



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES LOCALES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE LA PARROQUIA CHALTURA, EN LA GRANJA “LA PRADERA”, CANTÓN ANTONIO ANTE.

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero en Agropecuaria**

**AUTOR:**

**ULCUANGO LANCHANGO RENÉ EVARISTO**

**DIRECTOR:**

**Ing. DORIS CHALAMPUENTE MSc.**

**Ibarra, marzo 2018**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
ESCUELA DE INGENIERIA EN  
AGROPECUARIA

EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES LOCALES DE FRÉJOL  
ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE LA PARROQUIA CHALTURA, EN LA GRANJA  
"LA PRADERA", CANTÓN ANTONIO ANTE.

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito  
parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

APROBADO:

Ing. Doris Chalampunte Flores MSc.

**DIRECTOR**

FIRMA

Lic. Ima Sánchez MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

FIRMA

Ing. Miguel Gómez MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

FIRMA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN A FAVOR DE  
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| <b>DATOS DE CONTACTO</b>    |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Cédula de identidad:</b> | 172522043-6  |
| <b>Apellidos y nombres:</b> | Ulcuango Lanchango René Evaristo                                       |
| <b>Dirección:</b>           | Ayora Barrio “Los Lotes”   |
| <b>Email:</b>               | <a href="mailto:reneulcuango@hotmail.com">reneulcuango@hotmail.com</a> |
| <b>Teléfono fijo:</b>       | 0993699310   |

| <b>DATOS DE LA OBRA</b>            |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Título:</b>                     | Evaluación morfoagronómica de variedades locales de fréjol arbustivo ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) de la parroquia Chaltura, en la granja “La Pradera”, cantón Antonio Ante. |
| <b>Autor:</b>                      | Ulcuango Lanchango René Evaristo   |
| <b>Fecha:</b>                      | Marzo - 2018   |
| <b>Solo para trabajos de grado</b> |  |
| <b>Programa</b>                    | Pregrado   |
| <b>Título por el que opta</b>      | Ingeniero Agropecuario   |
| <b>Director</b>                    | Ing. Doris Chalampunte Flores MSc.   |

## 1. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, René Evaristo Ulcuango Lanchango, con cédula de ciudadanía Nro. 172522043-6, en calidad y titular de los derechos patrimoniales de la obra de trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital, Autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio digital institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original e y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de marzo del 2018.

EL AUTOR

  
.....  
Ulcuango Lanchango René Evaristo  
C.I.: 172522043-6

ACEPTACIÓN

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de marzo de 2018



Firma

René Evaristo Ulcuango Lanchango

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Renè Evaristo Ulcuango Lanchango, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 28 días del mes de marzo de 2018



Ing. Doris Chalampunte Flores MSc.

DIRECTORA DE TESIS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A  
FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, René Evaristo Ulcuango Lanchango, con cédula de identidad Nro. 172522043-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES LOCALES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE LA PARROQUIA CHALTURA, EN LA GRANJA "LA PRADERA", CANTÓN ANTONIO ANTE**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Agropecuario en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 28 días del mes de marzo de 2018



Firma

René Evaristo Ulcuango Lanchango

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 28 días del mes de marzo del 2018.

**Ulcuango Lanchango René Evaristo:** "EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES LOCALES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE LA PARROQUIA CHALTURA, EN LA GRANJA "LA PRADERA", CANTÓN ANTONIO ANTE". /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 28 días del mes de marzo del 2018. 170 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Doris Chalampunte Flores MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Comparar las características morfoagronómicas de variedades locales de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) de la parroquia Chaltura, en la granja "La Pradera", cantón Antonio Ante. Entre los objetivos específicos se encuentran: Recolectar germoplasma local de fréjol de la parroquia Chaltura, describir las características morfoagronómicas de las variedades en estudio, evaluar el nivel de daño causado por las principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo y determinar las variedades con mejores rendimientos en producción.



Ing. Doris Chalampunte MSc.  
**Directora de Trabajo de Grado**



Ulcuango Lanchango René Evaristo  
**Autor**



## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a Jehová Dios por haberme bendecido con sabiduría durante estos años de estudios, a mis padres queridos; Nelson Ulcuango y María Lanchango, por haberme brindado su apoyo y su esfuerzo diario en poder darme todo lo necesario para poder culminar mi carrera profesional.

Agradezco también a mis abuelitos Laurencio Ulcuango y Josefina Conlago a quienes considero como mis segundos padres, por ser el apoyo más grande dándome sus consejos para poder salir adelante, a mi hermana Rubí por su apoyo y a mis tíos Fabian, Elizabeth, Margoth y Marisol por haber puesto su granito de arena para que yo siguiera superándome cada día en mis estudios y en especial agradecer infinitamente a mi tío Juan Lanchango quien siempre supo apoyar moralmente y estar cuando más lo necesitaba, también le agradezco al Sr. Luis Ugsha, por permitirme realizar mis practicas preprofesionales en su empresa.

Como no agradecer enormemente a la Universidad Técnica del Norte a la Facultad “FICAYA” y en especial a la carrera de ingeniería agropecuaria, por brindarme la oportunidad de estudiar y terminar mi carrera.

A mi directora Ing. Doris Chalampunte Flores, por su gran apoyo, a mis asesores: Lic. Ima Sánchez, Ing. Juan Pablo Aragón, Ing. Miguel Gómez, ya que cada uno de ellos aportaron para que este estudio salga adelante.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por haberme proporcionado las semillas de fréjol que fueron de mucha utilidad en este estudio. Por último, agradezco a mis amigos Edwin Catucuago, Marcelo Imbaquingo, Víctor Churuchumbi con quienes compartimos momentos y experiencias inolvidables ya que también estuvieron aportándome con su ayuda para terminar mis estudios. ¡Gracias a ustedes!

René Ulcuango

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Jehová Dios, por bendecirme y permitirme haber llegado hasta este momento muy importante en mi formación profesional. A mis padres Nelson Ulcuango y María Lanchango que son lo más preciado que tengo en la vida, por los ejemplos de perseverancia y que me han enseñado a nunca darme por vencido ante cualquier situación.

A mis segundos padres Laurencio Ulcuango y Josefina Conlago quienes me han dado consejos y me han enseñado a seguir adelante, me han inculcado valores que me han permitido ser una persona de bien.

A mi tía Elizabeth Lanchango por haberme dado su apoyo incondicional sin importar las diferencias ni obstáculos y en especial a mi tío Juan Lanchango quien siempre me ha apoyado en todo momento a seguir adelante y lograr alcanzar mi sueño de ser un profesional. Por último, dedico este trabajo a mis amigos antes mencionados.

René Ulcuango

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |      |
|---|------|
| Índice de figuras.....                    | I    |
| Índice de anexos.....                     | V    |
| RESUMEN .....                             | VII  |
| ABSTRACT.....                             | VIII |
| CAPÍTULO I .....                          | 1    |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                     | 1    |
| 1.1. Antecedentes .....                   | 1    |
| 1.2. Problema .....                       | 2    |
| 1.3. Justificación .....                  | 3    |
| 1.4. OBJETIVOS .....                      | 4    |
| 1.4.1. Objetivo general.....              | 4    |
| 1.4.2. Objetivos específicos .....        | 4    |
| 1.5. HIPÓTESIS.....                       | 4    |
| CAPÍTULO II.....                          | 5    |
| 2. MARCO TEORICO.....                     | 5    |
| 2.1. Importancia .....                    | 5    |
| 2.2. Historia.....                        | 5    |
| 2.3. Cultivo de fréjol.....               | 5    |
| 2.4. Clasificación taxonómica.....        | 6    |
| 2.5. Descripción botánica.....            | 6    |
| 2.5.1. Raíz .....                         | 6    |
| 2.5.2. Tallo .....                        | 6    |
| 2.5.3. Habito de crecimiento .....        | 7    |
| 2.5.4. Hojas .....                        | 7    |
| 2.5.5. Flor.....                          | 7    |
| 2.5.6. Fruto .....                        | 8    |
| 2.5.7. Semilla .....                      | 8    |
| 2.6. Etapas fenológicas del cultivo ..... | 8    |
| 2.7. Requerimientos climáticos.....       | 9    |

|   |    |
|---|----|
| 2.8. Requerimientos edáficos .....                      | 10 |
| 2.9. Plagas presentes en el fréjol .....                | 11 |
| 2.11. Ciclo del cultivo .....                           | 13 |
| 2.12. Manejo del cultivo de fréjol .....                | 13 |
| 2.12.1. Semilla .....                                   | 13 |
| 2.12.2. Preparación del suelo .....                     | 13 |
| 2.12.3. Época de siembra .....                          | 13 |
| 2.12.4. Unicultivo a una hilera.....                    | 13 |
| 2.12.5. Unicultivo a doble hilera.....                  | 13 |
| 2.12.6. Riego .....                                     | 14 |
| 2.12.7. Deshierbe .....                                 | 14 |
| 2.12.8. Control de plagas y enfermedades comunes .....  | 14 |
| 2.12.9. Cosecha .....                                   | 14 |
| 2.13. Composición química .....                         | 14 |
| 2.14. Variedades.....                                   | 15 |
| 2.15. Variedades de mayor producción en el Ecuador..... | 15 |
| 2.16. Chaltura .....                                    | 15 |
| 2.17. Caracterización y evaluación .....                | 16 |
| 2.18. Descriptores .....                                | 16 |
| 2.19. Tipos de descriptores .....                       | 17 |
| 2.19.1. De pasaporte.....                               | 17 |
| 2.19.2. De manejo .....                                 | 17 |
| 2.19.3. Del sitio y el medio ambiente .....             | 17 |
| 2.19.4. De caracterización .....                        | 17 |
| 2.19.5. De evaluación.....                              | 17 |
| 2.20. Mejoramiento genético .....                       | 18 |
| 2.23. Recursos fitogenéticos .....                      | 18 |
| 2.24. Conservación <i>in situ</i> .....                 | 19 |
| 2.25. Conservación <i>ex situ</i> .....                 | 19 |
| 2.26. Especies vegetales promisorias.....               | 19 |
| 2.27. Productividad y rendimiento del fréjol .....      | 20 |

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO III.....  | 21 |
| 3. METODOLOGÍA.....  | 21 |
| 3.1. Caracterización del área de estudio.....                      | 21 |
| 3.3. Materiales, equipos, insumos y herramientas .....             | 22 |
| 3.3.1. Material genético .....                                     | 22 |
| 3.3.2. De oficina.....   | 22 |
| 3.3.3. De campo .....  | 22 |
| 3.4. Métodos.....  | 2  |
| 3.4.1. Factor en estudio .....                                     | 2  |
| 3.4.2. Tratamientos .....  | 2  |
| 3.4.3. Diseño Experimental.....                                    | 3  |
| 3.4.4. Características del experimento .....                       | 3  |
| 3.4.5. Tipo de análisis estadístico .....                          | 3  |
| 3.4.6. Método de evaluación y datos tomados de las variables ..... | 4  |
| 3.4.7. Descriptores cuantitativos:.....                            | 4  |
| a) Días a la emergencia. ....                                      | 4  |
| b) Porcentaje de emergencia. ....                                  | 4  |
| c) Longitud de las hojas primarias. ....                           | 4  |
| d) Días a antesis. ....  | 4  |
| e) Duración de la floración. ....                                  | 4  |
| f) Longitud del tallo principal. ....                              | 5  |
| g) Altura de cobertura. ....                                       | 5  |
| h) Número de nudos.....  | 5  |
| i) Longitud de la hoja.....  | 5  |
| j) Ancho de la hoja.....   | 5  |
| k) Área foliar.....  | 6  |
| l) Días a la madurez fisiológica. ....                             | 6  |
| m) Duración de la madurez fisiológica. ....                        | 6  |
| n) Días a la cosecha.....  | 6  |
| o) Longitud de las vainas. ....                                    | 7  |
| p) Ancho de la vaina. ....   | 7  |

|   |    |
|---|----|
| q) Número de semillas por vaina. ....   | 7  |
| r) Largo de la semilla. ....  | 7  |
| s) Ancho de la semilla. ....  | 7  |
| t) Peso de 100 semillas. ....   | 8  |
| u) Rendimiento por planta. ....   | 8  |
| 3.4.8. Descriptores cualitativos. ....  | 8  |
| a) Adaptación vegetativa. ....  | 8  |
| b) Color de las alas de la flor. ....   | 8  |
| c) Color del estandarte de la flor. ....  | 9  |
| d) Hábito de crecimiento del tallo. ....  | 10 |
| e) Color de las hojas. ....   | 11 |
| f) Color del tallo. ....  | 11 |
| g) Color de las vainas al momento de la madurez fisiológica. ....                               | 12 |
| h) Color de las vainas al momento de la cosecha. ....   | 12 |
| i) Forma de la vaina. ....  | 12 |
| j) Color primario de la semilla. ....   | 13 |
| k) Color secundario de la semilla. ....   | 13 |
| l) Forma de la semilla. ....  | 14 |
| 3.4.9. Nivel de daño causado por las principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo. .. | 14 |
| 3.4.10. Descripción de las escalas del nivel de daño por enfermedades. ....                     | 14 |
| a) Roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> ). ....  | 15 |
| b) Antracnosis ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ) ....                                    | 16 |
| c) Mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) ....   | 16 |
| d) Bacteriosis común ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv.) ....                                  | 17 |
| 3.4.11. Descripción de la escala del nivel de daño por plagas. ....                             | 18 |
| a) Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ). ....   | 39 |
| b) Áfidos ( <i>Aphis</i> spp.) ....   | 18 |
| c) Lorito verde ( <i>Empoasca kraemeri</i> ) ....   | 19 |
| d) Gusano de la vaina ( <i>Apion godmani</i> ) ....   | 19 |
| 3.4.12. Manejo Específico del Experimento. ....   | 20 |
| a) Delimitación del terreno. ....   | 20 |

|   |    |
|---|----|
| b) Muestreo y análisis químico del suelo.....   | 20 |
| c) Preparación del terreno .....  | 20 |
| d) Trazado de bloques.....  | 20 |
| e) Surcada.....   | 20 |
| f) Semilla.....   | 21 |
| g) Fertilización .....  | 21 |
| h) Siembra .....  | 21 |
| i) Riego.....   | 21 |
| j) Labores culturales.....  | 21 |
| k) Controles fitosanitarios.....  | 21 |
| l) Cosecha.....   | 22 |
| CAPÍTULO IV.....  | 23 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 23 |
| 4.1. Datos pasaporte .....  | 23 |
| 4.1.1. Colección del germoplasma .....  | 23 |
| 4.2. Caracterización morfoagronómica.....   | 26 |
| 4.2.1. Variabilidad morfológica de datos cuantitativos .....  | 26 |
| 4.2.2. Variabilidad morfológica de datos cualitativos .....   | 48 |
| a) Características cualitativas de tallos y hojas más predominantes en la colección.....                | 48 |
| b) Características cualitativas de la flor más predominantes en la colección .....                      | 50 |
| c) Características cualitativas de las vainas más predominantes en la colección .....                   | 51 |
| d) Características cualitativas de la semilla más predominantes en la colección .....                   | 19 |
| 4.3. Características morfológicas y agronómicas según las etapas fenológicas del cultivo de fréjol..... | 32 |
| 4.3.1. En estado de plántula .....  | 33 |
| a) Días a la emergencia .....   | 33 |
| b) Porcentaje de emergencia .....   | 34 |
| c) Longitud de las hojas primarias .....  | 34 |
| 4.3.2. Al momento de la floración .....   | 34 |
| a) Días a la antesis (inicio de la floración).....  | 35 |
| b) Duración de la floración .....   | 36 |

|  |    |
|--|----|
| c) Adaptación vegetativa (vigor de crecimiento).....             | 36 |
| d) Color de las alas (flor) .....                                | 37 |
| e) Color del limbo del estandarte (flor).....                    | 37 |
| f) Hábito de crecimiento .....                                   | 37 |
| g) Color de la hoja.....   | 38 |
| h) Color del tallo .....   | 38 |
| i) Longitud del tallo (Altura).....                              | 39 |
| j) Altura de cobertura .....                                     | 39 |
| k) Número de nudos.....  | 40 |
| l) Longitud de la hoja (foliolo central).....                    | 40 |
| m) Ancho de la hoja (foliolo central).....                       | 40 |
| n) Área foliar.....  | 41 |
| 4.3.3. En estado de madurez fisiológica .....                    | 41 |
| a) Días a la madurez fisiológica.....                            | 41 |
| b) Duración de la madurez fisiológica .....                      | 42 |
| c) Color de las vainas .....                                     | 42 |
| 4.3.4. Al momento de la cosecha .....                            | 43 |
| a) Días a la cosecha.....  | 43 |
| b) Longitud de las vainas .....                                  | 44 |
| c) Ancho de las vainas .....                                     | 45 |
| d) Color de las vainas.....                                      | 45 |
| e) Forma de las vainas.....                                      | 45 |
| f) Número de semillas por vainas .....                           | 45 |
| g) Longitud de la semilla .....                                  | 46 |
| h) Ancho de la semilla .....                                     | 46 |
| i) Peso de 100 semillas.....                                     | 46 |
| j) Forma de la semilla .....                                     | 47 |
| k) Color primario de la semilla .....                            | 47 |
| l) Color secundario de la semilla .....                          | 48 |
| m) Rendimiento por planta .....                                  | 48 |
| 4.4. Nivel de daño causado por enfermedades en la colección..... | 49 |



|   |    |
|---|----|
| a) Daños por roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> ) .....                                | 49 |
| b) Daños por antracnosis ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ).....                    | 50 |
| d) Daños por bacteriosis común ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv.). .....                | 53 |
| 4.5. Daños causados por plagas en la colección .....                                      | 54 |
| a) Daño por mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ) .....                                  | 54 |
| b) Daños por lorito verde ( <i>Empoasca kraemeri</i> ) .....                              | 55 |
| c) Daños por áfidos ( <i>Aphis</i> spp.).....   | 56 |
| d) Gusano de la vaina ( <i>Apion godmani</i> ) .....                                      | 78 |
| 4.6. Análisis de agrupamiento de las entradas .....                                       | 57 |
| 4.6.1. Agrupamientos de las entradas según la procedencia.....                            | 58 |
| 4.7. Valor discriminante para los caracteres cualitativos y cuantitativos .....           | 59 |
| 4.7.1. Caracteres cualitativos .....  | 59 |
| 4.7.2. Caracteres cuantitativos .....   | 60 |
| 4.7.3. Análisis de componentes principales .....  | 61 |
| 4.8. Análisis de los caracteres cualitativos discriminantes para grupos conformados.....  | 63 |
| a) Hábito de crecimiento.....   | 63 |
| b) Color del tallo .....  | 64 |
| c) Color de las alas (flor) .....   | 65 |
| d) Color del estandarte .....   | 66 |
| e) Forma de la vaina.....   | 67 |
| f) Color de la vaina al momento de la madurez fisiológica .....                           | 68 |
| g) Color primario de la semilla .....   | 69 |
| h) Color secundario de la semilla.....  | 91 |
| i) Forma de la semilla .....  | 92 |
| 4.9. Análisis de los caracteres cuantitativos discriminantes para grupos conformados..... | 72 |
| a) Días a la antesis.....   | 72 |
| b) Días a la madurez fisiológica.....   | 72 |
| c) Días a la cosecha.....   | 73 |
| d) Longitud de las hojas primarias .....  | 73 |
| e) Altura de la planta.....   | 74 |
| f) Ancho de la hoja (foliolo central).....  | 74 |

|   |     |
|---|-----|
| g) Área foliar .....  | 75  |
| h) Longitud de las vainas .....   | 75  |
| i) Ancho de las vainas .....  | 76  |
| j) Número de semillas por vaina .....   | 76  |
| k) Ancho de la semilla .....  | 77  |
| l) Peso de 100 semillas .....   | 77  |
| m) Rendimiento gramos por planta.....   | 78  |
| 4.10. Nivel de daños causados por plagas y enfermedades .....                       | 78  |
| a). Daños causados por roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> ) .....                | 78  |
| b) Daños causados por antracnosis ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> ).....     | 79  |
| c) Daños causados por mancha angular ( <i>Isariopsis griseola</i> ) .....           | 80  |
| d) Daños causados por bacteriosis común ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv.). ..... | 81  |
| 4.10.2 Daños causados por plagas por grupos .....                                   | 82  |
| a) Daño causado por mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ).....                     | 82  |
| b) Daño causado por lorito verde ( <i>Empoasca kraemeri</i> ) .....                 | 82  |
| c). Daño ocasionado por áfidos ( <i>Aphis</i> spp.) .....                           | 84  |
| d) Daño causado por el gusano de la vaina ( <i>Apion godmani</i> ).....             | 85  |
| 4.11 Identificación de morfotipos por grupos.....                                   | 86  |
| 5. Identificación de materiales promisorios .....                                   | 94  |
| CAPÍTULO V .....  | 96  |
| 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 96  |
| 5.1. CONCLUSIONES .....   | 96  |
| 5.2. RECOMENDACIONES .....  | 98  |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 99  |
| ANEXOS .....  | 109 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1:</b> Mapa de Ubicación del Ensayo.....   | 21 |
| <b>Figura 2:</b> La hoja de fréjol: ancho y largo .....  | 27 |
| <b>Figura 3:</b> La vaina del fréjol: sus componentes y la determinación de su longitud.....   | 28 |
| <b>Figura 4:</b> La flor del fréjol: las alas.....   | 30 |
| <b>Figura 5:</b> La flor del fréjol: el estandarte.....  | 31 |
| <b>Figura 6:</b> Hábitos de crecimiento del fréjol.....  | 32 |
| <b>Figura 7:</b> La vaina del fréjol: formas.....  | 34 |
| <b>Figura 8:</b> La semilla del fréjol: formas.....  | 35 |
| <b>Figura 9:</b> Mapa de Ubicación de los puntos recorridos durante la colecta de germoplasma de fréjol arbustivo de la Parroquia Chaltura.....        | 45 |
| <b>Figura 10:</b> Hábito trepador indeterminado.....   | 49 |
| <b>Figura 11:</b> Adaptación vegetativa excelente.....   | 49 |
| <b>Figura 12:</b> Hoja de color verde olivo.....   | 49 |
| <b>Figura 13:</b> Tallo verde amarillo.....  | 49 |
| <b>Figura 14:</b> Color blanco de las alas de la flor.....   | 50 |
| <b>Figura 15:</b> Color rojo púrpura del estandarte de la flor.....  | 50 |
| <b>Figura 16:</b> Color blanco con pigmento rosado del estandarte de la flor.....  | 50 |
| <b>Figura 17:</b> Color amarillo de la vaina al momento de la madurez fisiológica.....   | 51 |
| <b>Figura 18:</b> Color amarillo de la vaina al momento de la cosecha.....   | 51 |
| <b>Figura 19:</b> Forma recta de la vaina.....   | 51 |
| <b>Figura 20:</b> Color primario rojo de la semilla.....   | 53 |
| <b>Figura 21:</b> Color primario rojo grisáceo de la semilla.....  | 53 |
| <b>Figura 22:</b> Color secundario rosado de la semilla.....   | 53 |
| <b>Figura 23:</b> Forma ovoide de la semilla.....  | 53 |
| <b>Figura 24:</b> Forma arriñonada recta en el lado del hilo de la semilla.....  | 53 |
| <b>Figura 25:</b> Dendograma obtenido por el análisis de conglomerados para las variables cualitativas y cuantitativas en 45 accesiones de fréjol..... | 79 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 26:</b> proyección de los autovectores obtenidos mediante el análisis de componentes principales de tres grupos de entradas de fréjol..... | 83  |
| <b>Figura 27:</b> Hábitos de crecimiento en grupos conformados.....  | 84  |
| <b>Figura 28:</b> Color del tallo en grupos conformados.....   | 85  |
| <b>Figura 29:</b> Colores de las alas de la flor en grupos conformados.....  | 86  |
| <b>Figura 30:</b> Color del estandarte de la flor en grupos conformados.....   | 87  |
| <b>Figura 31:</b> Formas de la vaina en grupos conformados.....  | 88  |
| <b>Figura 32:</b> Color de las vainas en la etapa de MF en grupos conformados.....   | 89  |
| <b>Figura 33:</b> Color primario de la semilla en grupos conformados.....  | 90  |
| <b>Figura 34:</b> Color secundario de la semilla en grupos conformados.....  | 91  |
| <b>Figura 35:</b> Forma de la semilla en grupos conformados.....   | 92  |
| <b>Figura 36:</b> Días a la antesis en grupos conformados.....   | 93  |
| <b>Figura 37:</b> Días a la madurez fisiológica en grupos conformados.....   | 93  |
| <b>Figura 38:</b> Días a la cosecha en grupos conformados.....   | 94  |
| <b>Figura 39:</b> Longitud de hoja primaria en grupos conformados.....   | 94  |
| <b>Figura 40:</b> Altura de la planta en grupos conformados.....   | 95  |
| <b>Figura 41:</b> Ancho de la hoja en grupos conformados.....  | 95  |
| <b>Figura 42:</b> Área foliar en grupos conformados.....   | 96  |
| <b>Figura 43:</b> Longitud de las vainas en grupos conformados.....  | 96  |
| <b>Figura 44:</b> Ancho de la vaina en grupos conformados.....   | 97  |
| <b>Figura 45:</b> Numero de semillas por vaina en grupos conformados.....  | 97  |
| <b>Figura 46:</b> Ancho de la semilla en grupos conformados.....   | 98  |
| <b>Figura 47:</b> Peso de 100 semillas en grupos conformados.....  | 98  |
| <b>Figura 48:</b> Rendimiento por planta en grupos conformados.....  | 99  |
| <b>Figura 49:</b> Daño ocasionado por roya según grupos conformados.....   | 100 |
| <b>Figura 50:</b> Daño ocasionado por antracnosis según grupos conformados.....  | 101 |
| <b>Figura 51:</b> Daño ocasionado por mancha angular según grupos conformados.....   | 102 |
| <b>Figura 52:</b> Daño ocasionado por bacteriosis común según grupos conformados.....  | 103 |
| <b>Figura 53:</b> Daño ocasionado por mosca blanca según grupos conformados.....   | 104 |
| <b>Figura 54:</b> Daño ocasionado por lorito verde según grupos conformados.....   | 104 |
| <b>Figura 55:</b> Daño ocasionado por áfidos según grupos conformados.....   | 105 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figura 56:</b> Porcentaje de daño ocasionado por el gusano de la vaina según grupos conformados..... | 106 |
| <b>Figura 57:</b> Dendograma de 25 accesiones que conforman el grupo 1.....                             | 108 |
| <b>Figura 58:</b> Dendograma de tres accesiones que conforman el grupo 2.....                           | 111 |
| <b>Figura 59:</b> Dendograma de 17 accesiones que conforman el grupo 3.....                             | 113 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1:</b> Hábitos de crecimiento del fréjol.....  | 7  |
| <b>Tabla 2:</b> Etapas fenológicas del fréjol.....  | 8  |
| <b>Tabla 3:</b> Requerimientos climáticos del fréjol.....   | 9  |
| <b>Tabla 4:</b> Requerimientos edáficos del fréjol.....   | 10 |
| <b>Tabla 5:</b> Principales plagas presentes en el fréjol.....  | 11 |
| <b>Tabla 6:</b> Principales enfermedades presentes en el fréjol.....  | 12 |
| <b>Tabla 7:</b> Genotipos de fréjol evaluados.....  | 23 |
| <b>Tabla 8:</b> Características del experimento.....  | 24 |
| <b>Tabla 9:</b> Escala de colores para las alas de la flor.....   | 30 |
| <b>Tabla 10:</b> Escala de colores para el estandarte de la flor.....   | 31 |
| <b>Tabla 11:</b> Hábitos de crecimiento del fréjol según el CIAT (1993).....  | 31 |
| <b>Tabla 12:</b> Escala de colores para las hojas.....  | 32 |
| <b>Tabla 13:</b> Escala de colores para el tallo.....   | 32 |
| <b>Tabla 14:</b> Escala de colores para las vainas al momento de la madurez fisiológica.....  | 33 |
| <b>Tabla 15:</b> Escala de colores para las vainas al momento de la cosecha.....  | 33 |
| <b>Tabla 16:</b> Escala de colores para el color primario y secundario de la semilla.....   | 34 |
| <b>Tabla 17:</b> Escala para determinar el perfil de la semilla.....  | 35 |
| <b>Tabla 18:</b> Escala general para evaluar germoplasma de frejol a patógenos bacterianos y fungosos.....  | 36 |
| <b>Tabla 19:</b> Germoplasma de fréjol arbustivo colectado en la Parroquia Chaltura.....  | 46 |
| <b>Tabla 20:</b> Medidas resumen para las características de la planta en cada etapa fenológica de 45 accesiones de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)..... | 48 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 21:</b> Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas del tallo y la hoja evaluadas en la colección de fréjol.....   | 49 |
| <b>Tabla 22:</b> Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas de la flor en la colección de fréjol.....  | 50 |
| <b>Tabla 23:</b> Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas de la vaina en la colección de fréjol.....   | 51 |
| <b>Tabla 24:</b> Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas de la semilla evaluadas en la colección de fréjol.....   | 52 |
| <b>Tabla 25:</b> Medidas resumen para las variables cuantitativas en estado de plántula.....   | 54 |
| <b>Tabla 26:</b> Medidas resumen para las variables cuantitativas al momento de la floración.....  | 56 |
| <b>Tabla 27:</b> Medidas resumen para las variables cuantitativas al momento de la madurez fisiológica.....  | 62 |
| <b>Tabla 28:</b> Medidas resumen para las variables cuantitativas al momento de la cosecha.....  | 64 |
| <b>Tabla 29:</b> Daños causados por Roya en la etapa R6 (Floración).....   | 70 |
| <b>Tabla 30:</b> Daños causados por Roya en la etapa R8 (Llenado de vainas).....   | 71 |
| <b>Tabla 31:</b> Daños causados por Antracnosis en la etapa R6 (Floración).....  | 72 |
| <b>Tabla 32:</b> Daños causados por Antracnosis en la etapa R8 (Llenado de vainas).....  | 72 |
| <b>Tabla 33:</b> Daños causados por Mancha angular en la etapa R6 (Floración).....   | 73 |
| <b>Tabla 34:</b> Daños causados por Mancha angular en la etapa R8 (Llenado de vainas).....   | 73 |
| <b>Tabla 35:</b> Daños causados por Bacteriosis común en la etapa R6 (Floración).....  | 74 |
| <b>Tabla 36:</b> Daños causados por Bacteriosis común en la etapa R8 (Llenado de vainas).....  | 75 |
| <b>Tabla 37:</b> Daños causados por Mosca blanca en la etapa V4 (Tercera hoja trifoliada).....   | 76 |
| <b>Tabla 38:</b> Daños causados por Lorito verde en la etapa V4 (Tercera hoja trifoliada).....   | 76 |
| <b>Tabla 39:</b> Daños causados por Lorito verde en la etapa R6 (Floración).....   | 77 |
| <b>Tabla 40:</b> Daños causados por Áfidos en la etapa V4 y R5 (Prefloración).....   | 77 |
| <b>Tabla 41:</b> Daños causados por el Gusano de la vaina en la etapa R9 (Maduración).....   | 78 |
| <b>Tabla 42:</b> Distribución de las accesiones por grupo, según el análisis de conglomerados jerárquico.....  | 80 |
| <b>Tabla 43:</b> Descriptores morfológicos utilizados con parámetros para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos de las 45 accesiones de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> . L).. | 81 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabla 44:</b> Valores promedio para caracteres cuantitativos de los tres grupos de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....   | 82  |
| <b>Tabla 45:</b> Análisis de componentes principales de tres grupos de entradas de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) considerando las trece variables de análisis de conglomerados.....                | 83  |
| <b>Tabla 46:</b> Morfotipos del grupo 1, determinados en base a los caracteres cualitativos evaluados en la caracterización morfoagronómica de la colección de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) ..... | 109 |
| <b>Tabla 47:</b> Morfotipos del grupo 2, determinados en base a los caracteres cualitativos evaluados en la caracterización morfoagronómica de la colección de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....  | 112 |
| <b>Tabla 48:</b> Morfotipos del grupo 3, determinados en base a los caracteres cualitativos evaluados en la caracterización morfoagronómica de la colección de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....  | 114 |
| <b>Tabla 49:</b> Materiales promisorios identificados.....  | 116 |

## Índice de anexos

|  |     |
|--|-----|
| <b>Anexo 1:</b> Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones de la colección de fréjol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....                              | 130 |
| <b>Anexo 2:</b> Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por enfermedades en la etapa (R6).....                       | 132 |
| <b>Anexo 3:</b> Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por enfermedades en la etapa (R8).....                       | 132 |
| <b>Anexo 4:</b> Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por plagas en la etapa (V4).....                             | 133 |
| <b>Anexo 5:</b> Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por Lorito verde en la etapa R6 y Áfidos en la etapa R5..... | 133 |
| <b>Anexo 6:</b> Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por el gusano de la vaina ( <i>Apion godmani</i> ).....      | 133 |
| <b>Anexo 7:</b> Nivel de resistencia de las accesiones frente a las enfermedades evaluadas durante la etapa R6.....  | 134 |
| <b>Anexo 8:</b> Nivel de resistencia de las accesiones frente a las enfermedades evaluadas durante la etapa R8.....  | 135 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Anexo 9:</b> Nivel de resistencia de las accesiones frente a plagas evaluadas durante la etapa V4.                     | 136 |
| <b>Anexo 10:</b> Nivel de resistencia de las accesiones frente a lorito verde en la etapa R6 y áfidos en la etapa R5..... | 137 |
| <b>Anexo 11:</b> Nivel de resistencia de las accesiones frente al gusano de la vaina durante la etapa R9.....             | 138 |
| <b>Anexo 12:</b> Análisis químico de suelo.....   | 139 |
| <b>Anexo 13:</b> Datos pasaporte.....   | 140 |
| <b>Anexo 14:</b> Croquis del ensayo.....  | 141 |
| <b>Anexo 15:</b> Fotografía del ensayo.....   | 141 |



# **EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA DE VARIEDADES LOCALES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) DE LA PARROQUIA CHALTURA, EN LA GRANJA “LA PRADERA”, CANTÓN ANTONIO ANTE.**

**Autor:** René Evaristo Ulcuango Lanchango.

**Director de Trabajo de Titulación:** MSc. Doris Chalampunte Flores.

**Año:** 2018.

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó en la granja experimental “La Pradera” de la Universidad Técnica Del Norte, ubicada en la parroquia Chaltura, Cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, con el propósito de evaluar germoplasma de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), previo a la instalación del ensayo se realizó la colecta de germoplasma local de fréjol de Chaltura, se adquirió cinco variedades mejoradas y 35 proporcionadas por el INIAP, instalando tres bloques con el objetivo de realizar la evaluación morfoagronómica. Las variables evaluadas fueron: 21 características cuantitativas y 20 cualitativas. Los resultados obtenidos permitieron identificar nueve caracteres discriminantes como: hábito de crecimiento, color de la semilla primario y secundario, color de las alas y estandarte de la flor, color del tallo, forma de la vaina y forma de la semilla, estos caracteres sirven para diferencias entre grupos genéticos, el dendograma obtenido mediante el agrupamiento jerárquico de Ward presentó 3 grupos de accesiones dentro de los cuales se identificaron 9 morfotipos diferenciándose principalmente por el hábito de crecimiento, color y forma del grano. Con respecto al daño causado por enfermedades se observó que el germoplasma fue afectado por antracnosis en un 10% del área foliar y las vainas durante la etapa de llenado de vainas, en cuanto a la presencia de plagas el gusano de la vaina afectó al cultivo en niveles mayores a 10%. Se identificaron 4 materiales promisorios dentro de las especies arbustivas y 5 dentro de las especies volubles respectivamente, tomando en cuenta al rendimiento por planta se estableció a la accesión UCH-003 (arbustiva) con 110,7 gramos/planta y ECU-3475 (voluble) con 248,7 gramos/planta, recomendando generar semillas de estos materiales por presentar características sobresalientes que pueden ser usados para procesos de fitomejoramiento.

# **MORFOAGRONOMIC EVALUATION OF LOCAL VARIETIES OF ARBUSTIVE BEETLE (*Phaseolus vulgaris* L.) FROM THE CHALTURA PARISH, IN THE FARM "LA PRADERA", CANTÓN ANTONIO ANTE.**

**Author:** René Evaristo Ulcuango Lanchango.

**Director of labor of degree:** MSc. Doris Chalampunte Flores.

**Año:** 2018.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the experimental farm "La Pradera" of the Técnica Del Norte University located in the Chaltura Parish, Cantón Antonio Ante, Province of Imbabura, with the purpose of evaluating bean germplasm (*Phaseolus vulgaris* L.), previous To the installation of the test, the local bean germplasm collection of Chaltura was collected, five improved varieties and 35 provided by the INIAP were acquired, installing three blocks with the objective of making the morphoagronomic evaluation. The variables evaluated were: 21 quantitative characteristics and 20 qualitative ones. The results obtained allowed the identification of nine discriminating characters such as growth habit, primary and secondary seed color, color of the wings and flower standard, color of the stem, shape of the pod and shape of the seed, these characters serve to Differences between genetic groups, the dendrogram obtained by the hierarchical grouping of Ward presented 3 groups of accessions within which 9 morphotypes were identified, differing mainly by the habit of growth, color and shape of the grain. Regarding the damage caused by diseases, it was observed that the germplasm was affected by anthracnose in 10% of the leaf area and the pods during the stage of pod filling, in relation to the presence of pests the pod worm affected the crop in levels greater than 10%. We are identified 4 promising materials within the shrub species and 5 within the fleshy species respectively, considering the yield per plant was established to the accession UCH-003 (shrubby) with 110.7 grams / plant and ECU-3475 (voluble) with 248.7 grams / plant, recommending to generating seeds of these materials for presenting outstanding characteristics that can be used for plant breeding processes.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario de Meso América (México) y de la región andina, la que constituye un centro de origen y variabilidad (Bitochi et al., 2011). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015), el crecimiento de la producción mundial de fréjol creció en una tasa promedio anual de 1.6% para el periodo de 2003-2014. En el año 2010, la producción mundial se ubicó en 25.1 millones de toneladas. Según Velásquez y Giraldo (2005), el fréjol es la leguminosa de consumo humano más importante en el planeta, ocupando el octavo lugar de entre las más sembradas en el mundo, considerado como un alimento indispensable para cerca de 300 millones de personas que en su mayoría viven en países en desarrollo, además tiene gran importancia económica, pues genera ingresos para millones de pequeños agricultores.

Por su alto contenido de proteína (22-25%), carbohidratos, fibra, minerales, la variabilidad genética, la variedad de preparaciones alimenticias, amplia adaptación para su cultivo y habilidad para fijar Nitrógeno atmosférico, hacen del fréjol un cultivo muy valioso para la humanidad (Singh, 1999). Además, se le considera muy importante para la salud, en especial para diabéticos, personas con problemas cardiovasculares, desnutrición, anemia, obesidad, para prevenir el cáncer y otros beneficios (Peralta y Mazón, 2009).

Es una especie de clima templado, por lo cual su desarrollo en zonas frías o calientes es bajo, el rango de temperatura al cual se adapta es de 10°C a 25°C. Las características del ciclo vegetativo dependen de la acumulación de temperaturas. Las especies adaptadas a zonas más cálidas tienen un ciclo de alrededor de 90 días, mientras que los adecuados a zonas más frescas llegan a tenerlo hasta 250 días (Erazo, 2005).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC, 2016), en el Ecuador el fréjol, se cosecha en grano seco alrededor de 18767 ha y en grano tierno 18372 ha respectivamente. Los valores indicados a su vez representan rendimientos en cantidades que se consideran deficientes debido a la escasa disponibilidad de variedades mejoradas, uso de semillas de mala calidad,

incidencia de plagas, enfermedades y manejo inadecuado del cultivo. De acuerdo con el Sistema de Información Nacional de Agricultura, Acuicultura, Ganadería y Pesca (SINAGAP, 2013), Imbabura es una de las provincias con mayor producción de fréjol pues cuenta con el mayor nivel de productividad del país (1.44 t/ha), pese a tener una superficie de 1.53 mil ha cosechadas

Según la actualización del plan de desarrollo de ordenamiento territorial de la parroquia San José de Chaltura elaborado por el Gobierno Administrativo Descentralizado de la parroquia rural de Chaltura (GADPRCH, 2015-2030), señala que el 32.38% de la población de Chaltura se dedica a actividades agropecuarias en un 73% del área total, la comercialización se realiza principalmente al mercado mayorista de Ibarra y uno de sus principales productos es el fréjol asociada a esta actividad se tiene problemas ambientales por el uso inadecuado de agroquímicos por parte de los agricultores.

El fréjol se encuentra cultivado desde los 0 a 2800 msnm; consecuentemente, por su amplia distribución geográfica en ambientes tan diversos, es afectado por problemas de producción de tipo biótico y abiótico. Los principales problemas bióticos son las enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias y la presencia de plagas; así mismo, el principal problema abiótico identificado en el Ecuador es la falta de agua o sequía (Murillo, 1998 y Falconí, 2005). Mientras que Villanueva, (2010), menciona que uno de los principales inconvenientes, es el manejo de tecnologías que requieren las variedades mejoradas.

## **1.2. Problema**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP, 2010) la provincia de Imbabura posee una alta biodiversidad en especies vegetales, ya que existen un gran número de variedades de plantas comestibles de las cuales se conocen 61 especies diferentes. Por un lado, el 50% de toda esta diversidad de plantas son nativas, mientras que el resto son introducidas. Debido a esto los agricultores no se dedican a cultivar todas las especies, por lo que se puede evidenciar una erosión genética de la agrobiodiversidad.

El fréjol es una leguminosa de gran importancia para la zona de Chaltura, sin embargo, todavía no existen estudios sobre la caracterización agronómica y morfológica de los materiales locales que se encuentra dentro de la parroquia. Ciertos cultivares son susceptibles a plagas y

enfermedades, debido a esto los agricultores realizan aplicaciones de agroquímicos en dosis y frecuencias altas creando resistencia tanto de plagas como enfermedades a la vez que incrementan el deterioro del medio ambiente. Por otro lado, como resultado de la siembra monótona y el uso de grano común como semilla (semilla contaminada) y la falta de manejo técnico, los rendimientos del cultivo han disminuido.

### **1.3. Justificación**

Según la FAO (2016), las legumbres que incluye a todo tipo de fréjoles y guisantes secos son una fuente barata, deliciosa y nutritiva de proteínas y micronutrientes vitales que pueden ser muy beneficiosos para la salud y el sustento de las personas sobre todo en América Latina, donde las legumbres forman parte de las dietas tradicionales y a menudo son cultivadas por pequeños campesinos y han sido parte esencial de la alimentación humana desde hace siglos y sin embargo, su valor nutricional en general no es reconocido y con frecuencia resultan infravaloradas.

El fréjol al ser un cultivo de importancia económica, la evaluación y caracterización de las variedades mejoradas y criollas es una actividad muy importante, ya que al conocer las características morfológicas y agronómicas de dichas variedades serán de gran utilidad en programas de mejoramiento genético (INEC, 2012). Además, Sevilla (2004), afirma que cuando se realiza una colecta de material germoplásmico, es fundamental realizar una descripción morfológica, cualitativa y cuantitativa para su identificación y una evaluación apropiada del material para todas las características necesarias.

Según un estudio realizado por científicos de Estados Unidos, los cambios climáticos que se han estado presentando en la actualidad hacen de este una amenaza para la humanidad, para lo cual surge la necesidad de caracterizar y evaluar germoplasma de fréjol para validar la diversidad genética y época de siembra (El Comercio, 2016).

Por tal motivo el desarrollo de la presente investigación permitirá, evaluar y caracterizar variedades mejoradas y locales de fréjol para obtener información sobre el comportamiento morfológico y agronómico, así como también el nivel de daño ocasionado por la presencia de las principales plagas y enfermedades de la zona. Por tanto, se obtendrán resultados que serán de

mucha utilidad en la creación de nuevas variedades, así como también permitirá al pequeño productor, elegir con claridad la variedad con mejores características productivas.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Comparar las características morfoagronómicas de variedades locales de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.), de la parroquia Chaltura, en la granja “La Pradera”, cantón Antonio Ante.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Recolectar germoplasma local de fréjol de la parroquia Chaltura.
- Describir las características morfoagronómicas de las variedades en estudio.
- Evaluar el nivel de daño causado por las principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo.
- Determinar las variedades con mejores rendimientos en producción.

## **1.5. HIPÓTESIS**

- Ho: No existe variabilidad de frejol a nivel de Chaltura.
- Ha: Existe variabilidad de frejol a nivel de Chaltura.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. Importancia

En el Ecuador, las leguminosas son cultivos muy importantes principalmente en la región Sierra, ya que se cultiva en asociación con otras especies, intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos, el área total sembrada en el país de cultivos transitorios es de 1 302 398 ha/año, la cual incluye a más de 30 especies, el 14.8 % de la superficie cultivada corresponde a leguminosas de grano comestible. La producción de estas leguminosas genera trabajo para pequeños, medianos y grandes productores agrícolas, los cuales tratan de satisfacer la demanda interna y externa (Peralta et al., 2010). En la parroquia Chaltura donde la mayor parte de la población se dedica a la agricultura, el fréjol es uno de los principales productos cultivados generando ingresos económicos para el sustento familiar.

#### 2.2. Historia

El cultivo de fréjol es considerado como uno de los cultivos más antiguos, según algunos estudios arqueológicos revelan que el fréjol, del género *Phaseolus*, tuvo su origen en el continente americano. Donde se han encontrado evidencias con antigüedad de 500 a 8 mil años, en algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú. Sin embargo, existe un acuerdo con respecto a su origen: México, lugar donde se dispersaron las primeras semillas hacia el sur del continente americano y a donde llegó para cultivarse (Voyses, 1983; Voyses, 2000).

Paredes, Guevara y Bello (2006) destacan que es posible identificar a este país como territorio de origen por encontrar ejemplares de especies silvestres de los cinco grupos más cultivados: *P. vulgaris*, «fréjol común»; *P. acutifolius*, «fréjol tépari», *P. lunatus*, «fréjol lima»; *P. coccineus*, «fréjol escarlata»; y *P. polyanthus*, «fréjol anual».

#### 2.3. Cultivo de fréjol

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es también conocido como: frijol común, caraota, habichuela, alubia, judías, poroto, es indispensable en la alimentación de los ecuatorianos existen en el país cerca de 35000 hectáreas sembradas explica Álvaro Salazar, técnico del Ministerio de

Agricultura y Ganadería (El comercio, 2011). En el Ecuador el fréjol es cultivado tanto en la región Costa como en la Sierra, pero es en esta última región donde tiene mayor importancia, pues allí está cerca del 90% del área cultivada en el país. Un poco más del 50% del área sembrada con fréjol en la Sierra se hace asociada con maíz, por lo que puede decirse que en este país las variedades arbustivas son tan importantes como las de hábito trepador (Voysest, 2000). Chaltura es una parroquia que se encuentra ubicada dentro de la sierra ecuatoriana, por lo que se puede evidenciar que dentro de la zona se encuentran cultivadas algunas especies de fréjol arbustivas y volubles.

## 2.4. Clasificación taxonómica

Según Zimmermann (1988), el fréjol tiene la siguiente clasificación taxonómica:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliofitas
- **Clase:** Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
- **Orden:** Fabales
- **Familia:** Papilionaceae (Leguminosas)
- **Género:** *Phaseolus*
- **Especie:** *vulgaris* L.
- **Nombre Científico:** *Phaseolus vulgaris* L.

## 2.5. Descripción botánica

### 2.5.1. Raíz

El fréjol presenta una raíz pivotante, la cual se ramifica en distintos grados desde unas pocas raíces hasta un sistema radicular muy complejo pudiendo llegar a una profundidad de hasta 1 metro, la raíz de esta planta presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical, los cuales tienen forma poliédrica con un diámetro aproximado de 2 a 5 milímetros y son colonizados por la bacteria del género *Rhizobium*, que fijan nitrógeno atmosférico al suelo (León, 2000).

### 2.5.2. Tallo

Esta especie posee un tallo herbáceo y con sección cilíndrica o levemente angular pudiendo ser erecto, postrado o semipostrado, el cual se origina del meristemo apical del embrión de la



semilla. Al inicio de la fase reproductiva de la planta, el tallo termina en una inflorescencia (racimo) cuyas inserciones se desarrollan primero en flores y después en vainas (Ríos y Quirós, 2007).

### 2.5.3. Hábito de crecimiento

Según Shoonhoven (1987), define al hábito de crecimiento como el resultado de la interacción de varios caracteres morfológicos de la planta que determinan su arquitectura final. Así mismo, lo clasifica de acuerdo con el tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo (Tabla 1).

**Tabla 1.**

*Hábitos de crecimiento del fréjol.*

| Habito                  | Características   |
|-------------------------|---|
| Determinado             | Tallo y ramas fuertes y erectos.<br>Tallo y ramas débiles.  |
| Arbustivo indeterminado | Con tallo y ramas erectos<br>Sin guías.<br>Con guías y habilidad para trepar.   |
| Arbustivo indeterminado | Con tallo y ramas débiles rastreras<br>Guías cortas sin habilidad para trepar.<br>Guías largas con capacidad para trepar.                         |
| Crecimiento voluble     | Con tallo y ramas débiles, largas y torcidas<br>Vainas distribuidas por toda la planta.<br>Vainas concentradas en la parte superior de la planta. |

**Fuente:** Shoonhoven (1987).

### 2.5.4. Hojas

El fréjol posee hojas simples y compuestas, las cuales están insertadas en los nudos del tallo y ramas, la hoja simple aparece solo en el primer estado de crecimiento y se acomodan en el segundo nudo del tallo, mientras que las hojas compuestas son trifoliadas de diversos tamaños (Cevallos, 2008).

### 2.5.5. Flor

La flor del fréjol es pentámera, perfecta y completa formado por 5 pétalos libres, el superior llamado estandarte, dos laterales llamados alas, y dos inferiores que forman la quilla, esta flor contiene sus órganos masculinos y femeninos dentro de la misma, además de poseer corola y cáliz. Es una típica flor papilionácea (asemeja a una mariposa), la cual presenta un pedicelo con pelos

uncinulados, el cáliz es gamosépalo y en su base hay dos bractéolas verdes y ovoides que persisten hasta poco después de la floración (Pulido, 2013).

### 2.5.6. Fruto

El fruto es el ovario desarrollado en forma de una vaina con dos valvas, dichas estructuras se unen por dos suturas: una dorsal y otra ventral. Los óvulos, futuras semillas están adheridos alternadamente a la sutura ventral y por ende alternan en las dos valvas (Debouck, Hidalgo, Ospina y Flor, 1984).

### 2.5.7. Semilla

La semilla de fréjol se origina de un óvulo campilótropo, de tal forma que no posee albumen, por lo que sus reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. En base a materia seca el 9% representa la testa, los cotiledones representan un 90% y el 1% correspondiente al embrión (Debouck et al., 1984). La semilla tiene diferentes formas, además su coloración externa también varía mucho (Ruiz y Rincón, 1966).

## 2.6. Etapas fenológicas del cultivo

El desarrollo de la planta de fréjol comprende dos fases sucesivas la vegetativa y reproductiva, las cuales conforman la escala que se encuentra descrita en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Etapas fenológicas del fréjol.*

| Fase              | Código | Nombre                  | Evento en que se inicia cada etapa                                 |
|-------------------|--------|-------------------------|--|
|                   | V0     | Germinación             | La semilla está en condiciones favorables para su germinación.     |
|                   | V1     | Emergencia              | Los cotiledones del 50% de las plantas aparecen a nivel del suelo. |
| <b>Vegetativa</b> | V2     | Hojas primarias         | Las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas.      |
|                   | V3     | Primera hoja trifoliada | La primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada. |
|                   | V4     | Tercera hoja trifoliada | La tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada. |

Continuación: ...

|                     |    |                         |   |
|---------------------|----|-------------------------|---|
| <b>Reproductiva</b> | R5 | Prefloración            | Los primeros botones o racimos han aparecido el 50% de las Plantas.   |
|                     | R6 | Floración               | Se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas.   |
|                     | R7 | Formación de las vainas | Al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina.                                |
|                     | R8 | Llenado de las vainas   | Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas.   |
|                     | R9 | Maduración              | Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado). |

**Fuente:** CIAT (1986).

## 2.7. Requerimientos climáticos

La planta de frejol para su buen desarrollo necesita de factores ambientales tales como la temperatura, la radiación solar, la precipitación y la humedad relativa (Tabla 3).

**Tabla 3.**  
*Requerimientos climáticos del fréjol.*

| <b>Características</b>  | <b>Descripción</b>   |
|-------------------------|--|
| <b>Altitud</b>          | 0-2400 msnm (Crispín y Miranda, 1978).   |
| <b>Fotoperiodo</b>      | Es una especie de días cortos; días largos tienden a demorar la floración y madurez; cada hora más de luz en el día puede retardar la maduración en 2-6 días (White, 1985).  |
| <b>Radiación (luz)</b>  | Prefiere días despejados (Benacchio, 1982). Vyas, Kathju, Garg y Lahiri (1996) mencionan que, con una baja intensidad de luz y sombra, aumenta la altura de la planta, área foliar, número de nudos y entrenudos.  |
| <b>Temperatura</b>      | El rango para su desarrollo es de 10 a 27°C, con un óptimo de 15 a 20°C, para germinación es de 8°C y la óptima está entre 16 y 29°C, para florecer es 15°C y para la maduración es de 17°C (Doorenbos y Kassam, 1979).  |
| <b>Precipitación</b>    | Son convenientes 1000 a 1500 mm en el año, 350 a 400 mm/año durante el ciclo de cultivo. Son convenientes 110-180 mm/año entre siembra y floración; 50-90 mm/año durante la floración e inicio de la fructificación (Sánchez, 1990).   |
| <b>Humedad Relativa</b> | Esta especie requiere una atmósfera moderadamente húmeda y es afectada por una atmósfera excesivamente seca y cálida (Benacchio, 1982). Mientras que Cardona, Flor, Morales y Pastor (1982) mencionan que periodos alternados de alta y baja humedad relativa favorecen la incidencia de enfermedades como mancha angular. |

## 2.8. Requerimientos edáficos

El fréjol para su buen desarrollo requiere ciertas características del suelo como son la profundidad, la textura, el drenaje, el pH, salinidad, fertilidad y composición química estas características se pueden apreciar en la siguiente Tabla 4.

**Tabla 4.**  
*Requerimientos edáficos del fréjol.*

| Característica                        | Descripción   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Profundidad del suelo</b>          | Puede prosperar en suelos delgados (FAO, 1994). Según el Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias (INIFAP, 1994), requiere de un mínimo de 60 cm de profundidad de suelo Mientras que Benacchio (1982), menciona que, aunque son mejores para la obtención de máximos rendimientos, los suelos profundos, la absorción de agua se produce en los primeros 0.5 a 0.7 m de profundidad. |
| <b>Textura</b>                        | Los suelos óptimos son los de texturas ligeras como los franco-arcillosos y franco-arenosos (Navarro, 1983). Prefiere suelos sueltos y ligeros de textura franca o franca limosa (Benacchio, 1982).   |
| <b>Drenaje</b>                        | Requiere suelos aireados y con buen drenaje (Doorenbos y Kassam, 1979).   |
| <b>pH</b>                             | Puede desarrollarse en un rango de 5.3 a 7.5, con un óptimo de 5.5 a 6.5, no tolera alcalinidad (Benacchio, 1982). Por debajo de 5.0 el cultivo desarrolla síntomas de toxicidad de Al y/o Mn, en tanto que valores superiores a 8.2 presentan inconvenientes de sal, exceso de Na, alcalinidad y deficiencia de elementos menores (Schwartz y Gálvez, 1980).   |
| <b>Salinidad/Toxicidad</b>            | Requiere suelos libres de sales, tolera un porcentaje máximo de saturación de sodio de 8–10% y una conductividad eléctrica hasta de 1 dS m <sup>-1</sup> ; por encima de estos niveles, los rendimientos disminuyen significativamente (Schwartz y Gálvez, 1980).   |
| <b>Fertilidad y Química del suelo</b> | En esta leguminosa, la fijación biológica de N atmosférico no es eficiente, pero satisface parte de sus requerimientos de N en asociación con <i>Rhizobium</i> , El fréjol absorbe en promedio 134, 16, 117, 23, 64 y 21 kg/ha de N, P, K, S, Ca y Mg (Danilo, 2011; Maia, Soratto, Nastaro y Freitas, 2012).   |

## 2.9. Plagas presentes en el fréjol

Los insectos que afectan al fréjol durante su desarrollo causan problemas afectando la morfología de la planta y principalmente al rendimiento, dentro de las principales plagas que causan pérdidas en la producción están gusanos cortadores, gusanos perforadores de vainas, mosca blanca y lorito verde (Tabla 5).

**Tabla 5.**  
*Principales plagas presentes en el fréjol.*

| Plaga  | Descripción  | Control Cultural   |
|--|--|--|
| <b>Mosca blanca</b><br>( <i>Bemisia tabaci</i> )                             | Vive en las hojas chupando la savia. Transmite virus.  | Controlar las malezas.   |
| <b>Lorito verde</b><br>( <i>Empoasca kraemeri</i> )                          | Habita en el envés de las hojas. Causa achaparramiento de planta, encarruja las hojas, deforma las vainas y reduce el rendimiento.   | El cultivo se debe sembrar dentro de la época recomendada de siembra. Los riegos deben ser oportunos y en volumen adecuados.             |
| <b>Caballada</b><br>( <i>Prodenia eridania</i> )                             | Vive en la cara inferior de las hojas, alimentándose del parénquima y vainas tiernas. Suele presentarse más en la floración y madurez.   | Buena preparación del suelo, eliminación de malezas y riego oportuno para evitar la incidencia de esta plaga.                            |
| <b>Comedores de hoja</b><br>( <i>Diabrotica</i> sp.,<br><i>Cerotoma</i> sp.) | Perforan hojas, flores, brotes tiernos y vainas. Son insectos transmisores de virus.   | Buena preparación del suelo, eliminación de malezas sobre todo gramíneas, ayudan a controlar estas plagas.                               |
| <b>Arañita roja</b><br>( <i>Tetranychus urticae</i> )                        | Produce amarillamiento y secado de hojas. Es favorecida por la sequía, altas temperaturas y el uso excesivo de insecticidas (fosforados y clorados). Puede presentarse durante todo el período vegetativo. | Buena preparación del suelo, rotación de cultivos con gramíneas, control de malezas y riegos oportunos.                                  |
| <b>Gusanos cortadores</b><br>( <i>Agrotis ipsilon</i> )                      | Afectan durante las primeras etapas de la planta, produciendo cortes en la base del tallo, lo que produce una baja en números de plantas.  | Remueva las malezas y los residuos de las plantas. Labre el huerto antes de sembrar  |
| <b>Gusano perforador de vainas</b><br>( <i>Apion godmani</i> )               | Ataca al cultivo durante la etapa R9, afectando directamente a las vainas, produciendo agujeros en la vaina y la semilla el cual afecta directamente al rendimiento.                                       | Utilizar variedades resistentes, sin embargo, esta plaga al estar dentro de la vaina se considera necesario realizar un control químico. |

**Fuente:** Centeno (2012).

## 2.10. Enfermedades presentes en el fréjol

El cultivo de fréjol durante todas sus etapas fenológicas de desarrollo es afectado por enfermedades de la zona en el cual se cultive y las condiciones climáticas que se presenten; las enfermedades que causan más daños son la antracnosis, bacteriosis común y pudrición radicular (Tabla 6).

**Tabla 6.**  
*Principales enfermedades presentes en el fréjol.*

| Enfermedad  | Descripción   | Control cultural  |
|---|---|---|
| <b>Tizón común o bacteriosis</b><br><i>(Xanthomonas phaseoli pv.)</i>     | Es una bacteria Gram negativa. Causa daños en tallos, vainas y semillas.  | Uso de semilla sana libre de la enfermedad, mantener el cultivo libre de maleza ya que estas sirven como fuente de inóculo.   |
| <b>Roya del Frijol</b><br><i>(Uromyces appendiculatus)</i>                | Puede atacar cualquier parte aérea de la planta (tallo, hojas, vainas), siendo más prevalente el daño sobre las hojas, tanto en el haz como en el envés.  | Realizar rotaciones de cultivo. La eliminación de los residuos de cosecha puede reducir la fuente de inóculo (esporas).   |
| <b>Antracnosis</b><br><i>(Colletotrichum lindemuthianum)</i>              | Los primeros síntomas aparecen en la etapa fenológica V2 (hojas primarias). Muestran lesiones de color café oscuro en las hojas y lesiones circulares color amarillo rojizo o café negruzco en vainas.  | Realizar rotaciones de cultivo. Analizar si en diferentes fechas de siembra se puede tener un menor daño con antracnosis  |
| <b>Mancha angular</b><br><i>(Isariopsis griseola)</i>                     | Se presentan en las hojas más bajas como manchas angulares delimitadas por las nervaduras; manchas que al unirse pueden llegar a cubrir la totalidad de la hoja y causar un amarillamiento de esta y posteriormente la defoliación de la planta   | Rotaciones de cultivo con plantas no hospedantes, cuando menos durante dos años. Se debe usar semilla libre del patógeno, puesto que la enfermedad se transmite a través de la semilla. |
| <b>Pudrición radicular por Rhizoctonia</b><br><i>(Rhizoctonia solani)</i> | El hongo ataca las semillas en germinación, las raíces y las plántulas; así mismo puede afectar las ramas y vainas que estén en contacto con el suelo. Los momentos más críticos del daño ocurren durante las etapas de germinación y emergencia. | Evitar sembrar muy profundo la semilla.<br>Mantener un nivel mínimo de humedad en el suelo durante la etapa de germinación de la semilla y usar semilla de calidad.                     |

**Fuente:** Urbina (2011).

## **2.11. Ciclo del cultivo**

En valles y estribaciones el fréjol arbustivo se cosecha en tierno a los 90 días y en seco a los 120 días, mientras que el fréjol voluble se cosecha en tierno a los 160 días y en seco a los 180 días (Peralta et al., 2007).

## **2.12. Manejo del cultivo de fréjol**

Según Minchala, Villacis, Lepiz y Guamán (1995) los aspectos que se debe considerar durante el manejo del cultivo de frejol son los siguientes:

### **2.12.1. Semilla**

El uso de semilla de buena calidad asegura: una alta germinación, plantas sanas, vigorosas y un alto rendimiento.

### **2.12.2. Preparación del suelo**

Una adecuada preparación del suelo asegura un buen nacimiento de las plantas y se hace fácil el manejo del cultivo. La preparación se puede hacer con tractor o yunta, los surcos deben hacerse en sentido contrario a la pendiente, para que el riego sea fácil.

### **2.12.3. Época de siembra**

El fréjol arbustivo se puede sembrar en todo el año, sin embargo existen dos épocas mejores para la siembra. Febrero-abril en el primer semestre y septiembre-octubre en el segundo.

### **2.12.4. Unicultivo a una hilera**

Los surcos se realizan de 50 a 65 cm de separación y se deposita 3-4 semillas por sitio a una distancia de 25-30 cm.

### **2.12.5. Unicultivo a doble hilera**

Los surcos se realizan de 60 a 80 cm de separación, se siembra a ambos lados del surco, depositando 3 semillas por surco a 30 cm.

### **2.12.6. Riego**

Las frecuencias de riego varían de acuerdo con las condiciones climáticas. En ausencia de lluvias se debe dar de 10 a 13 riegos en todo el ciclo, a partir de la etapa de floración los riegos se deben dar con mayor frecuencia.

### **2.12.7. Deshierbe**

La primera deshierba debe realizarse entre los 12 a 20 días después de la siembra. En terrenos donde abundan malezas es necesario realizar una deshierba adicional entre los 30 a 35 días.

### **2.12.8. Control de plagas y enfermedades comunes**

El control de plagas y enfermedades debe hacerse en el momento oportuno, es decir después de hacer una revisión minuciosa de las plantas y se estime que las plagas y enfermedades puedan causar daños económicos.

### **2.12.9. Cosecha**

La cosecha en vaina seca debe realizarse cuando las plantas hayan alcanzado madurez fisiológica; es decir, cuando están completamente defoliadas, las vainas secas de color amarillo y con un contenido aproximado de 18 a 20% de humedad en las semillas (Peralta et al., 2007).

## **2.13. Composición química**

Dependiendo del tipo de fréjol, el contenido de proteínas es variable de 14 al 33%, siendo rico en aminoácidos como lisina (6.4 a 7.6 g/100 g de proteína) y fenilalanina más tirosina (5.3 a 8.2 g/100g de proteína), pero con deficiencias en ciertos aminoácidos azufrados de metionina y cisteína, de acuerdo con evaluaciones de tipo biológico, la calidad de la proteína del fréjol cocido puede llegar a ser de hasta el 70% en comparación con una proteína testigo de origen animal a la que se le asigna el 100% (Armando, Rosas, Ramírez y Ulloa, 2011).

En relación con el contenido de carbohidratos, 100 gramos de fréjol crudo contribuyen de 52 a 76 gramos dependiendo de la variedad, dentro de los macronutrientes, la fracción que



corresponde a los lípidos es la más pequeña (1.5 a 6.2 g/100g), el fréjol también es buena fuente de fibra cuyo valor varía de 14-19 g/100g del alimento crudo así como también es una fuente considerable de Ca, Fe, P, Mg, Zn y de las vitaminas tiamina, niacina y ácido fólico (Armando et al., 2011).

#### **2.14. Variedades**

Son un grupo de plantas similares que, debido a sus características estructurales y comportamiento, se puede diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie (Poehlman, 1987).

#### **2.15. Variedades de mayor producción en el Ecuador**

El cultivo de fréjol en Ecuador predomina a lo largo de la sierra baja (1500-2400msnm), en el norte predominan en mayor producción las variedades de color rojo moteado, en el sur el predominio es de las variedades de los colores claros, canario, bayos, blancos, alguna de las cuales como Cocacho, también conocida como Bola 60, Canario y posiblemente algunos Panamitos. En la sierra norte en las provincias del Carchi e Imbabura ubicados entre los 1500 y 2200 msnm predomina la variedad Cargavello (Voyses, 2000).

#### **2.16. Chaltura**

Según la actualización del plan de desarrollo de ordenamiento territorial de la parroquia San José de Chaltura elaborado por el Gobierno Administrativo Descentralizado de la Parroquia Rural de Chaltura (GADPR, 2015-2030) establece que:

La Población Económicamente Activa (PEA) de la parroquia Chaltura, se dedica a muchas actividades económicas en las cuales se destaca el sector primario de la agricultura con el 32.38%. En general los agricultores de la Parroquia tanto del área rural como del área urbana se dedican a actividades agropecuarias con el 32%, comercio 19%, Industrias y manufactura 17% y el resto son actividades extra-finca como la manufactura, construcción y otros.

La agricultura es la principal actividad de la Parroquia, la producción se destina al autoconsumo y los excedentes a la comercialización. Para la venta la producción es llevada a Ibarra. Los medios

utilizados para transportar el producto son vehículos fletados. Los productos que sobresalen son: leguminosas, maíz, frutales y hortalizas. Las condiciones climáticas, disponibilidad de agua de riego, vías de acceso, fertilidad del suelo, son elementos que limitan la posibilidad de emprender con cultivos de ciclo corto y largo.

### **2.17. Caracterización y evaluación**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 2000) la caracterización y evaluación son actividades complementarias que consisten en describir los atributos cualitativos y cuantitativos de las accesiones de una misma especie, como el hábito de crecimiento, la altura de la planta y el color de las flores, las cuales son características de alta heredabilidad para así poder diferenciarlas y determinar su utilidad, estructura, variabilidad genética y relaciones entre ellas. Para estas dos actividades se requieren exactitud, cuidado, constancia y un importante de registro de datos.

La caracterización de germoplasma es un factor estratégico en el proceso investigativo, debido a que es un componente para la solución de problemas actuales y futuros relacionados con la obtención de variedades mejoradas mediante la utilización de métodos tradicionales o biotecnológicos (IPGRI, 1995; Karp, Skresovich, Iyad y Hodking, 1997).

La evaluación consiste en describir las características agronómicas y morfológicas de las accesiones, generalmente cuantitativas (variables con el ambiente y de baja heredabilidad) y cualitativas (variables de alta heredabilidad), con el fin de identificar materiales adaptables y con genes útiles para la producción de alimentos y/o mejoramiento de cultivos (IPGRI, 2000).

### **2.18. Descriptores**

Un descriptor corresponde a una característica cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar, la cual hace referencia a la estructura, la forma o comportamiento de una accesión. Los descriptores son usados para la caracterización y evaluación de accesiones ya que ayudan a su diferenciación y a expresar los atributos de manera precisa y uniforme lo que simplifica la recuperación y almacenamiento de datos (Franco e Hidalgo, 2003).

## **2.19. Tipos de descriptores**

Según Franco e Hidalgo (2003) los tipos de descriptores usados en la caracterización de especies vegetales son los siguientes:

### **2.19.1. De pasaporte**

Este tipo de descriptor proporciona toda la información básica necesaria para el manejo general de la accesión evaluada incluyendo el registro en el banco de germoplasma y cualquier otra información y describen todos los parámetros de la recolección de una accesión original.

### **2.19.2. De manejo**

Este tipo de descriptor suministra las bases necesarias para el manejo de las accesiones en el banco de germoplasma ayudando a su multiplicación y regeneración por ejemplo fechas de multiplicación, cantidad de semillas disponibles, porcentajes de viabilidad.

### **2.19.3. Del sitio y el medio ambiente**

En este tipo de descriptor se describen los parámetros específicos del sitio y del ambiente cuyas características son importantes para la caracterización y evaluación. Dentro de esta categoría se incluyen los descriptores del sitio de recolección del germoplasma; por ejemplo: coordenadas geográficas y características de clima y suelo.

### **2.19.4. De caracterización**

Permiten la discriminación entre fenotipos por lo general son caracteres altamente heredables, los cuales pueden ser fácilmente detectados a simple vista y de igual manera se expresan en todos los ambientes, por ejemplo: colores y formas de tallos, hojas, flore, semillas y frutos.

### **2.19.5. De evaluación**

En esta categoría la mayoría de los descriptores dependen del medio ambiente y en consecuencia es necesario requerir métodos experimentales para su evaluación, este tipo de evaluación también puede involucrar métodos complejos de caracterización molecular o

bioquímica. Dentro de este tipo de descriptores se incluyen características como rendimiento, productividad agroquímica, susceptibilidad a estrés y caracteres bioquímicos y citológicos.

## **2.20. Mejoramiento genético**

Según Cubero (1999) señala que las actividades de mejoramiento genético del fréjol permiten el desarrollo de especies genéticamente superiores, las cuales pueden llevarse a cabo por distintos métodos de introducción, selección e hibridación. Por eso es importante conocer las características morfológicas y agronómicas, así como también la heredabilidad de ciertas características como son el hábito de crecimiento, color de la flor, color de la semilla, color de la vaina y los niveles de resistencia frente a enfermedades y plagas, de manera que se pueda obtener variedades con características superiores.

## **2.21. Germoplasma**

El germoplasma está definido como el conjunto de genes que son transmitidos durante la reproducción a través de las células reproductoras, este concepto se usa más en común para definir al genoma de las especies vegetales silvestres y no mejoradas genéticamente y que son de interés para la agricultura (Mariotti, 1994).

## **2.22. Colecta de germoplasma**

De acuerdo con Tapia (1990), las colectas de germoplasma son procesos mediante el cual se obtienen semillas representativas de especies silvestres o variedades cultivadas, los materiales deben ser semillas viables. La colecta se realiza para la conservación de la diversidad de la especie, para la obtención de germoplasma que puedan ser usados en programas de mejoramiento genético o para encontrar materiales que no estén disponibles en bancos de germoplasma. Según el INIAP (2010), Imbabura es una provincia donde se encuentra la mayor variabilidad genética de fréjol llamado también grano andino, apreciado por su contenido nutricional y su valor económico.

## **2.23. Recursos fitogenéticos**

Los recursos fitogenéticos son considerados como la base biológica de la seguridad alimentaria, estos recursos consisten en una diversidad de semillas y materiales de siembra

tradicionales y ciertos cultivares mejorados, permitiendo la alimentación del ser humano y de animales por fibra, vestimenta, vivienda y energía. En el Ecuador se realizan grandes esfuerzos para sistematizar la información recopilada durante varios años en relación con la identificación, clasificación y conservación de estos recursos para la agricultura y alimentación. El estado de los recursos fitogenéticos del Ecuador representa una obra fundamental para las autoridades del país en la toma de decisiones políticas y de investigación para comprender la gran importancia de la diversidad biológica presente en el territorio nacional para su uso y conservación (Tapia, Zambrano y Monteros, 2008).

#### **2.24. Conservación *in situ***

Según Brush (1999) citado por Rhoades (2006), la conservación *in situ* es esencial e importante para el mantenimiento de los recursos genéticos de las plantas, en ciertos casos resulta complicado llevar el mantenimiento fuera del sitio principalmente debido a su naturaleza dinámica. De acuerdo con Jana (1999) citado por Rhoades (2006) el hábitat genera variación mediante varios mecanismos como la mutación, la recombinación y el flujo de genes.

#### **2.25. Conservación *ex situ***

La conservación *ex situ* incluye diversos métodos como la crioconservación, los bancos de germoplasma, conservación *in vitro* y las plantas vivas en los jardines botánicos. Este tipo de conservación tiene la ventaja de la identificación rápida del material genético conservado en el banco o plantas en un jardín botánico de manera que pueda ser usado en actividades de fitomejoramiento, la diversidad mantenida con esta estrategia está directamente controlada pues las accesiones se conservan bajo características deseables (Jarvis et al., 2006).

#### **2.26. Especies vegetales promisorias**

De acuerdo con Suárez (2010), el término promisorio hace referencia a algo prometedor o que pueda presentar características predominantes para algún fin determinado. Por lo tanto, una especie vegetal puede llegar a tener el carácter promisorio cuando presenta un alto potencial en cuanto a su comportamiento agronómico y morfológico, esto agrupa a diferentes especies que puedan tener una amplia diversidad.

## **2.27. Productividad y rendimiento del fréjol**

Según Singh y Voysest (1997), mencionan que la productividad del fréjol depende de las condiciones climáticas prevalecientes y en particular de los niveles de precipitación, así como de los paquetes tecnológicos y mejoras técnicas que se utilicen durante todo el ciclo del cultivo. El rendimiento es el atributo más importante durante las evaluaciones, la capacidad de rendimiento merece una importante aclaración ya que el fréjol tiene una diversidad de especies con diferentes periodos vegetativos que van de menos 70 hasta más de 270 días y que pueden tener distintos hábitos de crecimiento. Un alto rendimiento resulta de un valor ligado a la duración del periodo vegetativo, hábito de crecimiento y tamaño de la semilla, así como también de las características edafoclimáticas. Un claro ejemplo es la diferencia que existe en el rendimiento de las variedades volubles y arbustivas.

# CAPÍTULO III

## 3. METODOLOGÍA

### 3.1. Caracterización del área de estudio

La presente investigación se ejecutó en la “Granja Experimental La Pradera”, ubicada en la parroquia Chaltura (Figura 1).

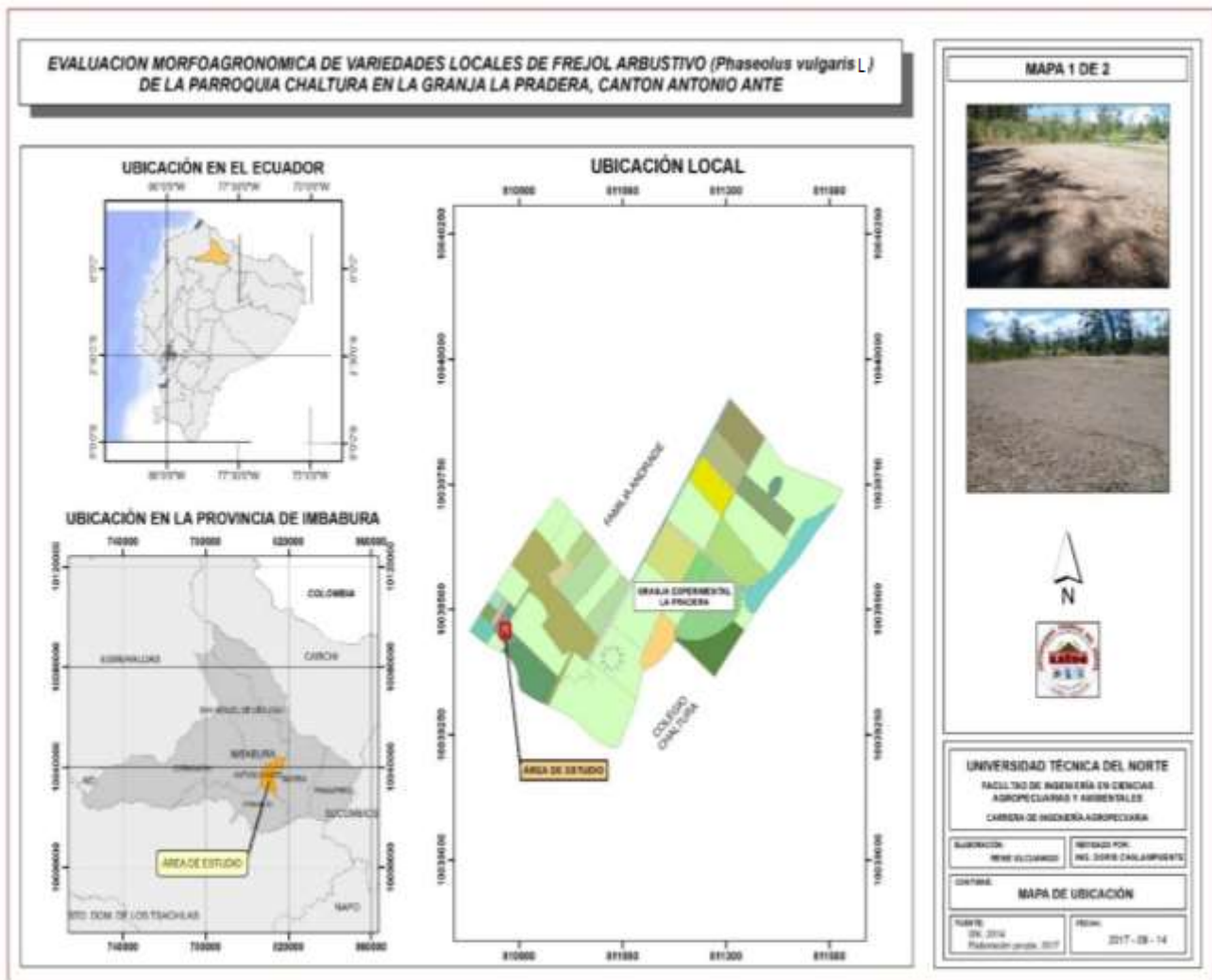


Figura 1. Mapa de ubicación del ensayo.

### **3.2. Características de la “Granja Experimental La Pradera”**

Provincia: Imbabura

Latitud: 00° 21'32.31'' Norte

Cantón: Antonio Ante

Longitud: 78° 12'15.02'' Oeste.

Parroquia: Chaltura

Fuente: Proaño, ( 2007).

Altitud: 2350 m.s.n.m.

### **3.3. Materiales, equipos, insumos y herramientas**

#### **3.3.1. Material genético:**

Para el presente estudio se utilizaron 5 variedades mejoradas, 5 locales de Chaltura y 35 accesiones provenientes de la colección nacional del INIAP, correspondiente a la provincia de Imbabura distribuidas entre los rangos de 1700 y 2500 msnm.

#### **3.3.2. De oficina:**

- Computadora.
- Impresora.
- Flash memory.
- Hojas de papel bond.
- Calculadora.
- Registros.
- Material bibliográfico.
- Regla.
- Cámara fotográfica.
- Marcadores.
- Libro de campo.

#### **3.3.3. De campo:**

- Estacas.
- Cinta métrica.
- Azadón.
- Pala.
- Bomba de mochila.
- Letreros de información.
- Botas.
- Rastrillo.
- Piola.
- Manguera
- Postes
- Machete
- Hoyadora



### 3.4. Métodos

#### 3.4.1. Factor en estudio

Para la presente investigación el factor en estudio está constituido por todas las 45 accesiones de fréjol.

#### 3.4.2. Tratamientos

Se consideró un tratamiento a cada accesión y/o variedad según la Tabla 7.

**Tabla 7.**  
*Genotipos de fréjol evaluados.*

| Tratamientos | Código                                 | Nombre               |
|--------------|--|----------------------|
|              | Variedades mejoradas                   |                      |
| 1            | INIAP-420                              | Canario del Chota    |
| 2            | INIAP-481                              | Rojo del valle       |
| 3            | INIAP-484                              | Centenario           |
| 4            | INIAP-485                              | Urcuquí negro        |
| 5            | INIAP-482                              | Afroandino           |
|              | Germoplasma colectado en Chaltura      |                      |
| 6            | UCH-001                                | Paragachi            |
| 7            | UCH-002                                | Percal (nativo)      |
| 8            | UCH-003                                | s/n                  |
| 9            | UCH-004                                | Cargavello           |
| 10           | UCH-005                                | Centenario Injertado |
|              | Accesiones proporcionadas por el INIAP |                      |
| 11           | ECU-17344                              | Fréjol duro          |
| 12           | ECU-17336                              | Capulí poroto        |
| 13           | ECU-17325                              | Porto conejo         |
| 14           | ECU-17320                              | Suko poroto          |
| 15           | ECU-8299                               | Magolita (Uribel)    |
| 16           | ECU-17331                              | Café pintado         |
| 17           | ECU-8309                               | Blanco imperio       |
| 18           | ECU-8294                               | Imbabello 1-411      |
| 19           | ECU-15552                              | Cargavello mestizo   |
| 20           | ECU-15547                              | Poroto de palo gema  |
| 21           | ECU-15528                              | Poroto canario       |
| 22           | ECU-8298                               | Paragachi            |
| 23           | ECU-8375                               | Bola lima            |
| 24           | ECU-17338                              | Yura pintado poroto  |
| 25           | ECU-15557                              | Poroto               |
| 26           | ECU-17339                              | Pishcu lulum poroto  |
| 27           | ECU-17329                              | Alpha poroto         |
| 28           | ECU-17333                              | Yana vaca poroto     |
| 29           | ECU-17335                              | Yana poroto          |
| 30           | ECU-9325                               | Fréjol 1001          |
| 31           | ECU-15556                              | Poroto Paragachi     |
| 32           | ECU-9317                               | Cargam. Pimampiro    |

Continuación: ...

|    |           |                   |
|----|-----------|-------------------|
| 33 | ECU-17327 | Poroto pintado    |
| 34 | ECU-8311  | Mosquera          |
| 35 | ECU-15510 | Fréjol gema       |
| 36 | ECU-8293  | Canario Imbabura  |
| 37 | ECU-15558 | Poroto Cargavello |
| 38 | ECU-17323 | Canario           |
| 39 | ECU-8295  | Iniap 404         |
| 40 | ECU-17330 | Josico            |
| 41 | ECU-17328 | Matambre negro    |
| 42 | ECU-3475  | s/n               |
| 43 | ECU-17332 | Caca de conejo    |
| 44 | ECU-17321 | Yana suco poroto  |
| 45 | ECU-9323  | Fréjol el inca    |

### 3.4.3. Diseño Experimental

Para la presente investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA).

### 3.4.4. Características del experimento

El ensayo estuvo conformado por 45 tratamientos con 15 repeticiones distribuidos en cada bloque, cabe mencionar que no hubo parcela neta ni efectos de borde debido a que la cantidad de semillas colectadas fue poca (Tabla 8).

#### Tabla 8.

*Características del experimento.*

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Número de tratamientos                | 45                                    |
| Número de repeticiones                | 15                                    |
| Número de unidades experimentales     | 675                                   |
| Área total del ensayo                 | 132.25 m <sup>2</sup> (5.75 m x 23 m) |
| Distancia entre bloques               | 1 m                                   |
| Número de surcos por bloque           | 45                                    |
| Largo del surco                       | 1.25 m                                |
| Ancho del surco                       | 0.50 m                                |
| Número de golpes de siembra por surco | 5                                     |
| Número de plantas por surco           | 5                                     |

### 3.4.5. Tipo de análisis estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el programa estadístico INFOSTAT y para analizar los descriptores agronómicos y morfológicos se ejecutó un análisis multivariado.

### **3.4.6. Método de evaluación y datos tomados de las variables**

Para el registro de datos correspondientes a las variables se utilizaron los descriptores desarrollados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1993), así como también para determinar el nivel de daño ocasionado por las principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo y para establecer el color se utilizó la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales.

### **3.4.7. Descriptores cuantitativos:**

#### **a) Días a la emergencia.**

Esta variable se tomó en días transcurridos desde la siembra en suelo húmedo, hasta cuando el 50% de las plántulas emergieron.

#### **b) Porcentaje de emergencia.**

Se evaluó en un periodo comprendido entre 10 y 15 días, después de la siembra por cada accesión se registró el número de plantas emergidas las cuales fueron expresadas en porcentaje.

#### **c) Longitud de las hojas primarias.**

Este descriptor se registró cuando las hojas primarias alcanzaron su tamaño total, es decir cuando la primera hoja trifoliada comenzó a aparecer y se midió en centímetros desde el punto de inserción en el peciolo hasta el ápice de la lámina foliar.

#### **d) Días a antesis.**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra en suelo húmedo hasta cuando en el 50% de las plantas se presenció la apertura del primer botón floral.

#### **e) Duración de la floración.**

Esta variable se registró, en días transcurridos desde la antesis hasta el momento en que se presenció la apertura del último botón floral en el 50% de las plantas.

**f) Longitud del tallo principal.**

Se evaluó en la etapa de floración, y se midió en centímetros con un flexómetro. En las plantas con hábito de crecimiento indeterminado, se midió desde el punto de inserción de las raíces hasta el último meristema apical y en las plantas con hábito de crecimiento determinado se midió desde la inserción de las raíces hasta el último racimo floral.

**g) Altura de cobertura.**

Esta variable se registró al final de la floración y se midió en centímetros con un flexómetro, desde el cuello de la raíz hasta la máxima altura del follaje, esta característica se registró solo en las especies con hábito de crecimiento arbustivo determinado e indeterminado.

**h) Número de nudos.**

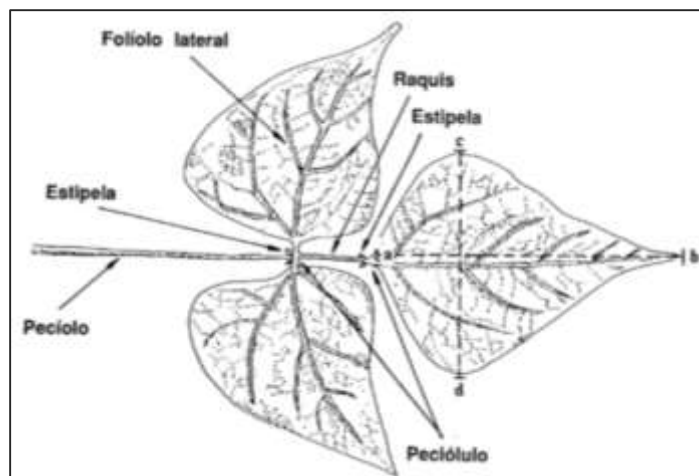
Este descriptor fue tomado una vez finalizada la floración, contando en orden ascendente desde el primer nudo el cual es el cotiledóneo seguido por el de las hojas primarias en las plantas de crecimiento determinado y en las plantas de crecimiento indeterminado el número de nudos teóricamente no tiene límites.

**i) Longitud de la hoja.**

Se midió en centímetros en el foliolo central desde el punto de inserción de la lámina foliar en el peciolo hasta al ápice del foliolo (Figura 2).

**j) Ancho de la hoja.**

Esta variable se evaluó en el mismo foliolo evaluado anteriormente y se midió en centímetros de borde a borde en el punto donde el foliolo central es más amplio (Figura 2).



**Figura 2.-** La hoja de fréjol: ab=longitud; cd=ancho.  
**Fuente:** CIAT (1993).

**k) Área foliar.**

Este dato fue registrado en el foliolo evaluado anteriormente, cuyo resultado fue expresado en  $\text{cm}^2$  luego de multiplicar la longitud y el ancho de la hoja por un factor de corrección estimado en 0.75.

**l) Días a la madurez fisiológica.**

Esta variable se registró en días transcurridos desde la siembra en suelo húmedo hasta el momento en que se observó un cambio de color de las vainas en el 50% de las plantas.

**m) Duración de la madurez fisiológica.**

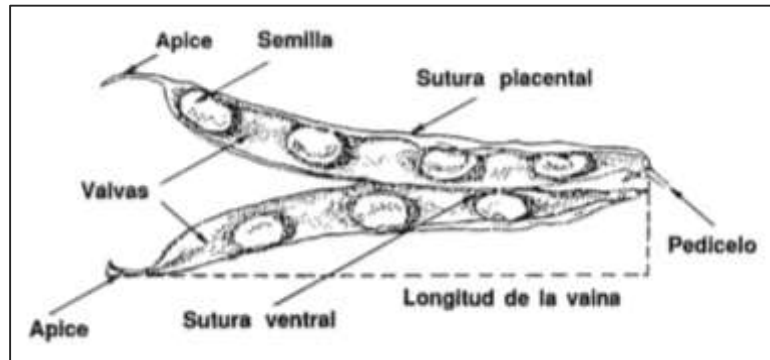
Esta variable se registró en días comprendidos entre el comienzo de la madurez fisiológica y el momento en que las vainas alcanzaron la madurez de campo es decir cuando el grano tuvo un contenido de humedad entre el 16 y 18%.

**n) Días a la cosecha.**

Este descriptor fue registrado en días transcurridos desde el momento de la siembra en suelo húmedo hasta el momento en que las vainas alcanzaron la madurez de campo es decir cuando el grano tuvo un contenido de humedad entre el 16 y 18% y las plantas presentaron un 90% de defoliación.

**o) Longitud de las vainas.**

Cuando las vainas alcanzaron la madurez de campo se tomaron 10 vainas por accesión y se midió en centímetros con un calibrador desde la inserción en el pedicelo hasta el extremo libre del ápice (Figura 3).



*Figura 3.* La vaina del fréjol: sus componentes y la determinación de su longitud.  
**Fuente:** CIAT (1993).

**p) Ancho de la vaina.**

Esta variable se evaluó en las mismas vainas usadas anteriormente para medir la longitud y se midió en centímetros con un calibrador en la parte más amplia de la vaina entre las sutura dorsal y ventral.

**q) Número de semillas por vaina.**

Para determinar este dato se utilizaron las mismas vainas empleadas anteriormente y se procedió a contar el número de semillas que contenía cada vaina.

**r) Largo de la semilla.**

Para registrar este dato se realizaron tres repeticiones de 15 semillas colocadas en posición horizontal y posteriormente se midió en centímetros con un calibrador.

**s) Ancho de la semilla.**

Este dato se determinó sobre las mismas semillas utilizadas anteriormente, se procedió a colocarlas en posición vertical y se midió en centímetros con un calibrador.

**t) Peso de 100 semillas.**

Esta variable fue registrada después de haber medido el porcentaje de humedad con la ayuda de un medidor de humedad portátil (agraTronix MT-PRO) y usando una balanza electrónica se obtuvo el peso en gramos.

**u) Rendimiento por planta.**

Para esta variable se procedió a pesar la producción de todas las plantas cosechadas y se determinó su peso en gramos con la ayuda de una balanza electrónica (CAMRY de alta precisión 3Kg con sensibilidad de 1 gramo) y posteriormente se dividió para el número de plantas obteniendo así el rendimiento por planta.

**3.4.8. Descriptores cualitativos.**

**a) Adaptación vegetativa.**

La evaluación de este carácter se realizó cuando las plantas lograron su máximo desarrollo, es decir cuando el cultivo estuvo en la etapa de floración de acuerdo con el Sistema Estándar de Evaluación de Germoplasma de Fréjol utilizada por el CIAT (1986):

- 1.- Excelente
- 3.- Buena
- 5.- Intermedia
- 7.- Pobre
- 9.- Muy pobre

Excelentes: Plantas altas abundante follaje, tallos firmes y gruesos.

Muy pobre: Plantas pequeñas, baja cantidad de follaje, tallos débiles y torcidos.

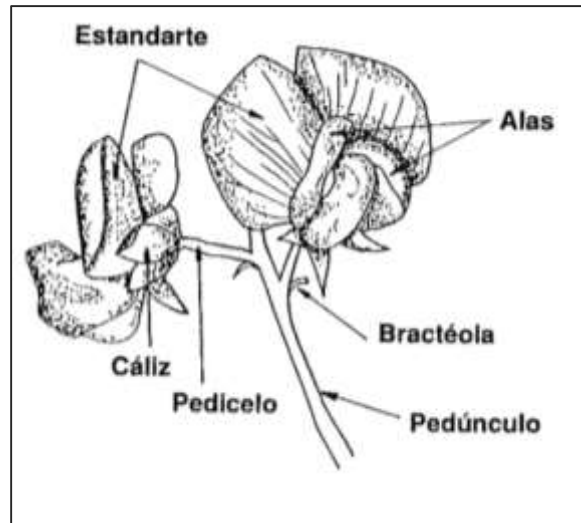
**b) Color de las alas de la flor.**

Este dato se registró en la etapa de floración por observación directa a las alas que son la parte más visible de la corola de la flor (Figura 4) y para determinar el color se usó la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales siguiendo la escala que se indica en la (Tabla 9).

**Tabla 9.**

*Escala de colores para las alas de la flor.*

| <b>Nombre Color</b>            | <b>Código Munsell</b> |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1.- Blanco                     | 76                    |
| 2.- Blanco con pigmento rosado | 76 con 5 RP 7/4       |
| 3.- Rosado púrpura             | 5 RP 8/2              |
| 4.- Rojo púrpura               | 5 RP 6/6              |
| 5.- Rojo grisáceo púrpura      | 5 RP 5/6              |



*Figura 4.- La flor del fréjol: las alas.*

**Fuente:** CIAT (1993).

**c) Color del estandarte de la flor.**

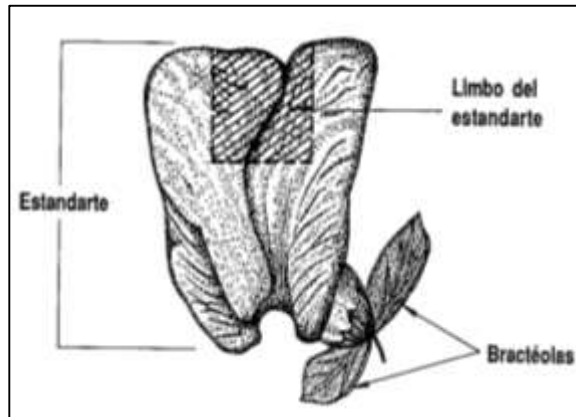
Esta característica fue registrada por observación directa al estandarte (Figura 5) en la etapa de floración y para determinar el color se usó la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales siguiendo la escala señalada en la (Tabla 10).



**Tabla 10.**

*Escala de colores para el estandarte de la flor.*

| Nombre color                            | Código Munsell        |
|---|-----------------------|
| 1.- Blanco                              | 76                    |
| 2.- Blanco con pigmento rosado          | 76 con 5 RP 7/4       |
| 3.- Blanco con pigmento púrpura         | 76 con 5 RP 5/8       |
| 4.- Blanco con pigmento verde           | 76 con 7.5 GY 4/6     |
| 5.- Rosado púrpura                      | 5 RP 7/4              |
| 6.- Rojo                                | 5 R 3/4               |
| 7.- Rojo púrpura                        | 5 RP 3/6              |
| 8.- Rojo grisáceo púrpura               | 5 RP 5/6              |
| 9.- Verde amarillo                      | 5 GY 7/6              |
| 10.- Verde amarillo con pigmento rojizo | 5 GY 7/8 con 5 RP 5/6 |



**Figura 5:** La flor del fréjol: el estandarte.

**Fuente:** CIAT (1993).

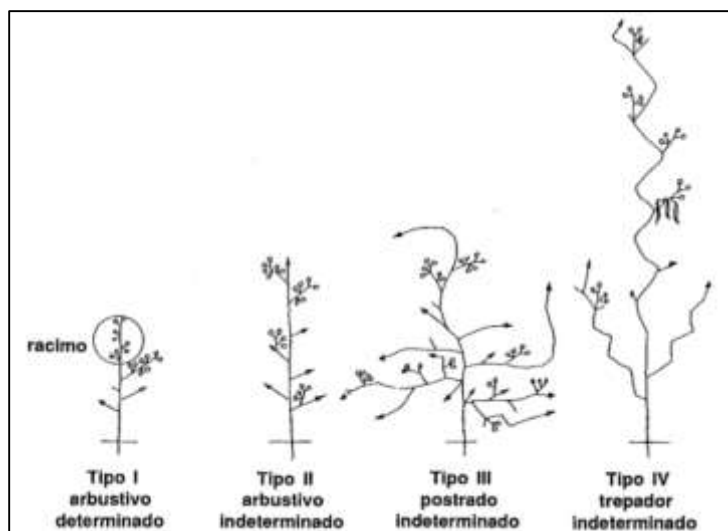
**d) Hábito de crecimiento del tallo.**

El hábito de crecimiento del tallo se registró en la etapa de floración (Figura 6) siguiendo la escala que aparece en la (Tabla 11).

**Tabla 11.**

*Hábitos de crecimiento del fréjol según el CIAT (1993).*

| Tipo     | Hábito                  |
|----------|-------------------------|
| Tipo I   | Arbustivo determinado   |
| Tipo II  | Arbustivo indeterminado |
| Tipo III | Postrado indeterminado  |
| Tipo IV  | Trepador indeterminado  |



**Figura 6.** Hábitos de crecimiento del fréjol.  
**Fuente:** CIAT (1993).

**e) Color de las hojas.**

Este descriptor fue tomado en la etapa de floración y para determinar el color de las hojas se usó la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales siguiendo la escala que se presenta en la (Tabla 12).

**Tabla 12.**  
*Escala de colores para las hojas.*

| Nombre color            | Código Munsell |
|-------------------------|----------------|
| 1.-Verde olivo oscuro   | 5 GY 3/4       |
| 2.-Verde olivo          | 5 GY 4/4       |
| 3.-Verde olivo moderado | 7.5 GY 4/4     |

**f. Color del tallo.**

Este descriptor se evaluó en la etapa de floración y para determinar el color se utilizó la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales siguiendo la siguiente escala (Tabla 13).

**Tabla 13.**  
*Escala de colores para el tallo.*

| Nombre color                            | Código Munsell         |
|---|------------------------|
| 1.- Verde amarillo                      | 5 GY 6/8               |
| 2.- Verde amarillo con pigmento rojizo  | 5 GY 6/8 con 5 RP 4/4  |
| 3.- Verde amarillo con pigmento púrpura | 5 GY 5/10 con 5 RP 3/4 |

**g) Color de las vainas al momento de la madurez fisiológica.**

Esta característica fue evaluada en la fase de madurez fisiológica y para establecer el color se utilizó la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales siguiendo la escala que se muestra en la (Tabla 14).

**Tabla 14.**

*Escala de colores para las vainas al momento de la madurez fisiológica.*

| <b>Nombre color</b>                      | <b>Código Munsell</b>  |
|--|------------------------|
| 1.- Amarillo                             | 5 Y 8/8                |
| 2.- Amarillo con pigmento rojizo         | 5 Y 8/8 con 5 RP 5/10  |
| 3.- Amarillo con pigmento rosado         | 5 Y 8/8 con 5 RP 6/10  |
| 4.- Amarillo con pigmento púrpura        | 2.5 Y 8/6 con 5 RP 3/2 |
| 5.- Amarillo con pigmento verde          | 5 Y 8/8 con 7.5 GY 7/8 |
| 6.- Púrpura grisáceo                     | 5 RP 3/2               |
| 7.- Verde olivo                          | 5 GY 4/4               |
| 8.- Rojo púrpura con pigmento amarillo   | 5 RP 3/4 con 5 Y 8/4   |
| 9.- Rosado púrpura con pigmento amarillo | 5 RP 8/4 con 5 Y 8/4   |
| 10.- Púrpura con pigmento amarillo       | 2.5 R 6/8 con 5 Y 8/4  |

**h) Color de las vainas al momento de la cosecha.**

Esta variable fue registrada al momento de la cosecha y para establecer el color se utilizó la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales siguiendo la escala presente en la (Tabla 15).

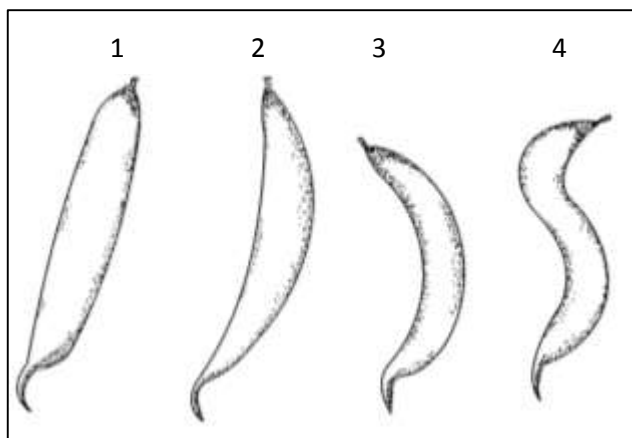
**Tabla 15.**

*Escala de colores para las vainas al momento de la cosecha.*

| <b>Nombre Color</b>                    | <b>Código Munsell</b>  |
|--|------------------------|
| 1.- Amarillo                           | 2.5 Y 7/8              |
| 2.- Amarillo rojizo                    | 7.5 YR 7/6             |
| 3.- Marrón                             | 7.5 YR 5/6             |
| 4.- Rojo púrpura con pigmento amarillo | 5 RP 4/12 con 5 Y 8/6  |
| 5.- Amarillo con pigmento púrpura      | 2.5 Y 8/6 con 5 RP 3/2 |
| 6.- Verde amarillo                     | 5 GY 6/4               |

**i) Forma de la vaina.**

Se evaluó tomando 10 vainas por accesión y la forma fue determinada siguiendo la escala: 1 (Recta), 2 (medianamente curva), 3 (curvado) y 4 (recurvado) (Figura 7).



**Figura 7.-** La vaina del fréjol: formas.  
**Fuente:** CIAT (1993).

**j). Color primario de la semilla.**

Este descriptor se registró por observación directa al grano seco y se estableció el color primario utilizando la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales siguiendo la escala presente en la (Tabla 16).

**Tabla 16.**

*Escala de colores para el color primario y secundario de la semilla.*

| <b>Nombre color</b>       | <b>Código Munsell</b> |
|---------------------------|-----------------------|
| 1.- Blanco                | 76                    |
| 2.- Blanco rosado         | 7.5 YR 8/2            |
| 3.- Rosado                | 7.5 YR 8/4            |
| 4.- Rosado púrpura        | 5 RP 7/4              |
| 5.- Rojo                  | 5 R 3/6               |
| 6.- Rojo grisáceo         | 2.5 R 4/6             |
| 7.- Rojo grisáceo púrpura | 5 RP 5/4              |
| 8.- Púrpura pálido        | 5 RP 6/2              |
| 9.- Púrpura grisáceo      | 5 RP 4/2              |
| 10.- Amarillo             | 5 Y 7/6               |
| 11.- Amarillo rojizo      | 7.5 YR 7/6            |
| 12.- Marrón               | 2.5 Y 7/4             |
| 13.- Marrón rojizo        | 5 YR 5/4              |
| 14.- Olivo                | 5 Y 5/4               |
| 15.- Negro                | 100                   |

**k) Color secundario de la semilla.**

De igual manera por observación directa al grano seco se estableció el color secundario utilizando la tabla de colores Munsell para tejidos vegetales (Tabla 16).

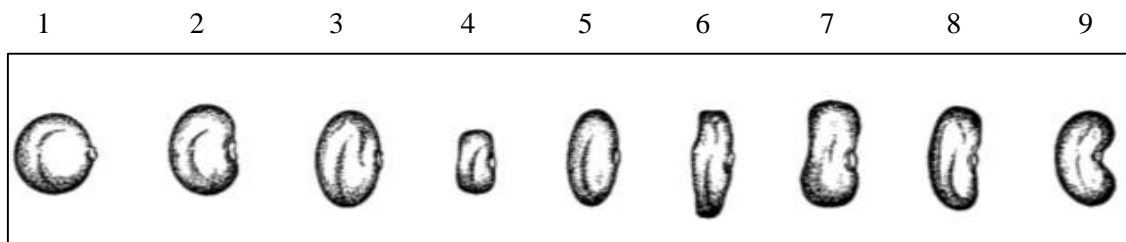
### l) Forma de la semilla.

Esta variable se registró cuando los granos estuvieron secos y la forma (Figura 8), se estableció utilizando la siguiente escala que se presenta en la (Tabla 17).

**Tabla 17.**

*Escala para determinar el perfil de la semilla.*

| Escala | Forma   |
|--------|---|
| 1      | Redonda   |
| 2      | Ovoide  |
| 3      | Elíptica  |
| 4      | Pequeña casi cuadrada                                 |
| 5      | alargada, ovoidea                                     |
| 6      | alargada, ovoide en un extremo e inclinada en el otro |
| 7      | alargada, casi cuadrada                               |
| 8      | arriñonada, recta en el lado del hilo                 |
| 9      | arriñonada, curva en el lado opuesto al hilo          |



**Figura 8.-** La semilla del fréjol: formas.

**Fuente:** CIAT (1993).

#### 3.4.9. Nivel de daño causado por las principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo.

Para determinar el nivel de daño causado por plagas y enfermedades se utilizó la escala general del sistema estándar para la evaluación de germoplasma de fréjol propuesta por el (CIAT, 1987). El nivel de daño se registró en dos etapas del cultivo (R6 y R8), para las enfermedades como: la Roya (*Uromyces appendiculatus*), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv.) y Mancha Angular (*Isariopsis griseola*).

Con respecto al nivel de daño causado por plagas como: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Lorito verde (*Empoasca kraemeri*) y Áfidos (*Aphis* spp) el daño se registró en las etapas (V4, R5 y R6). Y los daños causados por el gusano de la vaina (*Apion godmani*) se tomó en la etapa (R9) en vainas maduras.

A continuación, se presenta la escala general propuesta por el CIAT (1987), para evaluar el daño ocasionado por enfermedades (Tabla 17).

**Tabla 18.**

*Escala general para evaluar germoplasma de frejol frente a patógenos bacterianos y fungos.*

| Cate-<br>goría     | Niveles | Clasificación             | Descripción  | Comentarios   |
|--------------------|---------|---------------------------|--|---|
| <b>Resistente</b>  | 1(0%)   | Altamente resistente      | Síntomas no visibles o muy leves.  | Germoplasma útil como progenitor.   |
|                    | 2(1%)   | Moderadamente resistente  |  |   |
|                    | 3(2%)   | Resistente                |  |   |
| <b>Intermedio</b>  | 4(3%)   | Intermedio                | Síntomas visibles y conspicuos que solo ocasionan un daño económico limitado.                          | Germoplasma utilizable como variedad comercial o como fuente de resistencia a ciertas enfermedades. |
|                    | 5(5%)   | Intermedio                |  |   |
|                    | 6(7%)   | Intermedio                |  |   |
| <b>Susceptible</b> | 7(10%)  | Susceptible               | Síntomas severos a muy severos que causan pérdidas considerables en rendimiento o muerte de la planta. | En la mayoría de los casos germoplasma no útil, ni aun como variedad comercial.                     |
|                    | 8(20%)  | Moderadamente susceptible |  |   |
|                    | 9(>25%) | Altamente susceptible     |  |   |

**Fuente:** CIAT (1987).

### 3.4.10. Descripción de la escala del nivel de daño por enfermedades

#### a) **Roya (*Uromyces appendiculatus*)**

Etapas para la evaluación: R6 y R8

- **Altamente resistente:** ausencia, a simple vista, de pústulas de roya (inmune).
- **Moderadamente resistente:** presencia en la mayoría de las plantas de leves pústulas que cubren aproximadamente el 1% del área foliar.
- **Resistente:** presencia en la mayoría de las plantas de solo unas pocas pústulas por lo regular pequeñas que cubren aproximadamente el 2% del área foliar.
- **Intermedia:** presencia en todas las plantas de pústulas generalmente pequeñas o intermedias que cubren aproximadamente entre el 3%, 5% y 7% del área foliar.
- **Susceptible:** presencia de pústulas generalmente grandes y rodeadas con frecuencia, de halos cloróticos que cubren aproximadamente el 10% del área foliar.
- **Moderadamente susceptible:** presencia de pústulas grandes con halos cloróticos que cubren cerca del 20% del área foliar.

- **Altamente susceptible:** presencia de pústulas grandes y muy grandes, con halos cloróticos los cuales cubren más del 25% del tejido foliar y causan defoliación prematura.

**b) Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)**

Etapas para la evaluación: R6 y R8.

- **Altamente resistente:** Sin síntomas visibles de la enfermedad.
- **Moderadamente resistente:** Presencia de lesiones muy leves que aparecen que aparecen en el envés de la hoja cubriendo cerca del 1 % del área foliar.
- **Resistente:** Presencia de muy pocas y pequeñas lesiones, generalmente en la vena primaria del envés de la hoja o en la vaina, las cuales cubren aproximadamente el 2% del área foliar.
- **Intermedia:** Presencia de varias lesiones pequeñas en el peciolo o en las venas primarias y secundarias del envés de las hojas. En la vaina, las lesiones redondas y pequeñas (menos de 2 mm de diámetro), con esporulación reducida o sin ella, cubren aproximadamente el 3%, 5% y 7% de la superficie de la vaina.
- **Susceptible:** Presencia de numerosas lesiones grandes en el envés de la hoja, también se pueden observar lesiones necróticas en el haz y en los peciolos. En las vainas, presencia de lesiones de tamaño mediano (más de 2 mm de diámetro), con esporulación que cubren aproximadamente el 10% de la superficie de las vainas.
- **Moderadamente susceptible:** Presencia de varias lesiones grandes en el envés de la hoja. En las vainas, presencia de lesiones de tamaño grande (más de 3 mm de diámetro), con esporulación que cubren aproximadamente el 20% del área foliar.
- **Altamente susceptible:** Necrosis severa evidente en el 25% o más del tejido de la planta como resultado de lesiones en hojas, peciolos, tallo, ramas e incluso en el punto de crecimiento esta necrosis causa frecuentemente la muerte de gran parte de los tejidos de la planta. La presencia de chancros cóncavos, numerosos, grandes y con esporulación puede ocasionar la deformación de las vainas un bajo número de semillas y finalmente la muerte de las vainas.

**c) Mancha angular (*Isariopsis griseola*)**

Etapas para la evaluación: R6 y R8

- **Altamente resistente:** Sin síntomas visibles de la enfermedad.

- **Moderadamente resistente:** Presencia de lesiones muy pequeñas sin esporulación que cubren aproximadamente el 1% del área foliar o de las vainas.
- **Resistente:** Presencia de unas pocas lesiones pequeñas sin esporulación que cubren aproximadamente el 2% del área foliar o del área de las vainas.
- **Intermedia:** Presencia de varias lesiones generalmente pequeñas, con esporulación limitada, que cubren aproximadamente el 3%, 5% y 7% del área foliar o del área de las vainas.
- **Susceptible:** Lesiones generalmente grandes, con esporulación que cubren cerca del 10% del área foliar o del área de las vainas. En el follaje las lesiones pueden juntarse y el resultado son áreas infestadas más grandes asociadas con tejido clorótico. Las lesiones pueden también encontrarse en el tallo y en las ramas.
- **Moderadamente susceptible:** Lesiones abundantes y grandes, con esporulación que cubren cerca del 20% del área foliar o de las vainas. Las lesiones en el follaje pueden juntarse dando como resultado áreas con abundante infestación con tejido clorótico.
- **Altamente susceptible:** Un 25% del área foliar o del área de las vainas está cubierta por lesiones esporulantes grandes que tienden con frecuencia a juntarse. Los tejidos foliares son generalmente cloróticos lo que ocasiona una defoliación severa y prematura. Las vainas infectadas están, en general deformadas y arrugadas y contienen un número bajo de semillas. Tanto en el tallo como en las ramas se observan lesiones esporulantes abundantes.

d) **Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv.)**

Escalas para la evaluación: R6, R8.

- **Altamente resistente:** Sin síntomas visibles de la enfermedad.
- **Moderadamente resistente:** Aproximadamente el 1% del área foliar está cubierta por lesiones muy leves.
- **Resistente:** Aproximadamente 2% del área foliar está cubierta por unas pocas lesiones pequeñas. Generalmente las vainas están libres de lesiones.
- **Intermedio:** Aproximadamente el 3%, 5% y 7% del área foliar está cubierta por lesiones pequeñas que comienzan a juntarse; estas se hallan rodeadas a veces por halos amarillos que resultan en síntomas leves. Las lesiones en las vainas son generalmente pequeñas y no se juntan.



- **Susceptible:** Aproximadamente 10% del área foliar está cubierta por lesiones medianas y grandes, generalmente acompañadas por halos amarillos y por necrosis. Las lesiones en las vainas son grandes, se juntan y presentan con frecuencia exudados bacterianos.
- **Moderadamente susceptible:** Aproximadamente el 20% del área foliar está cubierta por lesiones grandes acompañadas de halos amarillos y necrosis. En las vainas las lesiones son grandes presentando con más frecuencia exudados bacterianos.
- **Altamente susceptible:** Más del 25% del área foliar está cubierta por lesiones muy grandes, generalmente necróticas que se juntan unas con otras lo que ocasiona la defoliación de la planta. Las lesiones en las vainas se juntan para cubrir áreas extensas y exhiben abundante exudación bacteriana, lo que en ocasiones causa vainas deformes y vacías.

#### 3.4.11. Descripción de la escala del nivel de daño por plagas

##### a) **Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

Etapas para realizar la evaluación: V4.

Escala:

- Las plantas infestadas son tan vigorosas como las plantas no infestadas. La mosca blanca aparentemente no causa daño considerable.
- Plantas infestadas con ligero retraso en su crecimiento.
- Plantas infestadas con retraso considerable en su crecimiento.
- Plantas infestadas con retraso severo en su crecimiento.
- Plantas infestadas muertas o casi muertas.

##### b) **Áfidos (*Aphis spp.*)**

Etapas para realizar la evaluación: V4 y R5.

Escala:

- Sin daño.
- Hojas ligeramente “encocadas”.
- Hojas moderadamente encocadas, con cierto amarillamiento foliar.

- Distorsión severa de las hojas con amarillamiento considerable, acompañada de secreciones de miel.
- Distorsión foliar severa o muy severa, acompañada de amarillamiento y abundante secreción de miel.

**c) Lorito verde (*Empoasca kraemeri*)**

El daño debe evaluarse cuando ocurra, pero antes del final de R8.

Escala:

- Sin daño.
- Ligero enrollamiento, hacia abajo o hacia arriba, de las hojas de algunas plantas.
- Enrollamiento moderado y algún amarillamiento foliar. La planta se muestra achaparrada.
- El enrollamiento foliar, el amarillamiento y el achaparrado son más intensos.
- Todas las hojas presentan amarillamiento y enrollamiento. La planta se muestra totalmente achaparrada, con muy escasa producción de flores y de vainas.

**d) Gusano de la vaina (*Apion godmani*)**

La evaluación del daño de *A. godmani*, se realizó en vainas maduras tomadas del campo en forma ordenada y con la debida identificación. El CIAT (1993) indica que, la evaluación del daño de *A. godmani* se realiza en vainas maduras tomadas del campo en forma ordenada. Se ha determinado que para obtener una información confiable del porcentaje de daño es suficiente una muestra de 30 vainas tomadas al azar. El daño se observa abriendo las vainas y contando los granos dañados y los sanos, para determinar luego el porcentaje de daño. Enseguida se determina el porcentaje de daño mediante la relación entre los granos dañados y el total de granos por muestra (granos dañados más los sanos), así.

$$\text{Porcentaje de daño} = \frac{\text{No. De granos dañados}}{(\text{Granos dañados} + \text{granos sanos})} \times 100$$

**Escala:**

1. Inmune: 0%
2. Altamente resistente: 1-5%
3. Resistente: 5-10%
4. Susceptible: >10%

**3.4.12. Manejo Específico del Experimento****a) Delimitación del terreno**

Se procedió a medir con la ayuda de una cinta métrica el área que fue utilizada para la instalación del ensayo.

**b) Muestreo y análisis químico del suelo**

Previo a la instalación del ensayo se tomó una muestra de suelo, la cual posteriormente fue enviada y analizada en el laboratorio de suelos y aguas LABONORT, para obtener el análisis químico completo con la finalidad de determinar la recomendación de fertilización (Anexo 12).

**c) Preparación del terreno**

Se realizó de manera mecánica el paso del arado y rastra a una profundidad de 30 cm, con la finalidad de eliminar restos del cultivo anterior y lograr que el suelo quede suelto y sin terrones para la siembra.

**d) Trazado de bloques**

El trazado de bloques se realizó utilizando una cinta métrica, con la cual se delimito usando estacas y piolas.

**e) Surcada**

Se realizaron surcos rectos de forma manual utilizando un azadón y piola a una distancia de 50 cm entre ellos y 10 cm de profundidad.

**f) Semilla**

Las semillas que se usaron en este estudio fueron desinfectadas utilizando vitavax.

**g) Fertilización**

La fertilización se realizó siguiendo la recomendación del análisis de suelo, ya que una adecuada fertilización proporciona los nutrientes necesarios para obtener un buen crecimiento, desarrollo y producción del cultivo.

**h) Siembra**

La siembra se realizó cuando el terreno estuvo húmedo y se depositaron 3 semillas por golpe a una distancia de 25cm entre golpes y 50 cm entre surco.

**i) Riego**

El riego se realizó por surcos en cada bloque, en el cual se proporcionó la cantidad necesaria de agua al cultivo en función a las condiciones climáticas de la zona.

**j) Labores culturales**

Estas labores se realizaron usando un azadón para el control de malezas, con el objetivo de evitar la competencia del cultivo con otras hierbas.

**k) Controles fitosanitarios**

Para el control de enfermedades como: roya (*Uromyces appendiculatus*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y mancha angular (*Isariopsis griseola*), se aplicó Benomil en una dosis de 40 gramos/20 litros de agua, de la misma manera para el control de Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris*) se aplicó sulfato de cobre en una dosis de 2 kg/ha.

Para evitar plagas como: mosca blanca (*Bemisia tabaci*), lorito verde (*Empoasca kraemeri*) y áfidos (*Aphis* spp.), se aplicaron los siguientes insecticidas: Lorsban en una dosis de 25 ml/20 litros de agua, mientras que para el control del Gusano de la vaina (*Aphion godmani*) se usó

Curacron en dosis de 25 ml/20litros, el cual se aplicó en las etapas de formación y llenado de vainas.

**l) Cosecha**

Se realizó cuando las vainas estuvieron secas, el grano tenía una humedad entre 16%-18% y las plantas presentaban un 50% de defoliación, para lo cual se utilizaron fundas con la correcta identificación de cada accesión.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

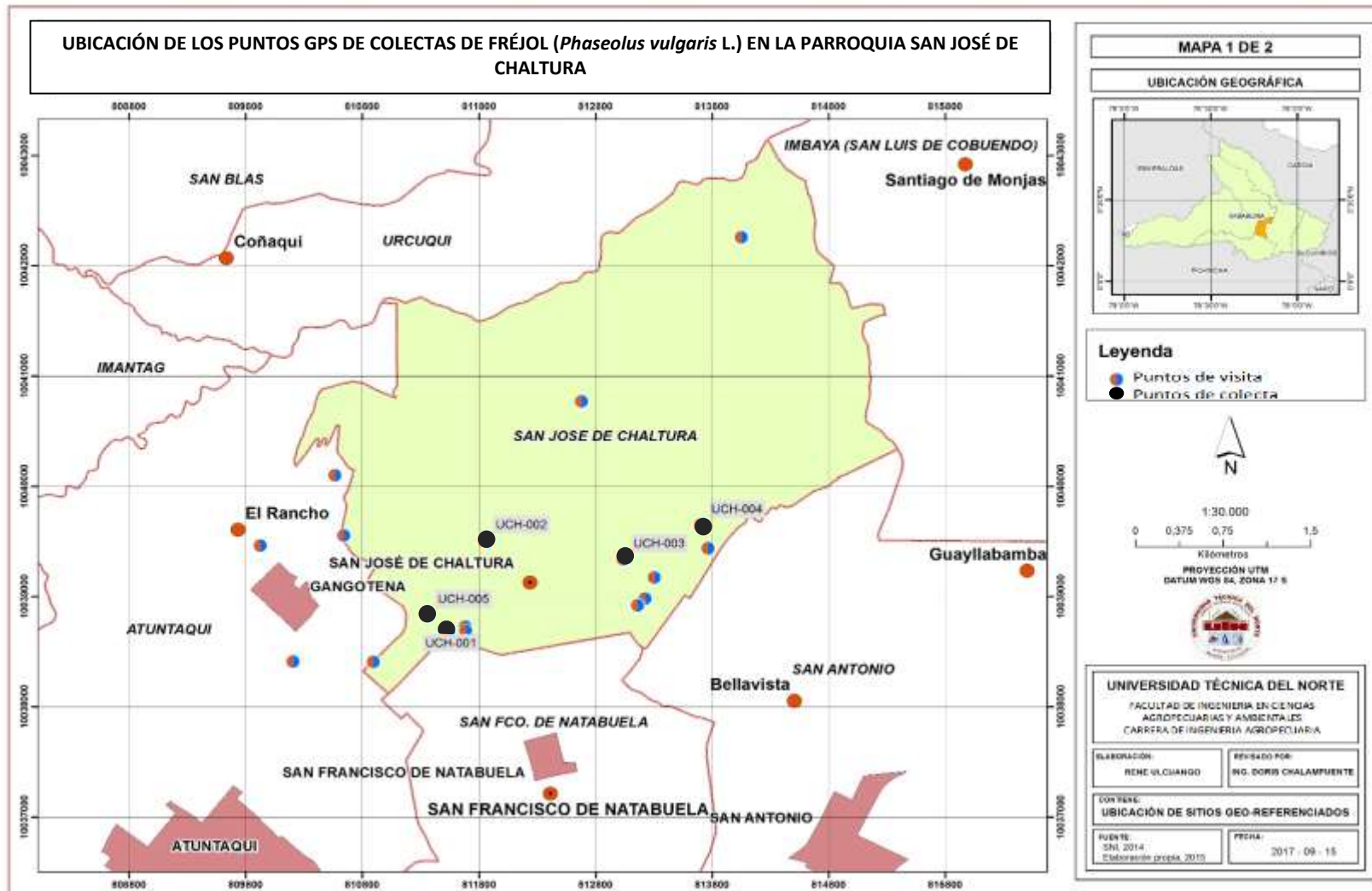
Los resultados obtenidos de la caracterización morfoagronómica de 45 accesiones de frejol, se presentan a continuación.

#### 4.1. Datos pasaporte

##### 4.1.1. Colección del germoplasma






Para obtener el material inicial, se realizó una colecta en distintos lugares de la parroquia Chaltura a una altitud de 2350 msnm y en cada punto de colecta se registraron datos pasaporte (Anexo 13), donde además de observar las características de la zona se realizó una entrevista a los agricultores sobre la procedencia de la semilla, los cuales supieron manifestar que la semilla la obtienen de sus propias cosechas; por lo que el material es considerado como local producto de la herencia familiar.

En cuanto a la presencia de plagas y enfermedades manifestaron que en la zona prevalecen las siguientes: antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), roya (*Uromyces appendiculatus*), bacteriosis común (*Xanthomonas campestris*), mancha angular (*Isiariopsis griseola*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), lorito verde (*Empoasca kraemeri*), áfidos (*Aphis* spp.) y gusano perforador de vainas (*Apion godmani*). El germoplasma colectado en Chaltura (Tabla 19) y la georreferenciación (Figura 9), determinan que en la parroquia se encontraron cinco muestras de materiales locales.



**Figura 9.-** Mapa de ubicación de los puntos recorridos durante la colecta de germoplasma de fréjol arbustivo de la Parroquia Chaltura

**Tabla 19.***Germoplasma de fréjol arbustivo colectado en la Parroquia de Chaltura*

| Código<br>Accesión | Propietario         | Ubicación geográfica |              |              | Nombre<br>Local         | Localidad   | Semilla   |
|--------------------|---------------------|----------------------|--------------|--------------|-------------------------|-------------|---|
|                    |                     | Altitud<br>(msnm)    | Coordenada X | Coordenada Y |                         |             |   |
| UCH-001            | Luzmila Terán       | 2403                 | 17N 0811358  | 0038835      | Paragachi               | San Vicente |    |
| UCH-002            | Emérita<br>Ibadango | 2365                 | 17N 0811855  | 0039507      | Percal<br>(nativo)      | La Violeta  |    |
| UCH-003            | Luzmila Vega        | 2346                 | 17N 0813038  | 0039337      | s/n                     | El Incario  |   |
| UCH-004            | Luis Ibadango       | 2314                 | 17N 0813706  | 0039648      | Cargavello              | El Carmen   |  |
| UCH-005            | Manuel Escanta      | 2391                 | 17N 0811687  | 0038727      | Centenario<br>Injertado | Central     |  |



## **4.2. Caracterización morfoagronómica**

Los resultados obtenidos del análisis estadístico de los descriptores morfológicos y agronómicos evaluados de la colección de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), se detallan a continuación:

### **4.2.1. Variabilidad morfológica de datos cuantitativos**

Para determinar la variabilidad de los datos de la colección de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), se usaron parámetros estadísticos como la media aritmética y el (CV) para los 20 caracteres cuantitativos. Mientras el valor del coeficiente de variación sea más bajo los datos serán más homogéneos y por lo tanto la variación será menor. Patel y Shiyani (2001), afirman que normalmente el CV en los ensayos agrícolas se considera bajo cuando es inferior a 10%, por lo que con los resultados obtenidos el descriptor días a la emergencia presentó un valor de 6.67% siendo la característica con menor variabilidad, por otro lado, el descriptor rendimiento presentó un valor de 61.39% siendo el carácter con mayor variabilidad, debido a que está relacionado principalmente con el hábito de crecimiento, tamaño de la semilla, número de semillas por vaina y condiciones climáticas (Tabla 20).

Los descriptores que presentaron mayor variabilidad dentro de este estudio fueron: porcentaje de emergencia (27.26%), días a la antesis (23.58%), duración de la floración (23.93), altura de la planta (55.87%), número de nudos (36.85%), peso de 100 semillas (26.92%) y rendimiento (61.39%). La alta variación observada entre las accesiones está relacionada directamente con el hábito de crecimiento, la influencia del ambiente sobre estos caracteres o puede ser también la genética del material. (Tabla 20).

Los descriptores que presentaron menor variabilidad fueron: días a la emergencia (6.67%), altura de cobertura (9.65%), ancho de la hoja (8.13%) y longitud de las hojas (8.19%), como se mencionó anteriormente los valores con baja variabilidad indican que dichas variables no varían mucho entre accesiones, por lo tanto, hay homogeneidad en los resultados y un buen manejo del experimento (Tabla 20).

**Tabla 20.**

Medidas resumen para las características de la planta en cada etapa fenológica, de 45 accesiones de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.).

| Etapa fenológica              | Variable                           | n  | Media  | Desviación estándar | CV    | Valor mínimo | Valor máximo |
|-------------------------------|------------------------------------|----|--------|---------------------|-------|--------------|--------------|
| Estado de plántula            | Días a la emergencia               | 45 | 11.04  | 0.74                | 6.67  | 9.00         | 12.00        |
|                               | Porcentaje de emergencia           | 45 | 54.47  | 14.85               | 27.26 | 17.00        | 84.00        |
|                               | Longitud de las hojas primarias    | 45 | 5.61   | 0.75                | 13.33 | 3.60         | 7.00         |
| Estado de floración           | Días a antesis                     | 45 | 75.38  | 17.77               | 23.58 | 53.00        | 124.00       |
|                               | Duración de la floración           | 45 | 60.29  | 14.43               | 23.93 | 27.00        | 83.00        |
|                               | Longitud del tallo principal       | 45 | 117.93 | 65.89               | 55.87 | 21.90        | 224.10       |
|                               | Altura de cobertura*               | 18 | 42.10  | 4.06                | 9.65  | 36.10        | 51.50        |
|                               | Número de nudos*                   | 18 | 7.06   | 2.60                | 36.85 | 4.00         | 12.00        |
|                               | Longitud de la hoja                | 45 | 10.52  | 0.86                | 8.19  | 8.30         | 13.20        |
|                               | Ancho de la hoja                   | 45 | 9.18   | 0.75                | 8.13  | 7.70         | 10.60        |
| Estado de madurez fisiológica | Área Foliar                        | 45 | 73.64  | 11.18               | 15.18 | 51.30        | 101.60       |
|                               | Días a la madurez fisiológica      | 45 | 144.96 | 18.81               | 12.98 | 117.00       | 190.00       |
| A la cosecha                  | Duración de la madurez fisiológica | 45 | 15.84  | 2.95                | 18.64 | 10.00        | 23.00        |
|                               | Días a la cosecha                  | 45 | 160.02 | 19.83               | 12.39 | 130.00       | 208.00       |
|                               | Longitud de las vainas             | 45 | 13.87  | 1.99                | 14.35 | 9.30         | 17.90        |
|                               | Ancho de las vainas                | 45 | 1.21   | 0.15                | 12.25 | 0.80         | 1.60         |
|                               | Número de semillas por vainas      | 45 | 5.60   | 1.07                | 19.19 | 3.00         | 8.00         |
|                               | Longitud de la semilla             | 45 | 1.45   | 0.23                | 15.64 | 1.00         | 1.80         |
|                               | Ancho de la semilla                | 45 | 0.91   | 0.10                | 11.21 | 0.60         | 1.20         |
|                               | Peso de 100 semillas               | 45 | 62.97  | 16.95               | 26.92 | 16.00        | 95.70        |
|                               | Rendimiento/planta                 | 45 | 102.99 | 63.23               | 61.39 | 21.70        | 248.70       |

Nota: \*Datos obtenidos únicamente de las variedades arbustivas ya que estos datos no fueron considerados en los hábitos III y IV.

#### 4.2.2 Variabilidad morfológica de datos cualitativos

##### a) Características cualitativas de tallos y hojas más predominantes en la colección.

Se registraron tres variables para las características del tallo y las hojas con sus diferentes grados de expresión, se destaca el color verde amarillo del tallo presente en 41 accesiones (91%), el nivel de adaptación excelente prepondera en 35 accesiones (78%), el color verde olivo de la hoja predomina en 27 accesiones (60%) y el hábito de crecimiento que sobresale en la colección es de tipo trepador indeterminado registrado en 20 accesiones (44%) (Tabla 21).

**Tabla 21.**

*Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas del tallo y la hoja evaluadas en la colección de fréjol.*

| Variable              | Clase | Carácter                            | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|-----------------------|-------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Hábito de crecimiento | 1     | Arbustivo determinado               | 11                  | 0.24                |
|                       | 2     | Arbustivo indeterminado             | 7                   | 0.16                |
|                       | 3     | Postrado indeterminado              | 7                   | 0.16                |
|                       | 4     | Trepador indeterminado (Figura 10)  | <b>20</b>           | <b>0.44</b>         |
| Adaptación            | 1     | Excelente (Figura 11)               | <b>35</b>           | <b>0.78</b>         |
|                       | 2     | Buena                               | 5                   | 0.11                |
|                       | 3     | Intermedia                          | 2                   | 0.04                |
|                       | 4     | Pobre                               | 2                   | 0.04                |
|                       | 5     | Muy pobre                           | 1                   | 0.02                |
| Color del tallo       | 1     | Verde amarillo (Figura 13)          | <b>41</b>           | <b>0.91</b>         |
|                       | 2     | Verde amarillo con pigmento rojizo  | 3                   | 0.07                |
|                       | 3     | Verde amarillo con pigmento púrpura | 1                   | 0.02                |
| Color de la hoja      | 1     | Verde olivo oscuro                  | 4                   | 0.09                |
|                       | 2     | Verde olivo (Figura 12)             | <b>27</b>           | <b>0.60</b>         |
|                       | 3     | Verde olivo moderado                | 14                  | 0.31                |



**Figura 10.** Hábito Trepador Indeterminado



**Figura 11.** Adaptación vegetativa excelente



**Figura 12.** Hoja de color verde olivo



**Figura 13.** Tallo de color verde amarillo

**b) Características cualitativas de la flor más predominantes en la colección.**

Con respecto a las variables cualitativas registradas para las alas y el estandarte de la flor, mostraron que, en las alas predomina el color blanco presente en 26 accesiones (58%) y en cuanto al color del estandarte sobresale el rojo púrpura en 13 accesiones de la colección (29%) (Tabla 22).

**Tabla 22.**

*Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas de la flor en la colección de fréjol*

| Variable             | Clase | Carácter                               | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|----------------------|-------|--|---------------------|---------------------|
| Color de las alas    | 1     | Rosado púrpura                         | 1                   | 0.02                |
|                      | 2     | Rojo púrpura                           | 12                  | 0.27                |
|                      | 3     | Rojo grisáceo púrpura                  | 5                   | 0.11                |
|                      | 4     | Blanco (Figura 14)                     | <b>26</b>           | <b>0.58</b>         |
|                      | 5     | Blanco con pigmento rosado             | 1                   | 0.02                |
| Color del estandarte | 1     | Verde amarillo                         | 2                   | 0.04                |
|                      | 2     | Blanco con pigmento púrpura            | 2                   | 0.04                |
|                      | 3     | Blanco con pigmento verde              | 3                   | 0.07                |
|                      | 4     | Rosado púrpura                         | 1                   | 0.02                |
|                      | 5     | Rojo púrpura (Figura 15)               | <b>13</b>           | <b>0.29</b>         |
|                      | 6     | Rojo                                   | 2                   | 0.04                |
|                      | 7     | Blanco                                 | 1                   | 0.02                |
|                      | 8     | Blanco rosado                          | 2                   | 0.04                |
|                      | 9     | Blanco con pigmento rosado (Figura 16) | <b>12</b>           | <b>0.27</b>         |
|                      | 10    | Blanco con pigmento púrpura            | 7                   | 0.16                |



**Figura 14.** Color blanco de las alas de la flor



**Figura 15.** Color rojo púrpura del estandarte de la flor



**Figura 16.** Color blanco con pigmento rosado del estandarte de la flor

**c) Características cualitativas de las vainas más predominantes en la colección.**

Las variables cualitativas más frecuentes registradas para las vainas mostraron que, al momento de la madurez fisiológica el color amarillo predomina en 19 accesiones (42%), del mismo modo, al momento de la cosecha el color amarillo mostró una mayor prevalencia en la colección 42% (19) y con respecto al perfil de la vaina la forma recta se destacó en 23 accesiones (51%) (Tabla 23).

**Tabla 23.**

*Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas de la vaina y la semilla evaluadas en la colección de fréjol.*

| Variable  | Clase | Carácter                             | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|---|-------|--------------------------------------|---------------------|---------------------|
| <b>Color de la vaina al momento de la madurez fisiológica</b> | 1     | Rosado púrpura con pigmento amarillo | 1                   | 0.02                |
|   | 2     | Rojo                                 | 1                   | 0.02                |
|   | 3     | Púrpura gris oscuro                  | 3                   | 0.07                |
|   | 4     | Rojo púrpura con pigmento amarillo   | 1                   | 0.02                |
|   | 5     | Amarillo (Figura 17)                 | <b>19</b>           | <b>0.42</b>         |
|   | 6     | Amarillo con pigmento rojizo         | 16                  | 0.37                |
|   | 7     | Amarillo con pigmento rosado         | 1                   | 0.02                |
|   | 8     | Amarillo con pigmento verde          | 2                   | 0.04                |
|   | 9     | Verde olivo                          | 1                   | 0.02                |
| <b>Color de la vaina al momento de la cosecha</b>             | 1     | Verde amarillo                       | 1                   | 0.02                |
|   | 2     | Rojo púrpura con pigmento amarillo   | 1                   | 0.02                |
|   | 3     | Amarillo (Figura 18)                 | <b>19</b>           | <b>0.42</b>         |
|   | 4     | Amarillo rojizo                      | 6                   | 0.13                |
|   | 5     | Amarillo con pigmento púrpura        | 1                   | 0.02                |
|   | 6     | Marrón                               | 17                  | 0.38                |
| <b>Forma de la vaina</b>                                      | 1     | Recta (Figura 19)                    | <b>23</b>           | <b>0.51</b>         |
|   | 2     | Medianamente curvo                   | 18                  | 0.40                |
|   | 3     | Curvado                              | 4                   | 0.09                |



**Figura 17.** Color amarillo de la vaina al momento de la madurez fisiológica



**Figura 18.** Color amarillo de la vaina al momento de la cosecha



**Figura 19.** Forma recta de la vaina

**d) Características cualitativas de la semilla más predominantes en la colección.**

Con respecto a las características cualitativas más representativas de las semillas los colores predominantes en la colección fueron los rojos (22%) y rojos grisáceos (20%) y para el color secundario fue el rosado (40%). En cuanto a la forma de la semilla predominan en la colección la forma ovoide (38%) y arriñonada recta en el lado del hilo (31%) (Tabla 24).

**Tabla 24.**

*Frecuencia absoluta y relativa para las características cualitativas de la semilla evaluadas en la colección de fréjol.*

| Variable                              | Clase | Carácter   | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa |
|---------------------------------------|-------|--|---------------------|---------------------|
| <b>Color primario de la semilla</b>   | 1     | Rosado   | 1                   | 0.02                |
|                                       | 2     | Rosado púrpura                                   | 1                   | 0.02                |
|                                       | 3     | Rojo (Figura 20)                                 | <b>10</b>           | <b>0.22</b>         |
|                                       | 4     | Rojo grisáceo (Figura 21)                        | <b>9</b>            | <b>0.20</b>         |
|                                       | 5     | Rojo grisáceo púrpura                            | 1                   | 0.02                |
|                                       | 6     | Púrpura pálido                                   | 1                   | 0.02                |
|                                       | 7     | Púrpura grisáceo                                 | 4                   | 0.09                |
|                                       | 8     | Amarillo   | 2                   | 0.04                |
|                                       | 9     | Amarillo rojizo                                  | 2                   | 0.04                |
|                                       | 10    | Marrón   | 3                   | 0.06                |
|                                       | 11    | Marrón rojizo                                    | 1                   | 0.02                |
|                                       | 12    | Olivo  | 1                   | 0.02                |
|                                       | 13    | Negro  | 4                   | 0.09                |
|                                       | 14    | Blanco   | 3                   | 0.07                |
|                                       | 15    | Blanco rosado                                    | 2                   | 0.04                |
| <b>Color secundario de la semilla</b> | 1     | Sin presencia de color                           | 12                  | 0.27                |
|                                       | 2     | Rosado (Figura 22)                               | <b>18</b>           | <b>0.40</b>         |
|                                       | 3     | Rojo   | 1                   | 0.02                |
|                                       | 4     | Rojo grisáceo                                    | 3                   | 0.07                |
|                                       | 5     | Púrpura grisáceo                                 | 2                   | 0.04                |
|                                       | 6     | Marrón   | 1                   | 0.02                |
|                                       | 7     | Negro  | 5                   | 0.11                |
|                                       | 8     | Blanco   | 3                   | 0.07                |
| <b>Forma de la semilla</b>            | 1     | Redonda  | 4                   | 0.09                |
|                                       | 2     | Ovoide (Figura 23)                               | <b>17</b>           | <b>0.38</b>         |
|                                       | 3     | Elíptica   | 1                   | 0.02                |
|                                       | 4     | Pequeña casi cuadrada                            | 5                   | 0.11                |
|                                       | 5     | Alargada casi cuadrada                           | 4                   | 0.09                |
|                                       | 6     | Arriñonada recta en el lado del hilo (Figura 24) | <b>14</b>           | <b>0.31</b>         |





*Figura 20.* Color primario rojo de la semilla.



*Figura 21.* Color primario rojo grisáceo de la semilla.



*Figura 22.* Color secundario rosado de la semilla.



*Figura 23.* Forma ovoide de la semilla



*Figura 24.* Forma arriñonada recta en el lado del hilo de la semilla

#### **4.3. Características morfológicas y agronómicas según las etapas fenológicas del cultivo de fréjol.**

A continuación, se presentan los resultados detallados de las características morfológicas y agronómicas evaluadas en las 45 accesiones, siguiendo las etapas fenológicas de la planta desde la siembra hasta el momento en que se realizó la cosecha y secado del grano tanto para las variables cualitativas como cuantitativas.

### 4.3.1. En estado de plántula

La planta de fréjol inicia la fase vegetativa con el estado de plántula, la cual se inicia desde el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para su germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales.

**Tabla 25.**

*Medidas resumen para las variables cuantitativas en estado de plántula.*

| <b>Etapas fenológicas</b> | <b>Variable</b>                 | <b>n</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación estándar</b> | <b>CV</b> | <b>Valor mínimo</b> | <b>Valor máximo</b> |
|---------------------------|---------------------------------|----------|--------------|----------------------------|-----------|---------------------|---------------------|
| <b>Estado de plántula</b> | Días a la emergencia            | 45       | 11.04        | 0.74                       | 6.67      | 9.00                | 12.00               |
|                           | Porcentaje de emergencia        | 45       | 54.47        | 14.85                      | 27.26     | 17.00               | 84.00               |
|                           | Longitud de las hojas primarias | 45       | 5.61         | 0.75                       | 13.33     | 3.60                | 7.00                |

#### a) **Días a la emergencia**

El valor mínimo observado es de nueve días para la accesión UCH-005 y un valor máximo de 12 días para las accesiones ECU-8299, ECU-8309, INIAP-484, ECU-15556, ECU-9317, ECU-8311, ECU-15557, ECU-17344, ECU-17336, ECU-17325, ECU-17320 y ECU-15547, con un valor medio de 11 días y un coeficiente de variación de 6.67% (Tabla 25).

Estos resultados pueden estar influenciados por las condiciones del suelo principalmente la humedad, ya que según Doria (2010) para obtener una buena germinación la semilla necesita de agua para rehidratarse no más de 2 a 3 veces su peso y una temperatura ambiental de 16-20°C. En Chaltura la temperatura fluctúa entre 13-16°C la cual, se acerca al rango antes mencionado por consiguiente la semilla pudo germinar y emerger. Pérez y Pita (2016) mencionan que la viabilidad de la semilla hace referencia a su capacidad de germinar, además, Voysest y Desset (1991), indican que la emergencia frejol está ligada a la viabilidad de la semilla, condiciones climáticas del suelo y del ambiente.

Los datos obtenidos de este estudio se encuentran dentro de los rangos de emergencia alcanzados por Vargas et al (2008), quienes en su estudio realizado en México determinaron que las semillas de fréjol pueden emerger entre 7 y 13 días independientemente del hábito de crecimiento.



#### **b) Porcentaje de emergencia**

Los valores obtenidos para esta característica presentan un valor mínimo de 17% para la accesión ECU-15547 y un valor máximo de 84% para la accesión UCH-002, el valor promedio fue de 54.47% con un coeficiente de variación de 27.26% (Tabla 25). El cual se considera alto, esto se dio a lo mejor por que las plantas que no emergieron rápidamente desarrollaron brotes (coleóptilos) torcidos, hojas extendidas bajo el suelo y por lo tanto no salieron a la superficie, como lo hace notar Fegan (1988) las semillas de fréjol germinadas sin emerger se deben posiblemente a una siembra profunda, brotes que nacen torcidos, suelo compacto o con terrones grandes.

Por otro lado, el porcentaje de emergencia depende de la germinación de la semilla. En este estudio la germinación se vio afectada por la presencia de larvas de la Mosca del fréjol (*Delia* spp.). De acuerdo con Gerding (s/f) la mosca del fréjol es parecida a la mosca doméstica, vuelan en el campo cuando se prepara el terreno oviponen bajo la superficie del suelo de donde nacen pequeñas larvas de color blanco cremoso que luego de alimentarse de la materia orgánica en descomposición llegan a perforar la semilla, impidiendo la germinación al matar al germen o pudrirse el grano.

#### **c) Longitud de las hojas primarias**

Esta característica presentó un valor mínimo de 3.60 cm para la accesión ECU-17328 y un valor máximo de 7.00 cm para las accesiones ECU-17339 y ECU-17321 el valor medio registrado fue de 5.61 cm con un coeficiente de variación de 13.33% (Tabla 25). Esto se debe que la longitud de la hoja se encuentra ligado al genotipo de cada especie (CIAT, 1984). Los resultados obtenidos del presente estudio se encuentran dentro de los rangos reportados por Ligarreto y Martínez (2002), quienes en su estudio realizado en Colombia muestran que la longitud de las hojas primarias del fréjol es de 3.2 cm hasta 10.1 cm independientemente del hábito de crecimiento.

#### **4.3.2. Al momento de la floración**

La fase reproductiva del fréjol se inicia con la aparición de los primeros botones florales y termina cuando el grano presenta la madurez necesaria para ser cosechado, durante esta etapa la planta crece hasta su tamaño máximo desarrollando ramas, hojas, el hábito de crecimiento se define y aparecen también las primeras vainas.

**Tabla 26.**

*Medidas resumen para las variables cuantitativas al momento de la floración.*

| <b>Etapa fenológica</b>    | <b>Variable</b>              | <b>n</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación estándar</b> | <b>CV</b> | <b>Valor mínimo</b> | <b>Valor máximo</b> |
|----------------------------|------------------------------|----------|--------------|----------------------------|-----------|---------------------|---------------------|
| <b>Estado de Floración</b> | Días a antesis               | 45       | 75.38        | 17.77                      | 23.58     | 53.00               | 124.00              |
|                            | Duración de la floración     | 45       | 60.29        | 14.43                      | 23.93     | 27.00               | 83.00               |
|                            | Longitud del tallo principal | 45       | 117.93       | 65.89                      | 55.87     | 21.90               | 224.10              |
|                            | Altura de cobertura*         | 18       | 42.10        | 4.06                       | 9.65      | 36.10               | 51.50               |
|                            | Número de nudos*             | 18       | 7.06         | 2.60                       | 36.85     | 4.00                | 12.00               |
|                            | Longitud de la hoja          | 45       | 10.52        | 0.86                       | 8.19      | 8.30                | 13.20               |
|                            | Ancho de la hoja             | 45       | 9.18         | 0.75                       | 8.13      | 7.70                | 10.60               |
|                            | Área Foliar                  | 45       | 73.64        | 11.18                      | 15.18     | 51.30               | 101.60              |

Nota: \*datos registrados solamente en las especies arbustivas

### a) **Días a la antesis (inicio de la floración)**

Esta característica presentó un valor mínimo de 53 días para la variedad INIAP-484 (arbustivo) y un valor máximo de 124 días para la accesión ECU-15528 (voluble), el valor medio fue de 75.38 días con un coeficiente de variación de 23.58 % (Tabla 26). El cual se considera alto. Según Weaver (1982), el inicio de la floración está determinado principalmente por el genotipo; sin embargo, este carácter es afectado por condiciones ambientales específicas como la temperatura y la luminosidad, estos factores hacen posible la concentración de hormonas y la función que desempeñan ciertos reguladores de crecimiento en el inicio de la floración.

De acuerdo con Ríos y Quiroz (2007), las etapas fenológicas del fréjol se desarrollan bien en temperaturas de 15-27°C, por lo tanto, temperaturas bajas retardan la floración y altas temperaturas lo aceleran, el mismo autor argumenta que también los días largos tienden a causar demora en la floración.

Los resultados de este estudio para la variedad INIAP-484 difieren con ocho días, de los obtenidos por Murillo, Peralta, Mazón, Rodríguez y Pinzón (2012), quienes mediante el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG) obtuvieron un rango 42 a 45 días a la antesis para la variedad INIAP-484 la cual se adapta a valles y estribaciones a una altitud de 1400-2400 msnm. Chaltura se encuentra sobre los 3500 msnm y la temperatura promedio es de 13-16°C, considerándose un clima templado de modo que las plantas demoraron en florecer. Según Villers, Arizpe, Orellana, Conde y Hernández (2009), las condiciones meteorológicas del ambiente en que

se desarrollaron tales como, temperatura y radiación solar son los reguladores principales en la floración.

#### **b) Duración de la floración**

Este descriptor presentó un valor mínimo de 27 días para el ECU-8293 (arbustivo) y un máximo de 83 días para el ECU-17323 (voluble), con un valor medio de 60.29 días y un coeficiente de variación de 23.93% considerado alto debido principalmente al hábito de crecimiento (Tabla 26). Como plantean Arias, Rengifo y Jaramillo (2007), la duración de la floración está relacionada directamente con el hábito de crecimiento, dado que las especies arbustivas presentan guías determinadas lo que acorta el periodo de floración y las especies trepadoras presentan guías indeterminadas lo que provoca que el periodo de floración se alargue.

Desde el punto de vista de Rosas (1988) en las especies de hábito de crecimiento indeterminado la floración inicia desde la parte baja del tallo por consiguiente la planta sigue creciendo y la duración de la floración se alarga, mientras que en las especies arbustivas la floración inicia de forma descendente por lo tanto la planta deje de crecer y la duración de la floración se acorta.

#### **c) Adaptación vegetativa (Vigor de crecimiento)**

El 77.8 % de la colección (35) presentó una escala de 1 (excelente), el 11.1% (cinco accesiones) mostraron un valor de 3 (buena), el 4.4% (dos entradas) presentaron una adaptación intermedia de igual forma en dos accesiones (4.4%) se evidenciaron un valor de 7 (pobre) y solo el 2.2 % (una accesión) mostró un nivel 9 (muy pobre) (Anexo 1).

Estos resultados muestran que la mayoría de las accesiones se adaptaron a esta zona, dado que, Chaltura se encuentra 2340 m.s.n.m y con un clima templado de 13°C a 16°C promedio de temperatura, datos que se encuentran dentro de los rangos que necesita esta especie para su crecimiento. Como plantea Gispert (1983), la adaptación de una especie a una zona determinada está influenciada por la duración del día, así como también de otros factores como la temperatura ambiental o el suelo. Desde el punto de vista de Davis (1985), el ciclo biológico del fréjol presenta cambios en sus características según el tipo de germoplasma y de las condiciones edafoclimáticas que acompañan en el desarrollo de todas sus etapas fenológicas.

**d) Color de las alas (flor)**

Para este carácter la expresión fenotípica presentó el 57.8% (26) flores con alas de color blanco, 26.7% (12) presentaron color rojo púrpura, el 11.1% (5), mostraron color rojo grisáceo púrpura y el 2.2% presentaron tanto el color blanco con pigmento rosado (1) y el rosado púrpura (1) (Anexo 1).

Citando a Mateo (1969), quien señala que las alas pueden ser de colores muy variados desde blanco pasando por colores intermedios hasta púrpuras y es un carácter que no está influenciado por el ambiente. De acuerdo con Nakayama (1989), el color del tegumento que posee una semilla está relacionado con el color de las flores por consiguiente las plantas que poseen flores blancas darán origen a semillas blancas; las que tienen flores blancas y lilas darán semillas de color bayo y de las especies que tienen flores violetas o lilas se obtendrán semillas de color negro.

**e) Color del limbo del estandarte (flor)**

La colección presentó para esta característica el 28.88% (13) flores con el estandarte de color rojo púrpura, el 26.7% (12) tuvieron color blanco, el 15.6% (6) mostraron color blanco con pigmento rosado, el 6.7% (3) manifestaron el color blanco con pigmento verde, los colores rojo, blanco con pigmento púrpura, verde amarillo con pigmento púrpura oscuro y el verde amarillo presentaron el 4.4% (dos accesiones), los colores rojo grisáceo púrpura y rosado se mostraron en apenas 2.2% (una accesión) (Anexo 1). Estos colores identificados concuerdan con Bernal, Estévez y Castillo (1995) quienes afirman que el estandarte de la flor del fréjol presenta una coloración que varía de blanco, a veces tonos intermedios y tonos más oscuros, además que el color es propio de cada genotipo.

**f) Hábito de crecimiento**

En la colección se encontraron 20 accesiones (44.4%) que presentaron hábito trepador indeterminado, 11 (24.4%) fueron arbustivos determinados y para el hábito arbustivo indeterminado y postrado indeterminado se presentaron siete entradas (15.6%) (Anexo 1). Según Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA, 2008) indica que la interacción de varias características morfológicas y agronómicas ayudan a definir el hábito de crecimiento

como son: el desarrollo de la parte terminal del tallo, el número de nudos, la longitud entre nudos, la altura de la planta, la capacidad para trepar, el grado y tipo de ramificación. De acuerdo con Rosas (1988), si las ramas terminan en racimos entonces la planta es de hábito determinado y si termina en meristema vegetativo la planta es una especie indeterminada.

Las especies con hábito de crecimiento determinado al poseer un ciclo de cultivo en grano tierno de 60-90 días y en grano seco de 110-115 días pudiéndose hacer en el año hasta tres ciclos de cultivo, si se dispone de agua de riego y en cuanto al manejo principalmente no es necesario labores de tutorado por consiguiente no demanda de mucha mano de obra. Por otro lado, las especies con hábito de crecimiento indeterminado al poseer un ciclo de cultivo en grano tierno de 155 días y en seco 185 días solo se puede realizar dos ciclos en el año y con respecto al manejo estas especies demandan mayor mano de obra, un claro ejemplo es la labor de tutorado de la planta (Peralta et al., 2010).

#### **g) Color de la hoja**

El 60% de las entradas (27) de la colección presentó hojas de color verde olivo, mientras que el 31.1% (14) presentó hojas verde olivo moderado y apenas el 8.8% (cuatro entradas) presentaron hojas verde olivo oscuro. Como dice el CIAT (1984), las hojas en estados normales pueden presentar diversos colores, en este estudio los colores identificados presentan cierta variación en cuanto a su tonalidad (Anexo 1). Por otro lado, este carácter no tiene ninguna relación con el color del grano ya que según Nakayama (1989), el color del grano únicamente está influenciado por el color de las flores.

#### **h) Color del tallo**

El 91.1% de la colección (41) presentó tallos de color verde amarillo siendo el más predominante, mientras que el 6.7% (tres) presentó tallos verdes amarillo con pigmento rojizo púrpura y apenas el 2.2% (una accesión) presentó un tallo verde con pigmento púrpura (Anexo 1).

Los datos analizados dentro de la colección presentaron colores claros y pigmentados. De acuerdo con Mateo (1961), el color del tallo puede ser verde claro o a veces pigmentado por otros colores, además el CIAT (1984), señala que el tallo presenta variaciones en su coloración, según la etapa de desarrollo en la que se encuentre y las condiciones ambientales.

**i) Longitud del tallo (Altura)**

La altura de la planta registrada para todas las estradas presentó un valor mínimo de 21.90 cm para la accesión UCH-005 (arbustivo determinado) y un valor máximo de 224.1 cm para la accesión ECU-17330 (arbustivo indeterminado), un valor medio de 117.93 cm con un coeficiente de variación de 55.87% considerándose alto, explicado posiblemente a que la altura está directamente relacionada al hábito de crecimiento (Tabla 26).

Los resultados de este estudio determinan que la altura está ligado al genotipo de cada variedad, tal como lo menciona Voysest (2001), la altura es una característica controlada genéticamente, de acuerdo con el CIAT (1987), la altura de las especies arbustivas determinadas varía entre 30 a 50 cm existiendo además casos de plantas enanas (15-25 cm) y la altura en las especies volubles puede sobrepasar los dos metros.

Desde el punto de vista de Silva (2004), la altura que pueden alcanzar las plantas de fréjol es muy variable, el tamaño se determina por la posición y la forma de los tallos; si el tallo presenta una inflorescencia terminal será una planta enana y, por otro lado, si presenta inflorescencias axilares la planta será de hábito indeterminado.

**j) Altura de cobertura**

Esta variable mide la altura máxima del follaje y los datos obtenidos de este estudio presentaron un valor mínimo de 36.10 cm para la accesión ECU-9323 y un valor máximo de 51.50 cm para la accesión ECU-8311, con un valor medio de 42,10 cm y un coeficiente de variación de 9.65 % (Tabla 26). Este descriptor fue registrado únicamente en las especies con hábito de crecimiento arbustivo, tomando en cuenta lo mencionado por el CIAT (1993), la altura de cobertura se mide solo en variedades con crecimiento arbustivo y no se considera en los hábitos de crecimiento trepador.

Estos resultados determinan que este carácter está relacionado con el número de nudos y la altura de la planta, como afirma Davis (1985), las diferencias de la altura de cobertura en cada genotipo se deben posiblemente al número de nudos y a la distancia entre ellos la cual puede variar de uno a otro, influenciado por las acciones genéticas como la altura de la planta.

### **k) Número de nudos**

Los datos obtenidos para este descriptor presentaron un valor mínimo de cuatro nudos para las accesiones INIAP-420 y ECU-9323 (arbustivas determinadas) y un valor máximo de 12 nudos para la accesión ECU-15556 (arbustivo indeterminado) con un valor medio de 7 nudos y un coeficiente de variación de 36.85% el cual es considerado alto debido a que el número de nudos está relacionado con el hábito de crecimiento (Tabla 26). Tal como lo menciona Debouck et al (1984), las especies con hábito de crecimiento arbustivo presentan de 5 a 10 nudos y las especies arbustivas indeterminadas habitualmente el número de nudos es superior a 12 nudos o más.

Según el CIAT (1984), en las plantas de hábito de crecimiento arbustivo, normalmente el tallo posee un bajo número de nudos y se considera que en él influye poco el medioambiente ya que es un carácter que se encuentra relacionado al genotipo de cada variedad mientras que en las especies trepadoras el número de nudos teóricamente no tiene límites.

### **l) Longitud de la hoja (foliolo central)**

Esta variable presentó un valor mínimo de 8.30 cm para la accesión UCH-001 y un valor máximo de 13.20 cm para la variedad INIAP-420, el valor medio presentado para este carácter fue de 10.52 cm y un coeficiente de variación de 8.19% (Tabla 26).

### **m) Ancho de la hoja (foliolo central)**

Esta característica mostró un valor mínimo de 7.70 cm para el ECU-17328 y un valor máximo de 10.60 cm para el ECU-17344, presentando también un valor medio de 9.18 cm y un coeficiente de variación de 8.13% (Tabla 26). Los resultados obtenidos tanto de longitud y ancho determinan el tamaño de la hoja y es un carácter que está influenciado por las condiciones ambientales y tiene relación con el hábito de crecimiento el cual está ligado al genotipo de cada planta. Como afirma Davis (1985), la característica de la hoja se debe a la herencia poligénica, por consiguiente, se encuentra influenciado por el ambiente y su interacción, por lo tanto, las expresiones de esta característica pueden variar.

El CIAT (1982b), afirma que las condiciones climáticas como la temperatura puede influir en el tamaño de las hojas tanto para largo, ancho y densidad del follaje. Estudios recientes realizados por Wright (2017), de la Universidad australiana de Macquarie revela que el factor clave

para el crecimiento de las hojas es la temperatura diurna y nocturna. Por su parte Dale (1995), en su estudio encontró que un incremento de temperatura por encima de 25°C dieron como resultado un incremento en el tamaño de la hoja y área foliar en cambio a 15°C el aumento del tamaño de la hoja fue menor.

#### n) Área foliar (AF)

El área foliar de la hoja es el resultado de multiplicar el largo y ancho de la hoja por un factor de corrección de 0.75 (CIAT, 1993). Con respecto a este carácter la accesión UCH-001 presentó el valor mínimo de 51.30 cm<sup>2</sup> y la variedad INIAP-420 presentó el valor máximo de 101.60 cm<sup>2</sup> el valor medio fue 73.64 cm<sup>2</sup> y el coeficiente de variación de 15.18 % (Tabla 26).

Según Tsuji, Uehara y Balas (1994), mencionan que el área foliar alcanzada por una planta durante su desarrollo es un dato preciso para la calibración y adaptación. Es bien conocido que la magnitud del AF define la capacidad de la cubierta vegetal para interpretar la radiación fotosintética activa (RFA), la cual es la fuente primaria de energía para las plantas para la fabricación de tejidos y elaboración de compuestos alimenticios.

#### 4.3.3. En estado de madurez fisiológica

Al momento de la madurez fisiológica la planta presenta vainas ya con los granos desarrollados por consiguiente la vaina cambia su coloración del verde a amarillo u otros colores dependiendo del genotipo de cada variedad.

**Tabla 27.**

*Medidas resumen para las variables cuantitativas al momento de la madurez fisiológica.*

| <b>Etapa fenológica</b>              | <b>Variable</b>                    | <b>n</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación estándar</b> | <b>CV</b> | <b>Valor mínimo</b> | <b>Valor máximo</b> |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------|--------------|----------------------------|-----------|---------------------|---------------------|
| <b>Estado de madurez fisiológica</b> | Días a la madurez fisiológica      | 45       | 144.96       | 18.81                      | 12.98     | 117.00              | 190.00              |
|                                      | Duración de la madurez fisiológica | 45       | 15.84        | 2.95                       | 18.64     | 10.00               | 23.00               |

#### a) Días a la madurez fisiológica

Esta variable presentó un valor mínimo de 117 días para la variedad INIAP-481(arbustivo) y un valor máximo de 190 días para la accesión ECU-17323 (voluble) el valor medio fue de 144.96 días y un coeficiente de variación de 12.98% (Tabla 27). Estos resultados difieren de los obtenidos



por Matute (2013), quien en su estudio realizado en Cuenca a una altura de 2230 msnm obtuvo 108 días para el INIAP-481 mientras que, El INIAP (2012) mediante el PRONALEG reportó 85-95 días a la MF para la variedad INIAP-481 adaptada a valles y estribaciones (1400-2400 m.s.n.m).

Esta diferencia entre días esta explicado posiblemente por las condiciones climáticas del ambiente en que se desarrollaron. Como lo menciona Luzuriaga (1978), los factores climáticos que más influyen en el desarrollo de la planta son la luz y la temperatura de la zona en el cual se cultivan. Mientras que, Ríos y Quiroz (2007), afirman que la luz influye y regula el desarrollo de la planta, principalmente por los efectos de fotoperiodo. Además, Ríos, Quirós y Arias (2003), mencionan que el fréjol es una especie de días cortos; los días largos tienden a demorar el tiempo para la madurez.

#### **b) Duración de la madurez fisiológica**

Es el periodo entre el inicio de la MF hasta el momento en que la semilla alcanza la madurez de campo y las vainas pierden su color. Este carácter presentó un valor mínimo de 10 días para la accesión ECU-17325 y un valor máximo de 23 días para la accesión ECU-8294, con un valor medio de 15 días y un coeficiente de variación de 18.64 % (Tabla 27).

Los resultados obtenidos en este estudio se encuentran dentro de los rangos reportados por Grijalva (1988) quien en su estudio de caracterización de 166 accesiones de fréjol realizado en Guatemala determinó que la duración de la madurez fisiológica dura de 9 a 21 días independientemente del hábito de crecimiento.

#### **c) Color de las vainas**

Para este descriptor la población presentó (42.2%) de la colección (19) vainas de color amarillo, 35.6% (16) mostraron vainas amarillas con pigmentación rojiza, 6.7% (tres) manifestaron vainas rojas púrpuras con pigmentación amarilla, mientras que el 4.4 % (dos) presentaron vainas verdes amarillas y para los colores rosado púrpura con pigmento amarillo, púrpura con pigmento amarillo, amarillo con pigmento rosado, rojo y verde olivo para cada uno se presentó en una entrada (2.2%) (Anexo 1).

El color de la vaina durante la madurez fisiológica se encuentra ligado al genotipo de cada variedad, presentándose así diversos colores de acuerdo con White (1985) y Rosas (1988) quienes

afirman que durante la madurez fisiológica del fréjol existe un cambio en la coloración de la epidermis de la vaina de verde, rojo, amarillo, púrpura o blanco según la variedad. Este carácter posiblemente puede estar relacionado con el color dominante del grano.

#### 4.3.4. Al momento de la cosecha

La cosecha es la fase final de esta especie y se considera iniciada cuando la semilla ya presenta una humedad del 16% al 18% y la planta comienza a defoliarse, en esta etapa la semilla ya ha adquirido el color propio de la variedad y la vaina pierde la coloración adquirida en la madurez fisiológica.

**Tabla 28.**

*Medidas resumen para las variables cuantitativas al momento de la cosecha.*

| Etapa fenológica    | Variable                      | n  | Media  | Desviación estándar | CV    | Valor mínimo | Valor máximo |
|---------------------|-------------------------------|----|--------|---------------------|-------|--------------|--------------|
| <b>A la cosecha</b> | Días a la cosecha             | 45 | 160.02 | 19.83               | 12.39 | 130.00       | 208.00       |
|                     | Longitud de las vainas        | 45 | 13.87  | 1.99                | 14.35 | 9.30         | 17.90        |
|                     | Ancho de las vainas           | 45 | 1.21   | 0.15                | 12.25 | 0.80         | 1.60         |
|                     | Número de semillas por vainas | 45 | 5.60   | 1.07                | 19.19 | 3.00         | 8.00         |
|                     | Longitud de la semilla        | 45 | 1.45   | 0.23                | 15.64 | 1.00         | 1.80         |
|                     | Ancho de la semilla           | 45 | 0.91   | 0.10                | 11.21 | 0.60         | 1.20         |
|                     | Peso de 100 semillas          | 45 | 62.97  | 16.95               | 26.92 | 16.00        | 95.70        |
|                     | Rendimiento/planta            | 45 | 102.99 | 63.23               | 61.39 | 21.70        | 248.70       |

#### a) Días a la cosecha

Este descriptor presentó un valor mínimo de 130 días para la variedad arbustiva INIAP-481 y un valor máximo de 208 días para la accesión ECU-17323 de hábito trepador y un valor medio de 160 días con un coeficiente de variación de 12.39 % (Tabla 28). Según Voysest (2001), las variedades arbustivas son precoces (120 días) y tardías (150 días), de igual manera, las especies con hábito de crecimiento trepador son precoces (190 días) y tardías (270 días). Esto se debe posiblemente a la adaptación que está ligada al rango de temperatura del ambiente en el que se desarrollen. El mismo autor indica que las temperaturas frías (13 -16°C) provocan que los días a la cosecha se alarguen en cambio, las temperaturas cálidas (23-26°C) aceleran el tiempo a la cosecha.

Por otro lado, Peralta et al. (2010) señala que la temperatura óptima para la maduración del cultivo es de 18 a 20°C. Mientras que, el ambiente en donde se desarrolló este ensayo presenta una temperatura de 14°C en las partes altas y 18°C en las partes bajas y una temperatura media de 16°C, esto explica la diferencia entre días. Estos resultados difieren de los reportados por Matute (2013), quien en su estudio realizado en Cuenca a una altitud de 2230 msnm con una temperatura de 15 °C obtuvo 120 días para el INIAP-481, de igual manera, Peralta, Mazón, Murillo y Pinzón (2012), obtuvieron 100 a 110 días para el INIAP-481 estos rangos son explicados posiblemente por las características del suelo y el ambiente.

#### **b) Longitud de las vainas**

Esta variable presentó un valor mínimo de 9.30 cm para la accesión ECU-9317 y un valor máximo de 17.90 cm para la variedad INIAP-484 un valor medio de 13.87 cm y un coeficiente de variación de 14.85% (Tabla 28). La longitud de la vaina está influenciada por las características propias de cada genotipo y las condiciones climáticas coincidiendo con lo mencionado por Maquet y Rocha (1996) quienes afirman que la longitud y ancho de la vaina es una respuesta a las condiciones del ambiente y al genotipo de cada variedad.

Las vainas pueden tener dimensiones muy variables independientemente del hábito de crecimiento, como menciona Arias et al. (2007), las vainas pueden tener 6-22 cm de longitud. Investigaciones realizadas por el INIAP (2006), en distintas zonas agroecológicas de la sierra, indican que la longitud de la vaina tiene relación con el número de granos, es decir las vainas que presentan un mayor número de granos son más largas y las de menor cantidad de granos son más pequeñas.

Los resultados de este estudio se encuentran dentro de los reportados por Vargas et al. (2008), quienes en su estudio realizado en México obtuvieron vainas de entre 8-15cm de longitud, de igual modo Ligarreto y Martínez (2005), en su estudio realizado en Colombia obtuvieron vainas de 4-16cm de longitud demostrando así que el tamaño de las vainas es variable y está ligado al genotipo de cada variedad.

**c) Ancho de las vainas**

Los datos de esta variable mostraron un valor mínimo de 0.8 cm para la accesión ECU-17328 y un valor máximo de 1.60cm para la accesión ECU-17331, y un valor medio de 1.21cm con un coeficiente de variación de 12.25 % (Tabla 28). Como se mencionó anteriormente este carácter es una respuesta a las condiciones del ambiente y al genotipo de cada variedad.

Estos resultados se encuentran dentro del rango reportado por Bieto y Talón (2014), quienes indican que el ancho de la vaina puede ser de 0.5-1.7 cm, el cual se encuentra relacionado al ancho de la semilla; es decir si la semilla es grande el ancho es mayor por el contrario si es una semilla pequeña el ancho es menor.

**d) Color de las vainas**

El 42.2% de la colección (19) presentó vainas de color amarillo, el 37.8% de la colección (17) presentó vainas de color marrón y el 13.3% (seis) mostraron vainas amarillas rojizas mientras que, para los colores amarillo con pigmento púrpura, rojo púrpura con pigmento amarillo y verde amarillo se presentó en 2.2% de la colección (una accesión) (Anexo 1). Según Cornelio (2015) las vainas del frejol al momento de la cosecha pueden ser de colores variados como amarillo, verdes, marrones, rojizos o pigmentados.

**e) Forma de las vainas**

El 51.1% de la colección (23) presentó vainas rectas mientras que el 40% (18) mostraron vainas medianamente curvas y apenas el 8.9% de la colección (cuatro entradas) presentaron vainas curvadas. Como dice Cornelio (2015) las vainas pueden presentar formas rectas con un cierto grado de curvatura. Deppe (1993) indica que este carácter puede estar ligado al genotipo de cada variedad, la forma de la vaina está determinada por los genes de la planta madre (Anexo 1).

**f) Número de semillas por vainas**

Este descriptor presentó un valor mínimo de 3 semillas para la accesión ECU-8309 y un valor máximo de 8 semillas para las accesiones ECU-17344 y ECU-17332 un valor medio de 5.6 semillas y un coeficiente de variación de 12.9 % considerado bueno (Tabla 28). Los resultados de

este estudio se encuentran dentro de los rangos reportados por Grijalva (1988) quien en su estudio obtuvo un valor de 3 a 8 semillas por vaina.

En cambio, estudios realizados en Colombia por Ligarreto y Martínez (2002) obtuvieron vainas con 2 a 12 semillas independientemente del hábito de crecimiento, estos datos muestran que el número de semillas es propio de cada variedad. Tal como lo menciona Tapia (1987) este carácter es propio de cada especie, es altamente heredable y se ve poco alterado por las condiciones climáticas. Por otro lado, según Ajquejay y Masaya (1980) mencionan que el número de semillas influye en el rendimiento.

**g) Longitud de la semilla**

Para este carácter la variedad INIAP-482 y la accesión ECU-17344 presentaron un valor mínimo de 1 cm y las accesiones ECU-9325, UCH-005, ECU-9323, ECU-17325 y ECU-17339 presentaron el valor máximo de 1.8 cm con un valor medio de 1.45cm y un coeficiente de variación de 15.64 % (Tabla 28). Estos datos demuestran la variabilidad genética que existe en esta especie.

**h.) Ancho de la semilla**

Esta variable presentó un valor mínimo de 0.6 cm para el ECU-17328 y un valor máximo de 1.2 cm para el ECU-17339 con un valor medio de 0.91 cm y un coeficiente de variación de 11.21 % (Tabla 19). Las semillas de la accesión ECU-17339 fueron las de mayor tamaño tanto en longitud como en ancho presentando además un color púrpura pálido con blanco. Lo que concuerda con el CIAT (1984) el fréjol es una especie que presenta una gran variabilidad genética que producen semillas con una gran diversidad en colores formas y tamaños. Kameyi, Hanada, Honda y Tochihara (1988) afirman que el tamaño de la semilla se determina por la longitud y el ancho de esta, la cual es una característica propia de cada variedad a la vez que está asociada con el rendimiento.

**i) Peso de 100 semillas**

Este descriptor mostró un valor mínimo de 16 gramos para la accesión ECU-17328 y un valor máximo de 95.70 gramos para la accesión ECU-17339, con un valor medio de 62.97gramos y un coeficiente de variación de 26.92% (Tabla 28). Considerado alto debido a que está relacionado con la longitud y ancho de la semilla, las cuales determinan el tamaño de esta, como indica el

CIAT (1987) el tamaño de la semilla se expresa en gramos de 100 semillas; es decir pequeño menos de 25 gramos, mediano de 25-40 gramos y grande más de 40 gramos.

Estas características están ligadas al genotipo propio de cada variedad como lo menciona Singh (1992), el peso de 100 semillas está relacionado con el tamaño de esta y que a su vez está determinado por el largo, ancho y densidad. Mientras que, Marini, Vega y Maggionini (1993) señalan que el peso es un carácter cuantitativo influenciado por factores hereditarios. En este estudio haciendo énfasis en el largo, ancho y peso de 100 semillas se determina que la accesión ECU-17339 presentó una semilla grande con un buen peso mientras que la accesión ECU-17328 presentó una semilla muy pequeña.

#### **j) Forma de la semilla**

Para este carácter el 40% de la colección (18) presentó semillas de forma ovoide, el 31.1% (14) mostró semillas arriñonadas rectas en el lado del hilo, mientras que, para la forma pequeña casi cuadrada, alargada casi cuadrada y redonda presentaron 8.9% correspondiente a cuatro entradas y apenas el 2.2% de la colección (una entrada) manifestó semillas elípticas. Ruiz y Rincón (1966) señalan que la semilla de fréjol presenta diversas formas pudiendo ser desde esféricas, cilíndricas hasta pequeñas casi cuadradas (Anexo 1).

#### **k) Color primario de la semilla**

Para esta característica dentro de la población se observó que el 22.2% de la colección (10) presentaron semillas rojas y 20% (nueve) rojas grisáceas siendo las más predominantes mientras que, en menor predominancia se presentaron los colores blanco 8.9% (cuatro), negro 8.9% (cuatro) y púrpura grisáceo 8.9% (cuatro), también se identificaron semillas de colores amarillo, marrón, blanco rosado y amarillo rojizo representados por dos entradas cada una (4.4%) y en una mínima proporción se identificaron los colores púrpura pálido, rosado púrpura, marrón rojizo, rojo grisáceo púrpura, rosado y olivo cada uno en 2.2% correspondiente a una entrada (Anexo 1).

La preferencia del consumo en cuanto al color según Álvaro Salazar, técnico del Ministerio de Agricultura y Ganadería explica que, aunque existen 50 especies de frejol, las más apetecidas por el mercado son las de color rojo moteado, canarios amarillos, negros y blancos panamitos. Según Basantes (2015), menciona que el fréjol arbustivo se orienta al mercado exterior los colores

rojos moteados se exportan en grano seco, los de color rosado, cremas, blancos grandes para consumo local y en cuanto a las especies volubles los colores más preferidos son canarios de grano redondo y grande. Los bolones bayos, rojos sólidos y mixturas para consumo en tierno y seco y son para el mercado local.

#### **l) Color secundario de la semilla**

Se observaron en la colección 18 entradas (40%) que presentaron semillas de color secundario rosado siendo el más predominante así también, el color negro se presentó en seis entradas (13.3%), los colores rojo grisáceo y blanco en tres entradas (6.7%) cada uno, mientras que en 2.2% de la colección (una accesión) se presencié el color púrpura grisáceo, igualmente en el 2.2% se presentaron los colores marrón y rojo, cabe mencionar que el 26.7% de las entradas no presentaron color secundario (Anexo 1).

De acuerdo con Ruiz y Rincón (1966), la coloración de la semilla de fréjol varía mucho, de negro a blanco y prácticamente pasa por todos los colores, las cuales pueden ser uniformes, jaspeadas, punteadas o manchadas. El CIAT (1984), indica que la variabilidad de los caracteres externos de la semilla es de gran importancia para la clasificación de variedades, debido a que esta especie presenta una gran diversidad genética.

#### **m) Rendimiento por planta**

Este descriptor presentó un valor mínimo de 21.70 gramos/planta para la accesión ECU-9323 (arbusativa) y un valor máximo de 248.70 gramos/planta para la accesión ECU-3475 (vulnerable) con un valor medio de 102.99 gramos/planta y un coeficiente de variación de 61.39% Considerado alto debido a que este carácter está relacionado principalmente al hábito de crecimiento, tamaño de la vaina, semilla, número de semillas por vaina y condiciones climáticas (Tabla 28).

Según Ospina (1985), la producción de fréjol está determinada por diversos factores bióticos y abióticos que interactúan durante todo el ciclo vegetativo de la especie, además señala que las enfermedades que atacan al cultivo son los factores más importantes responsables de los rendimientos bajos. Tapia y Camacho (1988), mencionan que el rendimiento depende del genotipo de cada variedad, del ambiente y del manejo al que se someta el cultivo, así también, Parsons (1991), indica que la capacidad de rendimiento que posee una planta de fréjol de distintas

variedades principalmente depende de los caracteres morfológicos, tales como tipos de hábito de crecimiento, número de inflorescencia, tamaño de la vaina y el número de semillas por vainas.

Según los datos obtenidos de este estudio al compararse con variedades mejoradas se establece que la accesión UCH-003 mostró mayor rendimiento (110.7 gramos/planta) presentando 5 semillas por vaina de forma ovoide, según el peso de 100 semillas se considera de tamaño grande de color rojo moteado, este rendimiento fue mayor al de la variedad mejorada INIAP-428 (arbustivo) el cual presenta 4-5 semillas por vaina de forma redonda y un rendimiento de 63.20 gramos/planta.

Por otro lado, para las variedades volubles la accesión ECU-3475 manifestó un mayor rendimiento (248.7 gramos/planta) con 7 semillas por vainas de forma redonda, de acuerdo con el peso de 100 semillas se considera de tamaño grande de color púrpura grisáceo pigmentado de negro, este rendimiento fue mayor al de la variedad mejorada INIAP-421 (voluble) con 6 semillas por vainas de tamaño grande de color rojo y forma ovalada, el cual presenta un rendimiento de 224 gramos/planta. Estos datos demuestran que las accesiones colectadas son buenas en cuanto al rendimiento a demás podrían ser utilizadas en programas de mejoramiento genético.

#### 4.4. Nivel de daño causado por enfermedades en la colección

##### a) Daños por roya (*Uromyces appendiculatus*)

La evaluación realizada durante la etapa de floración muestra que el 95.55% de las entradas (43), presentaron alta resistencia a la enfermedad y apenas el 4.44% (dos accesiones) ECU-15557 y ECU-17344 presentaron un nivel moderado de resistencia (Tabla 29 y Anexo 7).

**Tabla 29.**  
*Daños causados por Roya en la etapa R6 (Floración).*

| <b>Carácter</b>              | <b>Total,<br/>accesiones (%)</b> |
|------------------------------|----------------------------------|
| <b>Roya</b>                  |                                  |
| 1.- Altamente resistente     | 43 (95.55)                       |
| 2.- Moderadamente resistente | 2 (4.44)                         |

Durante la etapa de llenado de vainas la colección presentó el 55.5 % de las entradas (25) con alta resistencia, el 37.7% (17) fueron moderadamente resistentes y solo tres accesiones (6.6%)



ECU-8294, ECU-17325 y ECU-17339 presentaron un nivel resistente de daño (Tabla 30 y Anexo 8).

**Tabla 30.**  
*Daños causados por Roya en la etapa R8 (Llenado de vainas)*

| <b>Carácter</b>              | <b>Total,<br/>accesiones (%)</b> |
|------------------------------|----------------------------------|
| <b>Roya</b>                  |                                  |
| 1.- Altamente resistente     | 25 (55.55)                       |
| 2.- Moderadamente resistente | 17 (37.77)                       |
| 3.- Resistente               | 3 (6.66)                         |

Como se puede observar en la presente investigación, la enfermedad no causó daños en la colección debido a que durante la etapa de floración ya que se registraron pequeñas lluvias, el tiempo mayormente fue seco, por lo tanto, las condiciones para que se desarrolle este hongo no fueron las adecuadas, ya que este patógeno necesita una temperatura de 17 a 27°C y una humedad relativa superior al 90% (Urbina, 2011).

Durante la etapa de llenado de vainas se observó que, si hubo lesiones en el follaje, debido a que durante esta etapa se presenciaron lluvias con más frecuencia, creando un ambiente adecuado para el desarrollo del patógeno. Estos niveles de daño no representaron un problema grave para el cultivo, sin embargo, Rosas (2003), indica que si se registra un nivel 3 de daño en el cultivo al realizar la evaluación de esta enfermedad es importante iniciar el control de este hongo, dado que se puede diseminar por acciones mecánicas, a través del viento y el agua

**b) Daños por antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)**

Durante la etapa de floración, en la colección se observó que 24 entradas (53.33%) presentaron alta resistencia, el 31.1% (14) fueron moderadamente resistentes, cinco accesiones (11.1%) mostraron un nivel 3 de resistencia y solo dos entradas (4.4%) presentaron un nivel intermedio de resistencia (Tabla 31 y Anexo 7).

**Tabla 31.**  
*Daños causados por Antracnosis en la etapa R6 (Floración)*

| <b>Carácter</b>              | <b>Total,<br/>accesiones (%)</b> |
|------------------------------|----------------------------------|
| <b>Antracnosis</b>           |                                  |
| 1.- Altamente resistente     | 24 (53.33)                       |
| 2.- Moderadamente resistente | 14 (31.11)                       |
| 3.- Resistente               | 5 (11.11)                        |
| 4.- Intermedio               | 2 (4.44)                         |

Mientras que, en la evaluación realizada durante el llenado de vainas, se determinó que cuatro entradas (8.88%) son altamente resistentes, el 31.1% (14), fueron resistentes, el 20% (nueve) presentaron resistencia moderada, en tanto que una accesión (2.2%) UCH-005 fue susceptible y otras dos accesiones (4.4%) ECU-9323 y ECU-8309 que son de tipo arbustivas de grano rojo y blanco, fueron moderadamente susceptibles (Tabla 32 y Anexo 8).

**Tabla 32.**  
*Daños causados por Antracnosis en la etapa R8 (Llenado de vainas).*

| <b>Carácter</b>               | <b>Total,<br/>accesiones (%)</b> |
|-------------------------------|----------------------------------|
| <b>Antracnosis</b>            |                                  |
| 1.- Altamente resistente      | 4 (8.88)                         |
| 2.- Moderadamente resistente  | 14 (31.11)                       |
| 3.- Resistente                | 15 (33.33)                       |
| 4.- Intermedio                | 9 (20.00)                        |
| 5.- Susceptible               | 1 (2.22)                         |
| 6.- Moderadamente susceptible | 2 (4.44)                         |

Los resultados de este estudio muestran que, durante la floración, la colección presentó niveles resistentes de daños, sin embargo, algunas accesiones presentaron lesiones que cubrían el 5% del área foliar, esto se dio posiblemente a la presencia de insectos que son transmisores del patógeno, de esta manera el cultivo se infectó, además, en esta etapa se registraron ligeras lluvias lo que ocasionó que el patógeno se desarrollara. CIAT (1981), indica que los insectos al posarse sobre plantas enfermas se convierten en agentes diseminadores debido a que las conidias se adhieren a ellos para ser depositadas en plantas sanas. Galdames y Peñaloza (s/f), señalan que la antracnosis es favorecida por rocíos (condensación del vapor de la atmosfera en gotas muy pequeñas de agua, proceso que se da por las noches) y temperaturas cálidas y una vez iniciada un simple rose entre plantas disemina la enfermedad por contacto.

Por otro lado, en la etapa de llenado de vainas la enfermedad presentó niveles con esporulación que cubrían hasta el 10% del área foliar y las vainas, dado que, en esta etapa las condiciones climáticas favorecieron al desarrollo del hongo tal como lo menciona el CIAT (1981), si persisten las condiciones de humedad caracterizado por la alta precipitación, la humedad relativa aumenta en un 90% lo que produce una liberación cuantiosa de nuevas esporas las cuales se diseminan a través de salpicado o arrastre de agua lluvia provocando una infección más rápida del hongo. Urbina (2011), señala que cuando el daño alcanza un nivel 3 se debe tomar la decisión de realizar un control químico.

**c) Daños por mancha angular (*Isariopsis griseola*)**

En la etapa de floración se observó que 31 entradas (68.88%) fueron altamente resistentes a la enfermedad, 12 (26.66%) presentaron resistencia moderada y solamente dos accesiones (4.44%) presentaron un nivel 3 de resistencia (Tabla 33 y Anexo 7).

**Tabla 33.**  
*Daños causados por Mancha angular en la etapa R6 (Floración)*

| <b>Carácter</b>              | <b>Total, accesiones<br/>45 (%)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Mancha Angular</b>        |                                     |
| 1.- Altamente resistente     | 31 (68.88)                          |
| 2.- Moderadamente resistente | 12 (26.66)                          |
| 3.- Resistente               | 2 (4.44)                            |

En cambio, durante la etapa de llenado de vainas se registró que nueve entradas (20%) presentaron alta resistencia, 21 (46.6%) fueron moderadamente resistentes, 13 (28.8%) mostraron un nivel r de daño resistencia y solamente dos accesiones (4.4%) tuvieron un nivel intermedio de resistencia (Tabla 34 y Anexo 8).

**Tabla 34.**  
*Daños causados por Mancha angular en la etapa R8 (Llenado de vainas)*

| <b>Carácter</b>              | <b>Total, accesiones<br/>45 (%)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Mancha Angular</b>        |                                     |
| 1.- Altamente resistente     | 9 (20.00)                           |
| 2.- Moderadamente resistente | 21 (46.66)                          |
| 3.- Resistente               | 13 (28.88)                          |
| 4.- Intermedio               | 2 (4.44)                            |

De acuerdo con los resultados de este estudio, se observó que todas las entradas presentaron un nivel resistente de daño, dado que, durante esta etapa hubo precipitaciones ligeras, por tanto, la infección fue muy leve presentándose pequeñas lesiones sin esporulación que cubrían aproximadamente el 2% del área foliar. De acuerdo con el CIAT (1982a), una infección de la enfermedad se da cuando existen periodos prolongados de lluvia, el riego y por la acción del viento el cual arrastra las esporas a larga distancia.

Durante la etapa de llenado de vainas el hongo manifestó esporulaciones que cubrían hasta el 5% del área foliar, dado que, durante esta etapa las lluvias se hicieron más frecuentes creando un ambiente adecuado para el desarrollo del hongo. Según Araya, Bonilla y Julio (1995), el hongo se disemina rápidamente por el salpique de agua, por consiguiente, Urbina (2011), afirma que es importante realizar un control químico de este hongo y si alcanza un nivel 3 de daño.

**d) Daños por bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv.).**

Al realizar la evaluación al momento de la floración, se observó que 42 entradas (93.3%) mostraron un nivel alto de resistencia, dos accesiones INIAP-420 y ECU-8298 (4.4%) fueron moderadamente resistentes y una accesión (2.2%) ECU-9323 presentó un nivel 3 de resistencia (Tabla 35 y Anexo 7).

**Tabla 35.**  
*Daños causados por Bacteriosis común en la etapa R6 (Floración).*

| <b>Carácter</b>              | <b>Total, accesiones<br/>45 (%)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Bacteriosis común</b>     |                                     |
| 1.- Altamente resistente     | 42 (93.33)                          |
| 2.- Moderadamente resistente | 2 (4.44)                            |
| 3.- Resistente               | 1 (2.22)                            |

Por otro lado, durante la etapa de llenado de vainas se determinó que cuatro entradas (8.8%) fueron altamente resistentes, mientras que, 10 accesiones (22.2%) presentaron resistencia moderada, 19 (42.2%) mostraron un nivel resistente y 12 (26.6%) manifestaron un nivel intermedio de resistencia (Tabla 36 y Anexo 8).

**Tabla 36**  
*Daños causados por Bacteriosis común en la etapa R8 (Llenado de vainas).*

| <b>Carácter</b>              | <b>Total, accesiones<br/>45 (%)</b> |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Bacteriosis común</b>     |                                     |
| 1.- Altamente resistente     | 4 (8.88)                            |
| 2.- Moderadamente resistente | 10 (22.22)                          |
| 3.- Resistente               | 19 (42.22)                          |
| 4.- Intermedio               | 12 (26.66)                          |

De acuerdo con los resultados de este estudio la enfermedad no causó daños severos en la primera etapa, debido a que, las condiciones climáticas no favorecieron el desarrollo de la bacteria, sin embargo, se identificó pequeñas lesiones menores al 2% del área foliar en tres accesiones, posiblemente se debió a que el patógeno llegó a través del viento o por el agua de riego (Claflin, Stuteville y Armbrust, 1973).

En cambio, durante el llenado de vainas, como se mencionó anteriormente hubo mayor presencia de lluvia la cual generó un ambiente adecuado para el desarrollo de la bacteria facilitando la infección generalmente este patógeno suele presentar mayores daños si la humedad es elevada (Mack y Wallen, 1974). Así como también se pueden reproducir en plantas aparentemente sanas o sobre ellas (Thomas y Graham 1952). Esta enfermedad puede causar daños severos al cultivo y si el daño presenta un nivel 1 se debe realizar ya el control químico empleándose fungicidas a base de hidróxido de cobre (Urbina, 2011).

#### **4.5 Daños causados por plagas en la colección**

##### **a) Daño por mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

La evaluación de los daños causados por esta plaga se realizó durante la etapa V4 (tercera hoja trifoliada) y se observó que 42 entradas (93.33%) fueron plantas vigorosas y solamente tres accesiones (6.66%) UCH-001, ECU-9323 y UCH-004 resultaron infestadas con ligero retraso en su crecimiento (Tabla 37 y Anexo 9).

**Tabla 37***Daños causados por Mosca blanca en la etapa V4 (Tercera hoja trifoliada).*

| <b>Carácter</b>                | <b>Total, accesiones<br/>45(%)</b> |
|--------------------------------|------------------------------------|
| <b>Mosca blanca</b>            |                                    |
| 1.- Plantas vigorosas          | 42 (93.33)                         |
| 3.- Plantas con ligero retraso | 3 (6.66)                           |

Durante esta etapa se observó que hubo poca presencia de esta plaga, por tanto, la infestación no fue muy severa, por consiguiente, las plantas infestadas fueron tan vigorosas como las no infestadas, sin embargo, tres accesiones presentaron un ligero retraso. Morales (2006), menciona que las condiciones favorables para su desarrollo son durante la época seca pero el daño más importante es su capacidad de transmitir virus.

**b) Daños por lorito verde (*Empoasca kraemeri*)**

Los daños de esta plaga se evaluaron en dos etapas del cultivo, de modo que, durante la etapa V4 (tercera hoja trifoliada), se observó que 44 entradas (97.7%) no presentaron daños, sin embargo, una accesión ECU-8299 (2.2%) manifestó un ligero enrollamiento en las hojas (Tabla 38 y Anexo 9).

**Tabla 38***Daños causados por Lorito verde en la etapa V4 (Tercera hoja trifoliada).*

| <b>Carácter</b>                       | <b>Total, accesiones<br/>45 (%)</b> |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Lorito verde</b>                   |                                     |
| 1.- Sin daño                          | 44 (97.77)                          |
| 3.- Ligero enrollamiento de las hojas | 1 (2.22)                            |

Mientras que, durante la segunda evaluación R6 (floración) se determinó que seis entradas (13.3%) no presentaron daños, 28 (62.2%) mostraron un enrollamiento muy leve de las hojas, 10 (22.2%) presentaron un ligero enrollamiento en las hojas y solamente una accesión (2.2%) ECU-8299 mostró un enrollamiento moderado de las hojas (Tabla 39 y Anexo 10).

**Tabla 39.**  
*Daños causados por Lorito verde en la etapa R6 (Floración).*

| <b>Carácter</b>                            | <b>Total, accesiones 45 (%)</b> |
|--|---------------------------------|
| <b>Lorito verde</b>                        |                                 |
| 1.- Sin daño                               | 6 (13.33)                       |
| 2.- Enrollamiento muy leve de las hojas    | 28 (62.22)                      |
| 3.- Ligeramente enrollamiento de las hojas | 10 (22.22)                      |
| 4.- Enrollamiento moderado de las hojas    | 1 (2.22)                        |

El Lorito verde es una plaga directa que influye en el crecimiento y desarrollo del fréjol, los resultados de este estudio muestran que en la etapa V4 (Tercera hoja trifoliada) no se presenciaron daños a pesar de que se observó la presencia de esta plaga. Sin embargo, durante la etapa de floración se identificaron daños en el follaje, esto se debe a que durante esta etapa hubo escasas de lluvia lo que produjo que esta plaga infeste el cultivo. Esto concuerda con lo mencionado por el CIAT (1980), esta plaga causa daños durante la época seca que durante las épocas de lluvia además esta plaga puede ocasionar pérdidas en el rendimiento superiores al 50%.

**c) Daños por áfidos (*Aphis spp.*)**

Durante la etapa V4 (tercera hoja trifoliada) se observó que todas las entradas resultaron sin daños ocasionados por esta plaga. Mientras que, durante la segunda evaluación en la etapa R5 (Prefloración), se registró que 25 entradas (55.5%) no presentaron daños, sin embargo, 20 accesiones (44.4%) presentaron hojas levemente encocadas (Tabla 40, Anexo 9 y 10).

**Tabla 40.**  
*Daños causados por Áfidos en la etapa V4 y R5.*

| <b>Carácter</b>                           | <b>Total, accesiones 45 (%)</b> |
|---|---------------------------------|
| <b>Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada)</b> |                                 |
| 1.- Sin daño                              | 45 (100.00)                     |
| <b>Etapa R5 (Prefloración)</b>            |                                 |
| 1.- Sin daño                              | 25 (55.55)                      |
| 2.- Hojas levemente encocadas             | 20 (44.44)                      |

Como se puede observar en este estudio, durante la primera evaluación no hubo la presencia de áfidos en el cultivo. Sin embargo, en la segunda evaluación se identificaron hojas ligeramente

encocadas (hojas enfermas que asemejas a un coco partido) en las plantas, esto se debió a que el cultivo se encontraba en la etapa R5 (Prefloración) donde no hubo lluvias y el ambiente fue ideal para la presencia de esta plaga. A pesar de que durante esta etapa se encontró daños, no afecto al desarrollo de las plantas.

**d) Daños por gusano de la vaina (*Apion godmani*)**

La evaluación de esta plaga se realizó durante la etapa final (maduración), con la cual se determinó que 3 entradas (6.6%) INIAP-482, ECU-17332 y ECU-17325 fueron altamente resistentes, mientras que el 37.7% (17) presentaron un nivel resistente y 25 (55.5%) resultaron susceptibles a esta plaga (Tabla 41 y Anexo 11).

**Tabla 41**  
*Daños causados por el Gusano de la vaina en la etapa R9 (Maduración).*

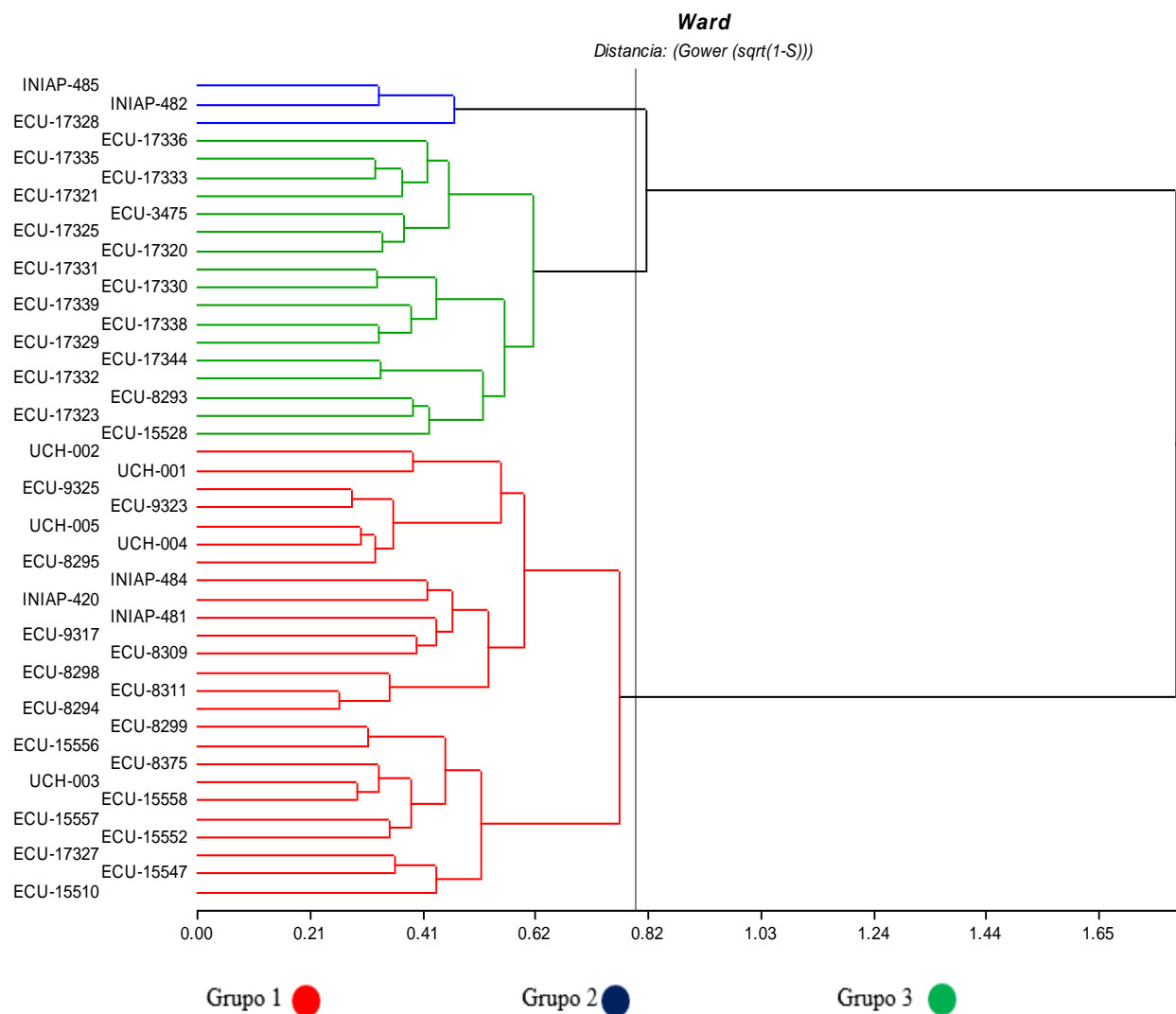
| <b>Carácter</b>           | <b>Total, accesiones<br/>45 (%)</b> |
|---------------------------|-------------------------------------|
| <b>Gusano de la vaina</b> |                                     |
| 1.- Inmune                | 0                                   |
| 2.- Altamente resistente  | 3 (6.66)                            |
| 3.- Resistente            | 17 (37.77)                          |
| 4.- Susceptible           | 25 (55.55)                          |

La infestación de esta plaga sobre el cultivo fue alta, debido a que, durante la etapa de maduración, las lluvias fueron más frecuentes haciendo que esta plaga ataque directamente al cultivo tal como lo menciona Mancia (2005), el daño causado por esta plaga oscila entre 10 a 100 por ciento, durante la época lluviosa ha constituido un factor limitante en la producción debido a que daña directamente a la semilla. Por lo que, es importante realizar un control químico al 5% de infestación para evitar pérdidas en un 100%.

**4.6. Análisis de agrupamiento de las entradas**

El agrupamiento jerárquico de Ward (1963), obtenido a partir de la distancia de similaridad de Gower, identificó 3 grupos los cuales están representados gráficamente (Tabla 42; Figura 25). Con un coeficiente cofenético de 0.64. Según Gutiérrez, González, Torres y Gallardo (1994), un alto valor del coeficiente cofenético es señal de escasa distorsión en lo que concierne a la estructura original de datos, generalmente los valores oscilan entre 0.6 y 0.95 que indican una buena representación de la matriz de similitud por parte del Dendograma





**Figura 25.** Dendrograma obtenido por análisis de conglomerados para las variables cuantitativas y cualitativas en 45 accesiones de fréjol (*Phaseolus vulgaris. L*)

#### 4.6.1 Agrupamientos de las entradas según la procedencia

**Grupo 1.** Las 25 accesiones que conforman este grupo han sido colectadas en diferentes localidades dentro de la Provincia de Imbabura entre las cuales están: Chaltura (5), Imantag (6), Ambuqui (2), El Inca (4), Pimampiro (1), Quiroga (1), Ibarra (1), Chuga (1), Atuntaqui (1). Además dentro de este grupo también se encuentran (3) variedades mejoradas obtenidas por el INIAP (Tabla 42).

**Grupo 2.** Este grupo está conformado por el menor número de entradas que son dos variedades mejoradas por el INIAP y una colectada en Quiroga (Tabla 42).

**Grupo 3.** Este grupo está conformado por accesiones que han sido colectadas en diferentes localidades de Imbabura en San Francisco (3), El Sagrario (8), Quiroga (3), Imantag (2), Ibarra (1) (Tabla 42).

**Tabla 42.**

*Distribución de las accesiones por grupo, según el análisis de conglomerados jerárquico.*

| <b>Grupo 1 (25)</b> | <b>Procedencia</b> | <b>Grupo 2 (3)</b> | <b>Procedencia</b> | <b>Grupo 3 (17)</b> | <b>Procedencia</b> |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| UCH-002             | Chaltura           | INIAP-485          | Santa Catalina     | ECU-17336           | Sagrario           |
| UCH-001             | Chaltura           | INIAP-482          | Santa Catalina     | ECU-17335           | Sagrario           |
| ECU-9325            | El Inca            | ECU-17328          | Quiroga            | ECU-17333           | Sagrario           |
| ECU-9323            | El Inca            |                    |                    | ECU-17321           | San Francisco      |
| UCH-005             | Chaltura           |                    |                    | ECU-3475            | Ibarra             |
| UCH-004             | Chaltura           |                    |                    | ECU-17325           | Quiroga            |
| ECU-8295            | Ambuqui            |                    |                    | ECU-17320           | San Francisco      |
| INIAP-484           | Santa Catalina     |                    |                    | ECU-17331           | Sagrario           |
| INIAP-420           | Santa Catalina     |                    |                    | ECU-17330           | Sagrario           |
| INIAP-481           | Santa Catalina     |                    |                    | ECU-17339           | Sagrario           |
| ECU-9317            | Pimampiro          |                    |                    | ECU-17338           | Sagrario           |
| ECU-8309            | Atuntaqui          |                    |                    | ECU-17329           | Quiroga            |
| ECU-8298            | El Inca            |                    |                    | ECU-17344           | Imantag            |
| ECU-8311            | El Inca            |                    |                    | ECU-17332           | Sagrario           |
| ECU-8294            | Ambuqui            |                    |                    | ECU-8293            | San Francisco      |
| ECU-8299            | Chuga              |                    |                    | ECU-17323           | Quiroga            |
| ECU-15556           | Imantag            |                    |                    | ECU-15528           | Imantag            |
| ECU-8375            | Ibarra             |                    |                    |                     |                    |
| UCH-003             | Chaltura           |                    |                    |                     |                    |
| ECU-15558           | Imantag            |                    |                    |                     |                    |
| ECU-15557           | Imantag            |                    |                    |                     |                    |
| ECU-15552           | Imantag            |                    |                    |                     |                    |
| ECU-17327           | Quiroga            |                    |                    |                     |                    |
| ECU-15547           | Imantag            |                    |                    |                     |                    |
| ECU-15510           | Imantag            |                    |                    |                     |                    |

#### 4.7. Valor discriminante para los caracteres cualitativos y cuantitativos

Los parámetros estadísticos para la selección de descriptores discriminantes cualitativos y cuantitativos se detallan a continuación:

##### 4.7.1. Caracteres cualitativos

Para determinar los valores discriminantes de las 12 características cualitativas evaluadas, se aplicó la prueba  $X^2$ , determinándose así nueve caracteres como altamente significativos y 3 caracteres como no significativo. Se establecieron nueve caracteres discriminantes por ser los que presentaron un mayor valor de  $X^2$  y son altamente significativos: color primario de la semilla

(63.79), color secundario de la semilla (36.04), color de las alas (25.73), color del estandarte (32.10), color del tallo (25.13), color de las vainas al momento de la madurez fisiológica (40.85), forma de las vainas (19.93), forma de la semilla (24.24) y hábito de crecimiento (33.33). Como se puede observar hay caracteres que describen al fruto, a las semillas y a la parte vegetativa. Los caracteres reconocidos por su alto valor discriminante pueden usarse para diferenciar grupos, cabe mencionar que el 90% de los descriptores resultaron ser significativos (Tabla 43).

**Tabla 43.**

*Descriptores morfológicos utilizados con parámetros para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos de las 45 accesiones de fréjol (Phaseolus vulgaris. L).*

| Variable                            | Chi <sup>2</sup>    | Gf | Valor<br>Cramer | Coefficiente<br>Pearson | P-Valor |
|-------------------------------------|---------------------|----|-----------------|-------------------------|---------|
| D23.-Color primario de la semilla   | 63.79*              | 28 | 0.69            | 0.77                    | 0.0001  |
| D24.-Color secundario de la semilla | 36.04*              | 14 | 0.52            | 0.67                    | 0.0010  |
| D25.-Color de las alas (flor)       | 25.73*              | 8  | 0.44            | 0.60                    | 0.0012  |
| D26.-Color del estandarte (flor)    | 32.10*              | 18 | 0.49            | 0.65                    | 0.0214  |
| D27.-Color de las hojas             | 4.64 <sup>ns</sup>  | 4  | 0.02            | 0.31                    | 0.3261  |
| D28.-Color del tallo                | 34.85*              | 4  | 0.51            | 0.66                    | 0.0001  |
| D29.-Color de las vainas (MF)       | 40.85*              | 16 | 0.48            | 0.64                    | 0.0006  |
| D30.-Color de las vainas (C)        | 7.62 <sup>ns</sup>  | 10 | 0.24            | 0.38                    | 0.6654  |
| D31.-Forma de las vainas            | 19.93*              | 4  | 0.38            | 0.55                    | 0.0005  |
| D32.-Forma de la semilla            | 24.24*              | 10 | 0.42            | 0.59                    | 0.0070  |
| D33.-Hábito de crecimiento          | 33.33*              | 6  | 0.50            | 0.65                    | 0.0001  |
| D34.-Adaptación                     | 10.29 <sup>ns</sup> | 8  | 0.28            | 0.43                    | 0.2455  |

\*: Significativo al 5% de probabilidad  
 ns: No significativo

#### 4.7.2. Caracteres cuantitativos

Los valores discriminantes con los caracteres cuantitativos se calcularon mediante la prueba de Fisher que permitió realizar posibles comparaciones entre grupos y seleccionar descriptores con mayor poder discriminante. Los valores de la prueba de Fisher y promedios calculados para los descriptores evaluados de las 21 características cuantitativas dieron como resultado trece caracteres discriminantes: días a la antesis, días a la madurez fisiológica, días a la cosecha, altura de planta, longitud de la hoja primaria, ancho de la hoja, área foliar, longitud de las vainas, ancho de las vainas, semillas por vainas, ancho de la semilla, peso de 100 semillas y rendimiento (Tabla 44).

**Tabla 44.**

Valores promedio para caracteres cuantitativos de los tres grupos de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.).

| Descriptor   | G1       | G2       | G3       | P-Valor |
|--|----------|----------|----------|---------|
| D1.-Días a la emergencia <sup>ns</sup>               | 11.00 A  | 10.33 A  | 11.24 A  | 0.1336  |
| D2.-Días a la antesis*                               | 66.12 A  | 67.67 A  | 90.35 B  | 0.0001  |
| D3.-Duración de la floración <sup>ns</sup>           | 57.52 A  | 53.33 A  | 65.69 A  | 0.1416  |
| D4.-Días a la madurez fisiológica*                   | 133.68 A | 128.33 A | 164.47 B | 0.0001  |
| D5.-Duración de la madurez fisiológica <sup>ns</sup> | 15.52 A  | 15.00 A  | 16.47 A  | 0.5299  |
| D6.-Días a la cosecha*                               | 148.36 A | 142.67 A | 180.24 B | 0.0001  |
| D7.-Porcentaje de emergencia <sup>ns</sup>           | 52.68 A  | 53.67 A  | 57.24 A  | 0.6288  |
| D8.-Longitud de las hojas primarias*                 | 5.52 AB  | 4.73 A   | 5.89 B   | 0.0266  |
| D9.-Altura de planta*                                | 78.82 A  | 100.57 A | 178.51 B | 0.0001  |
| D12.-Longitud de la hoja <sup>ns</sup>               | 10.47 AB | 9.60 A   | 10.75 B  | 0.0915  |
| D13.-Ancho de la hoja*                               | 8.94 A   | 8.40 A   | 9.65 A   | 0.0008  |
| D14.-Área foliar*                                    | 71.06 A  | 61.30 A  | 79.62 B  | 0.0049  |
| D15.-Longitud de las vainas*                         | 13.97 B  | 10.80 A  | 14.26 B  | 0.0161  |
| D16.-Ancho de las vainas*                            | 1.25 B   | 0.93 A   | 1.22 B   | 0.0017  |
| D17.-Semillas por vainas*                            | 5.08 A   | 6.33 B   | 6.24 B   | 0.0006  |
| D18.-Largo de la semilla <sup>ns</sup>               | 1.44 A   | 1.75 A   | 1.51 A   | 0.2850  |
| D19.-Ancho de la semilla*                            | 0.91 B   | 0.67 A   | 0.95 B   | 0.0001  |
| D20.-Peso de 100 semillas*                           | 65.02 B  | 22.67 A  | 67.07 B  | 0.0001  |
| D22.-Rendimiento*                                    | 71.63 A  | 59.33 A  | 156.81 B | 0.0001  |

\*: Significativo al 5% de probabilidad

ns: No significativo

#### 4.7.3 Análisis de componentes principales

En la figura 55, se encuentra representado gráficamente la ubicación espacial las 45 accesiones de fréjol. El análisis determinó que los dos ejes muestran el 100% de la variabilidad existente en el grupo de materiales evaluados. El eje 1 da a entender el 76% de variabilidad entre las agrupaciones con las variables: ancho de la hoja (0.32), área foliar (0.32) y el eje 2 explica el 24% de variabilidad restante entre las agrupaciones con las variables: número de semillas por vaina (0.56) y altura de planta (0.36) (Tabla 45).

La autovectores proyectados (coeficientes con la que cada variable original fue considerada para conformar las CP1 y CP2) el análisis de componente principales asocia el grupo 3 con el ancho de la hoja, los días a la cosecha, el rendimiento, los días a la antesis, la altura de la planta y días a la madurez fisiológica. Al grupo 1 con el área foliar, longitud de las hojas primarias, ancho de la semilla, longitud de las vainas, semillas por vainas, peso de 100 semillas y ancho de la vaina, mientras que el grupo 2 puede asociarse con todas las características antes mencionadas (Figura 56.)

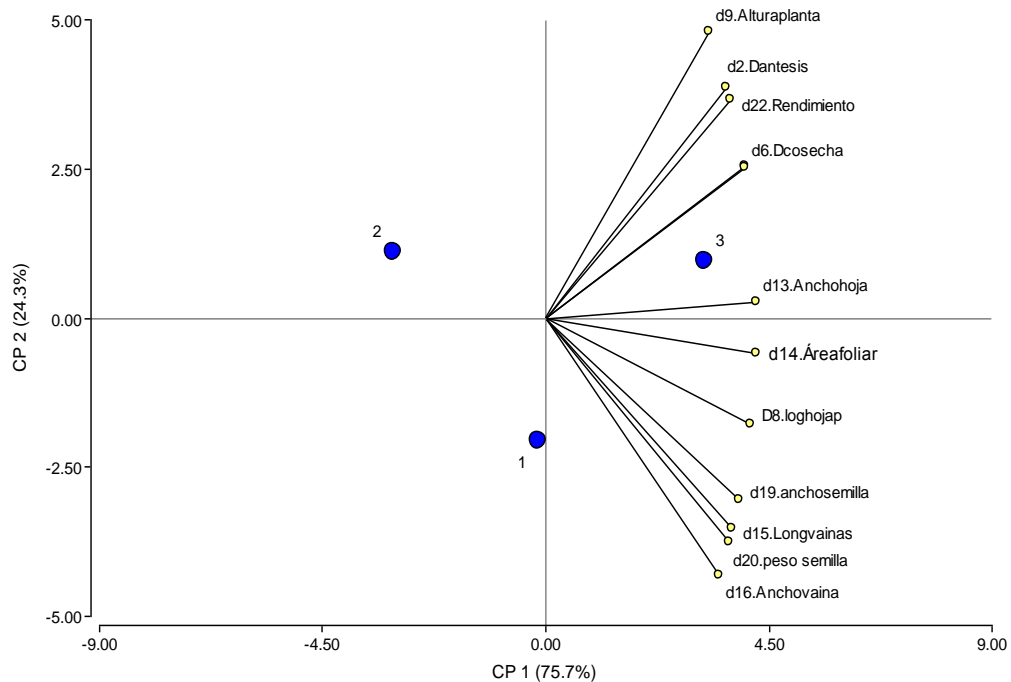
**Tabla 45.**

*Análisis de componentes principales de tres grupos de entradas de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) considerando las trece variables de análisis de conglomerados.*

| <b>Auto valores</b> |            |                      |
|---------------------|------------|----------------------|
| Ejes                | Proporción | Proporción acumulada |
| 1                   | 0.76       | 0.76                 |
| 2                   | 0.24       | 1.00                 |

| <b>Auto vectores</b>            |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|
| Variables                       | e1          | e2          |
| Días a antesis                  | 0.27        | 0.29        |
| Días a la madurez fisiológica   | 0.30        | 0.19        |
| Días a la cosecha               | 0.30        | 0.19        |
| Longitud de las hojas primarias | 0.31        | -0.13       |
| Altura de la planta             | 0.25        | <b>0.36</b> |
| Ancho de la hoja                | <b>0.32</b> | 0.02        |
| Área foliar                     | <b>0.32</b> | -0.04       |
| Longitud de las vainas          | 0.28        | -0.26       |
| Ancho de las vainas             | 0.26        | -0.32       |
| Semillas por vainas             | -0.01       | <b>0.56</b> |
| Ancho de la semilla             | 0.29        | -0.23       |
| Peso de 100 semillas            | 0.28        | -0.28       |
| Rendimiento                     | 0.28        | 0.27        |

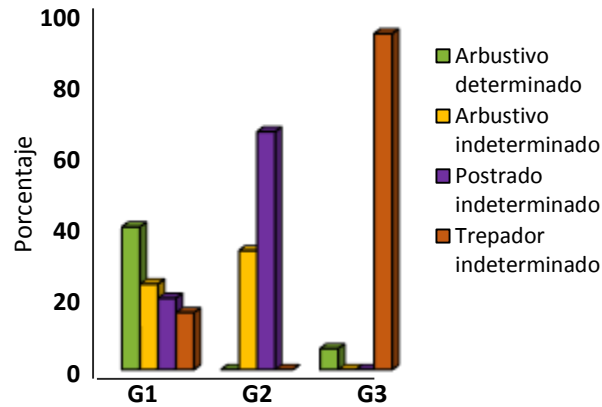


**Figura 26.** Proyección de los autovectores obtenidos mediante el análisis de componentes principales de tres grupos de entradas de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) considerando las trece variables del análisis de conglomerados.

#### 4.8. Análisis de los caracteres cualitativos discriminantes para grupos conformados

Las características cualitativas de los grupos se encuentran conformadas por varios estadios que muestran la variabilidad de la colección. La relación que existe entre los grupos formados con los descriptores de mayor valor discriminante permite comprender la naturaleza del agrupamiento (Anexo 1).

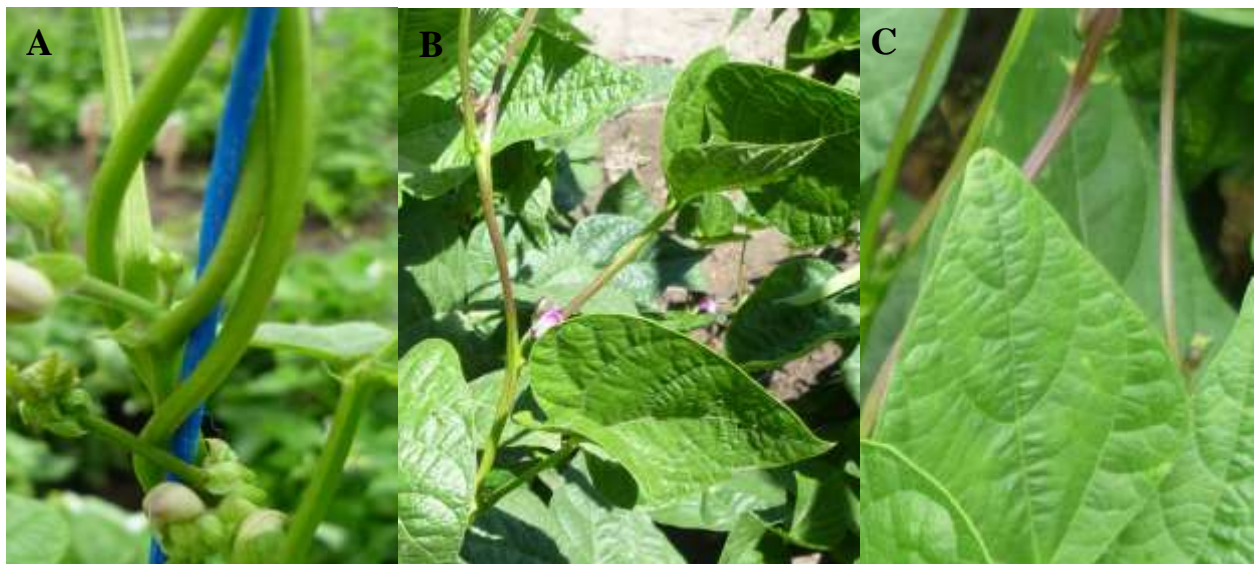
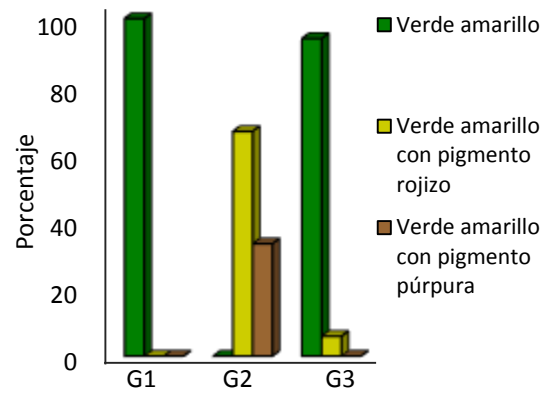
##### a) Hábito de crecimiento



**Figura 27.** Hábitos de crecimiento en grupos conformados (A) hábito arbustivo determinado, (B) hábito arbustivo indeterminado, (C) hábito postrado indeterminado, (D) hábito trepador indeterminado.

Respecto a este carácter el Grupo 3 presentó especies volubles en un 94.11% y solo una entrada (5.88%) fue de hábito arbustivo. Por su parte, el Grupo 2 mostró el 66.6% especies postradas y el 33.3% (1) fue arbustivo indeterminado. Mientras que, El Grupo 1 presentó la mayor diversidad en cuanto a esta característica dado que, el 40% fueron especies arbustivas determinadas, 24% arbustivas indeterminadas, 20% postradas indeterminadas y el 16% fueron trepadoras (Figura 26).

b) **Color del tallo**

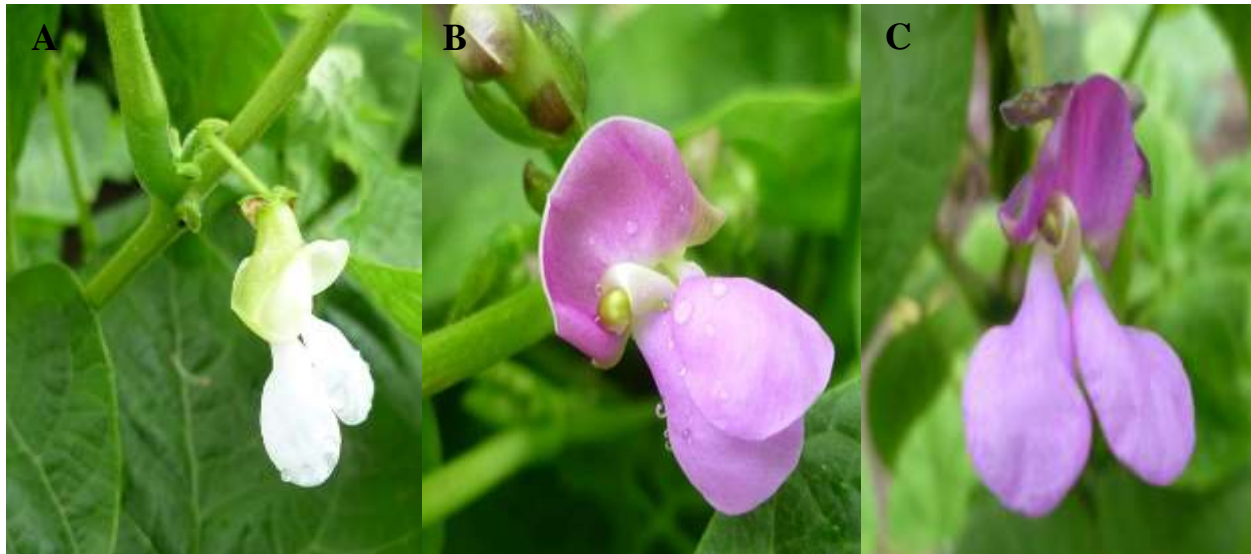
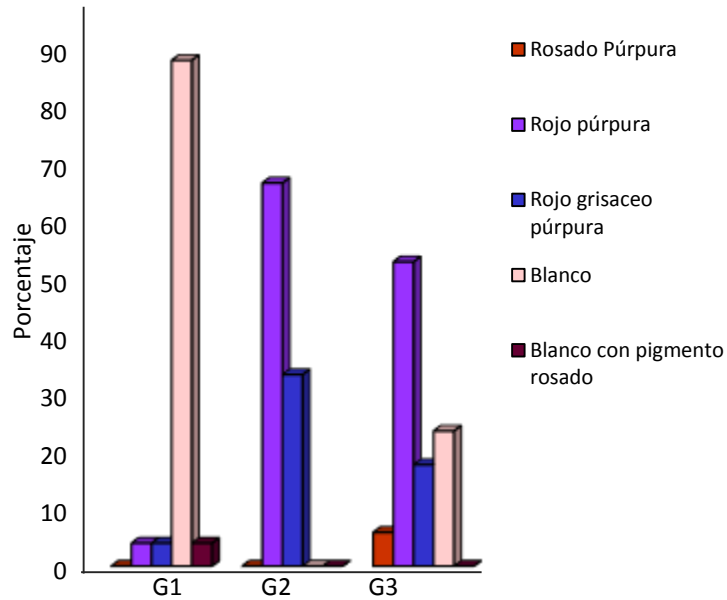


**Figura 28.** Color del tallo en grupos conformados (A) color verde amarillo, (B) color verde amarillo con pigmento rojizo, (C) color verde amarillo con pigmento púrpura.

El Grupo 1 y 3 presentan entre el 100% y 94% de sus entradas color verde amarillo, sin embargo, el 5,8% (una entrada) presentó un color adicional verde con pigmento rojizo, mientras que, el Grupo 2 tiene 63% de sus entradas tallos de color verde amarillo con pigmento rojizo y el 33,3% (1) mostró color verde amarillo con pigmento púrpura (Figura 28).



c) **Color de las alas (flor)**

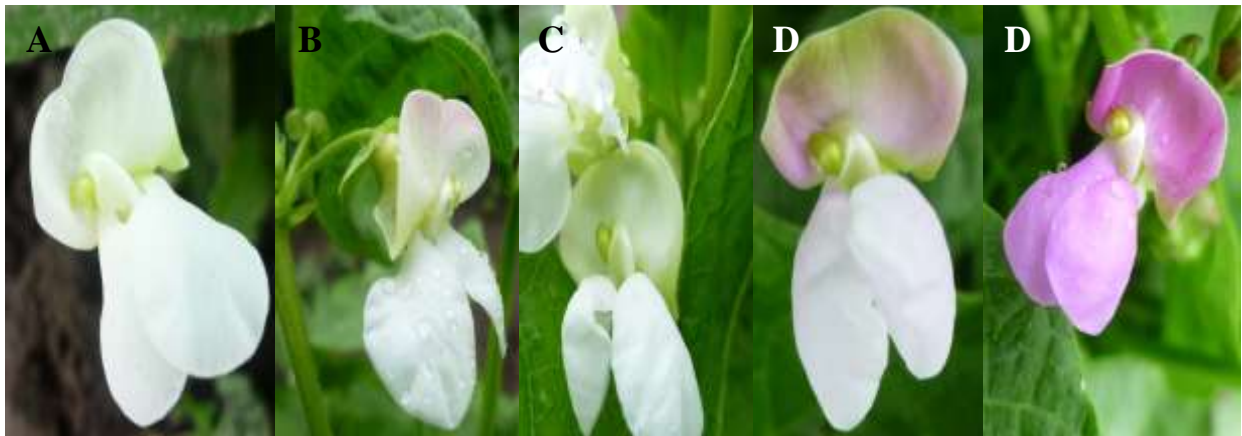
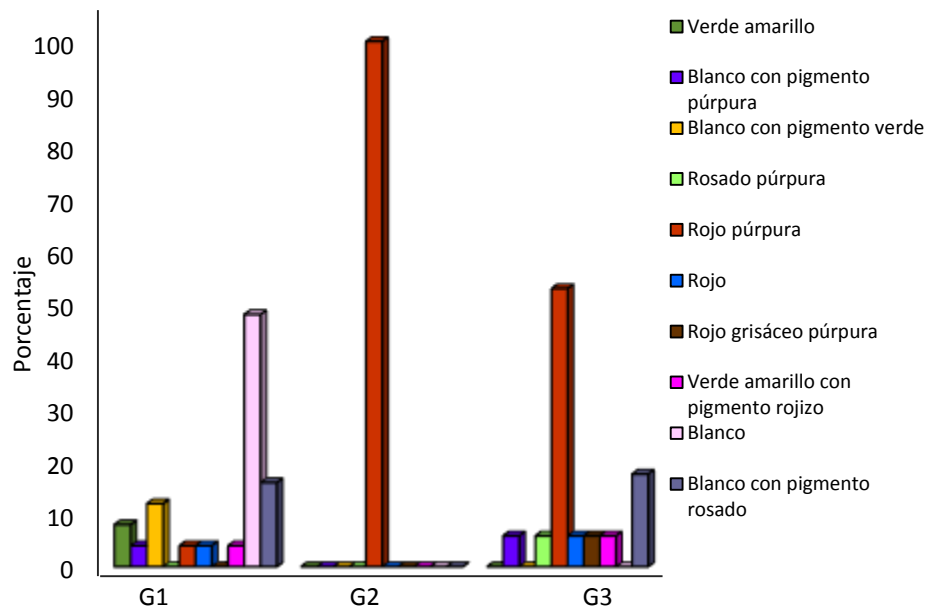


**Figura 29.** Color de las alas de la flor en grupos conformados (A) color blanco, (B) color rojo púrpura, (C) color rojo grisáceo púrpura

El Grupo 1 presentó el 88% flores con alas de color blanco y una entrada (4%) para el color rojo púrpura, rojo grisáceo púrpura y blanco con pigmento rosado. el Grupo 2 mostró el 66.6% flores con alas de color rojo púrpura y una accesión (33.3%) fue de color rojo grisáceo púrpura. El Grupo 3 presentó 52.9% flores con alas de color rojo púrpura, el 23.52% de color blanco, el 17.64% de color rojo grisáceo púrpura y una accesión (5,88) fue de color rosado púrpura (Figura 29).



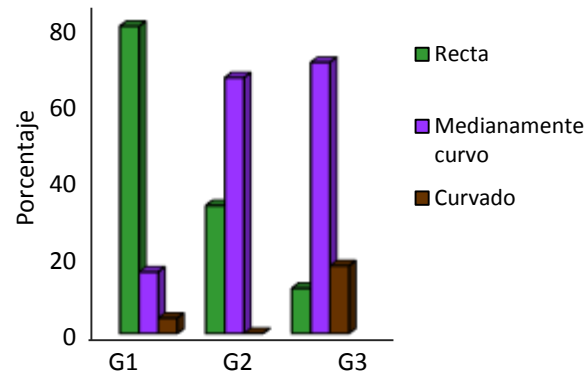
d) **Color del estandarte**



**Figura 30.** Color del estandarte de la flor en grupos conformados (A) color blanco, (B) color blanco con pigmento púrpura, (C) color verde amarillo, (D) color verde amarillo con pigmento rojizo, (E) color rojo púrpura.

El Grupo 2 se distingue por presentar flores con estandarte de color rojo púrpura en todas sus accesiones. Mientras que, el Grupo 3 presentó 52.94% de las entradas (nueve) flores con estandarte rojo púrpura y en tres accesiones (17.64%) se observó el color blanco con pigmento rosado, por su parte el Grupo 1 manifestó 12 accesiones (48%) estandarte blanco, cuatro (16%) fueron blancas pigmentadas de rosado, tres (12%) presentaron color blanco pigmentado de verde, 8% (dos) mostraron estandarte verde amarillo y en menor cantidad (una accesión) se registran los colores, blanco con pigmento púrpura, rosado púrpura, rojo, rojo grisáceo púrpura y verde amarillo con pigmentación verde (Figura 30).

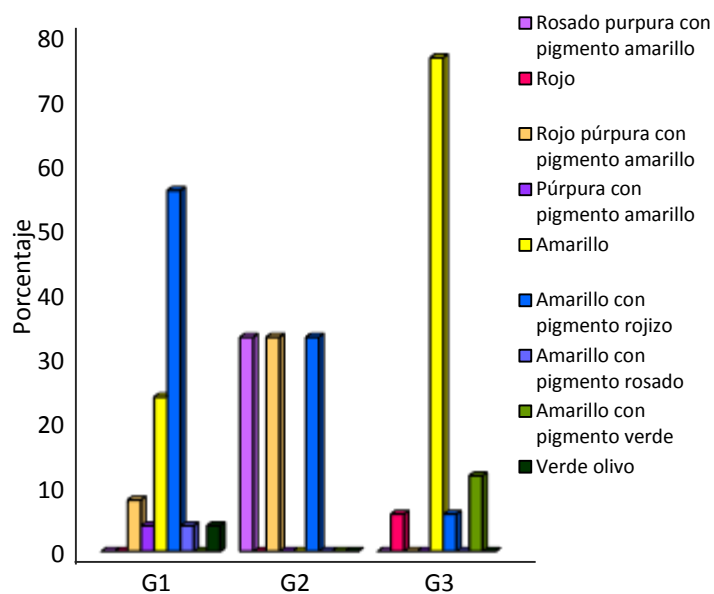
e) **Forma de la vaina**



**Figura 31.** Formas de la vaina en grupos conformados (A) forma recta, (B) forma medianamente curvado, (C) forma curvada.

La vaina puede expresar formas rectas, medianamente curvas y curvadas en este estudio los perfiles más predominantes son la forma recta identificada en el Grupo 1 presentando el 80% (20) vainas rectas y en el Grupo 3 y 4 predomina la forma medianamente curva en un 66.6% a 70.5% mientras que en menor cantidad se registran vainas curvadas en un 17.6% (Figura 31).

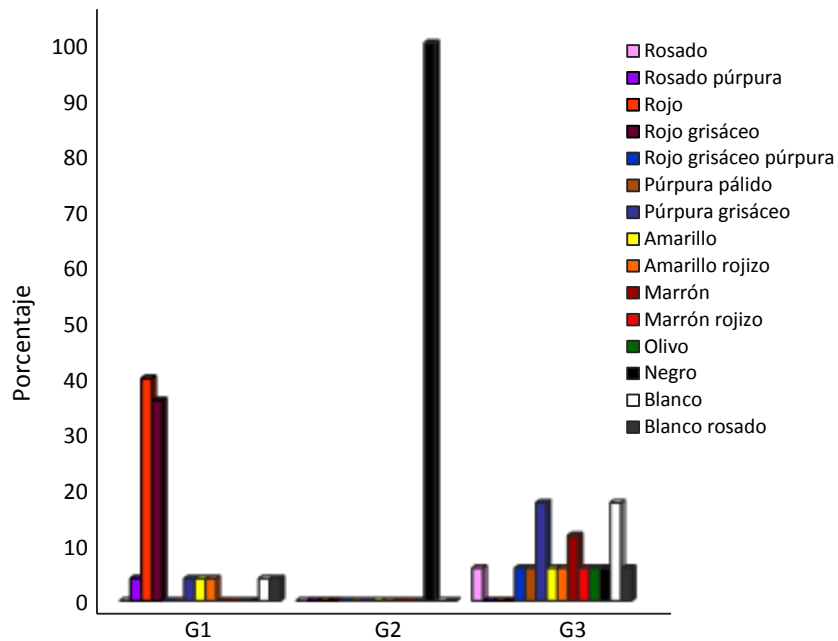
f) **Color de la vaina al momento de la madurez fisiológica**



**Figura 32.** Color de las vainas en la etapa de MF en grupos conformados

El Grupo 3 se destaca por presentar vainas amarillas en el 76.4% de sus entradas (13) por su parte el Grupo 1 predomina en color amarillo con pigmento rojizo en un 56% (14) y el Grupo 2 muestra vainas de color púrpura con pigmento amarillo, rojo púrpura con pigmentación amarilla y amarillo con pigmento rojizo (Figura 32).

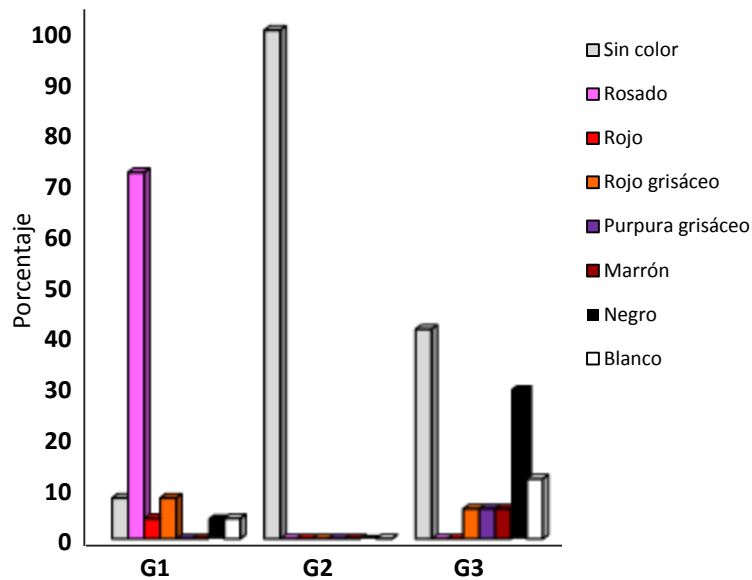
**g) Color primario de la semilla**



**Figura 33.** Color primario de la semilla en grupos conformados (A) color rojo, (B) color rojo grisáceo, (C) color rosado, (D) color negro.

Con relación al color primario de la semilla el Grupo 2 se caracteriza por presentar semillas de color negro en el 100% de sus entradas. El Grupo 1 presentó el 40% semillas rojas, el 36% rojas grisáceas y las semillas de colores entre rosado púrpura, púrpura grisáceo, amarillo, amarillo rojizo, blanco y blanco rosado son representadas por una accesión (4%). El Grupo 3 presentó varios colores menos del 20% de la representación entre grupos, el 17.6% fueron semillas de color púrpura grisáceo y blancas, mientras que, el 11.76% son marrones y las semillas de colores rosado, rojo grisáceo púrpura, púrpura pálido, amarillo, amarillo rojizo, marrón rojizo, olivo, negro y blanco rosado se identificaron en una accesión (5.8%) (Figura 33).

## h) Color secundario de la semilla

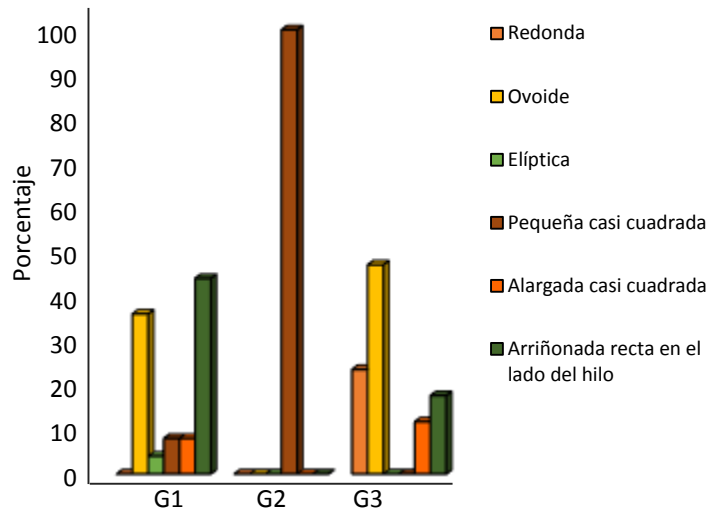


**Figura 34.** Color secundario de la semilla en grupos conformados (A) sin color secundario, (B) color rosado, (B) color negro.

El Grupo 2 se distingue de los otros grupos por no presentar el color secundario de la semilla en el 100% de las entradas. Por su parte, el Grupo 1 mostró el 72% de accesiones semillas con color secundario rosado, el 8% rojo grisáceo, el 4% (una accesión) rojo, negro, blanco y el 8% sin color. Mientras que, el Grupo 3 presentó el 41.7% de variedades con color secundario de la semilla ausente, el 29.4% negro, el 11.7% blanco, el 5.8% (1) rojo grisáceo, así mismo, el 5.8% (1) de púrpura grisáceo y marrón (Figura 34). Estos colores pueden distribuirse en distintos patrones que se denominan moteado, jaspeado, manchado o salpicado (CIAT, 1984).



i) **Forma de la semilla**



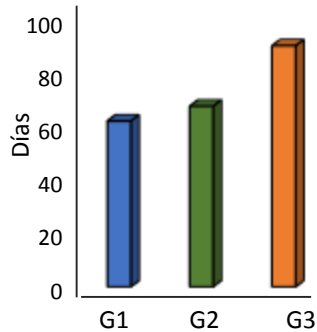
**Figura 35.** Forma de la semilla en grupos conformados (A) forma redonda, (B) forma ovoide, (C) forma elíptica, (D) forma alargada casi cuadrada, (E) forma arriñonada recta en el lado del hilo, (F) forma pequeña casi cuadrada.

El Grupo 2 se destaca por presentar el 100% de las entradas semillas de forma pequeña casi cuadrada. Por su parte en el Grupo 1 y 3 se registró una mayor diversidad de formas, las que más predominan son arriñonada recta en el lado del hilo entre el 44% y 17.64% de igual forma, entre el 36% y 47% ovoides y el 23.52% redondas. En menor proporción se presentaron semillas elípticas, alargadas casi cuadradas y pequeña casi cuadrada (Figura 35).

#### 4.9. Análisis de los caracteres cuantitativos discriminantes para grupos conformados

Los caracteres cuantitativos de los grupos encuentran formados por varios estadios que muestran la variabilidad de la colección. La relación existente entre los grupos conformados con los descriptores de mayor valor discriminante que permiten comprender la naturaleza del agrupamiento (Tabla 44).

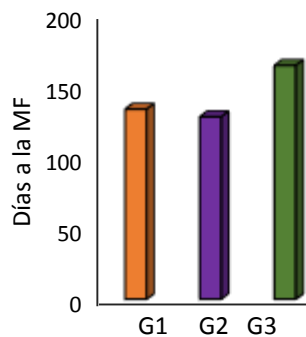
##### a) Días a la antesis



*Figura 36.* Días a la antesis en grupos conformados.

Con respecto a este carácter el Grupo 3 se diferencia por presentar el mayor tiempo a la antesis con 90 días debido a que está conformado por accesiones de hábito trepador mientras que, el Grupo 1 muestra un valor medio de 66 días y el Grupo 2 manifestó un promedio de 67 días (Figura 36).

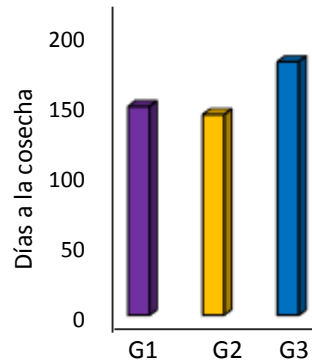
##### b) Días a la madurez fisiológica (MF)



*Figura 37.* Días a la MF en grupos conformados.

El Grupo 1 y 2 presentan un rango de 128-133 días a la madures fisiológica dado que estos dos grupos se conforman por accesiones de hábito arbustivo mientras que las entradas del Grupo 3 al ser de hábito trepador indeterminado muestra un valor medio de 164 días (Figura 37).

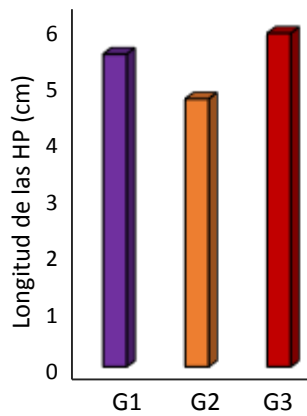
**c) Días a la cosecha**



*Figura 38.* Días a la cosecha en grupos conformados.

Las accesiones de hábito trepador indeterminado que conforman el Grupo 3 presentan un valor medio de 180 días a la cosecha estableciéndose como precoces, en cambio, las accesiones que forman el Grupo 1 y 2 muestran un promedio de 142 a 148 días considerándose tardías (Figura 38).

**d) Longitud de las hojas primarias (HP)**

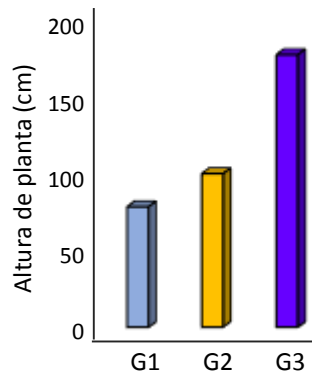


*Figura 39.* Longitud de HP en grupos conformados.

La longitud de las hojas primarias de las accesiones que conforman el Grupo 1 y 3 presentan una longitud promedio de 5.52 cm y 5.59 cm a diferencia del Grupo 2 el cual presenta un promedio de 4.73 cm de longitud de la hoja siendo accesiones de hojas pequeñas y de grano pequeño (Figura 39).



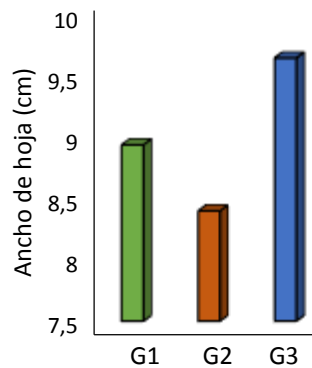
e) **Altura de la planta**



**Figura 40.** Altura de la planta en grupos conformados.

Las accesiones que forman el Grupo 3 se diferencian por presentar un valor medio de 178.51 cm siendo plantas grandes, en cambio el Grupo 2 presenta accesiones de porte medio con una altura de 100.57 cm y las entradas que forman el Grupo 1 muestran una altura media de 78.82 cm siendo plantas pequeñas en relación con los otros grupos (Figura 40).

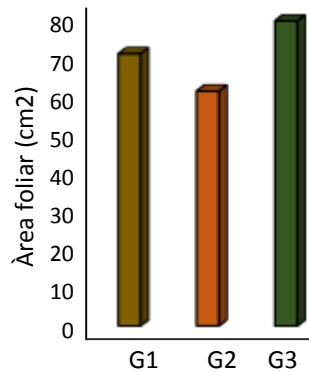
f) **Ancho de la hoja (foliolo central)**



**Figura 41.** Ancho de la hoja en grupos conformados.

El ancho de la hoja del foliolo central muestra que la mayor longitud se presenta en el Grupo 3 con un promedio de 9.65 cm mientras que, en el Grupo 1 se evidencia hojas con un valor medio de 8.94 cm y el Grupo 2 manifestó hojas pequeñas con un ancho de 8.94 cm debido a que son accesiones de grano pequeño por lo tanto sus hojas son pequeñas (Figura 41).

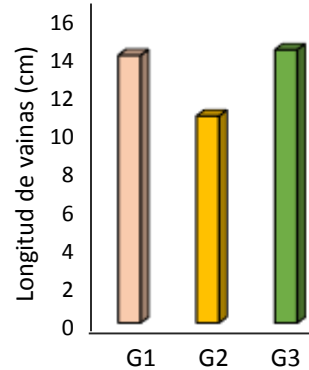
**g) Área foliar**



**Figura 42.** Área foliar en grupos conformados.

Para este carácter el Grupo 3 presento mayor área foliar de la hoja con un valor promedio de 79.62 cm<sup>2</sup> seguido por las accesiones del Grupo 1 que mostraron un valor medio de 71.06 cm<sup>2</sup> y el Grupo 2 manifestó un área foliar menor con un valor de 61.30 cm<sup>2</sup> en sus accesiones (Figura 42).

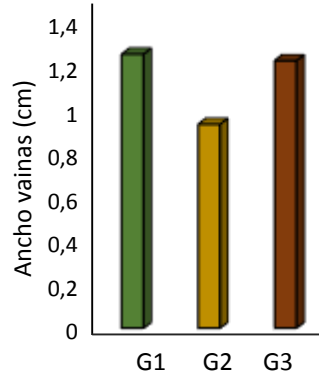
**h) Longitud de las vainas**



**Figura 43.** Longitud de las vainas en grupos conformados.

El Grupo 1 presenta vainas con una longitud de 13.97 cm y el Grupo 3 muestra una longitud de 14.26 cm las vainas de estos dos grupos son similares en longitud resultan ser grandes, a diferencia del Grupo 2 el cual manifestó vainas con una longitud de 10.80 cm consideradas pequeñas (Figura 43).

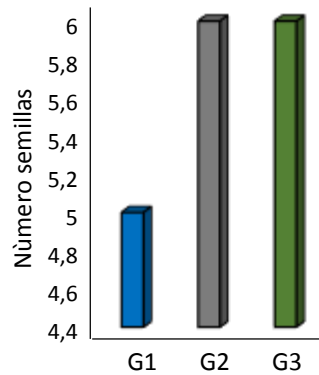
**i) Ancho de las vainas**



**Figura 44.** Ancho de las vainas en grupos conformados.

Con respecto al ancho de la vaina al igual que la longitud, los Grupos 1 y 3 presentan un rango similar 1.25 cm y 1.22 cm a diferencia del Grupo 2 el cual al poseer vainas con un valor promedio de 0.93 cm de ancho son pequeñas debido a que está relacionado con el tamaño de la semilla en comparación con los otros grupos (Figura 44).

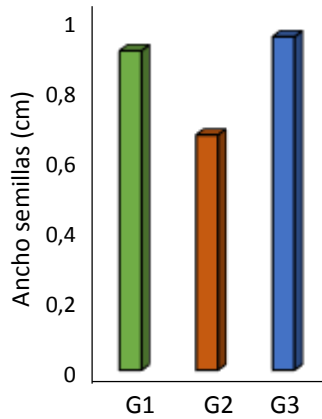
**j) Número de semillas por vaina**



**Figura 45.** Número de semillas por vaina en grupos conformados

Con respecto a este carácter el mayor número de semillas se presentan en los Grupos 2 y 3 con un valor promedio de seis semillas por vaina en cambio, las accesiones que conforman el Grupo 1 presentaron un valor promedio de cinco semillas por vaina carácter que está relacionado al genotipo de cada especie (Figura 45).

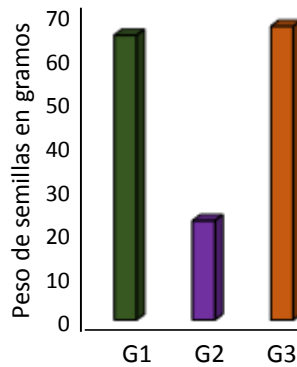
**k) Ancho de la semilla**



**Figura 46.** Ancho de la semilla en grupos conformados.

El descriptor ancho de la semilla muestra que el Grupo 1 y 3 presentan semillas grandes con un valor promedio de 0.91 cm, a diferencia del Grupo 2 el cual presenta semillas con un ancho de 0.67 cm esto se explica porque las accesiones de este grupo presentan semillas pequeñas y de color negro (Figura 46).

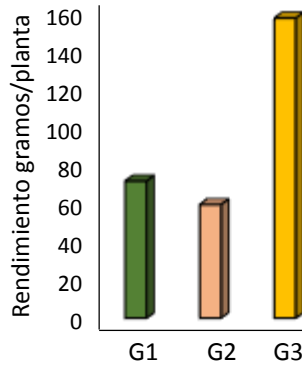
**l) Peso de 100 semillas**



**Figura 47.** Peso de 100 semillas en grupos conformados.

Este carácter al estar relacionado con el tamaño de la semilla, al igual que el caso anterior los Grupos 1 y 3 al poseer semillas grandes presentan un rango mayor que va de 65 a 67 gramos mientras que el Grupo 2 se diferencia por tener semillas pequeñas con un peso promedio de 22.67 gramos (Figura 47).

**m) Rendimiento gramos por planta**



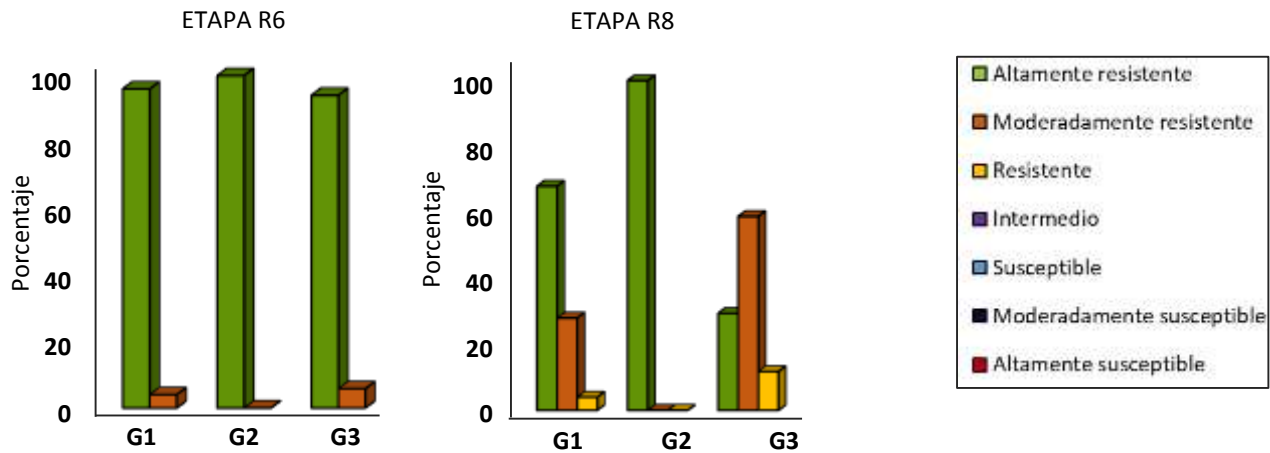
**Figura 48.** Rendimiento por planta en grupos conformados.

Con relación a este descriptor el rendimiento más alto se muestra en las accesiones del Grupo 3 el cual se destaca por presentar un valor promedio de 156.81 gramos/planta a diferencia del Grupo 1 que presentó un rendimiento por planta de 71.63 gramos y el Grupo 2 manifestó el menor rendimiento con 59.3 gramos/planta, sin embargo, hay que considerar que este carácter está determinado por el hábito de crecimiento registrado (Figura 48).

**4.10. Daños causados por plagas y enfermedades**

Los datos de esta variable se obtuvieron por observación visual en las etapas V4 (tercera hoja trifoliada), R5 (Prefloración), R6 (Floración), y R8 (llenado de vainas), de acuerdo con los grupos conformados (Anexo 2, 3, 4, 5 y 6)

**a). Daños causados por roya (*Uromyces appendiculatus*)**

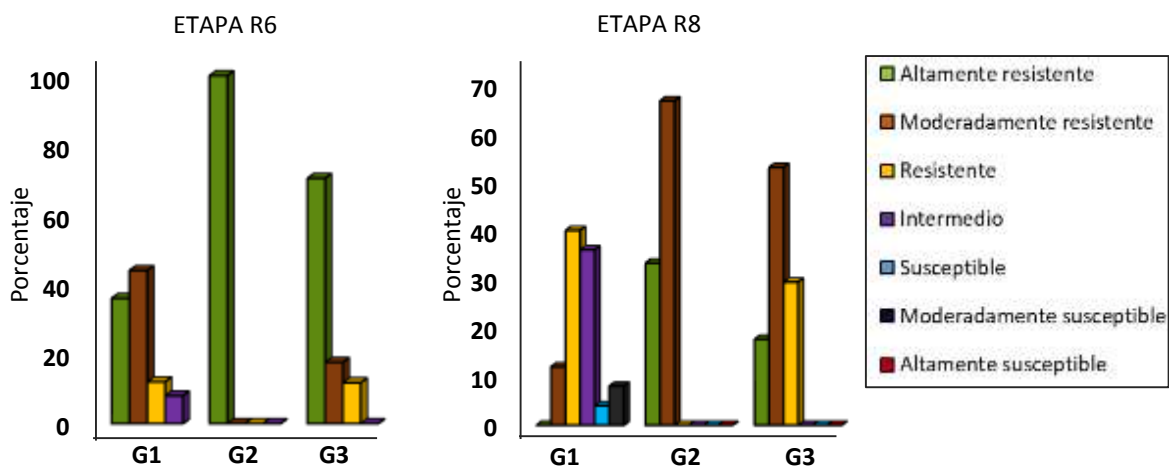




**Figura 49.** Daño ocasionado por roya según grupos conformados.

Durante la primera evaluación en la floración, se puede apreciar que todas las accesiones de la colección son altamente resistentes a la enfermedad, excepto una accesión del Grupo 1 y una del Grupo 3 las cuales resultaron ser moderadamente resistente. Sin embargo, durante el llenado de vainas, el Grupo 1 y 2 presentaron el 68% y 100% de resistencia respectivamente el 28% presentó resistencia moderada y 1 entrada (4%) fue resistente y en el Grupo 3 el 29.4% de las entradas del fueron altamente resistentes, el 58.8% presentaron resistencia moderada y el 11.76% mostraron un nivel resistente de daño (Figura 49).

**b) Daños causados por antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*).**



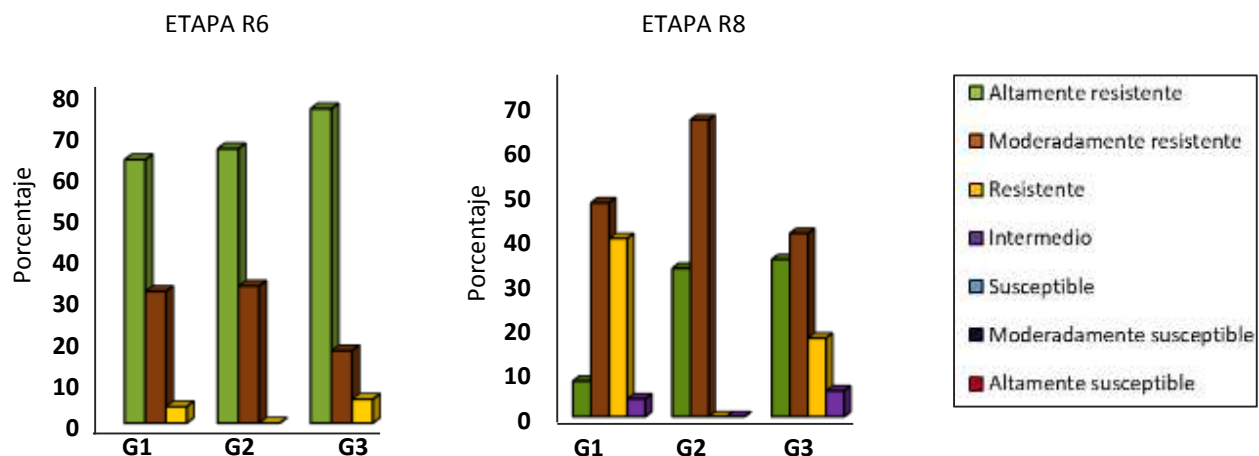


**Figura 50.** Daño ocasionado por antracnosis según grupos conformados

En la primera evaluación realizada en la etapa de floración, se observó que el Grupo 2 se destacó por presentar alta resistencia a la enfermedad en el 100% de las entradas, el Grupo 1 presentó alta resistencia en el 36% de las entradas, el 44% fue resistente, el 12% mostró resistencia moderada y el 8% presentó un nivel de daño intermedio. De igual forma, el Grupo 3 mostró alta resistencia a la enfermedad en el 70.58% de accesiones, el 17.64% fueron moderadamente resistentes y el 11.76% presentó un nivel de daño moderado (Figura 50).

Con respecto a la segunda evaluación, se observó que hubo mayor presencia del patógeno por consiguiente el Grupo 2 y 3 fueron moderadamente resistentes entre el 52.94% y 66.6%. Mientras que el Grupo 1 presentó una resistencia moderada en el 12% de las entradas, el 40% fueron resistentes, el 36% mostraron niveles intermedios de daño, el 4% (una accesión) fue susceptible y el 8% fueron moderadamente susceptibles (Figura 50).

**c). Daños causados por mancha angular (*Isariopsis griseola*)**



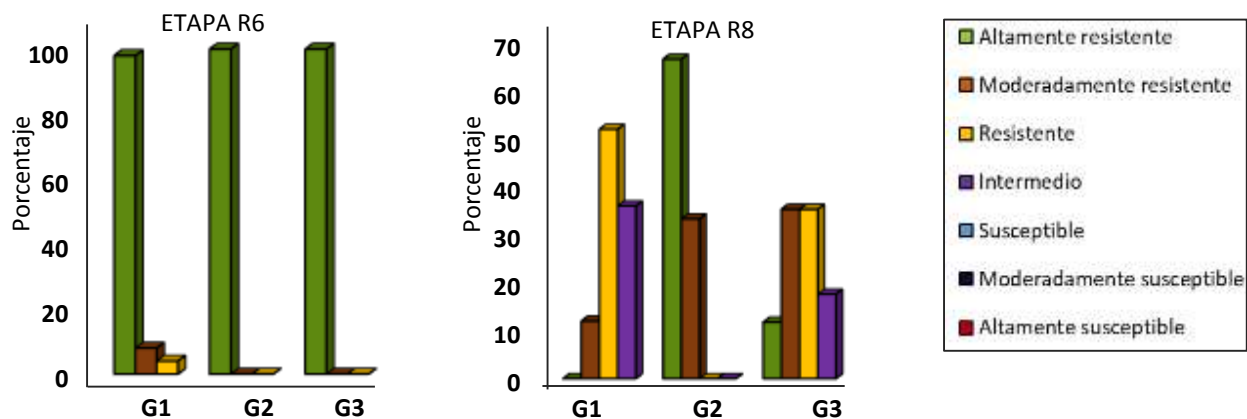


**Figura 51.** Daño ocasionado por mancha angular según grupos conformados

Durante la floración, se puede apreciar que la colección es resistente, dado que, el Grupo 1 mostró alta resistencia a la enfermedad en el 64% de las entradas, el Grupo 2 en el 66.6% y el Grupo 3 en el 76.4% a demás, entre el 17.6% y el 30% fueron moderadamente resistentes y entre el 4% y 5% presentaron un nivel 3 de resistencia (Figura 51)

Por otro lado, durante la segunda evaluación, hubo mayor presencia de la enfermedad, por consiguiente, el Grupo 1 presentó alta resistencia solo en el 8% de las entradas, el 48% fueron moderadamente resistentes, el 40% presentaron un nivel resistente de daño y una accesión (4%) mostró un nivel de daño intermedio. El Grupo 2 presentó alta resistencia en el 33.3% de las entradas, mientras que el 66.6% fueron moderadamente resistentes. Y en el caso del Grupo 3 el 35.29% de las entradas presentaron alta resistencia, el 41.17% fueron moderadamente resistentes, el 17.64% mostraron un nivel 3 de resistencia y una accesión (5.88%) presentó un nivel intermedio de daño (Figura 51).

**d) Daños causados por bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*).**







**Figura 52.** Daño ocasionado por Bacteriosis común según grupos conformados

Durante la primera evaluación realizada al momento de la floración se determinó que todas las entradas de la colección son altamente resistentes a la enfermedad, sin embargo, en el Grupo 1 se presenciaron dos accesiones (8%) con resistencia moderada y una entrada (4%) presentó un nivel 3 de resistencia. Mientras que, durante la segunda evaluación el Grupo 1 presentó resistencia moderada a la enfermedad en el 12% de las entradas, el 52% fueron resistentes y el 36% presentaron un nivel de daño intermedio. El Grupo 2 fue altamente resistente en el 66.6% de accesiones y una accesión (33.3%) presentó resistencia moderada y el Grupo 3 presentó alta resistencia en el 11.76% de las entradas, el 35.29% fueron moderadamente resistentes, el 35.29% presentaron un nivel 3 de resistencia y el 17.64% mostraron un nivel intermedio de daño (Figura 52).

#### 4.10.2 Daños causados por plagas por grupos

##### a) Daño causado por mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

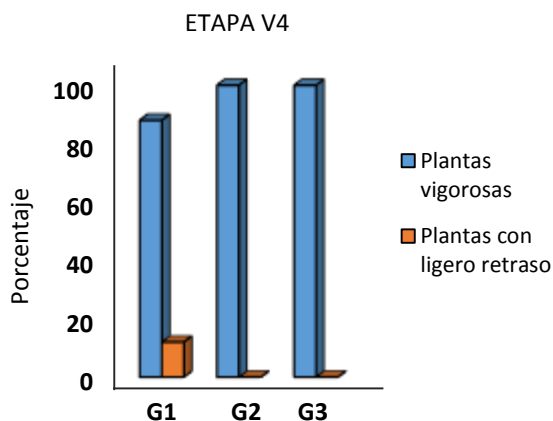




Figura 53. Daño ocasionado por mosca blanca según grupos conformados.

Al representar gráficamente el nivel de daño ocasionado por mosca blanca se puede apreciar que durante la etapa V4 (Tercera hoja trifoliada), el daño fue mínimo, por lo tanto, la mayoría de las entradas fueron plantas vigorosas, sin embargo, en el Grupo 1 se presenciaron tres accesiones (12%) con ligero retraso (Figura 53).

**b). Daño causado por lorito verde (*Empoasca kraemeri*)**

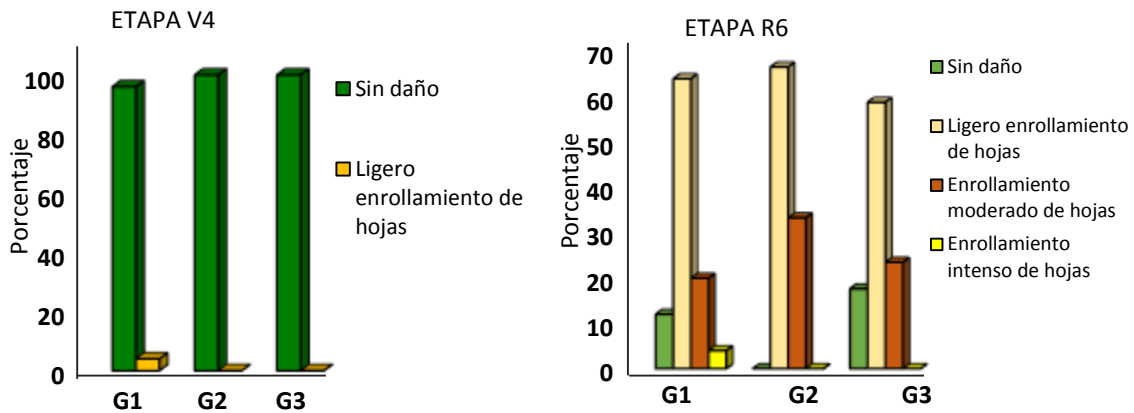
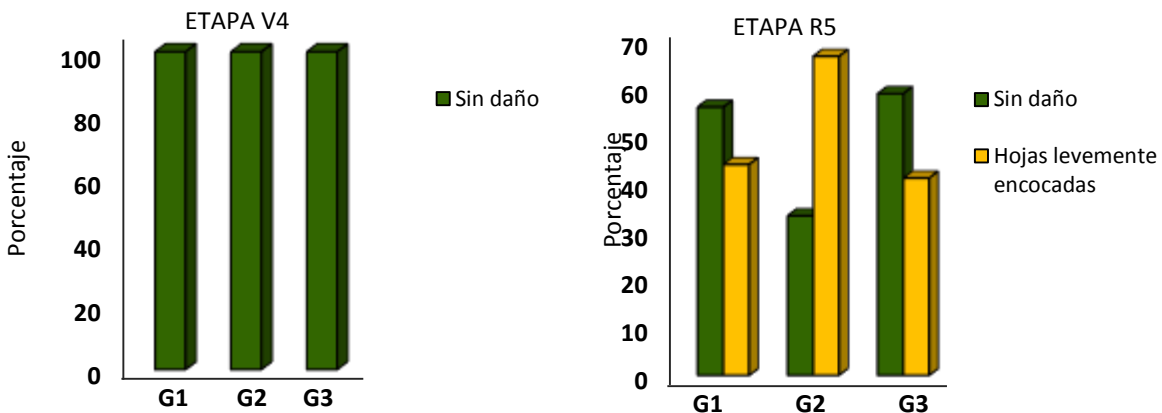


Figura 54. Daño ocasionado por Lorito verde según grupos conformados.

Durante la primera evaluación en la etapa V4 (Tercera hoja trifoliada) la colección no presentó daños por Lorito verde, sin embargo, en el Grupo 1 se presentó una accesión (4%) con un ligero enrollamiento de las hojas. Mientras que, durante la segunda evaluación R6, los 3 grupos presentaron entre el 58% y 66.6% un ligero enrollamiento de hojas, entre el 20% y 33.3% mostraron hojas moderadamente enrolladas, una accesión (4%) presentó un enrollamiento intenso de hojas y entre el 12% y 17.6% resultaron sin daño (Figura 54).

**c). Daño ocasionado por áfidos (*Aphis* spp.).**

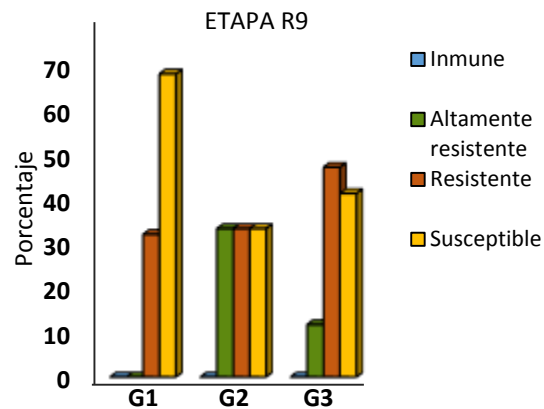


**Figura 55.** Daño causado por áfidos según grupos conformados

Al representar gráficamente el daño ocasionado por áfidos se pudo determinar que en la primera evaluación en la etapa vegetativa V4 (Tercera hoja trifoliada) no hubo presencia de esta plaga. Sin embargo, durante la segunda evaluación en la prefloración, el Grupo 1 no presentó daños en el 56% de las entradas, mientras que, en el 44% se pudo observar que las hojas estaban

levemente encocadas, el Grupo 2 no mostró daños en el 33,3% de las entradas y el 66,6% presentaron hojas levemente encocadas, de igual forma, el Grupo 3 no presentó daños en el 58,82% de las entradas, pero si se identificó hojas levemente encocadas en el 41,17% (Figura 55).

**d) Daño causado por el gusano de la vaina (*Apion godmani*).**



**Figura 56.** Daño ocasionado por el gusano de la vaina según grupos conformados.

Durante la evaluación realizada en la etapa de maduración, se determinó que toda la colección presentó daños por esta plaga, por consiguiente, el Grupo 1 presentó en el 32% de las entradas un nivel resistente de daño y el 68% fueron susceptibles. Por su parte, el Grupo 3 mostró en el 47.05% de accesiones un nivel de daño resistente, el 41.17% fue susceptible y solamente dos accesiones ECU-17332 y ECU-17324 fueron altamente resistentes. Mientras que, el Grupo 2 se presentó una accesión (33.33%) para cada nivel de resistencia (Figura 56).

#### 4.11. Identificación de morfotipos por grupos

Mediante el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward, se obtuvieron tres grupos de entradas. Dentro de los cuales se identificó nueve morfotipos (grupos de accesiones que comparten características en común para diferenciar en alguna de ellas). A continuación, se describen las características de cada morfotipo.

Dentro del **Grupo 1** se identificaron cinco morfotipos (M1, M2, M3, M4 y M5) y los detalles de los caracteres evaluados se detallan en la (Tabla 46, Figura 57).

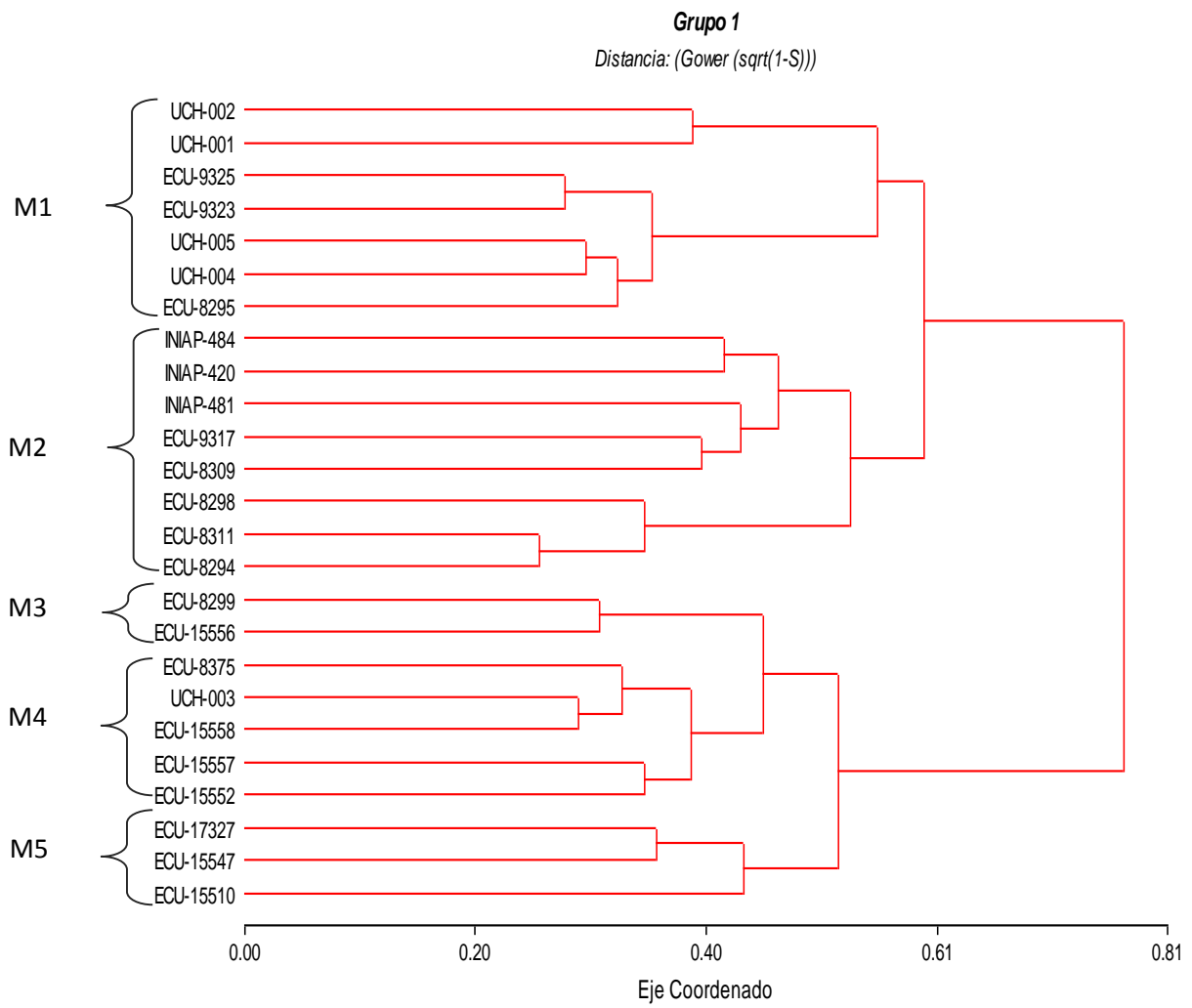
a) **Morfotipo 1.** Este morfotipo se encuentra constituido por siete accesiones: UCH-002, UCH-001, ECU-9325, ECU-9323, UCH-005, UCH-004, ECU-8295, las características de este grupo es que presentan un hábito de crecimiento arbustivo, el perfil de la vaina muestra formas rectas y medianamente curvas, de igual modo las semillas presentan formas arriñonadas rectas en el lado del hilo (Tabla 46).

b) **Morfotipo 2.** Este grupo se conforma de ocho accesiones: INIAP-484, INIAP-420, INIAP-481, ECU-9317, ECU-8309, ECU-8298, ECU-8311, ECU-8294, este morfotipo se diferencia del M1 por presentar un hábito de crecimiento arbustivo determinado e indeterminado, formas de la vaina recta y perfil de la semilla arriñonada a ovoide (Tabla 46).

c) **Morfotipo 3.** Este morfotipo consta de dos accesiones: ECU-8299 y ECU-15556 Se caracteriza principalmente por mostrar un color del estandarte de la flor blanco con pigmento púrpura a rosado y se diferencia de los M1 y M2 por presentar formas ovoides de las semillas (Tabla 46).

d) **Morfotipo 4.** Este morfotipo está conformado de cinco accesiones: ECU-8375, UCH-003, ECU-15558, ECU-15557, ECU-15552, se diferencia de los M1, M2 y M3 principalmente por presentar un hábito de crecimiento postrado (Tabla 46).

e) **Morfotipo 5.** Este morfotipo está constituido de tres accesiones: ECU-17327, ECU-15547, ECU-15510, este grupo se diferencia de los demás morfotipos principalmente por presentar un hábito de crecimiento trepador (Tabla 46).






**Figura 57.** Dendrograma de 25 accesiones que conforman el grupo 1








**Tabla 46.**

*Morfotipos del grupo 1, determinados en base a los caracteres cualitativos evaluados en la caracterización morfoagronómica de la colección de fréjol (Phaseolus vulgaris L.)*

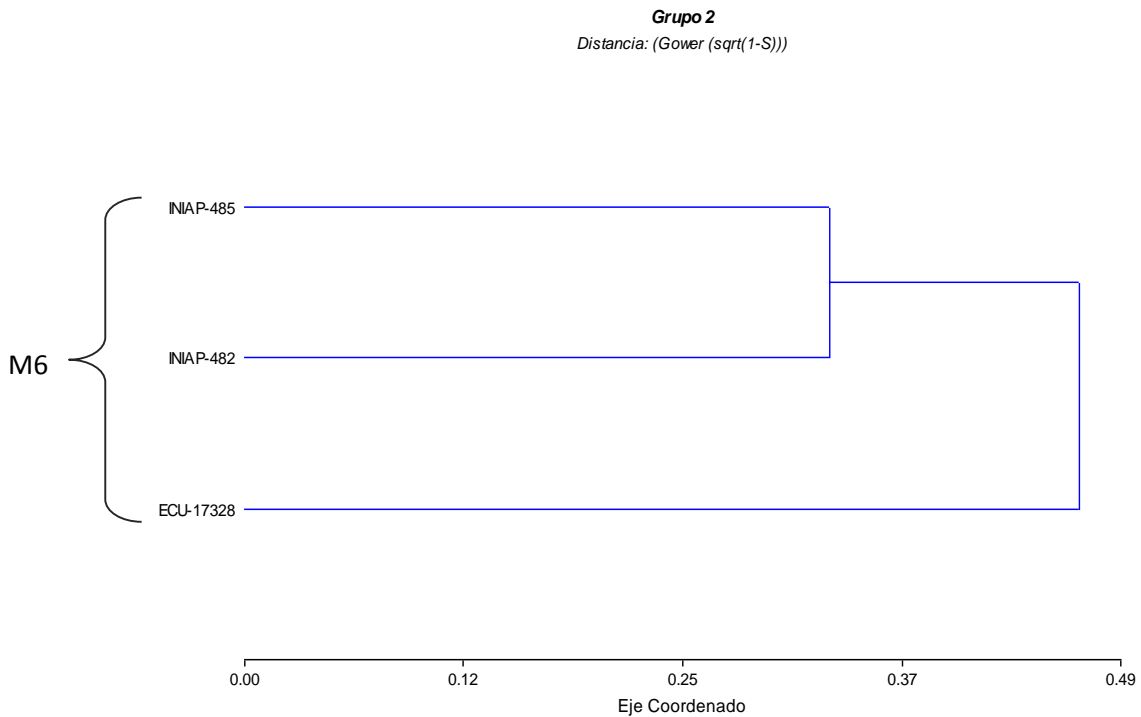
| No.<br><br>Identificación de germoplasma | M1   | M2  | M3  |
|--|--|---|---|
|  | UCH-002, UCH-001, ECU-9325, ECU-9323, UCH-005, UCH-004, ECU-8295                   | INIAP-484, INIAP-420, INIAP-481, ECU-9317, ECU-8309, ECU-8298, ECU-8311, ECU-8294   | ECU-8299 y ECU-15556  |
|  |  |  |  |
| *Hábito de crecimiento                   | Arbustivo determinado  | Arbustivo determinado/indeterminado   | Arbustivo determinado/indeterminado   |
| *Color del tallo                         | Verde amarillo   | Verde amarillo  | Verde amarillo  |
| Color de las hojas                       | Verde olivo  | Verde olivo moderado  | Verde olivo   |
| *Color de las alas                       | Blanco   | Blanco  | Blanco  |
| *Color del estandarte                    | Blanco   | Blanco  | Blanco con pigmento púrpura/rosado  |
| Color de las vainas (MF)                 | Amarillo con pigmento rojizo   | Amarillo  | Rojo púrpura con pigmento amarillo/amarillo con pigmento rojizo                     |
| *Forma de las vainas                     | Recta/Medianamente curva   | Recta   | Recta   |
| Adaptación                               | Excelente  | Excelente/buena   | Buena   |
| *Color de las vainas (Cos)               | Amarillo   | Amarillo  | Marrón/Amarillo   |
| *Forma de la semilla                     | Arriñonada recta (hilo)  | Arriñonada/Ovoide   | Ovoide  |
| *Color primario de la semilla            | Rojo grisáceo  | Rojo/Rojo grisáceo  | Rojo/Rojo grisáceo  |
| *Color secundario de la semilla          | Rosado   | Rosado  | Rosado  |
| *Antracnosis (R6)                        | Moderadamente resistente   | Moderadamente resistente/resistente   | Altamente resistente  |
| *Antracnosis (R8)                        | Resistente/Intermedio  | Intermedio/moderadamente susceptible  | Resistente  |

Continuación...

| No.<br><br>Identificación<br>de<br>germoplasma | M4   | M5  |
|--|--|---|
|  |  | ECU-8375, UCH-003, ECU-15558, ECU-15557,<br>ECU-15552   |
|  |   |    |
| *Hábito de crecimiento                         | Postrado   | Trepador  |
| *Color del tallo                               | Verde amarillo   | Verde amarillo  |
| Color de las hojas                             | Verde olivo  | Verde olivo   |
| *Color de las alas                             | Blanco   | Blanco/Blanco con pigmento rosado   |
| *Color del estandarte                          | Blanco con pigmento rosado   | Verde amarillo/Verde amarillo con pigmento púrpura  |
| Color de las vainas (MF)                       | Amarillo con pigmento rojizo   | Amarillo con pigmento rojizo  |
| *Forma de las vainas                           | Recta  | Recta   |
| Adaptación                                     | Excelente  | Excelente   |
| *Color de las vainas (Cos)                     | Amarillo/Marrón  | Amarillo  |
| *Forma de la semilla                           | Ovoide   | Arriñonada/Ovoide   |
| *Color primario de la semilla                  | Rojo   | Rojo/Rojo grisáceo/Púrpura  |
| *Color secundario de la semilla                | Rosado   | Rosado  |
| *Antracnosis (R6)                              | Moderadamente resistente   | Altamente resistente  |
| *Antracnosis (R8)                              | Resistente   | Moderadamente resistente  |






**Grupo 2.** Dentro de este grupo se encuentran tres accesiones las cuales forman un morfotipo (M6) (Figura 58). Este morfotipo se diferencia de los otros morfotipos por presentar principalmente un hábito de crecimiento arbustivo indeterminado y postrado, el color del tallo verde amarillo con pigmento rojizo a púrpura, el color de las alas y estandarte de la flor rojo púrpura a grisáceo, la forma de la vaina recta a medianamente curva, la forma de la semilla es pequeña casi cuadrada y el color de la semilla es negro en su totalidad (Tabla 47).



**Figura 58.** Dendrograma de tres accesiones que conforman el grupo 2

**Tabla 47.**

Morfotipos del grupo 2, determinados en base a los caracteres cualitativos evaluados en la caracterización morfoagronómica de la colección de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

| Identificación<br>De<br>germoplasma | M6   |  |
|-------------------------------------|--|--|
|                                     | INIAP-485, INIAP-482, ECU-17328  |  |
| No.                                 |                    | <br> |
| *Hábito de crecimiento              | Postrado/arbustivo indeterminado   |  |
| *Color del tallo                    | Verde amarillo con pigmento rojizo/púrpura   |  |
| Color de las hojas                  | Verde olivo moderado   |  |
| *Color de las alas                  | Rojo púrpura/ rojo grisáceo  |  |
| *Color del estandarte               | Rojo púrpura   |  |
| Color de las vainas (MF)            | Rojo púrpura con pigmento amarillo/Rosado púrpura con pigmento amarillo/amarillo con pigmento rojizo |  |
| *Forma de las vainas                | Medianamente curvas/rectas   |  |
| Adaptación                          | Excelente  |  |
| *Color de las vainas (Cos)          | Marrón/Amarillo  |  |
| *Forma de la semilla                | Pequeña casi cuadrada  |  |
| *Color primario de la semilla       | Negro  |  |
| *Color secundario de la semilla     | Ausente  |  |
| *Antracnosis (R6)                   | Altamente resistente   |  |
| *Antracnosis (R8)                   | Moderadamente resistente   |  |

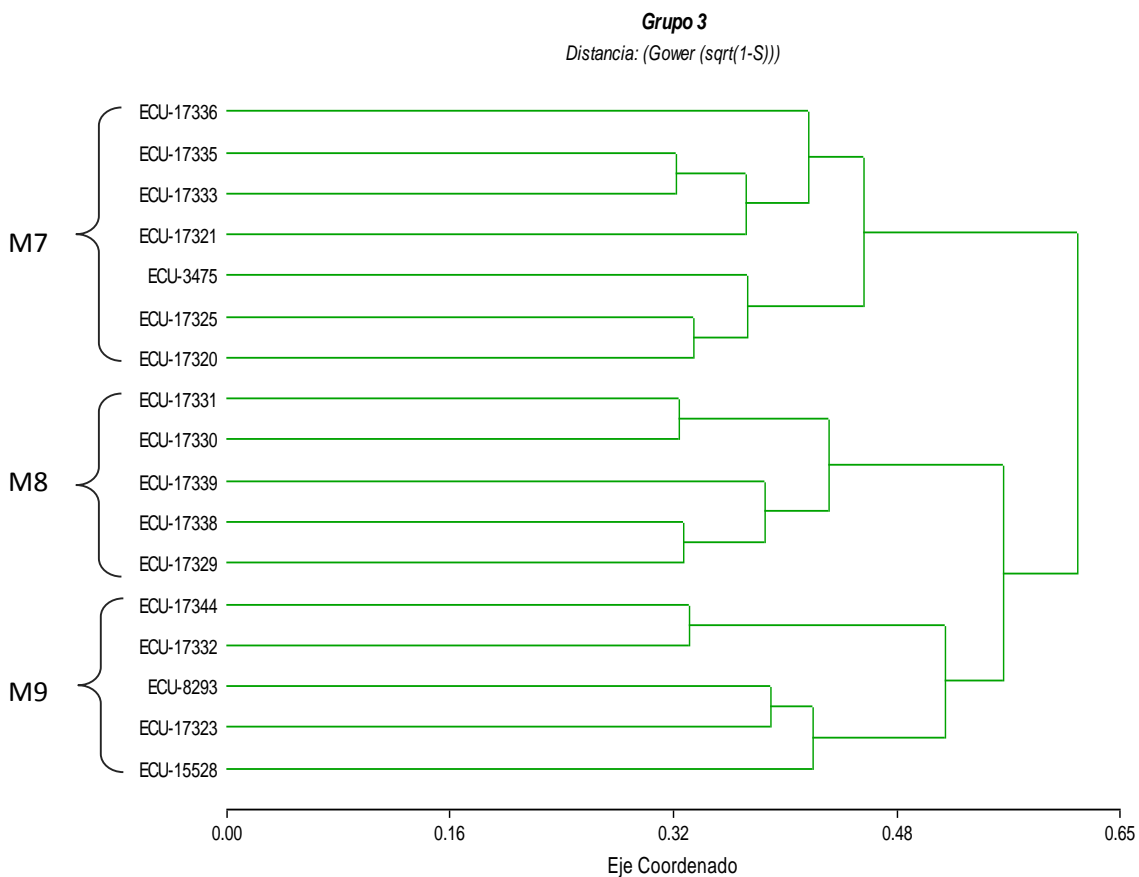
**Grupo 3.** Dentro de este grupo se identificaron tres morfotipos (M7, M8, y M9) y los detalles de los caracteres evaluados se detallan en la (Tabla 48, Figura 58).

a) **Morfotipo 7.** Este morfotipo consta por siete accesiones: ECU-17336, ECU-17335, ECU-17333, ECU-17321, ECU-3475, ECU-17325, ECU-17320 se caracteriza por presentar Este se caracteriza principalmente por presentar formas de la semilla ovoide y arriñonada recta en el lado

del hilo, en cuanto al color este grupo muestra semillas púrpuras grisáceas, amarillas con color secundario blanco y negro (Tabla 48).

**b) Morfotipo 8.** Dentro de este se agrupan cinco accesiones: ECU-17331, ECU-17330, ECU-17339, ECU-17338, ECU-17329 se diferencia del M7 principalmente por las formas ovoide y alargada casi cuadrada de la semilla, además presentan un color blanco, rosado y púrpura (Tabla 48).



**c) Morfotipo 9.** Este grupo consta de cinco accesiones: ECU-17344, ECU-17332, ECU-8293, ECU-17323, ECU-15528 este morfotipo se diferencia por mostrar flores con estandarte blanco con pigmento rosado, el perfil de la semilla que presenta es ovoide de colores amarillo, marrón y olivo (Tabla 48).



**Figura 59.** Dendrograma de 17 accesiones que forman el grupo 3.

**Tabla 48.**

Morfotipos del grupo 3, determinados en base a los caracteres cualitativos evaluados en la caracterización morfoagronómica de la colección de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)

| No.                             | M7  | M8   | M9  |
|---------------------------------|---|--|---|
|                                 | <p>Identificación de germoplasma</p>  | <p>ECU-17336, ECU-17335, ECU-17333, ECU-17321, ECU-3475, ECU-17325, ECU-17320.</p> |  |
| *Hábito de crecimiento          | Trepador indeterminado  | Trepador indeterminado   | Trepador indeterminado  |
| *Color del tallo                | Verde amarillo  | Verde amarillo   | Verde amarillo  |
| Color de las hojas              | Verde Olivo   | Verde olivo moderado   | Verde olivo   |
| *Color de las alas              | Rojo púrpura  | Rojo púrpura/Blanco  | Rojo grisáceo púrpura/Blanco  |
| *Color del estandarte           | Rojo púrpura  | Rojo púrpura   | Blanco con pigmento rosado  |
| Color de las vainas (MF)        | Amarillo/Amarillo con pigmento verde  | Amarillo   | Amarillo  |
| *Forma de las vainas            | Medianamente curva  | Medianamente curva   | Medianamente curva  |
| Adaptación                      | Excelente   | Excelente  | Excelente   |
| *Color de las vainas (Cos)      | Amarillo/Marrón   | Amarillo rojizo/Marrón   | Marrón  |
| *Forma de la semilla            | Ovoide/Arriñonada recta en el hilo  | Ovoide/Alargada casi cuadrada  | Ovoide  |
| *Color primario de la semilla   | Púrpura grisáceo/Amarillo rojizo/Negro  | Blanco/Rosado/Púrpura/   | Marrón/Amarillo/Olivo   |
| *Color secundario de la semilla | Negro/Blanco  | Marrón/Negro/Púrpura   | Sin color   |
| *Antracnosis (R6)               | Altamente resistente  | Altamente resistente   | Altamente resistente  |
| *Antracnosis (R8)               | Altamente resistente/Moderadamente resistente   | Moderadamente resistente   | Altamente resistente/Moderadamente resistente                                       |

## 5. Identificación de materiales promisorios

La caracterización morfoagronómica de la presente investigación, ha hecho posible la identificación de materiales promisorios dentro de la colección de fréjol. Para la identificación de material elite se determinó de acuerdo con los descriptores relacionados al rendimiento en producción: días a la cosecha, número de semillas por vainas y rendimiento en gramos por planta. Dentro de este estudio se ha identificado como materiales promisorios a las accesiones: UCH-004, UCH-001, UCH-002, UCH-003 como especies arbustivas y ECU-17332, ECU-17330, ECU-17338, ECU-15547, ECU-3475 como especies volubles (Tabla 49).

Los materiales arbustivos presentaron promedios de 140 a 150 días a la cosecha, el número de granos por vainas aproximadamente 5, el rendimiento por planta aproximadamente de 82,2 a 110,7 gramos y semillas de colores rojo, rosado y blanco rosado. Por otro lado, los materiales trepadores presentaron promedios en números de 170 a 185 días a la cosecha, el número de semillas por vainas aproximadamente seis a siete, el rendimiento por planta de 229.2 a 248.7 gramos y semillas de color rojo, púrpura grisácea, blanco, rosado y olivo (Tabla 49).

Tomando en cuenta el rendimiento en gramos por planta, se destacan las accesiones **UCH-003 y ECU-3475** por presentar un buen rendimiento, confirmando de esta manera la importancia de realizar evaluaciones de estos materiales en programas de mejoramiento y así lograr obtener materiales élites que puedan ser usados en el desarrollo de variedades mejoradas.

Al compararse con variedades mejoradas las características que más coinciden son las siguientes: tamaño del grano grande, longitud de la vaina 10-14 cm, número de granos por vaina 4-6, forma del grano ovoide-circular, peso de 100 semillas 40-60 gramos, días a la floración 80-90, días a la cosecha en seco 154-184 días, reacción a plagas resistente, reacción a antracnosis resistente. Los agricultores podrán obtener beneficios de los materiales promisorios seleccionados en este estudio ya que poseen un buen tamaño del grano, buena cantidad de semillas por vainas, un color aceptable en el mercado y buen rendimiento por planta.

**Tabla 49.***Materiales promisorios identificados*

| Hábito           | Accesión         | Días a la cosecha | Color primario de la semilla | Color secundario de la semilla | peso/ 100 semillas (gramos) | Granos por vaina | rendimiento gramos/planta |
|------------------|------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|------------------|---------------------------|
| <b>Arbustivo</b> | <b>UCH-003</b>   | <b>154</b>        | <b>Rojo</b>                  | <b>Rosado</b>                  | <b>62.3</b>                 | <b>5</b>         | <b>110.7</b>              |
| <b>Arbustivo</b> | <b>UCH-002</b>   | <b>144</b>        | <b>Rosado púrpura</b>        | <b>Rojo grisáceo</b>           | <b>57.3</b>                 | <b>5</b>         | <b>108.8</b>              |
| <b>Arbustivo</b> | <b>UCH-001</b>   | <b>149</b>        | <b>Blanco rosado</b>         | <b>Negro</b>                   | <b>52.3</b>                 | <b>5</b>         | <b>85.5</b>               |
| <b>Arbustivo</b> | <b>UCH-004</b>   | <b>141</b>        | <b>Rojo grisáceo</b>         | <b>Rosado</b>                  | <b>62.3</b>                 | <b>5</b>         | <b>82.2</b>               |
| Arbustivo        | INIAP-481        | 130               | Rojo                         | Rosado                         | 58.7                        | 5                | 77.6                      |
| Arbustivo        | INIAP-485        | 133               | Negro                        | Sin color                      | 27                          | 6                | 72.0                      |
| Arbustivo        | ECU-15552        | 146               | Rojo                         | Rosado                         | 53.3                        | 5                | 71.4                      |
| Arbustivo        | ECU-15558        | 145               | Rojo                         | rosado                         | 51.3                        | 6                | 70.3                      |
| Arbustivo        | ECU-8309         | 139               | Blanco                       | Sin color                      | 65                          | 3                | 70.2                      |
| Arbustivo        | UCH-005          | 135               | Rojo grisáceo                | Rosado                         | 55                          | 5                | 69.7                      |
| Arbustivo        | ECU-9317         | 148               | Amarillo rojizo              | Rojo grisáceo                  | 55                          | 4                | 66.5                      |
| Arbustivo        | ECU-8299         | 156               | Rojo                         | Blanco                         | 51.7                        | 5                | 60.9                      |
| Arbustivo        | ECU-8293         | 147               | Marrón                       | Sin color                      | 56.7                        | 6                | 58.3                      |
| Arbustivo        | INIAP-484        | 153               | Rojo                         | Rosado                         | 64.7                        | 6                | 57.7                      |
| Arbustivo        | INIAP-420        | 152               | Amarillo                     | Sin color                      | 54.7                        | 6                | 55.6                      |
| Arbustivo        | ECU-8375         | 142               | Rojo grisáceo                | Rosado                         | 60                          | 5                | 54.0                      |
| Arbustivo        | INIAP-482        | 143               | Negro                        | Sin color                      | 11.1                        | 7                | 53.6                      |
| Arbustivo        | ECU-17328        | 152               | Negro                        | Sin color                      | 16                          | 6                | 52.4                      |
| Arbustivo        | ECU-8311         | 145               | Rojo grisáceo                | Rosado                         | 65.3                        | 5                | 41.5                      |
| Arbustivo        | ECU-8294         | 150               | Rojo grisáceo                | Rosado                         | 67.7                        | 5                | 40.0                      |
| Arbustivo        | ECU-9325         | 142               | Rojo                         | Rosado                         | 75.7                        | 4                | 40.0                      |
| Arbustivo        | ECU-8298         | 155               | Rojo                         | Rosado                         | 71.3                        | 6                | 39.0                      |
| Arbustivo        | ECU-8295         | 141               | Rojo grisáceo                | Rosado                         | 57.7                        | 4                | 38.8                      |
| Arbustivo        | ECU-15557        | 153               | Rojo grisáceo                | Rosado                         | 88                          | 6                | 36.5                      |
| Arbustivo        | ECU-15556        | 144               | Rojo                         | Rosado                         | 64.3                        | 5                | 24.6                      |
| Arbustivo        | ECU-9323         | 142               | Rojo grisáceo                | Rosado                         | 73.7                        | 4                | 21.7                      |
| <b>Trepador</b>  | <b>ECU-3475</b>  | <b>176</b>        | <b>Púrpura grisáceo</b>      | <b>Negro</b>                   | <b>59.7</b>                 | <b>7</b>         | <b>248.7</b>              |
| <b>Trepador</b>  | <b>ECU-15547</b> | <b>185</b>        | <b>Rojo grisáceo</b>         | <b>Rosado</b>                  | <b>86.3</b>                 | <b>6</b>         | <b>244.8</b>              |
| <b>Trepador</b>  | <b>ECU-17338</b> | <b>184</b>        | <b>Blanco</b>                | <b>Marrón</b>                  | <b>62</b>                   | <b>6</b>         | <b>239.1</b>              |
| <b>Trepador</b>  | <b>ECU-17330</b> | <b>170</b>        | <b>Rosado</b>                | <b>Rojo grisáceo</b>           | <b>65</b>                   | <b>7</b>         | <b>235.7</b>              |
| <b>Trepador</b>  | <b>ECU-17332</b> | <b>175</b>        | <b>Olivo</b>                 | <b>Sin color</b>               | <b>56</b>                   | <b>8</b>         | <b>229.2</b>              |
| Trepador         | ECU-17320        | 179               | Púrpura grisáceo             | Sin color                      | 57.7                        | 7                | 176.2                     |
| Trepador         | ECU-17335        | 190               | Negro                        | Sin color                      | 57.3                        | 7                | 158.0                     |
| Trepador         | ECU-17321        | 176               | Amarillo rojizo              | Negro                          | 63.3                        | 7                | 147.3                     |
| Trepador         | ECU-17344        | 175               | Marrón rojizo                | Sin color                      | 29.7                        | 8                | 147.0                     |
| Trepador         | ECU-17339        | 174               | Púrpura pálido               | Blanco                         | 95.7                        | 6                | 146.7                     |
| Trepador         | ECU-17327        | 153               | Púrpura grisáceo             | Rosado                         | 85.3                        | 5                | 146.0                     |
| Trepador         | ECU-17323        | 208               | Amarillo                     | Sin color                      | 87.7                        | 5                | 142.8                     |
| Trepador         | ECU-17325        | 170               | Púrpura grisáceo             | Blanco                         | 78.7                        | 6                | 138.5                     |
| Trepador         | ECU-17331        | 177               | Blanco                       | Púrpura grisáceo               | 88                          | 5                | 133.6                     |
| Trepador         | ECU-17336        | 181               | Rojo g púrpura               | Negro                          | 72.7                        | 6                | 131.6                     |
| Trepador         | ECU-17329        | 180               | Blanco rosado                | Negro                          | 77.3                        | 5                | 126.7                     |
| Trepador         | ECU-15528        | 208               | Marrón                       | Sin color                      | 56.7                        | 5                | 105.4                     |
| Trepador         | ECU-17333        | 186               | Blanco                       | Negro                          | 76                          | 5                | 101.1                     |
| Trepador         | ECU-15510        | 165               | Rojo                         | Rosado                         | 86.7                        | 7                | 76.8                      |

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

##### Objetivo 1

- En Chaltura los agricultores tienen preferencia en cultivar variedades de fréjol de grano rojo por ser un color de mayor aceptación en el mercado local.

##### Objetivo 2

- La evaluación morfológica y agronómica analizada mediante el método de agrupamiento de Ward y el coeficiente de Gower permitió identificar tres grupos y dentro de estos nueve morfotipos entendiéndose así que el fréjol posee una alta diversidad de genotipos.
- Mediante el dendograma obtenido en este estudio se pudo observar que el grupo 2 se encuentra agrupado en su totalidad por las accesiones ECU-17328, INIAP-485, INIAP-482 que presentan color del grano negro, son pequeños y son de hábito de crecimiento arbustivo de tal forma que se puede asumir que este grupo presenta una estructura bien definida.
- De los 21 descriptores cuantitativos evaluados 13 resultaron ser de alto valor discriminante son altura de la planta, longitud de las hojas primarias, ancho de la hoja, área foliar, longitud de las vainas, ancho de las vainas, semillas por vainas, tamaño de la semilla. Los descriptores días a la antesis, días a la madurez fisiológica, días a la cosecha, peso de 100 semillas y rendimiento por planta, pese a que son influenciados por las condiciones climáticas del ambiente y el manejo agronómico presentan un alto poder discriminante, lo que nos ayuda a diferenciar preliminarmente los grupos en este estudio.
- Los 12 descriptores cualitativos evaluados resultaron ser de alto valor discriminante los siguientes: hábito de crecimiento, color de las hojas, color del estandarte (flor), color del tallo, forma de la vaina, color de la vaina al momento de la madurez fisiológica, forma de la semilla, color de la semilla primario y color de la semilla secundario las cuales son características altamente heredables de la planta madre.
- En el número de semillas por vaina el rango que presentaron las accesiones fue bastante amplio de 3 a 8 semillas por vaina, esto tiene influencia en el rendimiento.

- El hábito de crecimiento del fréjol es muy variable presentando un 44% de hábito trepador, 24% arbustivos tipo I, 15% arbustivos tipo II y postrado indeterminado en la colección caracterizada.
- En cuando al color primario de la semilla el más predominante en la colección fue el rojo presente en 20 accesiones mientras que, para el color secundario el que más predominó fue el color rosado, el cual fue registrado en 18 entradas dichos colores son aceptables en el mercado.

### **Objetivo 3**

- Durante la etapa de llenado de vainas, las condiciones climáticas hicieron posible que se desarrollarán enfermedades como: antracnosis, roya, mancha angular y bacteriosis común, pero la enfermedad más representativa fue la antracnosis ya que causó daños en niveles de 1 a 7 durante la etapa mencionada anteriormente.
- Durante la etapa vegetativa del cultivo, no se registraron daños severos por plagas, sin embargo, al momento de la floración se observó la presencia de lorito verde ocasionando daños en niveles de 1 a 3 y a pesar del daño registrado el desarrollo del cultivo no se vio afectado.
- En la etapa de maduración el gusano de la vaina afectó directamente al rendimiento dañando los granos dentro de las vainas y las accesiones más susceptibles fueron ECU-8309, ECU-15556 Y ECU-17323 presentando daños mayores a 20%.

### **Objetivo 4**

- Con los resultados obtenidos de este estudio se identificó materiales promisorios como ECU-3475 y UCH-003, los cuales presentan buenos rendimientos en producción, así como también características favorables como el color de la semilla, los días a la cosecha y número de semillas por vainas características deseables que pueden ser estimados para programas de mejoramiento genético.



## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar investigaciones sobre métodos de control del gusano de la vaina (*Apion godmani*) en las etapas R8 y R9 del cultivo en la zona evaluada, así como también, del gorgojo del fréjol en almacenamiento.
- Se recomienda generar semillas de los materiales promisorios, ya que son materiales sobresalientes, los cuales, además de presentar características favorables como rendimientos altos y resistencia frente a plagas y enfermedades, serán de mucha utilidad para trabajos de fitomejoramiento.
- Utilizar la accesión (ECU-3475) como la más productora, seguida por las accesiones (ECU-15547, ECU-17338, ECU-17330 y ECU-17332) en asociación se podría sembrar con maíz que sirvan de tutor, ya que estas entradas produjeron altos rendimientos, además estos materiales presentaron resistencia a las enfermedades y plagas dentro de la localidad.
- Se recomienda realizar investigaciones sobre posibles métodos de control de antracnosis durante la etapa R8 (llenado de vainas) en la accesión ECU-9323 ya que en este estudio esta variedad fue la más susceptible a esta enfermedad, además es una especie que presenta un color del grano rojo el cual es aceptable en el mercado.
- Promover a los agricultores a cultivar diferentes tipos de fréjol, en cuanto a colores de grano para que puedan enfrentar cambios en el mercado.
- En cuanto a las variedades de grano negro se recomienda sembrar la variedad INIAP-485 (Urcuquí) por ser un material de gran capacidad de adaptación y resistencia a enfermedades y plagas.
- Se recomienda aumentar la densidad de siembra de las variedades trepadoras con el fin de facilitar las labores culturales y permitir la circulación del aire cuando la planta ya ha alcanzado una altura de 2 metros de esta manera se reduce el desarrollo de enfermedades fungosas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ajquejay, A. y Masaya, P. (1980). *Influencia de la densidad y la fertilización en seis genotipos de frijol en dos zonas frijoleras de Guatemala*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Reunión anual del PCCMCA.
- Araya, M.; Bonilla, N.; Julio A. (1995). *Importancia, síntomas y manejo de las principales enfermedades del frijol (Phaseolus vulgaris L.)* Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 69 p.
- Arias, J., Rengifo, T., y Jaramillo, M. (2007). *Manual técnico de buenas prácticas agrícolas en la producción de frejol voluble*. Medellín, Colombia.
- Armando, J., Rosas, P., Ramírez, J., y Ulloa, B. (2011). El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Fuente*, 3(8), 5-9.
- Basantes, E. (2015). *Manejos de cultivos andinos del Ecuador*. Sangolquí, Ecuador: Comisión editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Benacchio, S.S. (1982). Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. De Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Bernal, G., Estévez, C y Castillo, N. (1995). Efecto del método de inoculación de Rhizobium en la nodulación y rendimiento en 3 variedades de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) In memorias de V reunión de leguminosas de grano en la Zona Andina Departamento de Leguminosas Estación Experimental Agropecuaria San Roque. INIA Iquito. 110 p.
- Bieto A, J; Talon, M. (2014). *Fundamentos de fisiología vegetal*. Barcelona, España, McGraw-Hill Interamericana. 522 p.
- Bitocchi, E., Nanni, L., Bellucci, E., Rossi, M., Giardini, A., Spagnoletti, Z.,...Papa, A. (2011). Mesoamerican origin of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is revealed by sequence data. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 109: E788-E796.
- Cardona, C., Flor, C.A., Morales, F.J., y Pastor, C.M.A. (1982). Problemas de campo en cultivos de frijol en América Latina. Desordenes nutricionales. Serie CIAT No. 07 SB-1 (2ª. Ed.) pp. 146-171.
- Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. (CENTA). (2008). *Guía Técnica para el Manejo de Variedades de Frijol*. El Salvador.
- Centeno, C. (2012, 21 de abril). Cuidado del frijol arbustivo [Web log post]. Recuperado de <http://fijolcent.blogspot.com/p/principales-insectos-plagas-y.html>.

- Cevallos, D. (2008). *Evaluación de la adaptabilidad de 20 variedades y líneas de fríjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) de grano rojo y amarillo en el valle de Intag, Imbabura* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo. Ecuador.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1980). El Lorito verde (*Empoasca kraemeri*) y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Howard F. Schwartz. Producción: Héctor F. Ospina y Carlos A. Flor. Cali, Colombia. CIAT. 46 p. (Serie 04SB-05.04).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1981). La antracnosis del frijol (*Colletotrichum lindemuthianum*) y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Auditorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Howard F. Schwartz, Fernando Correa y Marcial Pastor Corrales; Producción: Héctor Favio Ospina y Carlos A. Flor. Cali, Colombia. CIAT. 24p. (Serie 04SB-06.08).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1982a). La mancha angular del frijol (*Isariopsis griseola*) y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Auditorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Howard F. Schwartz, Fernando Correa y Marcial Pastor Corrales; Producción: Héctor Favio Ospina y Carlos A. Flor. Cali, Colombia. CIAT. 24p. (Serie 04SB-06.09).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1982b). Enfermedades del fríjol causadas por hongos y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Howard F. Schwartz. Producción: Héctor F. Ospina y Carlos A. Flor. Cali, Colombia. CIAT. 56 p. (Serie 04SB-06.01).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1984). Morfología de la planta de fríjol común; guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Debouck, Daniel G.; Hidalgo Rigoberto. Producción: Ospina O., Héctor F.; Flor M., Carlos A. Cali, Colombia. CIAT. 56 p. (Serie 04SB-09 .01).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1986). Etapas del desarrollo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.); Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad Audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido Científico: Fernández, F; Geps, P; López, M. Producción: Ospina O, Héctor F. Colaboración: Hidalgo, R. Cali, Colombia. CIAT. 26p. (serie 04SB-09.03).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1993). Descriptores varietales para cultivos: Maíz, Sorgo, Arroz y fríjol. Cali, Colombia.

- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Art van Schoonhoven y Marcial A. Pastor- Corrales (comps.). Cali, Colombia. 56p.
- Cornelio, M. (2015). *Adaptabilidad de cinco variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), en la finca Angamarca La vieja del cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi* (Tesis de pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi. La Mana. Cotopaxi.
- Cuatro variedades de fréjol (23 de abril de 2011). El comercio, p. 10.
- Cubero, J. (1999). *Introducción al mejoramiento genético de leguminosas*. Mundiprensa, Madrid, 365 pp.
- Claflin, C. R., Stuteville, D. L., y Armbrust, D. V. (1973). Semiselective medium for *Xanthomonas campestris* pv. phaseoli. *Phytopathology* 63:1417-1419.
- Crispín, M. A., y Miranda, S. (1978). El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). In: Producción de granos y forrajes. Edit. Limusa. México, D.F. pp. 541-552.
- Dale, J. E. (1995). Lesf growth in *Phaseolus vulgaris*. *Annals of botany (H.S.)* 29 (114); 293-308.
- Danilo, N.E. (2011). *El cultivo del fréjol*. SAG. DICTA. Honduras, Centro América.
- Davis, J. (1985). *Conceptos básicos de genética de frijol*. En: Frijol: Investigación y Producción 1era. Edición. Editado por, Fernández, F. y Van Schoonhoven, A. CIAT. Cali, Colombia. 86 pág.
- Deppe, C. (1996). Breed your own vegetables varieties. Oregón, EE: UU.
- Debouck, D., Hidalgo, R., Ospina, H., y Flor, C. (1984). *Morfología de la Planta de fréjol Común*, CIAT, Cali, Colombia.
- Doorenbos, J., y Kassam, H. (1979). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: *Riego y Drenaje No. 33*. Roma.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 10-15.
- 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 pregrado). Los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Falconí, E. (2005). *Identification of drought resistance in large seeded common bean genotypes* (Tesis de Maestría). Universidad Estatal de Michigan. Lansing, EE. UU.
- Fegan, W. (1988). Comité Nacional de cultivos de leguminosas. Perú. 48-49p.

- Franco, T. L. e Hidalgo, R. (eds). (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- Gobierno Administrativo de la Parroquia Rural de Chaltura (GADPRCH). (2015). Actualización del plan de desarrollo de ordenamiento territorial de la Parroquia San José de Chaltura.
- Galdames, R. y Peñaloza, E. (s/f). Mancha café y antracnosis. Tierra adentro. Chile.
- Gerding, M. (s/f). Plagas del fréjol. Madrid. España.
- Gispert, C. (1983). Biblioteca práctica y ganadería práctica de los cultivos. Tomo II. P 95.
- Gutiérrez, R., González, A., Torres, F., y Gallardo, J.A. (1994). Técnicas de análisis de datos multivariable. Tratamiento computacional. Universidad de Granada.
- Grijalva, F. (1988). *Caracterización agronómica de 166 cultivares de frejol (Phaseolus vulgaris F.), en la Finca Sabana Grande, Escuintla, para seleccionar variedades factibles de cultivarse mecánicamente* (Tesis de pregrado). Universidad De San Carlos. Guatemala.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2006). Informe anual 2005. Programa nacional de leguminosas y granos andinos. Estación experimental Santa Catalina. pp. 53, 56.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2010). *Catálogo de agrobiodiversidad*. Quito, EC. INIAP.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2011-2014). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Catálogo de variedades mejoradas de frejol.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). (2012). Banco de Información Estadística del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). (2016). Banco de Información Estadística del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (1994). Informe Técnico del Proyecto de Potencial Productivo de la Región de Chilatán, Michoacán. Morelia, Michoacán. 115 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (IPGRI). (1995). Molecular genetic techniques for plants resources. Report of IPGRI Workshop, Roma Italy, Eds. W. Ayad; T. Hodgkin; A. Janada; V. Rao. 137 p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (IPGRI). (2000). Etapas de la conservación ex situ de recursos fitogenéticos, Manejo del germoplasma conservado. In: Modulo de capacitación: Conservación ex situ de recursos fitogenéticos. 66-67p.

- Jarvis, D. L., Myer, H., Klemick, L., Guarino, M., Smale, A. H. D., Brown, M.,...Hodgkin, T. (2006). Guía de capacitación para la conservación *in situ* en fincas. Versión 1. Instituto nacional de recursos Fitogenéticos (IPGR), Roma, Italia.
- Kameyi-[Wak], M., Hanada, k., Honda., y Tochihara, H. (1988). A watermelon strain of tomato spotted with virus and some properties of its nucleocapsid. Abastrac. In Fith International Congre of Plant Pathology.
- Karp, A.; Skresovich; K.; Ayad, W.; Hodgkin, T. (1997). Molecular tools. In: plan genetic resources conservation: a guide to the technologies. IPGRI.
- León, J. (2000). *Botanica de los cultivos tropicales*. San José, Costa Rica: Agroamerica.
- Ligarreto, G., y Martinez, O. (2002). Variabilidad genética en frejol común (*Phaseolus vulgaris* L.): I. Análisis de variables morfológicas y agronómicas cuantitativas. *Agronomía colombiana*, 19 (1-2).
- Lobova, A., Mori, A., Blanchard, H., Peckham., y Dominique, P. (2003). Cercopia as food resource for bats in French Guiana and the significance of fruits structure in seed dispersal and longevity. *Am. J. Bot.* 90: 388–403.
- Luzuriaga, G. (1978). *Fisiología Vegetal*. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador. Quito. p. 73.
- Maia, M. S.C., Soratto, P., Nastaro, L., y Freitas, B. (2012). The nitrogen sufficiency index underlying estimates of nitrogen fertilization requirements of common bean. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 36(1),183-192.
- Mack, A. R., y Wallen, V. R. (1974). Effects of various field levels of soil temperature and soilmoisture on growth of beans infected with bacterial blight. *Can. J. Soil. Sci.* 54,149-158.
- Mancia, J. E. (2005). Colección de insectos de fréjol. Santa Tecla. DGIEa-MAG. El Salvador, C. A. 38 p.
- Maquet, A., y Rocha, J. (1996). *Estudios de casos prácticos en sistemas de cultivos y sus consecuencias para la conservación del germoplasma*. Genética. La cosecha. San Juan, Costa Rica. 309-318 pp.
- Marini, D., Vega, I., y Maggionini, L. (1993). *Genética Agraria*. UNA. Managua, Nicaragua. 346 p.
- Mariotti, J. A., (1994). La interacción genotipo ambiente, su significado e importancia en el mejoramiento genético y en la evaluación de cultivares. INTA–CRTS, Serie monográfica n° 1, 38 pp

- Mateo, B. (1961). *Leguminosas de grano*. Barcelona – España. Salvat Editores. p. 321-350
- Matute, C. (2013). *Evaluación agronómica de quince cultivares de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.), en la estación experimental el Austro “BULLCAY”; mediante el apoyo de investigación participativa con enfoque de género para la sierra sur del Ecuador*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca.
- Minchala, L., Villacis, M., Lepiz, R., y Guamán, M. (1995). El cultivo de fréjol arbustivo en Azuay y Cañar. Plegable divulgativo No. 157. Proyecto Frijol Zona Andina. Estación Experimental Chuquipata. INIAP. Cuenca, Ecuador.
- Morales, F. (2006). History and current distribution of begomovirus in Latin America; Advances in virus research, vol 67. International Centre for Tropical Agriculture. Cali, Colombia. P 127- 162.
- Murillo, A. (1998). Identificación de fuentes de resistencia completa y parcial a roya en fréjol arbustivo en Ecuador. En: 2do taller de PREDUZA. En: Resistencia Duradera en Cultivos Altos en la zona Andina. Cochabamba, Bolivia. pp 61-65.
- Murillo I., A., Peralta I., E., Mazón, N., Rodríguez Ortega, D. G., y Pinzón Z., J. (2012). INIAP-484 Centenario: Variedad de fréjol arbustivo con resistencia múltiple a enfermedades. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. (Boletín Divulgativo no. 421).
- Navarro, F. (1983). Marco de referencia del área. En: Fréjol en el Noroeste de México. Tecnologías de producción. SARH-INIA-CIPAC. CAEVACU. CPIPEAS. Culiacán, Sinaloa, México.
- Nakayama, R. (1989). Genetical studies on kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). II. On the inheritance of hypocotyl color. *Bulletin of the Faculty of Agriculture, Hirosaki University*, 1(4), 30-87.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1994). The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Version 1.0. AGLS. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). Rome, Italy.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2015). Statistics Division. FAOSTAT.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2016). La ONU lanza el Año Internacional de las Legumbres: protagonismo para frijoles, lentejas y garbanzos. Roma, Italia.
- Ospina, O. (1985). Enfermedades del fréjol causadas por virus y su control p.5
- Paredes, L.O., F. Guevara L. y L.A. Bello P. (2006). Los alimentos mágicos de las culturas mesoamericanas, Fondo de Cultura Económica, 205 p.

- Patel, J.K., Patel, N.M., y Shiyani, R.L. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. *Curr. Sci*, 81(9),1163-1164.
- Parsons, D. (1991). *Fréjol y Chicharo. Manual para la educación agropecuaria*. Producción vegetal No. 12. Trillas. México D. F., México, pp. 16-18.
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Monar, C., Pinzón, J., y Rivera, M. (2010). Manual Agrícola de fréjol y otras leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción Miscelánea No. 135 (Segunda impresión actualizada). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., y Pinzón J. (2012). Mejoramiento genético del fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en ecuador. Publicación Miscelanea No. 416. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.
- Peralta, E., y Mazón, N. (2009). Plegable No. 221 mejore su salud, nutrición y alimentación...consume fréjol. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Peralta, E., Murillo, A., Falconí, E., Monar, C., Pinzón, J., y Rivera, M. (2007). Manual Agrícola de fréjol y otras Leguminosas, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No. 135. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, p 70.
- Perez, F y Pita, M. (2016). Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de las semillas. Hojas divulgativas No 2112 Hd. Departamento de biología vegetal. Universidad Politecnica de Madrid.
- Poehlman, J. (1987). *Mejoramiento genético de las cosechas*. Nogales, México: Limusa
- Pulido, A. (2013, 31 de mayo). Mejoramiento de frijol por hibridación [Web log post]. Recuperado de <http://hibrifrijoludec.blogspot.com/>.
- Proaño, J. (2007). *Respuesta de cuatro variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) a la fertilización orgánica y química en la granja La Pradera* (Tesis pregrado). Universidad Técnica del Norte. Chaltura-Ecuador.
- Ríos, M. J., Quirós, J.E., y Arias, J.H. (2003). Fréjol, recomendaciones generales para su siembra y manejo. Corporación colombiana de investigación Agropecuaria, Corpoica, Regional 4, Centro de Investigación <<La Selva>>, Apartado Aéreo 100, Rionegro, Antioquia, Colombia. Cartilla Ilustrada 2. 48 p.
- Ríos, M., y Quirós, J. (2007) El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): *Cultivo beneficio y variedades*. Edición. Editorial Produmedios. Bogotá, DC, Colombia.



- Roadhes, R. (2006). *Desarrollo con identidad comunidad, cultura y sustentabilidad de los Andes*. AbyaYala. Quito-Ecuador.
- Rosas, J. C. (1998). *El cultivo de frijol común en América tropical*. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. 9-52 Pág.
- Ruiz, R., y Rincón, H. (1966). *El cultivo de fréjol temas de orientación agropecuaria*. No. 139, Bogotá, Colombia.
- Sánchez, A. (1990). *Manuales para educación agropecuaria 2da Edición*. México. Trillas SEP.
- Sevilla, R. (2004). *Recursos genéticos vegetales*. Lima, Perú, Torre Azul, SAC.
- Silva, K. (2004). *Evaluación en estado tierno de 11 líneas de fréjol en la zona de Boliche* (Tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador. Milagro, Guayas, Ecuador.
- Singh, S.P. (1992). *Common bean improvement in the tropics*. Volumen 10, CIAT. Cali, Colombia.
- Singh, S.P., y Voysest, O. (1997). Taller de mejoramiento del fréjol para el siglo XXI: Bases para una estrategia de América Latina. 559 pp. CIAT, Cali, Colombia.
- Se ha subestimado relación entre cambio climático y agricultura según científicos de Estados Unidos. (7 de marzo de 2016). El Comercio, pág. 8.
- Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP). (2013). Frijol Tierno y Seco. Boletín Situacional, 1-5.
- Singh, S. (1999). Production and utilization. En: S. P. Singh (Ed.). *Common bean improvement in the twenty-first century*. (The Netherlands. Kluwer Academia Publishers). pp. 1-21.
- Suarez, C. (2010). *Estudio de especies frutales promisorias con miras a su aprovechamiento sostenible en la Isla de San Andrés* (Tesis de maestría). Universidad Nacional De Colombia San Andrés. San Andrés. Colombia.
- Schwartz, F. H., y Gálvez, E. G. (1980). Problemas de producción del frijol: Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 344.
- Shoonhoven, A. (1987). *Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de fréjol*. Cali – Colombia. CIAT.
- Tapia. C., Zambrano. E. y Monteros. A. (2008). Informe Nacional De Los Estados Fitogenéticos Para La Agricultura Y La Alimentación. Instituto Nacional De Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito-Ecuador.

- Tapia, H. (1987). *Variedades mejoradas de fréjol (Phaseolus vulgaris F.) con grano color rojo para Nicaragua* 1era edición Instituto Superior De Ciencias Agropecuarias. Managua-Nicaragua. 6-20 pág.
- Tapia, H. y Camacho, A. (1988). *Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero*. G. T. Z. Managua, Nicaragua, p. 182.
- Tapia, M. (1990). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. ONU/FAO. Santiago, Chile.
- Thomas, W. D., y Graham, R. W. (1952). Bacteria in apparently healthy pinto beans. *Phytopathology* 42,214-214.
- Tsuji, G., Uehara, G., y Balas, S. (1994). DSSAT v3. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, p. 244.
- Urbina, M. (2011). *Enfermedades del cultivo de fréjol*. Estelí, Nicaragua.
- Vargas, M. Luisa P., Muruaga, S., Pérez, P., Gill, R., Esquivel, G.,...Mayek, N. (2008). Caracterización morfoagronómica de la colección núcleo de la forma cultivada de frijol común del INIFAP. *Agrociencia*, 42(7), 787-797.
- Velásquez, J., y Giraldo, P. (2005). Posibilidades competitivas de productos prioritarias de Antioquia frente a los acuerdos de integración y nuevos acuerdos comerciales. Gobernación de Antioquia, Departamento de Planificación- Secretaría de productividad y competitividad. Informe, 92 p.
- Villanueva, D. (2010). *Evaluación de seis variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de Chimaltenango y Sololá* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Villers, L., Arizpe, N., Orellana, R., Conde, C., y Hernández, J. (2009). Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. *Interciencia*, 34(5), 322-329.
- Voysest, V. O. y Desset, M. (1991). Bean cultivar: classes and commercial seed types. In. common beans. Research for crop improvement. Edited by Aart van Schoonhoven y Voysest. O CIAT, Cali, Colombia.
- Voysest, V. O. (2000). *Legado de variedades de América Latina*. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=VzxXI2TL9YcC&pg=PA74&lpg=PA74&dq=frèjol+en+el+ecuador+importancia&source=bl&ots=1k3NX4q9bV&sig=MV6rZOGqDnrXuYaLxZtAYjo9v4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj\\_vZq8luPJAhUDRyYKHZYeB3gQ6AEITjAH#v=onepage&q=frèjol%20en%20el%20ecuador%20importancia&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=VzxXI2TL9YcC&pg=PA74&lpg=PA74&dq=frèjol+en+el+ecuador+importancia&source=bl&ots=1k3NX4q9bV&sig=MV6rZOGqDnrXuYaLxZtAYjo9v4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj_vZq8luPJAhUDRyYKHZYeB3gQ6AEITjAH#v=onepage&q=frèjol%20en%20el%20ecuador%20importancia&f=false)

- Voysest, V.O. (1983). *Variedades de fríjol en América Latina y su origen*, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia, 86 p.
- Voysest, V. O. (2001). *Mejoramiento Genético del Fríjol (Phaseolus vulgaris)*. Legado de Variedades de América Latina 1930 – 1999. CIAT. No. 321. Cali, Colombia. (Publicación N° 321).
- Vyas, S.P., Kathju, S., Garg, B.K., y Lahiri, A.N. (1996). Response of Cluster-bean genotypes to shade. *Indian J. Plant Physiol.*, 1,234-238
- Ward, J. H., Jr. (1963), "Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function", *Journal of the American Statistical Association*, p. 236–244
- Weaver, J. R. (1982). *Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura*. Ed. Trillas, México.
- White, W.J. (1985). *Conceptos básicos de fisiología en fréjol investigación y producción*. CIAT. Cali, Colombia. pp. 43-60.
- Wright I. (jueves, 31 de agosto de 2017). El tamaño de las hojas de las plantas depende de la temperatura. *El nuevo día*, pp 10.
- Zimmermann, M., (1988). Cultura do feijoeiro; Fatores que afetam a produtividade, Associação Brasileira para pesquisa de postasa e do fosfato, Brasil.

## ANEXOS

### Anexo 1.

*Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones de la colección de fréjol (Phaseolus vulgaris L.).*

| Carácter                                 | G1 (%)<br>(25) | G2 (%)<br>(3) | G3 (%)<br>(17) | Total, accesiones<br>(%) |
|--|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| <b>Color primario de la semilla</b>      |                |               |                |                          |
| 1.- Rosado                               | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 2.- Rosado púrpura                       | 1 (4.00)       | -----         | -----          | 1 (2.22)                 |
| 3.- Rojo                                 | 10 (40.00)     | -----         | -----          | 10 (22.22)               |
| 4.- Rojo grisáceo                        | 9 (36.00)      | -----         | -----          | 9 (20.00)                |
| 5.- Rojo grisáceo púrpura                | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 6.- Púrpura pálido                       | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 7.- Púrpura grisáceo                     | 1 (4.00)       | -----         | 3 (17.64)      | 4 (8.88)                 |
| 8.- Amarillo                             | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| 9.- Amarillo rojizo                      | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| 10.- Marrón                              | -----          | -----         | 2 (11.76)      | 2 (4.44)                 |
| 11.- Marrón rojizo                       | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 12.- Olivo                               | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 13.- Negro                               | -----          | 3 (100.00)    | 1 (5.88)       | 4 (8.88)                 |
| 14.- Blanco                              | 1 (4.00)       | -----         | 3 (17.64)      | 4 (8.88)                 |
| 15.- Blanco rosado                       | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| <b>Color secundario de la semilla</b>    |                |               |                |                          |
| 0.- No hay presencia de color            | 2 (8.00)       | 3 (100.00)    | 7 (41.17)      | 12 (26.66)               |
| 1.- Rosado                               | 18 (72.00)     | -----         | -----          | 18 (40.00)               |
| 2.- Rojo                                 | 1 (4.00)       | -----         | -----          | 1 (2.22)                 |
| 3.- Rojo grisáceo                        | 2 (8.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 3 (6.66)                 |
| 4.- Púrpura grisáceo                     | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| 5.- Marrón                               | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 6.- Negro                                | 1 (4.00)       | -----         | 5 (29.41)      | 5 (11.11)                |
| 7.- Blanco                               | 1 (4.00)       | -----         | 2 (11.76)      | 3 (6.66)                 |
| <b>Forma de la semilla</b>               |                |               |                |                          |
| 1.- Redonda                              | -----          | -----         | 4 (23.52)      | 4 (8.88)                 |
| 2.- Ovoide                               | 9 (36.00)      | -----         | 8 (47.05)      | 18 (40.00)               |
| 3.- Elíptica                             | 1 (4.00)       | -----         | -----          | 1 (2.22)                 |
| 4.- Pequeña casi cuadrada                | 2 (8.00)       | 3 (100.00)    | -----          | 4 (8.88)                 |
| 7.- Alargada casi cuadrada               | 2 (8.00)       | -----         | 2 (11.76)      | 4 (8.88)                 |
| 8.- Arriñonada recta en el lado del hilo | 11 (44.00)     | -----         | 3 (17.64)      | 14 (31.11)               |
| <b>Color de las alas (Flor)</b>          |                |               |                |                          |
| 1.- Rosado púrpura                       | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 2.- Rojo púrpura                         | 1 (4.00)       | 2 (66.66)     | 9 (52.94)      | 12 (26.66)               |
| 3.- Rojo grisáceo púrpura                | 1 (4.00)       | 1 (33.33)     | 3 (17.64)      | 5 (11.11)                |
| 4.- Blanco                               | 22 (88.00)     | -----         | 4 (23.52)      | 26 (57.77)               |
| 5.- Blanco con pigmento rosado           | 1 (4.00)       | -----         | -----          | 1 (2.22)                 |
| <b>Color del estandarte (Flor)</b>       |                |               |                |                          |
| 1.- Verde amarillo                       | 2 (8.00)       | -----         | -----          | 2 (4.44)                 |
| 2.- Blanco con pigmento púrpura          | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| 3.- Blanco con pigmento verde            | 3 (12.00)      | -----         | -----          | 3 (6.66)                 |
| 4.- Rosado púrpura                       | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 5.- Rojo púrpura                         | 1 (4.00)       | 3 (100.00)    | 9 (52.94)      | 13 (28.88)               |
| 6.- Rojo                                 | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| 7.- Rojo grisáceo púrpura                | -----          | -----         | 1 (5.88)       | 1 (2.22)                 |
| 8.- Verde amarillo con pigmento rojizo   | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| 9.- Blanco                               | 12 (48.00)     | -----         | -----          | 12 (26.66)               |

|   |             |            |             |            |
|---|-------------|------------|-------------|------------|
| 10.- Blanco con pigmento rosado                     | 4 (16.00)   | -----      | 3 (17.64)   | 7 (15.55)  |
| <b>Color de las hojas</b>                           |             |            |             |            |
| 1.- Verde olivo oscuro                              | 2 (8.00)    | -----      | 2 (11.76)   | 4 (8.88)   |
| 2.- Verde olivo                                     | 18 (72.00)  | 1 (33.33)  | 8 (47.05)   | 27 (60.00) |
| 3.- Verde olivo moderado                            | 5 (20.00)   | 2 (66.66)  | 7 (41.17)   | 14 (31.11) |
| <b>Color del tallo</b>                              |             |            |             |            |
| 1.- Verde amarillo                                  | 25 (100.00) | -----      | 16 (94.11)  | 41 (91.11) |
| 2.- Verde amarillo con pigmento rojizo              | -----       | 2 (66.66)  | 1 (5.88)    | 3 (6.66)   |
| 3.- Verde amarillo con pigmento púrpura             | -----       | 1 (33.33)  | -----       | 1 (2.22)   |
| <b>Color de las vainas en etapa de (MF)</b>         |             |            |             |            |
| 1.- Rosado púrpura con pigmento amarillo            | -----       | 1 (33.33)  | -----       | 1 (2.22)   |
| 2.- Rojo  | -----       | -----      | 1 (5.88)    | 1 (2.22)   |
| 3.- Rojo púrpura con pigmento amarillo              | 2 (8.00)    | 1 (33.33)  | -----       | 3 (6.66)   |
| 4.- Púrpura con pigmento amarillo                   | 1 (4.00)    | -----      | -----       | 1 (2.22)   |
| 5.- Amarillo  | 6 (24.00)   | -----      | 13 (76.47)  | 19 (42.22) |
| 6.- Amarillo con pigmento rojizo                    | 14 (56.00)  | 1 (33.33)  | 1 (5.88)    | 16 (35.55) |
| 7.- Amarillo con pigmento rosado                    | 1 (4.00)    | -----      | -----       | 1 (2.22)   |
| 8.- Amarillo con pigmento verde                     | -----       | -----      | 2 (11.76)   | 2 (4.44)   |
| 9.- Verde olivo                                     | 1 (4.00)    | -----      | -----       | 1 (2.22)   |
| <b>Color de las vainas al momento de la cosecha</b> |             |            |             |            |
| 1.- Verde Amarillo                                  | 1 (4.00)    | -----      | -----       | 1 (2.22)   |
| 2.- Rojo púrpura con pigmento amarillo              | 1 (4.00)    | -----      | -----       | 1 (2.22)   |
| 3.- Amarillo  | 13 (52.00)  | 1 (33.33)  | 5 (29.41)   | 19 (42.22) |
| 4.- Amarillo rojizo                                 | 2 (8.00)    | -----      | 4 (23.52)   | 6 (13.33)  |
| 5.- Amarillo con pigmento púrpura                   | 1 (4.00)    | -----      | -----       | 1 (2.22)   |
| 6.- Marrón  | 7 (28.00)   | 2 (66.66)  | 8 (47.05)   | 17 (37.77) |
| <b>Forma de la vaina</b>                            |             |            |             |            |
| 1.- Recta   | 20 (80.00)  | 1 (33.33)  | 2 (11.76)   | 23 (51.11) |
| 2.- Medianamente curvo                              | 4 (16.00)   | 2 (66.66)  | 12 (70.58)  | 18 (40.00) |
| 3.- Curvado   | 1 (4.00)    | -----      | 3 (17.64)   | 4 (8.88)   |
| <b>Habito de crecimiento del tallo</b>              |             |            |             |            |
| 1.- Arbustivo determinado                           | 10 (40.00)  | -----      | 1 (5.88)    | 11 (24.44) |
| 2.- Arbustivo indeterminado                         | 6 (24.00)   | 1 (33.33)  | -----       | 7 (15.55)  |
| 3.- Postrado indeterminado                          | 5 (20.00)   | 2 (66.66)  | -----       | 7 (15.55)  |
| 4.- Trepador indeterminado                          | 4 (16.00)   | -----      | 16 (94.11)  | 20 (44.44) |
| <b>Adaptación</b>                                   |             |            |             |            |
| 1.- (1) Excelente                                   | 15 (60.00)  | 3 (100.00) | 17 (100.00) | 35 (77.77) |
| 2.- (3) Buena                                       | 5 (20.00)   | -----      | -----       | 5 (11.11)  |
| 3.- (5) Intermedia                                  | 2 (8.00)    | -----      | -----       | 2 (4.44)   |
| 4.- (7) Pobre                                       | 2 (8.00)    | -----      | -----       | 2 (4.44)   |
| 5.- (9) Muy pobre                                   | 1 (4.00)    | -----      | -----       | 1 (2.22)   |

## Anexo 2.

Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por enfermedades en la etapa (R6).

| Carácter                     | G1 (%)<br>(25) | G2 (%)<br>(3) | G3 (%)<br>(17) | Total, accesiones<br>(%) |
|------------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| <b>Roya</b>                  |                |               |                |                          |
| 1.- Altamente resistente     | 24 (96.00)     | 3 (100.00)    | 16 (94.10)     | 43 (95.55)               |
| 2.- Moderadamente resistente | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| <b>Antracnosis</b>           |                |               |                |                          |
| 1.- Altamente resistente     | 9 (36.00)      | 3 (100.00)    | 12 (70.58)     | 24 (53.33)               |
| 2.- Moderadamente resistente | 11 (44.00)     | -----         | 3 (17.64)      | 14 (31.11)               |
| 3.- Resistente               | 3 (12.00)      | -----         | 2 (11.76)      | 5 (11.11)                |
| 4.- Intermedio               | 2 (8.00)       | -----         | -----          | 2 (4.44)                 |
| <b>Mancha Angular</b>        |                |               |                |                          |
| 1.- Altamente resistente     | 16 (64.00)     | 2 (66.66)     | 13 (76.47)     | 31 (68.88)               |
| 2.- Moderadamente resistente | 8 (32.00)      | 1 (33.33)     | 3 (17.64)      | 12 (26.66)               |
| 3.- Resistente               | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| <b>Bacteriosis común</b>     |                |               |                |                          |
| 1.- Altamente resistente     | 22 (88.00)     | 3 (100.00)    | 17 (100.00)    | 42 (93.33)               |
| 2.- Moderadamente resistente | 2 (8.00)       | -----         | -----          | 2 (4.44)                 |
| 3.- Resistente               | 1 (4.00)       | -----         | -----          | 1 (2.22)                 |

## Anexo 3.

Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por enfermedades en la etapa (R8).

| Carácter                      | G1 (%)<br>(25) | G2 (%)<br>(3) | G3 (%)<br>(17) | Total, accesiones<br>(%) |
|-------------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| <b>Roya</b>                   |                |               |                |                          |
| 1.- Altamente resistente      | 17 (68.00)     | 3 (100.00)    | 5 (29.41)      | 25 (55.55)               |
| 2.- Moderadamente resistente  | 7 (28.00)      | -----         | 10 (58.82)     | 17 (37.77)               |
| 3.- Resistente                | 1 (4.00)       | -----         | 2 (11.76)      | 3 (6.66)                 |
| <b>Antracnosis</b>            |                |               |                |                          |
| 1.- Altamente resistente      | -----          | 1 (33.33)     | 3 (17.64)      | 4 (8.88)                 |
| 2.- Moderadamente resistente  | 3 (12.00)      | 2 (66.66)     | 9 (52.94)      | 14 (31.11)               |
| 3.- Resistente                | 10 (40.00)     | -----         | 5 (29.41)      | 15 (33.33)               |
| 4.- Intermedio                | 9 (36.00)      | -----         | -----          | 9 (20.00)                |
| 5.- Susceptible               | 1 (4.00)       | -----         | -----          | 1 (2.22)                 |
| 6.- Moderadamente susceptible | 2 (8.00)       | -----         | -----          | 2 (4.44)                 |
| <b>Mancha Angular</b>         |                |               |                |                          |
| 1.- Altamente resistente      | 2 (8.00)       | 1 (33.33)     | 6 (35.29)      | 9 (20.00)                |
| 2.- Moderadamente resistente  | 12 (48.00)     | 2 (66.66)     | 7 (41.17)      | 21 (46.66)               |
| 3.- Resistente                | 10 (40.00)     | -----         | 3 (17.64)      | 13 (28.88)               |
| 4.- Intermedio                | 1 (4.00)       | -----         | 1 (5.88)       | 2 (4.44)                 |
| <b>Bacteriosis común</b>      |                |               |                |                          |
| 1.- Altamente resistente      | -----          | 2 (66.66)     | 2 (11.76)      | 4 (8.88)                 |
| 2.- Moderadamente resistente  | 3 (12.00)      | 1 (33.33)     | 6 (35.29)      | 10 (22.22)               |
| 3.- Resistente                | 13 (52.00)     | -----         | 6 (35.29)      | 19 (42.22)               |
| 4.- Intermedio                | 9 (36.00)      | -----         | 3 (17.64)      | 12 (26.66)               |

**Anexo 4.**

Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por plagas en la etapa (V4).

| Carácter                              | G1 (%)<br>(25) | G2 (%)<br>(3) | G3 (%)<br>(17) | Total, accesiones<br>(%) |
|---------------------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| <b>Mosca blanca</b>                   |                |               |                |                          |
| 1.- Plantas vigorosas                 | 22 (88.00)     | 3 (100.00)    | 17 (100.00)    | 42 (93.33)               |
| 3.- Plantas con ligero retraso        | 3 (12.00)      | -----         | -----          | 3 (2.22)                 |
| <b>Lorito verde</b>                   |                |               |                |                          |
| 1.- Sin daño                          | 24 (96.00)     | 3 (100.00)    | 17 (100.00)    | 44 (97.77)               |
| 3.- Ligero enrollamiento de las hojas | 1 (4.00)       | -----         | -----          | 1 (2.22)                 |
| <b>Áfidos</b>                         |                |               |                |                          |
| 1.- Sin daño                          | 25 (100.00)    | 3 (100.00)    | 17 (100.00)    | 45 (100.00)              |

**Anexo 5.**

Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por Lorito verde en la etapa R6 y Áfidos en la etapa R5

| Carácter                                | G1 (%)<br>(25) | G2 (%)<br>(3) | G3 (%)<br>(17) | Total, accesiones<br>(%) |
|---|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| <b>Lorito verde</b>                     |                |               |                |                          |
| 1.- Sin daño                            | 3 (12.00)      | -----         | 3 (17.64)      | 6 (13.33)                |
| 2.- Enrollamiento muy leve de las hojas | 16 (64.00)     | 2 (66.66)     | 10 (58.82)     | 28 (62.22)               |
| 3.- Ligero enrollamiento de las hojas   | 5 (20.00)      | 1 (33.33)     | 4 (23.52)      | 10 (22.22)               |
| 4.- Enrollamiento moderado de las hojas | 1 (4.00)       | -----         | -----          | 1 (2.22)                 |
| <b>Áfidos</b>                           |                |               |                |                          |
| 1.- Sin daño                            | 14 (56.00)     | 1 (33.33)     | 10 (58.82)     | 25 (55.55)               |
| 2.- Hojas levemente encocadas           | 11 (44.00)     | 2 (66.66)     | 7 (41.17)      | 20 (44.44)               |

**Anexo 6.**

Frecuencias relativas obtenidas de los tres grupos de accesiones, para el nivel de daño causado por el gusano de la vaina (*Apion godmani*).

| Carácter                  | G1 (%)<br>(25) | G2 (%)<br>(3) | G3 (%)<br>(17) | Total, accesiones<br>(%) |
|---------------------------|----------------|---------------|----------------|--------------------------|
| <b>Gusano de la vaina</b> |                |               |                |                          |
| 1.- Inmune                | -----          | -----         | -----          | -----                    |
| 2.- Altamente resistente  | -----          | 1 (33.33)     | 2 (11.76)      | 3 (6.66)                 |
| 3.- Resistente            | 8 (32.00)      | 1 (33.33)     | 8 (47.05)      | 17 (37.77)               |
| 4.- Susceptible           | 17 (68.00)     | 1 (33.33)     | 7 (41.17)      | 25 (55.55)               |

**Anexo 7.**

*Nivel de resistencia de las accesiones frente a las enfermedades evaluadas durante la etapa R6*

| <b>Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i>)</b>                 |                   |           |           |           |
|--|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Carácter</b>  | <b>Accesiones</b> |           |           |           |
| 1.- Altamente resistente                                     | UCH-002           | UCH-004   | INIAP-485 | ECU-17336 |
|  | UCH-001           | ECU-8295  | INIAP-482 | ECU-17335 |
|  | ECU-9325          | INIAP-484 | ECU-17328 | ECU-17333 |
|  | ECU-9323          | INIAP-420 | ECU-8311  | ECU-17321 |
|  | UCH-005           | INIAP-481 | ECU-8294  | ECU-3475  |
|  | ECU-15558         | ECU-9317  | ECU-8299  | ECU-17325 |
|  | ECU-15557         | ECU-8309  | ECU-15556 | ECU-17320 |
|  | ECU-15552         | ECU-8298  | ECU-8375  | ECU-17331 |
|  | ECU-15547         | ECU-17323 | UCH-003   | ECU-17330 |
|  | ECU-15510         | ECU-15528 | ECU-17329 | ECU-17339 |
|  | ECU-17332         | ECU-8293  | ECU-17338 |           |
| 2.- Moderadamente resistente                                 | ECU-17327         |           |           |           |
|  | ECU-17344         |           |           |           |
| <b>Antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>)</b>    |                   |           |           |           |
| 1.- Altamente resistente                                     | UCH-001           | ECU-15557 | INIAP-485 | ECU-17336 |
|  | UCH-004           | ECU-15552 | INIAP-482 | ECU-17335 |
|  | ECU-8298          | ECU-15547 | ECU-17328 | ECU-17333 |
|  | ECU-8311          | ECU-15510 | ECU-8299  | ECU-17321 |
|  | ECU-17323         | ECU-17331 | ECU-17320 | ECU-3475  |
|  | ECU-15528         | ECU-17330 | ECU-17344 | ECU-17332 |
| 2.- Moderadamente resistente                                 | UCH-002           | UCH-003   | ECU-15556 | ECU-17325 |
|  | UCH-005           | ECU-15558 | ECU-8375  | ECU-17339 |
|  | ECU-8294          | ECU-17327 | ECU-9317  | ECU-8293  |
|  | INIAP-484         | INIAP-420 |           |           |
| 3.- Resistente   | ECU-9325          | ECU-17329 | ECU-17338 | INIAP-481 |
|  | ECU-8295          |           |           |           |
| 4.- Intermedio   | ECU-9323          | ECU-8309  |           |           |
| <b>Mancha angular (<i>Isariopsis griseola</i>)</b>           |                   |           |           |           |
| 1.- Altamente resistente                                     | UCH-001           | ECU-8298  | INIAP-485 | ECU-17336 |
|  | ECU-9325          | ECU-8311  | INIAP-482 | ECU-17335 |
|  | ECU-9323          | ECU-15547 | ECU-8294  | ECU-17333 |
|  | UCH-005           | ECU-15510 | ECU-15556 | ECU-17321 |
|  | INIAP-481         | ECU-17329 | UCH-003   | ECU-3475  |
|  | ECU-8309          | ECU-15528 | ECU-15557 | ECU-17320 |
|  | ECU-17327         | ECU-17338 | ECU-15552 | ECU-17331 |
|  | ECU-17330         | ECU-17344 | ECU-17332 |           |
| 2.- Moderadamente resistente                                 | UCH-002           | ECU-15558 | ECU-8299  | ECU-17339 |
|  | UCH-004           | ECU-17328 | ECU-8375  | ECU-8293  |
|  | ECU-8295          | ECU-17323 | INIAP-484 | INIAP-420 |
| 3.- Resistente   | ECU-9317          |           |           |           |
|  | ECU-17325         |           |           |           |
| <b>Bacteriosis común (<i>Xanthomonas campestris</i> pv.)</b> |                   |           |           |           |
|  | UCH-002           | INIAP-484 | INIAP-485 | ECU-17336 |
|  | UCH-001           | INIAP-481 | INIAP-482 | ECU-17335 |
|  | ECU-9325          | ECU-9317  | ECU-17328 | ECU-17333 |



Continuación: ...

|                              |           |           |           |           |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.- Altamente resistente     | UCH-005   | ECU-8309  | ECU-8375  | ECU-17321 |
|                              | UCH-004   | ECU-8311  | UCH-003   | ECU-3475  |
|                              | ECU-8295  | ECU-8294  | ECU-15558 | ECU-17325 |
|                              | ECU-15547 | ECU-8299  | ECU-15557 | ECU-17320 |
|                              | ECU-15510 | ECU-15556 | ECU-15552 | ECU-17331 |
|                              | ECU-8293  | ECU-17329 | ECU-17327 | ECU-17330 |
|                              | ECU-17323 | ECU-17344 | ECU-17338 | ECU-17339 |
|                              | ECU-15528 | ECU-17332 |           |           |
| 2.- Moderadamente resistente | INIAP-420 |           |           |           |
|                              | ECU-8298  |           |           |           |
| 3.- Resistente               | ECU-9323  |           |           |           |

### Anexo 8.

Nivel de resistencia de las accesiones frente a las enfermedades evaluadas durante la etapa R8

| <b>Roya (<i>Uromyces appendiculatus</i>)</b>              |                   |           |           |           |
|---|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Carácter</b>   | <b>Accesiones</b> |           |           |           |
| 1.- Altamente resistente                                  | UCH-002           | ECU-8295  | INIAP-485 | ECU-17336 |
|   | UCH-001           | INIAP-484 | INIAP-482 | ECU-17335 |
|   | ECU-9325          | INIAP-420 | ECU-17328 | ECU-17331 |
|   | UCH-005           | INIAP-481 | ECU-8299  | ECU-17332 |
|   | UCH-004           | ECU-17323 | ECU-15556 | ECU-9317  |
|   | UCH-003           | ECU-15528 | ECU-15510 | ECU-8309  |
|   | ECU-15558         |           |           |           |
|   |                   |           |           |           |
| 2.- Moderadamente resistente                              | ECU-9323          | ECU-8375  | ECU-17321 | ECU-17338 |
|   | ECU-8298          | ECU-15557 | ECU-3475  | ECU-17329 |
|   | ECU-8311          | ECU-17333 | ECU-17320 | ECU-8293  |
|   | ECU-15552         | ECU-17344 | ECU-17330 | ECU-17327 |
|   | ECU-15547         |           |           |           |
| 3.- Resistente  | ECU-8294          |           |           |           |
|   | ECU-17325         |           |           |           |
|   | ECU-17339         |           |           |           |
| <b>Antracnosis (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>)</b> |                   |           |           |           |
| 1.- Altamente resistente                                  | ECU-17323         | ECU-15528 | ECU-17328 | ECU-3475  |
| 2.- Moderadamente resistente                              | INIAP-485         | ECU-17336 | UCH-003   | ECU-17333 |
|   | INIAP-482         | ECU-17335 | ECU-17331 | ECU-17321 |
|   | ECU-15547         | ECU-15510 | ECU-17330 | ECU-17320 |
|   | ECU-17332         | ECU-17329 |           |           |
| 3.- Resistente  | UCH-001           | ECU-8293  | ECU-17339 | INIAP-481 |
|   | ECU-8298          | ECU-17338 | ECU-8295  | ECU-15556 |
|   | ECU-8299          | ECU-17325 | ECU-15558 | ECU-8375  |
|   | ECU-15552         | ECU-17327 |           |           |
|   | ECU-17344         |           |           |           |
| 4.- Intermedio  | UCH-004           | INIAP-484 | ECU-8294  | ECU-9325  |
|   | ECU-8311          | UCH-002   | ECU-15557 | ECU-9317  |
|   | INIAP-420         |           |           |           |
| 5.- Susceptible   | UCH-005           |           |           |           |
| 6.- Moderadamente susceptible                             | ECU-9323          |           |           |           |
|   | ECU-8309          |           |           |           |
| <b>Mancha angular (<i>Isariopsis griseola</i>)</b>        |                   |           |           |           |
| 1.- Altamente resistente                                  | ECU-9323          | INIAP-482 | INIAP-485 | ECU-17336 |
|   | UCH-005           | ECU-17338 | ECU-17332 | ECU-3475  |
|   | ECU-17339         |           |           |           |

Continuación: ...

|  |           |           |           |           |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2.- Moderadamente resistente                                 | UCH-001   | ECU-17333 | ECU-17328 | ECU-17330 |
|  | ECU-15510 | ECU-17321 | ECU-15528 | ECU-17344 |
|  | ECU-17329 | ECU-8299  | ECU-17335 | UCH-002   |
|  | ECU-15556 | ECU-9317  | ECU-8295  | UCH-004   |
|  | ECU-15557 | ECU-17325 | INIAP-484 | UCH-003   |
|  | ECU-17327 |           |           |           |
| 3.- Resistente   | INIAP-481 | ECU-8311  | ECU-8294  | ECU-8375  |
|  | ECU-8309  | ECU-15547 | ECU-15552 | ECU-17323 |
|  | ECU-8298  | ECU-17331 | ECU-17320 | INIAP-420 |
|  | ECU-15558 |           |           |           |
| 4.- Intermedio   | ECU-9325  |           |           |           |
|  | ECU-8293  |           |           |           |
| <b>Bacteriosis común (<i>Xanthomonas campestris</i> pv.)</b> |           |           |           |           |
| 1.- Altamente resistente                                     | ECU-17323 | ECU-3475  | INIAP-485 | ECU-17328 |
| 2.- Moderadamente resistente                                 | INIAP-420 | INIAP-482 | ECU-15528 | ECU-17331 |
|  | ECU-8311  | UCH-003   | ECU-17333 | ECU-17338 |
|  | ECU-17321 | ECU-17329 |           |           |
| 3.- Resistente   | UCH-002   | ECU-8309  | ECU-17336 | ECU-15556 |
|  | UCH-001   | ECU-8294  | ECU-17335 | ECU-15557 |
|  | UCH-005   | ECU-8299  | ECU-17325 | ECU-15552 |
|  | ECU-9317  | ECU-17339 | ECU-17330 | ECU-15547 |
|  | ECU-8298  | ECU-17344 | ECU-15510 |           |
| 4.- Intermedio   | ECU-9325  | ECU-17320 | ECU-17327 | INIAP-481 |
|  | UCH-004   | ECU-17332 | ECU-8293  | ECU-8375  |
|  | ECU-8295  | ECU-9323  | INIAP-484 | ECU-15558 |

## Anexo 9.

Nivel de resistencia de las accesiones frente a plagas evaluadas durante la etapa v4

| <b>Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)</b> |  |           |           |           |  |
|---|--|-----------|-----------|-----------|--|
| 1.- Plantas vigorosas                       | ECU-9325                                       | ECU-17339 | ECU-8293  | ECU-8375  |  |
|   | ECU-8295                                       | ECU-17330 | ECU-17320 | ECU-15558 |  |
|   | ECU-17323                                      | ECU-15552 | ECU-17332 | ECU-17329 |  |
|   | ECU-15528                                      | ECU-15547 | ECU-8309  | UCH-004   |  |
|   | ECU-17333                                      | ECU-15510 | ECU-8294  | UCH-005   |  |
|   | ECU-17338                                      | INIAP-484 | ECU-8299  | ECU-9317  |  |
|   | ECU-15557                                      | ECU-17327 | ECU-17336 | ECU-15556 |  |
|   | ECU-8298                                       | ECU-3475  | ECU-8311  | ECU-17321 |  |
|   | ECU-17344                                      | INIAP-482 | UCH-003   | ECU-17331 |  |
|   | INIAP-485                                      | ECU-17332 | INIAP-481 | UCH-002   |  |
|   | ECU-17328                                      | ECU-17335 |           |           |  |
|   | 2.- Plantas con ligero retraso                 | INIAP-420 | ECU-9323  | UCH-001   |  |
|   | <b>Lorito verde (<i>Empoasca kraemeri</i>)</b> |           |           |           |  |
| 1.- Sin daño                                | ECU-9325                                       | ECU-17330 | ECU-8293  | ECU-8375  |  |
|   | UCH-004  | ECU-15552 | ECU-17320 | ECU-15558 |  |
|   | ECU-8295                                       | ECU-15547 | ECU-17332 | ECU-9323  |  |
|   | ECU-17323                                      | ECU-15510 | ECU-8309  | ECU-17329 |  |
|   | ECU-15528                                      | INIAP-484 | ECU-8294  | INIAP-420 |  |
|   | ECU-17333                                      | ECU-17327 | ECU-17336 | UCH-005   |  |
|   | ECU-17338                                      | ECU-17332 | ECU-17339 | ECU-9317  |  |
|   | ECU-15557                                      | INIAP-482 | UCH-002   | ECU-15556 |  |
|   | ECU-8298                                       | ECU-17328 | UCH-001   | ECU-17321 |  |
|   |  |           |           |           |  |

Continuación: ...

|                                    |   |  |  |  |
|------------------------------------|---|--|--|--|
|                                    | ECU-17344<br>INIAP-485  | ECU-8311<br>UCH-003  | ECU-17335<br>ECU-3475  | ECU-17331<br>INIAP-481   |
| 3.- Ligero enrollamiento de hojas  | ECU-8299  |  |  |  |
| <b>Áfidos (<i>Aphis</i> spp.).</b> |   |  |  |  |
| 1.- Sin daño                       | ECU-9325<br>UCH-004<br>ECU-8295<br>ECU-17323<br>ECU-15528<br>ECU-17333<br>ECU-17338<br>ECU-15557<br>ECU-8298<br>ECU-17344<br>INIAP-485<br>UCH-001 | ECU-17339<br>ECU-17330<br>ECU-15552<br>ECU-15547<br>ECU-15510<br>INIAP-484<br>ECU-17327<br>ECU-17332<br>ECU-17335<br>ECU-3475<br>INIAP-482 | ECU-8293<br>ECU-17320<br>ECU-17332<br>ECU-8309<br>ECU-8294<br>ECU-8299<br>ECU-17336<br>ECU-17328<br>ECU-8311<br>UCH-003<br>INIAP-481 | ECU-8375<br>ECU-15558<br>ECU-9323<br>ECU-17329<br>INIAP-420<br>UCH-005<br>ECU-9317<br>ECU-15556<br>ECU-17321<br>ECU-17331<br>UCH-002 |

### Anexo 10.


Nivel de resistencia de las accesiones frente lorito verde en la etapa R6 y áfidos en la etapa R5.

|  |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
| <b>Lorito verde (<i>Empoasca kraemeri</i>)</b> |  |  |   |  |
| 1.- Sin daño                                   | ECU-17331<br>ECU-8309  | ECU-8294<br>ECU-17336  | ECU-3475  | ECU-8299   |
| 2.- Enrollamiento muy leve de las hojas        | INIAP-482<br>ECU-17325<br>ECU-17344<br>ECU-17328<br>ECU-8311<br>UCH-003<br>INIAP-481 | ECU-8293<br>ECU-17320<br>ECU-17332<br>ECU-17339<br>ECU-15558<br>ECU-15547<br>ECU-15510 | ECU-17332<br>ECU-8295<br>ECU-17323<br>ECU-8298<br>UCH-002<br>UCH-001<br>UCH-004 | ECU-17329<br>INIAP-420<br>UCH-005<br>ECU-9317<br>ECU-15556<br>ECU-17321<br>ECU-17330 |
| 3.- Ligero enrollamiento de las hojas          | INIAP-485<br>ECU-9325<br>ECU-15528   | ECU-9323<br>ECU-15557<br>ECU-17333   | ECU-15552<br>ECU-8375   | ECU-17335<br>ECU-17338   |
| 4.- Enrollamiento moderado de las hojas        | INIAP-484  |  |   |  |
| <b>Áfidos (<i>Aphis</i> spp.).</b>             |  |  |   |  |
| 1.- Sin daño                                   | ECU-17331<br>ECU-8309<br>ECU-3475<br>ECU-8294<br>ECU-8299<br>INIAP-482<br>UCH-003    | UCH-005<br>ECU-17321<br>UCH-002<br>UCH-001<br>ECU-17344<br>ECU-8311                    | ECU-8298<br>ECU-17320<br>ECU-17327<br>INIAP-420<br>ECU-15547<br>ECU-17332       | UCH-004<br>ECU-15528<br>ECU-17333<br>ECU-15552<br>ECU-17335<br>ECU-17338             |
| 2.- Hojas levemente encocadas                  | ECU-17336<br>ECU-17325<br>ECU-17328<br>INIAP-481<br>ECU-17330                        | ECU-8293<br>ECU-17332<br>INIAP-484<br>ECU-15510<br>ECU-8295                            | ECU-17339<br>ECU-15558<br>ECU-17329<br>ECU-15556<br>ECU-17323                   | INIAP-485<br>ECU-9325<br>ECU-8375<br>ECU-9323<br>ECU-15557                           |

**Anexo 11.***Nivel de resistencia de las accesiones frente al gusano de la vaina durante la etapa R9.*

| <b>Gusano de la vaina (<i>Apion godmani</i>)</b> |           |           |           |
|--|-----------|-----------|-----------|
| 1.- Inmune                                       |           |           |           |
| 2.- Altamente resistente                         | INIAP-482 | ECU-17332 | ECU-17325 |
| 3.- Resistente                                   | ECU-17344 | ECU-17330 | ECU-17331 |
|  | INIAP-485 | ECU-15552 | UCH-002   |
|  | ECU-17328 | ECU-15547 | UCH-001   |
|  | ECU-8311  | ECU-15510 | ECU-17335 |
|  | UCH-003   | INIAP-484 | ECU-3475  |
|  | INIAP-481 | ECU-17327 |           |
| 4.- Susceptible                                  | ECU-9325  | ECU-8293  | ECU-8375  |
|  | UCH-004   | ECU-17320 | ECU-15558 |
|  | ECU-8295  | ECU-17332 | ECU-9323  |
|  | ECU-17323 | ECU-8309  | ECU-17329 |
|  | ECU-15528 | ECU-8294  | INIAP-420 |
|  | ECU-17333 | ECU-8299  | UCH-005   |
|  | ECU-17338 | ECU-17336 | ECU-9317  |
|  | ECU-15557 | ECU-17339 | ECU-15556 |
|  | ECU-8298  |           |           |

Anexo 12. Análisis químico de suelo



# LABONORT

LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

---

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

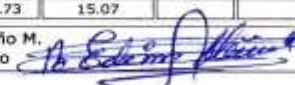
|                              |  |                              |  |
|------------------------------|--|------------------------------|--|
| <b>DATOS DE PROPIETARIO</b>  |  | <b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> |  |
| Nombre: RENE ULCUANGO        |  | Provincia: Imbabura          |  |
| Ciudad:                      |  | Cantón: Antonio Ante         |  |
| Teléfono: 0993699310         |  | Parroquia: Chaltura          |  |
| Fax:                         |  | Sitio: La Pradera            |  |
| <b>DATOS DEL LOTE</b>        |  | <b>DATOS DE LABORATORIO</b>  |  |
| Sitio: La Pradera            |  | Nro Reporte.: 7180           |  |
| Superficie:                  |  | Tipo de Análisis: Completo   |  |
| Número de Campo: LOTE 1      |  | Muestra: Suelo Lote 1        |  |
| Cultivo Actual:              |  | Fecha de Ingreso: 2016-09-12 |  |
| A Cultivar: Fréjol arbustivo |  | Fecha de Reporte: 2016-09-14 |  |


  

| Nutriente                 | Valor  | Unidad     | INTERPRETACION |
|---------------------------|--------|------------|----------------|
| <b>N</b>                  | 38.26  | ppm        |                |
| <b>P</b>                  | 128.18 | ppm        |                |
| <b>S</b>                  | 34.22  | ppm        |                |
| <b>K</b>                  | 0.85   | meq/100 ml |                |
| <b>Ca</b>                 | 10.49  | meq/100 ml |                |
| <b>Mg</b>                 | 3.73   | meq/100 ml |                |
| <b>Zn</b>                 | 6.03   | ppm        |                |
| <b>Cu</b>                 | 6.79   | ppm        |                |
| <b>Fe</b>                 | 146.4  | ppm        |                |
| <b>Mn</b>                 | 32.33  | ppm        |                |
| <b>B</b>                  | 0.43   | ppm        |                |
| <b>pH</b>                 | 6.60   |            |                |
| <b>Acidez Int. (Al+H)</b> |        | meq/100 ml |                |
| <b>Al</b>                 |        | meq/100 ml |                |
| <b>Na</b>                 |        | meq/100 ml |                |
| <b>Ce</b>                 | 1.015  | mS/cm      |                |
| <b>MO</b>                 | 2.38   | %          |                |

| Ca   | Mg   | Ca+Mg | (meq/100ml) | %    | ppm | Clase Textural |      |         |
|------|------|-------|-------------|------|-----|----------------|------|---------|
| Mg   | K    | K     | Sum Bases   | NTot | Cl  | Arena          | Limo | Arcilla |
| 2.81 | 4.39 | 16.73 | 15.07       |      |     |                |      |         |


Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio 




**LABONORTE**  
IBARRA - ECUADOR  
ANÁLISIS QUÍMICOS SUELOS Y AGUAS

Anexo 13. Datos pasaporte

714 2533029



FORMATO DE COLECTA DE GERMOPLASMA-INIAP  
UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



ACCESIÓN No. 002

INSTITUTO COLECTOR UCh 002 COLECTOR (ES) UCh 002 FECHA: d. 2 / m. 08 / a. 2016

GENERO Phaseolus ESPECIE Lulgaris SSP: \_\_\_\_\_

NOMBRE LOCAL Ver. cal. (Medio) GRUPO ÉTNICO: \_\_\_\_\_ IDIOMA: \_\_\_\_\_

PAÍS Ecuador PROVINCIA Tumbucuro CANTÓN San Lorenzo PARROQUIA Arborea

LOCALIDAD La Umlata NOMBRE DEL PREDIO: \_\_\_\_\_ PROPIETARIO Granta, Piedad L.S.O.

LOCALIZACIÓN DEL SITIO (Km)-Norte/Sur: \_\_\_\_\_ DESDE: \_\_\_\_\_ HASTA: \_\_\_\_\_

LATITUD: N 08°18'55" N/S LONGITUD: 002°45'07" E/W ALTITUD: 2305 msnm

ESTADO DEL GERMOPLASMA: 0) se desconoce 1) silvestre 2) maleza 3) material de mejoramiento 4) cultivar nativo  
5) cultivar mejorado 6) material del agricultor 7) variedades obsoletas 8) otros: \_\_\_\_\_

FUENTE DE COLECCIÓN: 1) **Habitad silvestre** 2) **Campo cultivado** 3) **Mercado** 4) **Instituto de investigación** 5) **Otro**  
 1.1 bosque/arboleda 2.1 finca 3.1 ciudad 4.1 línea de mejoramiento  
 1.2 matorral 2.2 huerto 3.2 pueblo 4.2 material avanzado  
 1.3 pastizal 2.3 jardín 3.3 otros sist. 4.3 variedad obsoleta  
 1.4 desierto/tundra 2.4 barbecho de compra 2.5 pastura

TIPO DE MUESTRA COLECTADA: 1) Semilla 2) Tallo 3) Polen 4) In vitro 5) otro

FRECUENCIA DE LA MUESTRA: 1) algunos individuos dispersos 2) muy escasos (menos del 1%) 3) escasos (cubre 1-5%)  
 4) presente (cubre de 5-25%) 5) alta (mayor del 25%)

LA POBLACIÓN ESTA AISLADA DE OTRAS SI... NO.  SE ENCUENTRAN PARIENTES CULTIVADOS CERCA SI... NO.

NUMERO DE PLANTA MUESTREADAS: \_\_\_\_\_ en \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

ESTADO FENOLOGICO DE LA POBLACIÓN: 1) vegetativo 2) floración 3) con semillas maduras

USO DEL MATERIAL: 1) alimento (procesamiento) 2) fruto 3) medicinal 4) bebida 5) fibra  
 6) artesanal 7) forraje 8) construcción 9) ornamental/cultural 10) otro: \_\_\_\_\_

PARTE DE LA PLANTA UTILIZADA: 1) tallo 2) rama 3) hoja 4) corteza 5) rizoma 6) flor/inflorescencia  
 7) fruto 8) semilla 9) raíz 10) tubérculo 11) otro: \_\_\_\_\_

FOTOGRAFIA: SI...  NO: \_\_\_\_\_ EJEMPLAR DE HERBARIO: SI... NO: \_\_\_\_\_

MÉTODO DE MUESTREO: Randomizado \_\_\_\_\_ Selectivo

TOPOGRAFIA: 1) plano (0-0,5%) 2) casi plano (0,6-2,9%) 3) poco ondulado (3-5%) 4) ondulado (6-10,95%)  
 5) quebrado (11-15,9%) 6) colinado (16-30%) 7) frecuentemente escarpado (mayor 30%) 8) montañoso (mayor de 30%)  
 9) otro: \_\_\_\_\_

FISIOGRAFIA DEL TERRENO: 1) planicie 2) cuenca 3) valle 4) meseta 5) ladera  
 6) colina 7) montaña 8) otro: \_\_\_\_\_

VEGETACIÓN DE LOS ALREDEDORES: 1) potreros 2) arbustos 3) bosque nativo 4) arboleda 5) otro: \_\_\_\_\_

FORMA GEOGRAFICA (MICROCLIMA): 1) planicie 2) cuenca 3) valle 4) meseta 5) ladera  
 6) margen/bosque 7) bosque quemado 8) pradera quemada 9) banco de arena  
 10) orilla (rio/mar) 11) estero 12) urbano/periurbano 13) borde de camino 14) otro: \_\_\_\_\_

FORMA DE LA PENDIENTE 1) recta ( ) 2) cóncava ( ) 3) convexa ( ) 4) terrazada ( ) 5) compleja ( )

ASPECTO DE PENDIENTE (ORIENTACIÓN): Norte \_\_\_\_\_ Sur \_\_\_\_\_ Este \_\_\_\_\_ Oeste \_\_\_\_\_

DRENAJE DEL SUELO: 1) pobre 2) moderado 3) bueno 4) excesivo

COLOR DEL SUELO: 1) blanco 2) rojo 3) rojizo 4) rojo amarillento 5) pardo  
 6) parduzco 7) pardo rojizo 8) pardo amarillento 9) amarillo 10) amarillo rojizo  
 11) verdoso, verde 12) gris 13) grisáceo 14) azul 15) negro azulado  
 16) negro

TEXTURA DEL SUELO: 1) arenoso 2) franco 3) arcilloso 4) orgánico 5) otro

PEDREGOSIDAD: 1) ausente 2) bajo 3) medio 4) alto

EROSIÓN DEL SUELO: 1) baja 2) intermedia 3) alta

CLIMA (DESCRIPCIÓN): Temperatura 18°C Humedad: \_\_\_\_\_

LUZ: 1) sombreado 2) soleado

PRACTICAS CULTURALES: 1) roza-tumba-quema 2) irrigado 3) trasplante 4) terrazas 5) amarre del cultivo  
 6) control de plagas y enfermedades 7) otros: \_\_\_\_\_

PRÁCTICAS DE ASOCIACIÓN O ESPECIES SILVESTRES RELACIONADAS: \_\_\_\_\_

PLAGAS Y ENFERMEDADES PRESENTE: antracnosis, roya, mancha angular

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

Fecha de siembra Abol Fecha de cosecha Agab  
 Fecha de floración \_\_\_\_\_ Fecha de fructificación \_\_\_\_\_

**Anexo 14. Croquis Del Ensayo Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)**

|    | 1.25m     | 1.00m | 1.25m      | 1.00m | 1.25m       |     |
|----|-----------|-------|------------|-------|-------------|-----|
| 1  | ECU-17344 |       | ECU-8293   |       | ECU-15547   | 23m |
| 2  | ECU-17336 |       | ECU-15552  |       | ECU-17344   |     |
| 3  | ECU-17325 |       | INIAP-484  |       | INIAP-482   |     |
| 4  | ECU-17320 |       | ECU-15547  |       | ECU-8375    |     |
| 5  | ECU-8299  |       | ECU-8375   |       | INIAP-485   |     |
| 6  | INIAP-420 |       | ECU-8309   |       | ECU-8309    |     |
| 7  | ECU-17331 |       | ECU-17336  |       | ECU-17335   |     |
| 8  | ECU-8309  |       | ECU-9317   |       | INIAP-484   |     |
| 9  | ECU-8294  |       | ECU-17338  |       | UCH-004     |     |
| 10 | UCH-003   |       | ECU-8295   |       | ECU-173311  |     |
| 11 | INIAP-482 |       | UCH-002    |       | ECU-8299    |     |
| 12 | ECU-15552 |       | ECU-8311   |       | ECU-8311    |     |
| 13 | ECU-15547 |       | ECU-15558  |       | UCH-001     |     |
| 14 | UCH-001   |       | ECU-3475   |       | ECU-17327   |     |
| 15 | ECU-15528 |       | ECU-8299   |       | INIAP-481   |     |
| 16 | UCH-004   |       | INIAP-485  |       | ECU-8295    |     |
| 17 | ECU-8298  |       | ECU-15557  |       | ECU-17332   |     |
| 18 | ECU-8375  |       | ECU-9325   |       | INIAP-420   |     |
| 19 | ECU-17338 |       | ECU-17333  |       | UCH-005     |     |
| 20 | ECU-15557 |       | UCH-004    |       | ECU-17328   |     |
| 21 | ECU-17339 |       | ECU-17325  |       | ECU-15556   |     |
| 22 | INIAP-484 |       | ECU-17320  |       | ECU-17323   |     |
| 23 | ECU-17329 |       | ECU-17335  |       | ECU-17336   |     |
| 24 | ECU-17333 |       | ECU-8294   |       | ECU-3475    |     |
| 25 | ECU-17335 |       | UCH-001    |       | ECU-15558   |     |
| 26 | ECU-9325  |       | ECU-17321  |       | ECU-15552   |     |
| 27 | INIAP-485 |       | ECU-17332  |       | ECU-8293    |     |
| 28 | ECU-15556 |       | INIAP-420  |       | UCH-003     |     |
| 29 | ECU-9317  |       | ECU-17327  |       | ECU-9317    |     |
| 30 | ECU-17327 |       | ECU-17330  |       | ECU-9325    |     |
| 31 | INIAP-481 |       | INIAP-481  |       | ECU-17320   |     |
| 32 | ECU-8311  |       | ECUU-17329 |       | ECU-17333   |     |
| 33 | ECU-15510 |       | UCH-003    |       | ECU-17325   |     |
| 34 | ECU-8293  |       | ECU-9323   |       | ECU-17330   |     |
| 35 | ECU-15558 |       | ECU-8298   |       | ECU-15510   |     |
| 36 | UCH-005   |       | INIAP-482  |       | ECU-8294    |     |
| 37 | ECU-17323 |       | ECU-17339  |       | UCH-002     |     |
| 38 | ECU-8295  |       | ECU-17331  |       | ECU-17339   |     |
| 39 | ECU-17330 |       | UCH-005    |       | ECU-15528   |     |
| 40 | ECU-17328 |       | ECU-17328  |       | ECU-17338   |     |
| 41 | UCH-002   |       | ECU-17323  |       | ECU-8298    |     |
| 42 | ECU-3475  |       | ECU-15528  |       | ECU-9323    |     |
| 43 | ECU-17332 |       | ECU-17344  |       | INIAP-15557 |     |
| 44 | ECU-17321 |       | ECU-15556  |       | ECU-17321   |     |
| 45 | ECU-9323  |       | ECU-15510  |       | ECU-17329   |     |

**BLOQUE 1**

**BLOQUE 2**

**BLOQUE 3**



## Anexo 15. Fotografías Del Ensayo



Preparación y trazado de bloques



Elaboración de surcos y riego



Desinfección de la semilla



Siembra



Riego



Controles fitosanitarios



Días a la emergencia



Longitud de las hojas

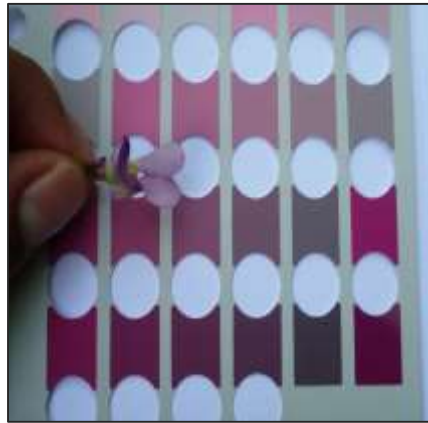


Altura de la planta





Color de las hojas



Color de la flor (alas y estandarte)



Color de las vainas



Longitud de la vaina



Tamaño de la semilla



Colores de la semilla



Cosecha con su respectiva identificación



Semillas cosechadas

## Plagas y Enfermedades



Bacteriosis común



Roya



Antracnosis



Lorito verde



Gusano de la vaina



Mancha angular