas (R7) y en la etapa llenado de las vainas (R8). De esta forma se obtuvieron los datos de severidad que luego fueron utilizados para calcular ABCPE de acuerdo a la fórmula de Shaner &

Finney (1977). La determinación de la ABCDE se realizó en el programa R studio versión 4.0.4 (RStudio, 2021); con el paquete epifiter con la función AUDPC.

### **3.3.8. Variables agronómicas de fréjol**

#### **a) Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)**

Se evaluó a los 30 días de la siembra y se contabilizó las plantas emergidas en la parcela total, expresados en porcentaje de acuerdo con el número de semillas sembradas en cada parcela.

#### **c) Número de plantas establecidas (NPE)**

Esta variable se evaluó contabilizando el número de plantas establecidas luego de haber transcurrido los primeros días después de la emergencia, cuando aparece la primera hoja (V2).

#### **d) Hábito de crecimiento (HC)**

Se determinó en la etapa de floración, considerando la siguiente escala: Tipo I: Determinado arbustivo, Tipo II: Indeterminado arbustivo, Tipo III: Indeterminado postrado, Tipo IV: Indeterminado trepador.

#### **e) Altura de planta (AP)**

La altura de plantas se evaluó en 25 plantas seleccionadas al azar, desde la base del tallo hasta el ápice terminal, con la ayuda de una cinta de medición en centímetros.

#### **f) Días a la cosecha en seco (DCS)**

Cuando el cultivo cumplió con el ciclo vegetativo, es decir madurez fisiológica, se contabilizó los días desde la siembra hasta el momento en el que el grano evidencia aproximadamente un 14% de humedad.

#### **g) Longitud de la vaina (LV)**

Se realizó la medición de la longitud de la vaina con la ayuda de una cinta métrica, considerando desde la base del pedúnculo, hasta la parte terminal de la vaina.

#### **h) Color principal de la cubierta de grano (CPCG)**

A través de la observación estructurada, se determinó el color de la cubierta del grano, en el momento de la cosecha en seco con el grano limpio, utilizando los

estándares normados por el Sistema Estándar de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical, de 1 a 11; donde: 1 = blanco. 2 = verde o verdoso. 3 = gris. 4 = amarillo. 5 = beige. 6 = purpura. 7 = marrón. 8 = rojo. 9 = violeta. 10 = negro. 11 = otros (SEGFCIAT, 2005).

**i) Diámetro ecuatorial (DE)**

Con la ayuda de instrumentos de medición con Calibrador de Vernier manual se determinó el diámetro ecuatorial seleccionando igual número de elementos por parcela neta.

**j) Brillo del grano (BG)**

Se lo tomó de forma visual. Basado en los estándares propuestos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, de 1 – 3; donde: 1 = opaco. 2 = satinado. 3 = brillante (IPGRI, 2001).

**k) Forma del grano (FG)**

Este indicador es de carácter cualitativo, y se evaluó después de la cosecha, trilla y aventado, mediante la siguiente escala: 1: redondo 2: arriñonado 3: oblongo 4: aplanado 5: otros (UPOV, 2005).

**3.3.9. Variables de rendimiento**

**a) Número de vainas por planta (NVP)**

Para determinar la variable número de vainas por planta (NVP) se contabilizó las vainas de 10 plantas al azar por cada tratamiento.

**b) Número de granos por vaina (NGV)**

Durante la fase de llenado del grano, se seleccionaron 25 vainas al azar, por parcela neta, en las cuales se contabilizó los granos de cada una de las vainas y el promedio de granos por vaina.

**c) Peso de cien granos en seco (PCGS)**

Para determinar la variable peso de 100 granos en seco (PCGS) fue realizado en una balanza analítica (ADAM; 2000 g), seleccionando 100 granos al azar de cada variedad.

#### **d) Peso por parcela (PP)**

Para la variable peso por parcela (PP) se realizó en función del peso calculado de los granos.

#### **e) Rendimiento por hectárea (RH)**

En el caso del rendimiento (RH) el total del grano cosechado en área neta cosechada en m<sup>2</sup> fue pesado en una balanza analítica (ADAM; 2000 g). Posteriormente, se midió la humedad con un medidor de humedad (Agratronix MT-16) de esta forma fueron ajustados al 14% de humedad.

### **3.3.10. Manejo del experimento**

#### **3.3.11. Preparación del suelo**

La preparación de suelo se realizó con el paso de rastra con tractor.

#### **3.3.12. Tazado de parcelas**

Se dividió los bloques y las parcelas utilizando flexómetro, piola y estacas.

#### **3.3.13. Siembra**

La siembra se realizó de forma manual con una distancia de siembra de 90 × 40 cm con 3 semillas por golpe.

#### **3.3.14. Control de malezas**

El control de malezas se realizó de forma manual con los aporques en las etapas tercera hoja trifoliada (V4) y prefloración (R5).

#### **3.3.15. Fertilización**

La fertilización fue química con 18-46-0 en las etapas primera hoja trifoliada (V3) y floración (R6).

#### **3.3.16. Control de enfermedades**

No se realizó control de enfermedades.

### **3.3.17. Control de plagas**

El control de plagas se realizó con 2 aplicaciones de (Bala 55 ECUAQUIMICA; 500 g de Clorpirifos + 50 g de Cipermetrina) en una dosis de 2 mL L<sup>-1</sup>, en las etapas prefloración (R5) y formación de las vainas (R7).

### **3.3.18. Riego**

El riego fue realizado por aspersión, en todas las etapas del cultivo hasta la etapa de maduración (R9).

### **3.3.19. Cosecha**

Una vez que el cultivo alcanzó el estado de madurez fisiológica se realizó la cosecha de forma manual.

### **3.3.20. Trilla**

La trilla fue realizada de forma manual con la ayuda de un palo, separando las vainas de la semilla, todo se llevó a cabo sobre una lona, para luego con la ayuda del aire realizar el aventado.

### **3.3.21. Secado**

El secado se realizó en un tendal por varios días, hasta que el grano evidencie el 14 % de humedad. La humedad fue determinada mediante medidor de humedad portátil (MT16 AGRATRONIX).

### **3.3.22. Almacenado**

Una vez que el producto estuvo limpio, seco y clasificado se almacenó en un lugar ventilado y limpio hasta la realización de los análisis respectivos.

## CAPÍTULO IV

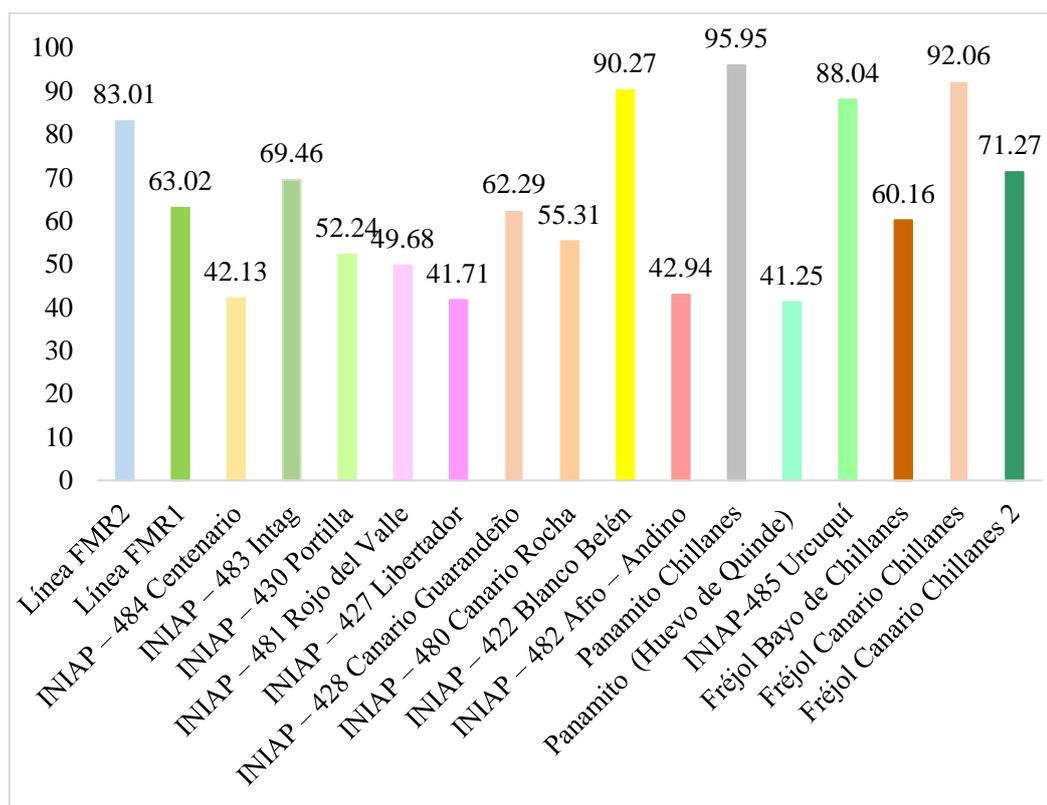
### 4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1.1 Análisis e interpretación de variables de la enfermedad

En este estudio se pudo evidenciar que la incidencia de la antracnosis fue menor que la incidencia de la mancha angular. Demostrando que la mancha angular fue la enfermedad principal en el cultivo de fréjol de la zona de Naguan. Según los datos obtenidos de incidencia de mancha angular en fréjol arbustivo se observó que la accesión que presentó mayor incidencia de la enfermedad fue la accesión de Panamito Chillanes con 95.95%, mientras que la de menor incidencia fue Panamito huevo de quinde con 41.25%.

**Figura 1.**

#### Análisis de la incidencia de la mancha angular (Ma)



*Nota:* Datos expresados en porcentaje según la fórmula presentada en la metodología

Esta enfermedad mostró síntomas desde la etapa prefloración (R5) hasta el llenado de las vainas (R8). Este patógeno puede encontrarse en el suelo o en los restos de

cosechas, siendo una forma de producir lesiones primarias en las plantas que estuvieran en contacto con él (Columnare Ell et al., 2009). Es por este motivo que cultivares con un hábito de crecimiento indeterminado postrado presentarían una mayor incidencia que aquellas accesiones con un crecimiento indeterminado trepador.

**Tabla 1.**

*Análisis de varianza de las enfermedades detectadas en fréjol de acuerdo al área bajo la curva de la enfermedad de Antracnosis (ABCDE A), Área bajo la curva de la enfermedad de mancha angular (ABCDE Ma).*

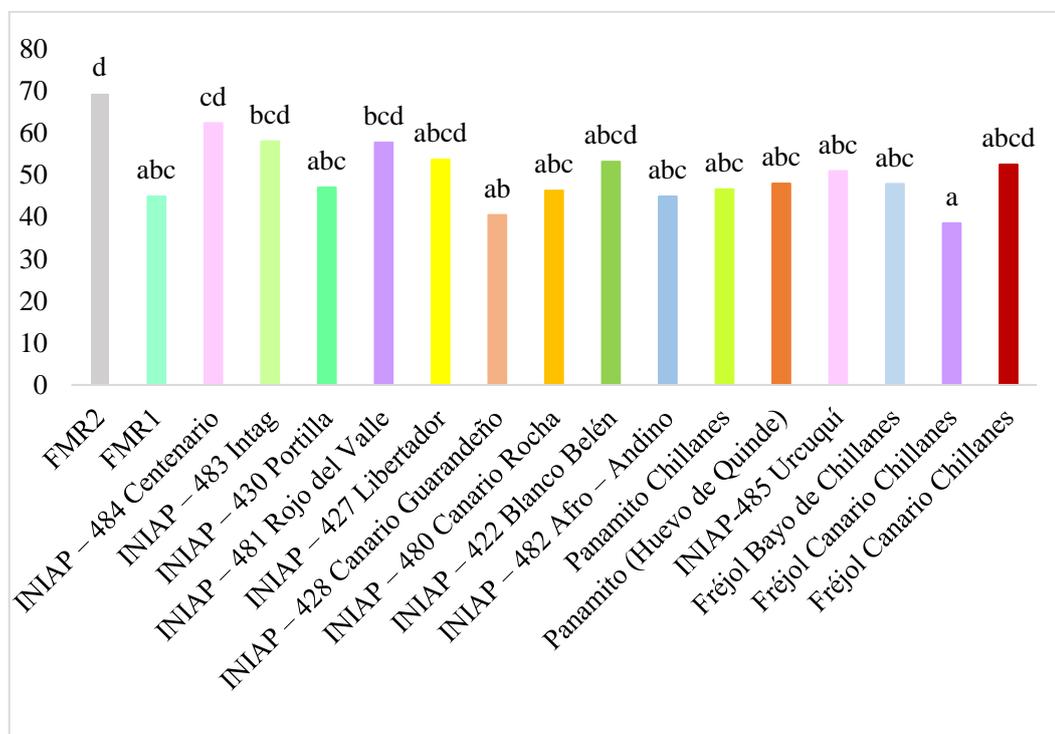
<b>Variab</b> les	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>ABCDE An</b>	16	1.44 NS	0.1842
<b>ABCDE Ma</b>	16	5.18 **	0.0001
<b>ABCDE va</b>	16	0.81 NS	0.6662
<b>Error</b>	32		
<b>Total</b>	50		

Significativo al \*\*\* $p = 0.001$ ; \*\* $p = 0.01$ ; \*  $p < 0.05$ ; ns = no significativo

De acuerdo al análisis de varianza solo las variables área bajo la curva de la enfermedad de mancha angular (ABCDE Ma) fue significativa  $p < 0.05$ . En el caso de área bajo la curva de la enfermedad de Antracnosis (ABCDE An) y vainas (ABCDE va) fueron significativas  $p > 0.05$  (Tabla 1).

**Figura 2.**

*Medias de la enfermedad en fréjol área bajo la curva de mancha angular (ABCDE Ma).*



*Nota: Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$*

El área bajo la curva de la enfermedad de mancha angular mostró que el fréjol canario Chillanes fue menor en un 38.55 % comparado con la línea FMR2 es decir fue más tolerante a la mancha angular, a pesar de la alta incidencia observada entre las plantas evaluadas. Las otras variedades presentan niveles de tolerancia o susceptibles a la enfermedad. En el caso de la antracnosis al no existir diferencias entre los materiales evaluados se puede determinar que la severidad de enfermedad fue menor que el daño observado de mancha angular.

El grado de tolerancia o resistencia a estas enfermedades podría estar influenciado por el hábito de crecimiento denominado indeterminado trepador de las variedades lo que evita el contacto con el suelo reduciendo daño; ya que patógeno puede sobrevivir en restos de cultivo sobre la superficie de suelo como ha sido reportado por Waggoner and Berger (1987). Las accesiones utilizadas como Fréjol Canario Chillanes, INIAP 428 Canario Guarandeño, FMR1 e INIAP 482 Afro - Andino en este estudio han presentado tolerancia a la enfermedad esto supone una reducción

en los costos por la disminución de los fungicidas, los cuales según Nay (2019) incrementan el costo de producción.

En el caso de ABCDE Va no existió diferencias significativas  $p>0.05$ , es decir todas los cultivares resultaron afectados por la enfermedad. Es importante la detección de la enfermedad en vainas ya que supone que las semillas pueden ser infestadas por el patógeno y esto incrementa la incidencia y diseminación del patógeno por este medio. Estas observaciones coinciden con Aytenfsu, (2019) que ha reportado que el patógeno puede ser transmitido por medio de semilla. Es por este motivo que buscar variedades tolerantes a la enfermedad reducen el riesgo de la trasmisión y diseminación del patógeno.

#### 4.1.2. Análisis e interpretación de variables agronómicas

De acuerdo al análisis de varianza realizado para las 17 accesiones de fréjol arbustivo mostraron diferencias altamente significativas  $p<0.05$  para las variables porcentaje de emergencia en el campo (PEC), número de plantas establecidas (NPE), altura de planta (AP), vainas por planta (VP), longitud de vaina (LV) y diámetro ecuatorial (DE) y significativas  $p<0.05$  para el número de granos por vaina (NGV) (Tabla 2).

**Tabla 2.**

*Análisis de varianza de variables agronómicas de fréjol porcentaje de emergencia en el campo (PEC), número de plantas establecidas (NPE), altura de planta (AP), vainas por planta (VP), longitud de vaina (LV), número de granos por vaina (NGV) y diámetro ecuatorial (DE).*

<b>Variab</b> les	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>PEC</b>	16	13.11 **	0.0001
<b>NPE</b>	16	13.11 **	0.0001
<b>AP</b>	16	48.41 **	0.0001
<b>VP</b>	16	48.06 **	0.0001
<b>LV</b>	16	61.25 **	0.0001
<b>NGV</b>	16	2.26 *	0.0242

<b>DE</b>	16	85.76 **	0.0001
<b>Error</b>	32		

Significativo al \*\*\* $p = 0.001$ ; \*\* $p = 0.01$ ; \*  $p < 0.05$ ; ns = no significativo

**Tabla 3.**

*Medias de las variables agronómicas en fréjol del porcentaje de emergencia en el campo (PEC), número de plantas establecidas (NPE), altura de planta (AP), vainas por planta (VP), longitud de vaina (LV), número de granos por vaina (NGV) y diámetro ecuatorial (DE).*

<b>Variedades</b>	<b>PEC</b>	<b>NPE</b>	<b>AP</b>	<b>VP</b>	<b>LV</b>	<b>NGV</b>	<b>DE</b>
FMR2	72.22 cde	65.00 cde	34.38 a	39.00 cd	11.09 ef	4.00 ab	0.74 c
FMR1	65.55 cbcd	59.00 abcde	36.00 a	41.00 d	11.17 ef	4.00 ab	0.76 cd
INIAP – 484 Centenario	92.96 f	83.67 f	33.10 a	48.00 de	10.62 def	4.00 ab	0.77 cde
INIAP – 483 Intag	73.33 cde	66.00 cde	36.33 a	40.00 d	8.67 b	4.33 ab	0.75 c
INIAP – 430 Portilla	82.59 ef	74.33 ef	39.93 ab	48.33 de	11.25 ef	4.00 ab	0.74 c
INIAP – 481 Rojo del Valle	81.85 ef	73.67 ef	58.93 c	55.67 ef	10.22 cde	4.00 ab	0.78 cde
INIAP – 427 Libertador	77.04 def	69.33 def	59.17 c	29.67 bc	10.30 cde	4.00 ab	0.75 c
INIAP – 428 Canario Guarandéño	67.41 bcde	60.67 bcde	33.67 a	17.00 a	11.43 f	4.00 ab	0.83 efg
INIAP – 480 Canario Rocha	66.66 abcde	60.00 abcde	62.10 c	41.33 d	11.50 f	4.33 ab	0.74 c
INIAP – 422 Blanco Belén	71.85 cde	64.67 cde	32.65 a	43.00 d	9.53 bc	4.33 ab	0.82 efg

INIAP – 482	49.26	44.33	38.48	39.67	10.56	3.67	0.87
Afro – Andino	a	a	a	cd	cdef	a	g
Panamito	62.22	56.00	63.63	29.67	9.99	5.00	0.58
Chillanes	abcd	abcd	c	dc	cd	b	b
Panamito	67.04	60.33	62.13	66.33	6.47	4.33	0.48
(Huevo de Quinde)	bcde	bcde	c	g	a	ab	a
INIAP-485	91.85	82.67	35.57	59.33	6.60	4.67	0.55
Urcuquí	f	f	a	Fg	a	ab	b
Fréjol Bayo de	79.63	71.67	37.40	24.67	11.24	4.33	0.84
Chillanes	def	def	a	Ab	ef	ab	fg
Fréjol Canario	54.07	48.67	37.43	25.00	11.38	4.00	0.79
Chillanes	ab	ab	a	Ab	f	ab	cdef
Fréjol Canario	58.89	53.00	48.43	26.33	11.09	4.00	0.79
Chillanes	abc	abc	b	Ab	ef	ab	cdef
CV %	8.11	8.11	6.76	8.41	3.40	8.67	2.66

Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$

El mayor porcentaje de emergencia en campo (PEC) fue observado en la accesión INIAP – 484 Centenario con 92.96%. Demostró ser la accesión con mejor germinación entre los 17 tratamientos evaluados, mientras que INIAP – 482 Afro – Andino con 49.26% fue la accesión con menor porcentaje de germinación (Tabla 3). El bajo PEC de INIAP – 482 Afro – Andino, estaría relacionado con la adaptabilidad del material genético a la zona agroecológica de Naguan. Según Monar (2019) menciona que el PEC depende de la calidad de semilla en dependencia al porcentaje de germinación, viabilidad, vigor, sanidad de la semilla, etc. Estos factores también pueden relacionarse con la humedad, la temperatura, la profundidad de siembra, la concentración de oxígeno y CO<sub>2</sub>, lo que influencia en la geminación de las semillas (Canacúan, 2019).

En cuanto al número de plantas establecidas (NPE) la accesión INIAP – 484 Centenario de registró mayor número de plantas, comparada con INIAP – 482 Afro – Andino con un menor número, 84 y 44 plantas, respectivamente (Tabla 3). La observación de un menor NPE entre las accesiones estaría directamente relacionado con el porcentaje de germinación y componentes varietales (como calidad de

semilla) y edafoclimáticos que también favorecen a esta variable (Chimbolema, 2020).

Los tratamientos con menor NPE, fueron afectados por factores como densidad de siembra y la viabilidad de las semillas que son fundamentales para tener una buena germinación y emergencia de las plántulas.

En la Tabla 3, la variable altura de planta (AP), muestra que la accesión Panamito Chillanes con 63.63 cm fue la planta con mayor altura, mientras que la accesión INIAP – 422 Blanco Belén 32.65 cm fue la accesión más pequeña. Este comportamiento agronómico de AP es un atributo varietal dependiente del hábito de crecimiento, adaptación vegetativa, suelo con suficiente materia orgánica y manejo agronómico adecuado permite obtener plantas con un buen desarrollo (Baque, 2014).

Según Agualongo (2021) la AP posee relación directa con carácter morfológico como hábito de crecimiento; respuesta que resulta lógica debido a que las plantas con hábito de crecimiento indeterminado, serán plantas más altas.

En cuanto a las vainas por planta (VP), la accesión Panamito (Huevo de Quinde) presentó 66 vainas por planta siendo mayor que INIAP – 428 Canario Guarandéño Amarillo (Canario) la cual tan solo presentó 17 vainas por planta (Tabla 3). El componente número de vainas por planta es varietal y generalmente depende de su interacción genotipo ambiente (Tofiño-Rivera et al., 2016). Este resultado además podría estar relacionado inversamente con las variables AP y NVP. Además, puede relacionarse con longitud de los entrenudos, número de ramas y posiblemente la ubicación o disposición de ellas en la planta (Baque, 2014).

La variable VP está relacionada también con mayor crecimiento vegetativo, ya que plantas con estas características presentaron un menor número de vainas por planta lo que supone un menor rendimiento.

Esto se debe a que mientras la planta tenga mayor crecimiento los carbohidratos tardan en llegar a las vainas y en formarse los granos, pues estos carbohidratos se quedan almacenados en las raíces, tallos y hojas (Hernández, 2013). De esta forma, esta variable, además, se relaciona con los componentes de rendimiento relacionándose a la observación realizada por Cando (2021) que indica que la

variable VP depende directamente con el rendimiento ya sea en grano tierno como en seco.

En cuanto a variable longitud de vaina (LV), se determinó la accesión INIAP – 480 Canario Rocha con 11.50 cm fue la accesión con vaina más larga comparada con la accesión Panamito (Huevo de Quinde) con 6.47 cm (Tabla 3).

Los resultados obtenidos de LV indican que no existió una relación directa entre la longitud de las vainas y número de granos por vaina.

De acuerdo a la variable número de granos por vaina (NGV), Panamito Chillanes presentó un mayor número de granos con 5 granos por vaina respectivamente, mientras que Línea FMR2 con 4 granos por vaina así mismo fue la de menor NGV (Tabla 3). El número de granos por vaina evaluados en esta investigación son inferiores a los reportados por Agualongo y Cando (2021), probablemente la ubicación donde se realizaron los ensayos al ser en diferentes altitudes puede influenciar en la diferencia de los resultados obtenidos en la variable NGV.

En esta investigación la evaluación de las 17 accesiones en relación a la variable diámetro ecuatorial (DE), INIAP – 482 Afro – Andino presentó un mayor DE con 0.87 cm, diferente de Panamito (Huevo de Quinde) con 0.48 cm con menor DE (Tabla 3).

El diámetro ecuatorial, son atributos varietales y se relaciona directamente con características como el tamaño, forma y calidad del grano que además dependen fuertemente de la interacción genotipo ambiente.

Componentes como tipo de ramificación, sanidad, manejo nutricional del cultivo son factores que favorecen a un mejor desarrollo del grano y por ende un mayor tamaño y diámetro ecuatorial (Chimbolema, 2020).

#### **4.1.3. Análisis e interpretación de variables de rendimiento**

De acuerdo al análisis de varianza de las accesiones de fréjol arbustivo en relación con las variables peso de cien granos en seco (PCGS), peso por parcela (PP) y rendimiento por hectárea (RH) mostraron diferencias altamente significativas  $p < 0.05$  (Tabla 4).

**Tabla 4.**

*Análisis de varianza de variables de rendimiento de fréjol de las variables peso de cien granos en seco (PCGS), peso por parcela (PP) y rendimiento por hectárea (RH).*

<b>Variabes</b>	<b>GL</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>PCGS</b>	16	4621.38 **	0.0001
<b>PP</b>	16	18.12 **	0.0001
<b>RH</b>	16	17.92 **	0.0001
<b>Error</b>	32		

Significativo al \*\*\* $p = 0.001$ ; \*\* $p = 0.01$ ; \*  $p < 0.05$ ; ns = no significativo

**Tabla 5.**

*Medias de las variables de producción en fréjol de las variables peso de cien granos en seco (PCGS), peso por parcela (PP) y rendimiento por hectárea (RH).*

<b>Variabes</b>	<b>PCGS</b>	<b>PP</b>	<b>RH</b>
FMR2	69.87 fg	1.39 defg	1444.85 cde
FMR1	77.57 j	1.60 efg	1650.20 de
INIAP – 484 Centenario	72.97 i	1.50 efg	1537.82 de
INIAP – 483 Intag	81.43 j	1.38 defg	1410.81 cde
INIAP – 430 Portilla	87.30 k	2.14 gh	2550.59 ef
INIAP – 481 Rojo del Valle	66.40 e	1.37 def	1407.45 cde
INIAP – 427 Libertador	64.03 d	1.79 efgh	1859.08 def
INIAP – 428 Canario Guarandeño	89.33 l	0.22 a	231.69 a
INIAP – 480 Canario Rocha	56.10 c	2.40 h	2465.21 f
INIAP – 422 Blanco Belén	95.87 f	0.44 ab	462.42 ab
INIAP – 482 Afro – Andino	68.23 n	0.64 abcde	667.07 abc
Panamito Chillanes	22.77 a	1.49 efg	1524.66 de
Panamito (Huevo de Quinde)	23.03 a	1.16 bcde	1159.02 bcd

INIAP-485 Urcuquí	29.17	b	1.22	cde	1227.37	bcd
Fréjol Bayo de Chillanes	78.80	j	1.82	efgh	1853.74	def
Fréjol Canario Chillanes	71.07	gh	0.58	abc	605.57	ab
Fréjol Canario Chillanes	72.00	hi	2.09	fgh	2186.21	ef
CV %	0.85		18.29		18.35	

Medias con letras iguales no son significativas por la prueba de Tukey  $p < 0.05$

De acuerdo al análisis realizado, INIAP – 422 Blanco Belén con 95.87 g mostró el mayor peso de cien granos en seco (PCGS), mientras el tratamiento Panamito Chillanes con 22.77 g fue el menor PCGS (Tabla 5). Estos resultados coinciden con el hecho de que se probaron diferentes accesiones que por sus características varietales muestra pesos tan diferentes con granos de tamaño grande a pequeño, por lo tanto, el PCGS, está relacionado directamente con el tamaño del grano. Este resultado se asocia a la clasificación según el CIAT (2002) donde granos de tamaño grande (mayor a 60 g), en cambio granos de tamaño mediano (40 a 59) y granos de tamaño pequeño (menores 40 g).

En Ecuador, FAOSTAT (2022) ha reportado que el mercado prefiere variedades con granos de tamaño grande para el consumo en tierno y en seco, por lo que los resultados apuntarían a que INIAP – 482 Afro – Andino una accesión con estas características.

Con respecto a la variable rendimiento por parcela (RP), INIAP – 480 Canario Rocha con 2.40 kg por parcela demostró un mayor rendimiento en comparación que INIAP – 428 Canario Guarandéño con 0.22 kg por parcela (Tabla 5). Al mismo tiempo al analizar la variable rendimiento por hectárea (RH), se observó que INIAP – 430 Portilla presentó un mayor rendimiento con 2550.59 kg ha<sup>-1</sup> que la accesión INIAP – 428 Canario Guarandéño con 231.69 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 5). Los resultados muestran que la accesión fréjol canario tienen mayor RP que los demás tratamientos evaluados, asociado a una mejor adaptación en la zona agroecológica de Naguan.

El rendimiento está relacionado con las variables agronómicas como porcentaje de emergencia en el campo, número de plantas establecidas, altura de planta, vainas por planta, longitud de vaina, número de granos por vaina, diámetro ecuatorial y la resistencia a enfermedades foliares como antracnosis y mancha angular. En este

contexto, la mancha angular puede causar pérdidas en los cultivos de fréjol. Se ha reportado que producir pérdidas mayores a 80 % (Araya et al., 2019), esto se debe a que la presencia de este patógeno causa una madurez prematura y caída de las hojas llevando así a la muerte de la planta, también impide el llenado de las vainas provocando bajos rendimientos.

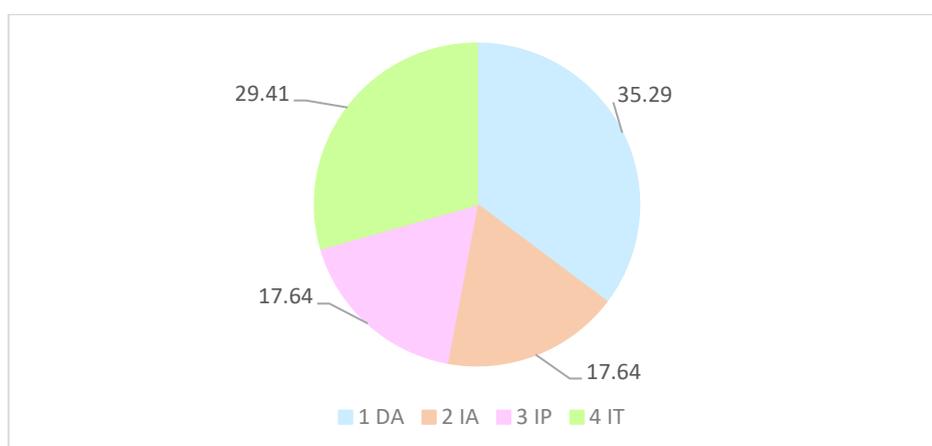
En cuanto a la adaptabilidad, las accesiones menos adaptadas a la zona agroecológica de Naguan presentaron bajos rendimientos de acuerdo a Curay (2019) afirma que los cambios bruscos de clima son factores letales para rendimiento del cultivo de fréjol. Además, el rendimiento del fréjol tiene una relación directa con las variables agronómica (Moya et al., 2019). Por tanto, nuestros resultados corroboran que el rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente.

#### 4.1.4. Análisis de frecuencia de las variables morfológicas

En esta investigación se realizó un análisis de frecuencias de las variables morfológicas como hábito de crecimiento (HC), color principal de la cubierta de grano (CPCG), brillo del grano (BG) y forma del grano (FG), ya que son características importantes al realizar investigaciones con nuevos germoplasmas genéticos, debido a que ayuda a la selección de los materiales genéticos que posean las características deseables por los consumidores y el mercado.

#### Figura 3.

*Análisis de frecuencia de la variable hábito de crecimiento (HC).*

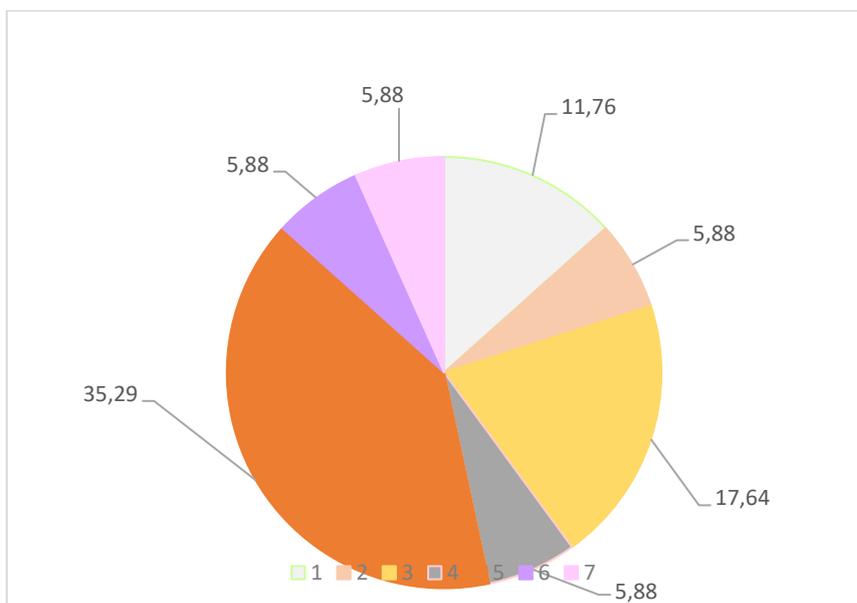


*Nota: Escala propuesta por INIAP (2013): determinado arbustivo (Tipo I); indeterminado arbustivo (Tipo II); indeterminado postrado (Tipo III) e indeterminado trepador (Tipo IV).*

De los 17 tratamientos analizados el 35.29% de crecimiento determinado arbustivo (Tipo I), siendo el mayor HC, el 29.41% fueron de hábito de crecimiento (HC) indeterminado trepador (Tipo IV), mientras que el 17.64% fue para un crecimiento indeterminado postrado (Tipo III) e indeterminado arbustivo (Tipo II), respectivamente. En la variable HC se observa que las variedades: FMR2, FMR1, INIAP – 430 Portilla, INIAP – 428 Canario Guarandéño, INIAP – 422 Blanco Belén, Fréjol Canario Chillanes, Fréjol Canario Chillanes, presentan un mayor hábito de crecimiento como es determinado arbustivo (Tipo I).

**Figura 4.**

*Análisis de frecuencia de la variable color principal de la cubierta de grano (CPCG).*



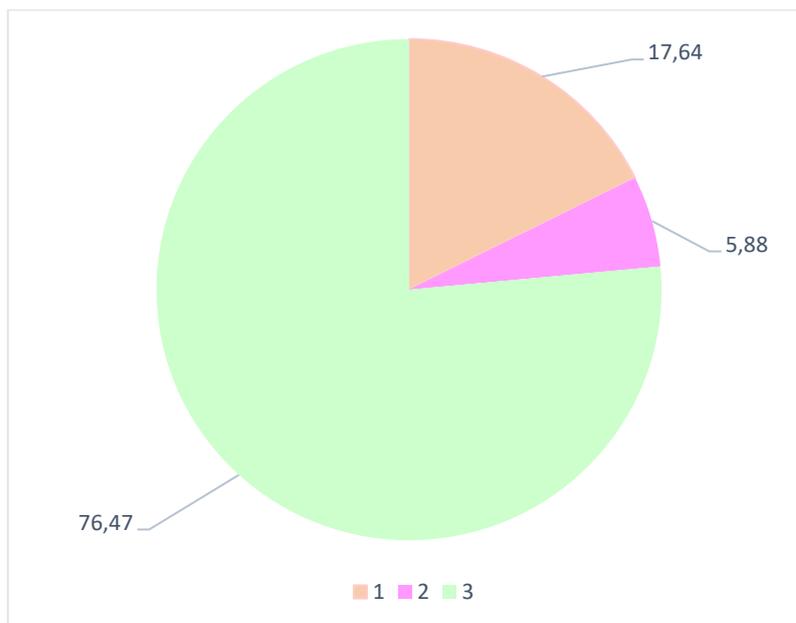
*Nota: Escala propuesta por UPOV (2005): blanco (1), verde (2), gris (3), amarillo (4), beige (5), purpura (6), marrón (7), rojo (8), violeta (9), negro (10), otros (11).*

Mediante observación directa se determinó el color principal de la cubierta de grano (CPCG), utilizando los estándares normados por el Sistema Estándar de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (2003). El color rojo 35.29 % fue el más encontrado entre las accesiones, seguido

de amarillo 17.64 % y blanco 11.76 %. Además, los colores negros, violeta, purpura y beige todos mostraron solamente con un 5.88 %. De esta forma las variedades FMR2, FMR1, INIAP – 484 Centenario, INIAP – 430 Portilla, INIAP – 481 Rojo del Valle e INIAP – 427 Libertador fueron las que presentaron CPCG rojo.

**Figura 5.**

*Análisis de frecuencia de la variable brillo del grano (BG).*

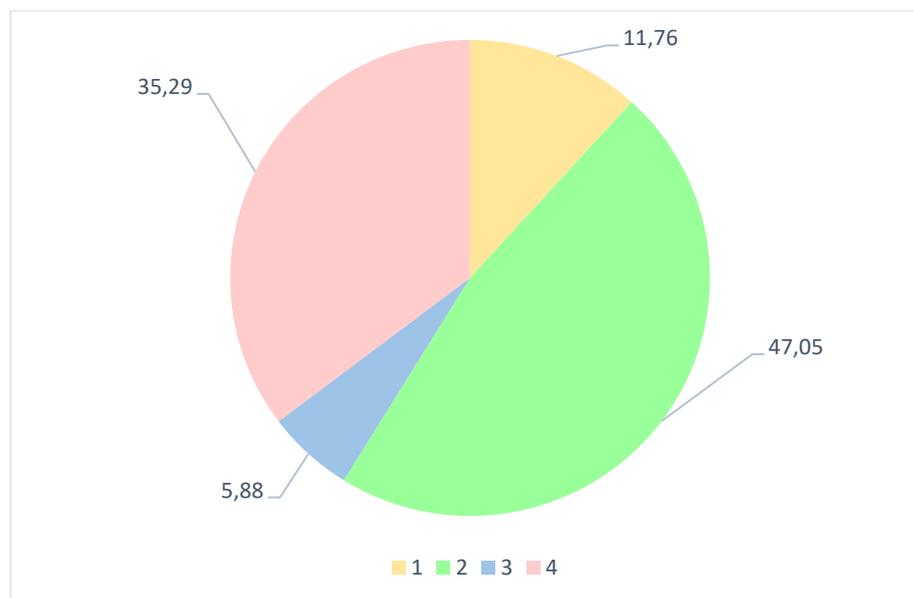


*Nota:* Escala propuesta por IPGRI (2001): opaco (1), satinado (2), brillante (3).

De acuerdo a los datos obtenidos de la variable morfológica brillo del grano (BG), las accesiones de fréjol arbustivo reflejaron diferentes frecuencias siendo que el 76.47% de las accesiones presentó un brillo brillante, 17.64% fueron opacos y el 5.88 % para el brillo satinado conforme a los estándares propuestos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI. 2001). El brillo del grano que se observó con mayor frecuencia fue el brillante, observado en las variedades FMR2, FMR1, INIAP – 484 Centenario, INIAP – 483 Intag, INIAP – 430 Portilla, INIAP – 481 Rojo del Valle, INIAP – 427 Libertador, INIAP – 480 Canario Rocha, INIAP – 422 Blanco Belén, Panamito Chillanes, Panamito (Huevo de Quinde), Fréjol Bayo de Chillanes y Fréjol Canario Chillanes.

**Figura 6.**

*Análisis de frecuencia de la variable Forma del grano (FG).*



*Nota:* Escala propuesta por UPOV (2005): redondo (1), arriñonado (2), oblongo (3), aplanado (4), otros (5)

De acuerdo al descriptor morfológico forma del grano (FG) que es un carácter cualitativo evaluado postcosecha. Los resultados observados indican que 47.05% presentaron una forma arriñonada, el 35.29% presentaron en forma de oblonga, el 11.76% redondo y el 5.88% de con forma aplanada. En la variable FG las variedades FMR2, FMR1, INIAP – 484 Centenario, INIAP – 483 Intag, INIAP – 430 Portilla, INIAP – 481 Rojo del Valle, INIAP – 427 Libertador, INIAP – 428 Canario Guarandño fueron las que presentan una forma arriñonada.

Conforme a los diferentes segmentos de la cadena de valor del fréjol, cuando es comercializado en tierno el color del grano, no tiene mayores preferencias que en seco. Sin embargo, el mercado ecuatoriano prefiere granos de tamaño grande, colores sólidos como el amarillo (canario), rojos y crema, de forma redonda u oblonga (Moya et al., 2019). Por lo tanto, al ser comercializado con mayor rentabilidad en seco estas características son importantes para productores dedicados a este rubro.

#### **4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

**Hipótesis H<sub>0</sub>:** La incidencia y severidad de antracnosis y mancha angular en el cultivo de fréjol, no depende de la accesión ni de la interacción genotipo ambiente.

**Hipótesis H<sub>1</sub>:** La incidencia y severidad de antracnosis y mancha angular en el cultivo de fréjol, depende de la accesión y de la interacción genotipo ambiente.

De acuerdo a los resultados estadísticos presentados en desarrollo de este documento hay suficiente evidencia con 99% de confiabilidad, los componentes más significativos en esta diferencia estadística fueron la respuesta a las variables agronómicas y de producción del fréjol, por ende, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula.

### 4.3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1.1 Conclusiones

En función a los resultados expuestos de las 17 accesiones de fréjol arbustivo caracterizado en la zona agroecológica de Naguan, se sintetizan las siguientes conclusiones:

- La principal enfermedad detectada que afecta al cultivo de fréjol en la localidad de Naguan fue la mancha angular causada por *Pseudocercospora griseola* siendo la accesión FMR2 la más afectada con un AUDPC de 69.35 y una incidencia de 83.01%.
- De las 17 accesiones evaluadas se determinó que las accesiones como fréjol canario Chillanes, INIAP 428 Canario guarandeño, INIAP 482 Afro – Andino y la Línea FMR1 presentan tolerancia a la mancha angular.
- En este estudio las características morfológicas como color principal de la cubierta del grano (CPCG), brillo del grano (BG) y la forma del grano (FG) fue el color rojo, brillo satinado y forma arriñonada, respectivamente en las accesiones FMR2, FMR1, INIAP – 484 Centenario, INIAP – 430 Portilla, INIAP – 481 Rojo del Valle e INIAP – 427 Libertador; considerándose estas características las más demandadas para el comercio en el mercado ecuatoriano.
- De las accesiones evaluadas la accesión INIAP 430 Portilla presentó un mayor rendimiento con 2550.59 kg ha<sup>-1</sup>, sin embargo, en el caso de fréjol canario Chillanes a pesar de ser más tolerante a mancha angular el rendimiento de la variedad fue baja, pero dada su genética podría ser utilizada para mejoramiento en relación a la tolerancia a la enfermedad.

#### **4.3.2. Recomendaciones**

De acuerdo a los principales resultados y conclusiones establecidas:

- Se recomienda realizar un estudio etiológico y epidemiológico para caracterizar y determinar cuáles son las causas que producen la presencia de la enfermedad de mancha angular y de esta manera poder implementar métodos de manejo para evitar pérdidas en la productividad del cultivo.
- De las 17 accesiones estudiadas, las que presentaron tolerancia a mancha angular como Fréjol canario Chillanes, INIAP 428 Canario guarandeño, INIAP 482 Afro – Andino y la Línea FMR1, se recomienda hacer un nuevo estudio con estas accesiones en otras zonas cercanas a la ubicación actual del ensayo o con características semejantes para poder comparar si los resultados son similares o diferentes en cuanto a la presencia y afectación de mancha angular.
- Realizar investigaciones en el área de conocimiento de sanidad vegetal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agualongo, B. (2020). [Tesis] Ingeniero Agrónomo: Universidad Estatal de Bolívar. Introducción y evaluación de ocho líneas de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Granja Experimental Laguacoto III, Provincia Bolívar. Guaranda, Ecuador.
- Ancín Rípodas, M. (2011). Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. *Alubia*) en el distrito de San Juan de Castrovirreyna-Huancavelica (Perú). Consultado el (08 de febrero, 2023) Recuperado de <http://academicae.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>.
- Araya, C. M., Bonilla, S. P., Becerra, E. N., & Lara, J. A. (2019). Fascículo 2: importancia, síntomas y manejo de las principales enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Consultado el (08 de febrero, 2023) Recuperado de <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/79748>.
- Aytenfsu, M., Terefe, H., & Ayana, G. (2019). Distribution and association of common bean angular leaf spot (*Phaeoisariopsis griseola*) with biophysical factors in southern and southwestern Ethiopia. *East African Journal of Sciences*, *13*(1), 51–64.
- Bánki, O. (2020). Catalogue of Life Checklist (Feb 2020). Species Fungorum for CoL+. In O. Bánki, Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, L. Vandepitte, D. Hobern, D. Remsen, P. Schalk, R. E. DeWalt, M. Keping, J. Miller, T. Orrell, R. Aalbu, R. Adlard, E. M. Adriaenssens, C. Aedo,. Catalogue of Life Checklist (Feb 2020). <https://doi.org/10.48580/dfp3-4hj>.
- Buriticá, J. R., Alfonso, C. A. A., & Zapata, J. C. (2019). Mancha Angular d el Fríjol. *GUÍA IL*, 224. Consultado el (08 de febrero, 2023) Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Jacobo-Robledo\\_Buritica/publication/337720200\\_Guia\\_ilustrada\\_de\\_enfermedades\\_en\\_postcosecha\\_de\\_frutas\\_y\\_verduras\\_y\\_sus\\_agentes\\_causantes\\_en\\_Colombia/links/5de6c3bb4585159aa45f61d3/Guia-ilustrada-de-enfermedades-en-postcosecha-de-frutas-y-verduras-y-sus-agentes-causantes-en-Colombia.pdf#page=224](https://www.researchgate.net/profile/Jacobo-Robledo_Buritica/publication/337720200_Guia_ilustrada_de_enfermedades_en_postcosecha_de_frutas_y_verduras_y_sus_agentes_causantes_en_Colombia/links/5de6c3bb4585159aa45f61d3/Guia-ilustrada-de-enfermedades-en-postcosecha-de-frutas-y-verduras-y-sus-agentes-causantes-en-Colombia.pdf#page=224).
- Calderón, M. K. Á. (2018). Rendimiento de ocho cultivares de frijol voluble

*Phaseolus spp*, en asocio con maíz *Zea mays*, en tres municipios de Huehuetenango. [Tesis]. Universidad de San Carlos de Guatemala, Huehuetenango, Guatemala. Recuperado de <https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Tesis-8-Cultivares-de-Frijol-Voluble-2018.pdf>.

Canacuán Lechón, M. E. (2019). Evaluación agronómica del cultivo de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Paragachi Bajo el método Biointensivo, cantón Antonio Ante. [Tesis]. Universidad Técnica del Norte. Antonio Ante. Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9855>.

Cando, P. (2021). [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.

Chimbolema, R. (2020). [Tesis] Caracterización morfo-agronómica de germoplasma de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Granja Lagucoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar.

Columnare Ell, C., laxum Ell, E. G., solimani Speg, C., puttemansii Henn, A., & sthulmanri Henn, C. (2009). La antracnosis y la mancha angular del fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Temas de Ciencia y Tecnología, 13(39), 45–54.

Curay, J. D. (2019). Evaluación agronómica de tres variedades de Fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo las condiciones climáticas de la comunidad de Rumichaca del cantón Pelileo. [Tesis] Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., & Walter Robledo, C. (2010). Infostat: software para análisis estadístico.

Erazo, F. (2005). Evaluación de once variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) durante la época seca del año 2004 en la zona de Quevedo. [Tesis]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Los Ríos, Ecuador.

FAOSTAT. (2022). FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2022). Producción mundial de fréjol. Recuperado el 3 de diciembre de 2022. de <https://www.fao.org/faostat/es/#>

data/QCL.

Fuentes Pérez, N. G. (2020). Evaluación de tres dosis de enraizador orgánico Grow en frijol (*Phaseolus vulgaris*) Santa Cruz–Estelí, 2019-2020. Universidad Católica del Trópico Seco. Consultado el (10 de enero, 2023) Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4533>.

GADM-GUARANDA. (2020). Obtenido de <http://www.guaranda.gob.ec/newsite/CMT/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-2020-2025/>.

García Trujillo, J. C. (2014). Métodos de control más eficientes para la antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) en la producción de cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). [Tesis]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2663>.

Gonçalves-Vidigal, M. C., Cruz, A. S., Lacanallo, G. F., Vidigal Filho, P. S., Sousa, L. L., Pacheco, C. M. N. A., et al. (2013). Co-segregation analysis and mapping of the anthracnose Co-10 and angular leaf spot Phg-ON disease-resistance genes in the common bean cultivar Ouro Negro. *Theoretical and Applied Genetics* 126: 2245-2255.

González Montes, A. S. (2017). Evaluación de siete variedades de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.), diagnóstico y servicios realizados en Aldea San José Los Tiestos, Santo Domingo Suchitepéquez, Suchitepéquez, Guatemala, CA. [Tesis]. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Hernández-López, V. M., Vargas-Vázquez, M., Luisa, P., Muruaga-Martínez, J. S., Hernández-Delgado, S., & Mayek-Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(2), 95–104.

Herrera Flores, T. S., Ortiz Cereceres, J., Delgado Alvarado, A., & Acosta Galleros, J. A. (2014). Contenido de osmoprotectores, ácido ascórbico y ascorbato peroxidasa en hojas de frijol sometidas a estrés por sequía. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(5), 859–870. Recuperado de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S20070934201400050001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S20070934201400050001).

Jesús, J. Vale, F. X. R., Coelho, R. R., Hau, B., Zambolim, L., Costa, L. C (2001).

- Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 91, 1045–1053.
- Keller, B., Manzanares, C., Jara, C., Lobaton, J. D., Studer, B., & Raatz, B. (2015). Fine-mapping of a major QTL controlling angular leaf spot resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 128(5), 813–826.
- Librelon, S. S., Souza, E. A., Pereira, R., Pozza, E. A., & Abreu, A. F. B. (2015). Diagrammatic scale to evaluate angular leaf spot severity in primary leaves of common bean. *Australasian Plant Pathology*, 44, 385–395.
- López, J. L. A., Ramírez, E. G., Almanza, E. C., Valle, Ó. H. T., Pérez, F. J. I., & Salinas, E. L. (2018). Identificación de líneas recombinantes de frijol negro opaco resistentes a BCMV, BCMNV y BGYMV mediante marcadores moleculares. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3), 601–614.
- Mahuku, G. S., Jara, C., Cuasquer, J. B., & Castellanos, G. (2002). Genetic variability within *Phaeoisariopsis griseola* from Central America and its implications for resistance breeding of common bean. *Plant Pathology*, 51(5), 594–604.
- Matos, A. P. (2020). Evaluación de cinco cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.): fundamentos teóricos. [Tesis]. Universidad de Las Tunas. Editorial Universitaria (Cuba).
- Mena, C., & Velásquez, R. (2010). Manejo integrado de plagas y enfermedades de fríjol en Zacatecas. Folleto Técnico N 24. Campo Experimental Zacatecas.[En línea].
- Moya, C., Elena-Mesa, M., Vizcaino, M., León, M., & Guevara, S. (2019). Comparación de seis variedades de frijol en el rendimiento y sus componentes en Chaltura, Imbabura, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 40(4).
- Nay, M. M., Souza, T. L. P. O., Raatz, B., Mukankusi, C. M., Gonçalves-Vidigal, M. C., Abreu, A. F. B., Melo, L. C., & Pastor-Corrales, M. A. (2019). A review of angular leaf spot resistance in common bean. *Crop Science*, 59(4), 1376–1391.

- Oblessuc. (2012). Oblessuc, P. R., Baroni, R. M., Garcia, A. A. F., Chioratto, A. F., Carbonell, S. A. M., Camargo, L. E. A., et al. (2012). Mapping of angular leaf spot resistance QTL in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under different environments. BMC Genetics. 13:1-9.
- Ortiz, D. R. (2017). Análisis fenotípico y genético de la resistencia a mancha angular (*Pseudocercospora griseola*) en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) [Tesis] Universidad de Puerto Rico. Mayaguez, Puerto Rico. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.11801/642>.
- Palomino Mosquera, M. E. (2020). Implementación de un sistema productivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) como alternativa de ingresos y seguridad alimentaria en Palermo, Huila. [Tesis] Universidad de La Salle. Yopal, Colombia. Recuperado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieriaagronomica/166/>.
- Peralta, E., Murillo, Á., Mazón, N., & Rodríguez Ortega, D. G. (2014). Catálogo de variedades mejoradas de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) para los valles y estribaciones de la Sierra Ecuatorina: Incluye huella digital y razas. Consultado el: 08 de febrero, 2023. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2712>.
- Pérez Jinez, K. S. (2022). Evaluación de la respuesta del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar y en Drench de un extracto acuoso de algas marinas. [Tesis] Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36368/1/324> Ingeniería Agronómica - Pérez Jinez Kleber Stalín.pdf.
- Puente Ramírez, M. V. (2020). Comportamiento de líneas de Frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Central. [Tesis]. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Rodríguez, D., Beaver, J., de Jensen, C. E., & Porch, T. (2019). Identificación de fuentes de resistencia del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a la mancha angular (*Pseudocercospora griseola*)/Identification of resistance sources of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to angular leaf spot (*Pseudocercospora griseola*). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 72(2), 8785.

- Rodríguez Ortega, D. G., Vega Jiménez, L. E., Murillo, A., & Peralta, E. (2017). Variabilidad patogénica de aislamientos de *Pseudocercospora griseola* en dos provincias de Ecuador. Consultado el: 08 de febrero, 2023. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5168>.
- RStudio. (2021). RStudio, RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA. RStudio, RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA. <http://www.rstudio.com/>.
- Tabango Méndez, E. E. (2021). Caracterización de variedades nativas de fréjol (*Phaseolus Vulgaris* L.), procedentes del banco nacional de germoplasma del Iniap, en el cantón Cotacachi provincia de Imbabura.
- Tamayo Romero, V. R. (2011). Comportamiento agronómico de cinco de cinco cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) [Tesis] Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo: UTEQ. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2225>.
- Tofiño-Rivera, A. P., Pastrana-Vargas, I. J., Melo-Ríos, A. E., Beebe, S., & Tofiño-Rivera, R. (2016). Rendimiento, estabilidad fenotípica y contenido de micronutrientes de fréjol biofortificado en el Caribe seco colombiano. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(3), 309–329.
- Ulloa, J. A., Rosas Ulloa, P., Ramírez Ramírez, J. C., & Ulloa Rangel, B. E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*, 3(8), 5–9. CONACYT. Consultado el: 08 de febrero, 2023. Recuperado de <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/582>.
- Vizúete Guato, N. A. (2015). Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris*) en el sector Panyatug, cantón Pangua, Cotopaxi 2015. [Tesis] Universidad Técnica de Cotopaxi. Pangua, Ecuador. Recuperado de [Latacunga/utc/2015. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/25](http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/25).

# ANEXOS

## Anexo A. Ubicación del experimento



**Anexo B.** Fotografías de la realización del ensayo del proyecto de investigación.

**Figura 1.** Preparación del terreno



**Figura 2.** Trazo de las parcelas



**Figura 3.** Siembra



**Figura 4.** Fertilización



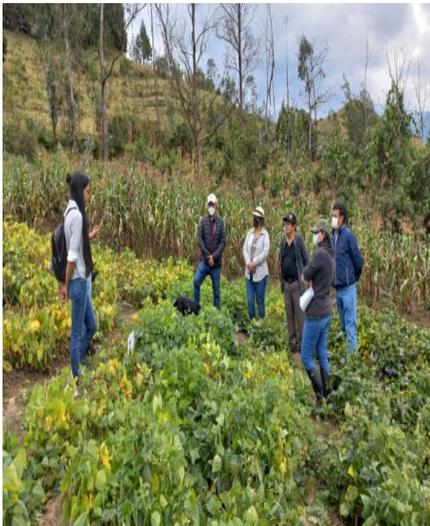
**Figura 5.** Incidencia y severidad



**Figura 6.** Altura de la planta



**Figura 7.** Visita de campo



**Figura 8. Cosecha**



**Figura 9. Trilla**



**Figura 10. Aventado**



**Figura 11. Selección**



**Anexo C.** Base de datos

Los datos de esta investigación se encuentran disponibles en el repositorio abierto del Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Estatal de Bolívar en la siguiente dirección web:

<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/JRGKX>.

#### **Anexo D.** Glosario de términos

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

**Arvenses:** Se consideran como arvenses a todas las plantas superiores, que por crecer junto o sobre plantas cultivadas, perturban o impiden el desarrollo normal, encarecen el cultivo y merman sus rendimientos o la calidad.

**Banco de germoplasma o Banco de semillas:** Es un lugar destinado a la conservación Ex Situ de la diversidad genética de uno o de varios cultivos y sus especies silvestres relacionadas.

**Bioestimulantes:** Son sustancias o microorganismos que modulan procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. Actúan a través de diferentes mecanismos a los de los fertilizantes y productos fitosanitarios. Los bioestimulantes son complementarios a la nutrición y protección de los cultivos.

**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, nitrógeno y oxígeno a los que es común la fórmula general  $C_nH_{2n}O_n$ .

**Concéntrico:** Es un término usado en Geometría, para hacer referencia a aquellas figuras con idéntico centro, sea éste un punto, un círculo, un eje cilíndrico, etcétera.

**Clorosis:** Amarillamiento de las hojas. Estado patógeno 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.

**Defoliación:** Hace referencia a la caída prematura de las hojas de los árboles y plantas, producida por enfermedad, influjo atmosférico o por agentes químicos.

**Estribaciones:** Hacen referencia a un grupo de pequeñas montañas que destaca a uno u otro lado de una cordillera.

**Estipulas:** Se denomina estípula a una estructura, usualmente laminar, que se forma a cada lado de la base foliar de una planta vascular. Suele encontrarse una a cada

lado de la base de la hoja, a veces más. Usualmente son asimétricas y, en cierto modo, son imágenes especulares una de otra.

**Embriogénesis:** La embriogénesis vegetal es el conjunto de procesos fisiológicos que conducen a la transformación de una sola célula, el cigoto, en un individuo multicelular más complejo, el embrión, contenido en la semilla madura.

**Epidemiología:** Se denomina epidemiología a la ciencia que estudia el desarrollo epidémico y la incidencia de las enfermedades infecciosas en la población.

**Foliolos:** En botánica, se llama pinna o folíolo a cada una de las piezas separadas en que a veces se encuentra dividido el limbo de una hoja. Cuando el limbo foliar está formado por un solo folíolo, es decir no está dividido, se dice que la hoja es una hoja simple.

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

**Germoplasma:** hace referencia al conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras.

**Homeopática:** Se basa en su doctrina de «lo similar cura lo similar», que sostiene que una sustancia que causa los síntomas de una enfermedad en personas o plantas sanas curará lo similar en las enfermas.

**Infección:** Se refiere a la invasión y multiplicación de agentes patógenos en los tejidos de un organismo.

**Incidencia:** Es la cantidad de casos nuevos de una enfermedad, un síntoma, muerte o lesión que se presenta durante un período de tiempo específico.

**Modificaciones morfofisiológicas:** Son aquellas que corresponden a las alteraciones estructurales en células o tejidos que son características de la enfermedad.

**Medicina homeopática:** La medicina homeopática en la agricultura se denomina agro homeopatía y consiste en la aplicación de productos o medicamentos

homeopáticos para el control de enfermedades y plagas, así como para la protección de los suelos.

**Picnidios:** Es una estructura hundida en forma de vasija que presenta conidióforos en su base y una apertura superior para la salida de los conidios.

**Pubescencia:** Fenómeno que consiste en la aparición de pelos sobre la superficie de la planta.

**Rizo bacterias:** son bacterias asociadas a las raíces que pueden tener un efecto perjudicial, neutral o beneficioso sobre el crecimiento de las plantas. El término generalmente se refiere a bacterias que forman relaciones simbióticas con muchas plantas.

**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.

**Severidad:** La severidad hace referencia al porcentaje de la superficie foliar muestreada que está cubierta por signos, manchas y pústulas de cada enfermedad.

**Siembra escalonada:** Consiste en aprovechar la velocidad de crecimiento de algunas especies para obtener más producción en el mismo espacio.

**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.

**Triada:** La triada es la influencia recíproca entre agente, huésped y ambiente epidemiológico, que intervienen para dar como consecuencia una enfermedad.

**Variiedad:** 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.

**Variabilidad genética:** Se refiere a la variación en el material genético de una población o especie, e incluye los genomas. Para que la selección natural pueda

actuar sobre un carácter, debe haber algo que seleccionar, es decir, varios alelos para el gen que codifica ese carácter.

**Variedades mejoradas:** Son el resultado de un proceso de mejoramiento genético. Estas variedades poseen mayor potencial de rendimiento, resistencia a enfermedades y buena calidad culinaria.

**Valva:** En los sistemas cardiovascular y linfático, las valvas (válvulas) permiten el flujo de sangre o de linfa en una sola dirección, en Botánica cada una de las divisiones profundas de las cápsulas propiamente dichas, de las legumbres, y de otros frutos secos y dehiscentes.

**Zona agroecológica:** Se define como aquellas zonas que tienen combinaciones similares de clima y características de suelo, y a su vez el mismo potencial biofísico para la producción agrícola.