



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**  
**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos**  
**Naturales y del Ambiente**  
**Carrera de Ingeniería Agronómica**

**TEMA:**

**Evaluación morfo-agronómica y productiva de 18 cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.), en el cantón Caluma, provincia Bolívar.**

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agronómica.**

**Autor:**

**Oscar Rolando Bravo Arcibal**

**Director:**

**Ing. Carlos Monar Benavides M.Sc.**

**Institución Auspiciante INIAP**  
**(Estación Experimental Litoral del Sur)**

**Guaranda, Ecuador**

**Junio – 2017**

**EVALUACIÓN MORFO-AGRONÓMICA Y PRODUCTIVA DE 18  
CULTIVARES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN EL  
CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR.**

**REVISADO Y APROBADO POR:**

.....  
ING. CARLOS MONAR BENAVIDES M.Sc.  
**DIRECTOR.**

.....  
ING. DAVID SILVA GARCÍA Mg.  
**BIOMETRISTA.**

.....  
ING. JOSÉ SÁNCHEZ MORALES. Mg.  
**ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA.**



## **DEDICATORIA**

Agradezco a Dios primeramente por haberme permitido cumplir mi meta, darme la vida y salud, y guiado desde los inicios de mis estudios por un buen camino de éxito y de felicidad, para ser una persona de bien y de humildad.

Dedico este trabajo a toda mi familia que gracias a sus consejos y palabras de aliento supe salir adelante, con su valiosa generosidad y apoyo, hasta ver cristalizado su anhelo de verme profesional, quienes siempre estuvieron pendientes de mi presente y futuro.

Con mucho amor y cariño a mis padres: Arturo Bravo y María Arcibal, a mis hermanos: Arturo, Graciela, Ángel, David, Joel, Jennifer, por apoyarme con los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome en todo momento.

*Oscar*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, Docentes y amigos por su apoyo, amor y confianza incondicional, por guiarme y acompañarme en cada paso que he dado y por permitirme cumplir mis metas de ser un gran profesional ante la sociedad.

A la a la Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente y sus docentes, quienes han colaborado en mi formación como profesional.

Al Ing. Carlos Monar Benavides, Director del Proyecto, por su gran contribución técnica científica y tiempo brindado para culminar exitosamente esta investigación.

Al Ing. David Silva García, Biometrista, quien aportó con su conocimiento para culminar este trabajo.

Al Ing. José Sánchez Morales, Área de Redacción técnica, apoyó con su conocimiento y tiempo para culminar este proyecto.

A la Lic. Miriam Aguay, mi agradecimiento fraterno.

Agradezco de manera especial al Ing. Ricardo Guamán, Líder del Programa de Oleaginosas de INIAP Estación Experimental Litoral Sur, por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo de investigación y el apoyo técnico científico.

Un agradecimiento especial al Ing. Fausto Tapia, Técnico del Programa de Oleaginosas de la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP por su apoyo y sugerencias durante la ejecución del trabajo de investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁG.	
<b>I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>III</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>4</b>
<b>3.1.</b>	<b>Origen</b>	<b>4</b>
<b>3.2.</b>	<b>Clasificación taxonómica</b>	<b>4</b>
<b>3.3.</b>	<b>Descripción morfológica de la planta</b>	<b>4</b>
3.3.1.	Raíces y nódulos	4
3.3.2.	Tallo	6
3.3.3.	Hojas	6
3.3.4.	Inflorescencias-Flores	6
3.3.5.	Vaina y granos	7
<b>3.4.</b>	<b>Etapas de desarrollo del fréjol</b>	<b>8</b>
<b>3.5.</b>	<b>Hábito de crecimiento</b>	<b>8</b>
3.5.1.	Hábito de crecimiento determinado	9
3.5.1.1.	Tipo I-Hábito de crecimiento determinado arbustivo	9
3.5.2.	Hábitos de crecimiento indeterminados	9
3.5.2.1.	Tipo II- Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo	9
3.5.2.2.	Tipo III - Hábito de crecimiento indeterminado postrado	10
3.5.2.3.	Tipo IV - Hábito de crecimiento indeterminado trepador	10
<b>3.6.</b>	<b>Ciclo de cultivo</b>	<b>10</b>
<b>3.7.</b>	<b>Condiciones edafoclimáticas</b>	<b>11</b>
3.7.1.	Suelo	11
3.7.2.	pH	11
3.7.3.	Altitud	11
3.7.4.	Temperatura	11
3.7.5.	Humedad	12
3.7.6.	Luz	12
<b>3.8.</b>	<b>Prácticas agronómicas</b>	<b>12</b>
3.8.1.	Selección de terreno	12
3.8.2.	Preparación del suelo	13
3.8.3.	Siembra	13
3.8.4.	Semilla	14
3.8.5.	Fertilización	14
3.8.5.1.	Fijación de nitrógeno	15
3.8.5.2.	Fertilización orgánica	16
3.8.5.3.	Fertilización química	16

3.8.6.	Rotación	16
3.8.7.	Riego	17
3.8.8.	Control de malezas	17
<b>3.9.</b>	<b>Plagas</b>	<b>17</b>
3.9.1.	Barrenador del tallo y vainas ( <i>Epinotia aporema</i> )	18
3.9.2.	Mosca blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> ó <i>Bemisia tabaci</i> )	18
3.9.3.	Lorito verde o mosquilla ( <i>Empoasca kraemeri</i> )	18
3.9.4.	Arañita roja ( <i>Tetranychus</i> sp)	19
3.9.5.	Babosa ( <i>Sarasinula plebeya</i> )	19
3.9.6.	Trips ( <i>Caliothrips phaseoli</i> )	20
3.9.7.	Gallina ciega ( <i>Phyllophaga</i> spp.)	20
<b>3.10.</b>	<b>Enfermedades</b>	<b>20</b>
3.10.1.	Roya ( <i>Uromyces appendiculatus</i> )	20
3.10.2.	Antracnosis ( <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> )	21
3.10.3.	Bacteriosis común ( <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <b>phaseoli</b> )	22
3.10.4.	Mustia hilachosa ( <i>Thanatephorus cucumeris</i> )	22
3.10.5.	Pudriciones de raíz ( <i>Sclerotium rolfsii</i> )	23
<b>3.11.</b>	<b>Mejoramiento genético</b>	<b>23</b>
<b>3.12.</b>	<b>Variedades de fréjol liberadas por el INIAP</b>	<b>24</b>
3.12.1.	Características de variedades de fréjol INIAP 422-Blanco Belén	26
3.12.2.	Características de variedades de fréjol INIAP 473-Bolicho	28
<b>3.13.</b>	<b>Descriptores</b>	<b>29</b>
3.13.1.	Descriptores morfo-agronómicos	29
<b>3.14.</b>	<b>Cosecha y trilla</b>	<b>30</b>
<b>3.15.</b>	<b>Usos del fréjol</b>	<b>30</b>
<b>IV.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>31</b>
<b>4.1.</b>	<b>Materiales</b>	<b>31</b>
4.1.1.	Localización de la investigación	31
4.1.2.	Situación geográfica y climática	31
4.1.3.	Zona de vida	31
4.1.4.	Material experimental	32
4.1.5.	Materiales de campo	32
4.1.6.	Materiales de oficina	32
<b>4.2.</b>	<b>Métodos</b>	<b>32</b>
4.2.1.	Factor en estudio	32
4.2.2.	Tratamientos	33
4.2.3.	Procedimiento	34
4.2.4.	Tipos de Análisis	34
<b>4.3.</b>	<b>Métodos de evaluación y datos tomados</b>	<b>35</b>
4.3.1.	Días a la emergencia de plántulas (DEP)	35
4.3.2.	Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)	35
4.3.3.	Adaptación vegetativa (vigor) (AV)	35

4.3.4.	Días a la floración (DF)	35
4.3.5.	Color de la flor (CF)	36
4.3.6.	Hábito de crecimiento (HC)	36
4.3.7.	Color del tallo (CT)	36
4.3.8.	Color de las hojas (CH)	37
4.3.9.	Formas de las hojas (FH)	37
4.3.10.	Diámetro de tallo (DT)	38
4.3.11.	Incidencia de enfermedades (IE)	38
4.3.12.	Altura de planta (cm) (AP)	38
4.3.13.	Altura de carga (cm) (AC)	39
4.3.14.	Ramas por planta (RP)	39
4.3.15.	Días a la cosecha en seco (DCS)	39
4.3.16.	Vainas por planta (VP)	39
4.3.17.	Longitud de vaina (LV)	39
4.3.18.	Forma de la curvatura de la vaina (FCV)	40
4.3.19.	Color de la vaina (CV)	40
4.3.20.	Granos por vaina (GV)	40
4.3.21.	Granos por planta (GP)	41
4.3.22.	Color principal de la cubierta del grano (CPCG)	41
4.3.23.	Forma del grano (FG)	41
4.3.24.	Brillo del grano (BG)	42
4.3.25.	Porcentaje de humedad del grano (PH)	42
4.3.26.	Peso de 100 granos (g) (PG)	42
4.3.27.	Rendimiento por parcela (RPP)	43
4.3.28.	Rendimiento por hectárea (RH)	43
<b>4.4.</b>	<b>Manejo del experimento</b>	<b>43</b>
4.4.1.	Toma de muestra del suelo	43
4.4.2.	Distribución de unidades experimentales	44
4.4.3.	Desinfección de semilla	44
4.4.4.	Siembra	44
4.4.5.	Raleo	44
4.4.6.	Fertilización química	44
4.4.7.	Riego	45
4.4.8.	Control de plagas	45
4.4.9.	Control de malezas	46
4.4.10.	Control de enfermedades	45
4.4.11.	Cosecha	46
4.4.12.	Secado	46
4.4.13.	Trillado	46
4.4.14.	Aventado	46
4.4.15.	Almacenamiento	46
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>48</b>



<b>5.1.</b>	<b>Variables cuantitativas</b>	<b>48</b>
5.1.1.	Días a la emergencia en campo DEC	50
5.1.2.	Altura de planta (AP)	51
5.1.3	Altura de carga (AC)	52
5.1.4.	Ramas por planta (RP)	53
5.1.5	Días a la cosecha en seco (DCS)	54
5.1.6.	Vainas por planta (VP)	55
5.1.7	Longitud de vaina (LV)	56
5.1.8	Granos por vaina (GV)	57
5.1.9.	Granos por planta (GV)	58
5.1.10.	Peso de 100 granos (g) (PG)	59
5.1.11.	Rendimiento por hectárea (RH)	60
<b>5.2.</b>	<b>Contrastes ortogonales</b>	<b>62</b>
<b>5.3.</b>	<b>Variables cualitativas</b>	<b>64</b>
5.3.1.	Adaptación vegetativa (vigor) (AV)	67
5.3.2.	Color de la flor (CF)	67
5.3.3.	Hábito de crecimiento (HC)	67
5.3.4.	Color del tallo (CT)	67
5.3.5.	Color de las hojas (CH)	67
5.3.6.	Forma de la curvatura de la vaina (FCV)	67
5.3.7.	Incidencia de enfermedades (IE)	67
5.3.8.	Color de la vaina (CV)	67
5.3.9.	Color principal de la cubierta del grano (CPCG)	68
5.3.10.	Forma de las hojas (FH)	68
5.3.11.	Forma del grano (FG)	68
5.3.12.	Brillo del grano (BG)	68
<b>5.4.</b>	<b>Coefficiente de variación (CV)</b>	<b>69</b>
<b>5.5.</b>	<b>Análisis de correlación y regresión lineal</b>	<b>69</b>
5.5.1	Coefficiente de correlación “r”	70
5.5.2	Coefficiente de regresión “b”	70
5.5.3	Coefficiente de determinación (R <sup>2</sup> %)	70
<b>VI.</b>	<b>COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	<b>71</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>72</b>
7.1.	Conclusiones	72
7.2.	Recomendaciones	73
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>74</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°	DENOMINACIÓN	PÁG
1	Resultados de la prueba de Tukey al 5 % para comparar los promedios de tratamientos en las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP), Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Días a la floración (DF), Diámetro de tallo (DT), Altura de planta (cm) (AP), Altura de carga (cm) (AC), Ramas por planta (RP), Días a la cosecha en seco (DCS), Vainas por planta (VP), Vainas por planta (VP), Longitud de vaina (LV), Granos por vaina (GV), Granos por planta (GP), Peso de 100 granos (g) (PG) y Rendimiento por hectárea (RH), evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	48
2	Contrastes establecidos en base a las medias de Líneas vs. Variedades.....	62
3	Contrastes establecidos en base a las medias de Líneas vs. Testigos.....	62
4	Contrastes establecidos en base a las medias de Variedades vs. Testigos.....	63
5	Resumen de los descriptores: Adaptación vegetativa (vigor) (AV), Color de la flor (CF), Hábito de crecimiento (HC), Color del tallo (CT), Color de las hojas (CH), Incidencia de enfermedades (IE), Forma de la curvatura de la vaina (FCV), Color de la vaina (CV) y Color principal de la cubierta del grano (CPCG), según la escala propuesta por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993); Forma de las hojas (FH) y Forma del grano (FG), según la escala propuesta por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales y Brillo del grano (BG), registradas en 18 cultivares de fréjol evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	64
6	Resultado del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una estrechez significativa sobre el Rendimiento por hectárea (Variable dependiente Y) en plantas de fréjol, (Caluma. 2015).....	69

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°	DENOMINACIÓN	PÁG.
1	Promedios de Días a la emergencia en campo DEC, de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	50
2	Promedios Altura de planta (AP), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	51
3	Promedios de Altura de carga (AC), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	52
4	Promedios de Ramas por planta (RP), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	53
5	Promedios de Días a la cosecha en seco (DCS), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	54
6	Promedios de Vainas por planta (VP), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	55
7	Promedios de Longitud de vaina (LV), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	56
8	Promedios de Granos por vaina (GV), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	57
9	Promedios de Granos por planta (GP), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	58
10	Promedios de Peso de 100 granos (g) (PG), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	59
11	Promedios de Rendimiento por hectárea (RH), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.....	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N°</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
1	Mapa de la ubicación del ensayo
2	Resultado del análisis químico de suelo
3	Base de datos
4	Escalas utilizadas para la toma de variables que será comprobada con la tabla de colores propuesta por Munsell
5	Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo (Caluma. 2015)
6	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

El fréjol es la leguminosa de grano de consumo humano directo más importante en el planeta y ocupa el octavo lugar entre las leguminosas sembradas en el mundo. Para la población ecuatoriana constituye una de las principales fuentes de proteína y carbohidratos. Las leguminosas son componentes de los sistemas de producción, ya que son cultivadas en asociación, intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos. Los objetivos de esta investigación fueron: i.) Estudiar el comportamiento morfo-agronómico de 18 cultivares de fréjol arbustivo. ii) Seleccionar los mejores cultivares en función del rendimiento y preferencias en los diferentes segmentos de la cadena de valor del fréjol. iii) Generar una base de datos de la caracterización morfo-agronómica de 18 cultivares de fréjol para esta zona agroecológica. En el cantón Caluma a pesar de disponer de zonas agroecológicas apropiadas para el cultivo de fréjol, por la falta de conocimiento de los productores y alternativas tecnológicas apropiadas, no se ha desarrollado. Además, no existen estudios actualizados sobre procesos de evaluación de adaptación de germoplasma. La investigación se realizó en el cantón Caluma provincia de Bolívar. Se utilizaron 15 accesiones de fréjol procedentes del INIAP, dos variedades del Programa de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar y un testigo local. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) se realizaron análisis de varianza y prueba de Tukey al 5 %. En base al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en este ensayo se concluye que el cultivar que mejor se adaptó y respondió con el mayor rendimiento fue la variedad INIAP-430 Portilla con 1863.9 kg/ha al 14 % de humedad. Todos los cultivares presentaron características deseables como: color, tamaño, forma y brillo del grano, así como precocidad y tolerancia a enfermedades foliares. El incremento del rendimiento de fréjol estuvo relacionado positivamente a valores promedios superiores de los componentes: Peso de 100 granos (g) (PG), Vainas por planta (VP), Longitud de vaina (LV) y Granos por planta (GP). Finalmente este estudio permitió seleccionar germoplasma promisorio de fréjol arbustivo para contribuir a mejorar la productividad de los sistemas de producción locales y la seguridad alimentaria.

## **SUMMARY**

The bean is the most important direct human grain legume on the planet and occupies the eighth place among the legumes sown in the world. For the Ecuadorian population constitutes one of the main sources of protein and carbohydrates. Legumes are components of the production systems, since they are cultivated in association, intercalated, in monocultures or in rotation with other crops. The objectives of this research were: i) To study the morpho-agronomic behavior of 18 cultivars of bush bean. ii) Select the best cultivars based on yield and preferences in the different segments of the bean value chain. iii) Generate a database of the morpho-agronomic characterization of 18 bean cultivars for this agro-ecological zone. In canton Caluma, despite the availability of suitable agro-ecological zones for the cultivation of beans, due to the lack of knowledge of the producers and appropriate technological alternatives, it has not been developed. In this, there are no updated studies on germplasm adaptation evaluation processes. The research was conducted in the canton Caluma province of Bolivar. Fifteen accessions of beans were used from INIAP, two varieties from the Seeds Program of the Bolivar State University and a local witness. A randomized complete block design (DBC) was used for analysis of variance and Tukey test at 5%. Based on the analysis and interpretation of the results obtained in this trial, it is concluded that the cultivar that was better adapted and responded with a higher yield was the variety INIAP-430 Portilla with 1863.9 kg/ha at 14 % of humidity. All cultivars presented desirable characteristics such as: color, size, shape and grain brightness, as well as precocity and tolerance to foliar diseases. The increase in bean yield was positively related to higher average values of the components: weight of 100 grains (g), pods per plant (VP), pod length (LV) and grains per plant (GP). Finally, this study made it possible to select promising germplasm of bush bean to contribute to improving the productivity of local production systems and food security.

## I. INTRODUCCIÓN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), es la leguminosa de grano de consumo humano directo más importante en el planeta; ocupa el octavo lugar entre las leguminosas sembradas en el mundo, para la población ecuatoriana constituye una de las principales fuentes de proteína y carbohidratos principalmente en la región Sierra, las leguminosas son componentes de los sistemas de producción, ya que son cultivadas en asociación, intercaladas, en monocultivos o en rotación con otros cultivos; por tal motivo juega un papel muy importante en el manejo sostenible de la agricultura y la alimentación, por lo que genera empleo, alimento e ingresos económicos a pequeños, medianos y grandes agricultores, que tratan de satisfacer la demanda interna y externa. (Estévez, C.; Murgúeitio, P. 2009)

En Ecuador se cultivan dos tipos de fréjol común: arbustivos y volubles (asociados con maíz, en espalderas y tutores). Los arbustivos son cultivados en valles meso-térmicos de la sierra, estribaciones de cordillera y en la región costa; mientras que los volubles son sembrados generalmente en la franja maicera de la sierra y estribaciones. Los dos tipos de fréjol son muy importantes en la seguridad y soberanía alimentaria de miles de pequeños productores y familias ecuatorianas de escasos recursos económicos por ser una fuente, única en muchos casos, de proteína de bajo costo comparado con otras fuentes. El fréjol tiene demanda por colores, formas, tamaños y sabores, es una de las principales fuentes de proteína y carbohidratos para la población urbana y rural, especialmente para las familias de escasos recursos económicos, que no pueden acceder fácilmente a proteína de origen animal. 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 común un cultivo muy valioso para la humanidad. (Peralta, E.; Murillo, Á.; Mazón, N.; Pinzón, J. 2012)

La producción mundial de fréjol seco creció en 34 %, pasando de 17.65 millones de toneladas producidas en el año 2000 a 23.60 millones de toneladas en el 2012,

presentando de esta manera una tendencia positiva en este período de tiempo, con una tasa de crecimiento anual de 2.18 %.

En Ecuador la provincia de Chimborazo es la de mayor producción para el fréjol seco con el 19 % de la producción nacional. En la provincia Bolívar se siembran alrededor de 4122 hectáreas de fréjol para tierno, con una producción de 516 TM y 5398 hectáreas de fréjol en seco, con una producción de 1933 TM. (Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca-SINAGAP. 2015)

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

El cultivo de fréjol como un componente de los sistemas de producción es muy importante también para la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN).

La caracterización morfo-agronómica es de vital importancia en los procesos de mejoramiento genético para generar y/o validar variedades que demandan los diferentes segmentos del mercado con énfasis a buenas características morfológicas agronómicas y calidad. (Monar C. 2016)

Los objetivos de esta investigación fueron:

- ✓ Estudiar el comportamiento morfo-agronómico de 18 cultivares de fréjol arbustivo.
- ✓ Seleccionar los mejores cultivares en función del rendimiento y preferencias en los diferentes segmentos de la cadena de valor del fréjol.
- ✓ Generar una base de datos de la caracterización morfo-agronómica de 18 cultivares de fréjol arbustivo para esta zona agroecológica.



## II. PROBLEMA

La caracterización morfo-agronómica de germoplasma de fréjol arbustivo In Situ, es muy importante para generar y/o validar cultivares que demandan los diferentes segmentos de la cadena de valor del fréjol.

En el cantón Caluma a pesar de disponer de zonas agroecológicas apropiadas para el cultivo de fréjol, por la falta de conocimiento de productores y alternativas tecnológicas apropiadas, no se ha desarrollado de manera eficiente para contribuir al mejoramiento de los sistemas de producción y por ende a la seguridad alimentaria. Además en esta zona agroecológica, no existen estudios actualizados sobre procesos de evaluación de adaptación de germoplasma de fréjol arbustivo.

Las variedades locales son susceptibles a enfermedades foliares como: Roya (*Uromyces appendiculatus*), Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*) y Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris*); ante lo cual los productores recurren al uso irracional de plaguicidas lo que incide en la contaminación del ambiente, poniendo en riesgo la seguridad de los productores y consumidores.

Una vez que el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEC-GA), del INIAP con la participación activa de la Universidad Estatal de Bolívar, han generado y validado germoplasma promisorio de fréjol arbustivo, es necesario validar en esta zona agroecológica para seleccionar cultivares con buenas características morfo-agronómicas y de calidad que contribuyan a la seguridad alimentaria e ingresos económicos de los productores/as.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Origen

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario del continente americano, procede de México y Perú, donde se empezó a cultivar hace más de 7000 años A.C. A Europa lo llevaron los colonizadores, gracias a ellos, llegó a convertirse en un alimento de primer orden en Europa. (Matute, C. 2013)

#### 3.2. Clasificación taxonómica

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Género:	Phaseolus
Especie:	vulgaris
Nombre científico:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

(Arias, J.; Rengifo, T.; Jaramillo, M. 2007)

#### 3.3. Descripción morfológica de la planta

##### 3.3.1. Raíces y nódulos

En la primera etapa de desarrollo, el sistema radical está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. A los pocos días de la emergencia de la radícula, es posible ver las raíces secundarias, que se desarrollan especialmente en la parte superior o cuello de la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes, los cuales, además, se encuentran

en todos los puntos de crecimiento de la raíz. La raíz principal se puede distinguir entonces por su diámetro y mayor longitud. En general, el sistema radical es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad del suelo. Aunque generalmente se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad. Presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan el nitrógeno atmosférico que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta. La composición del sistema radical del fréjol y su tamaño dependen de las características del suelo, tales como estructura, porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, contenido de nutrientes, etc. (Arias, J. et al. 2007)

El *Rhizobium* es una bacteria que tiene la capacidad de capturar nitrógeno del aire y llevarlo hasta las raíces del fréjol para que éste lo aproveche como fertilizante nitrogenado y otra parte se fije en el suelo. La relación entre la bacteria y el fréjol se da de manera natural. Se inicia cuando la bacteria infecta las raíces y se comienza a formar nódulos pegados a las raíces. Los nódulos que forma el *Rhizobium* deben ser grandes y estar localizados en la parte superior de las raíces, estos nódulos deben de ser de color rosado en su interior para que puedan atrapar el nitrógeno. La importancia de estas bacterias es que suministran aproximadamente un 50% de nitrógeno al cultivo, razón por la cual es posible reducir el uso de fertilizante químico como la úrea. Esto trae como consecuencia bajar los costos de producción en el cultivo y la recuperación y/o conservación del suelo fértil. Estas bacterias se encuentran de manera natural en el suelo y también se pueden reproducir o cultivar en un laboratorio cuando se necesitan en grandes cantidades para aplicarlas a las semillas de fréjol. (Villatoro, C.; Franco, J.; Alfaro, R. s.f.)

La asociación *Rhizobium*/leguminosa es responsable de la fijación de por lo menos 35 millones de toneladas de nitrógeno anualmente, lo cual es altamente

importante en los países de América tropical, donde la deficiencia de nitrógeno es uno de los factores que más limitan la producción de cultivos. Sin embargo, es importante considerar que la cantidad de nitrógeno fijado por el fréjol es muy diversa; depende de la variedad, de la eficiencia fijadora de la bacteria *Rhizobium* y de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. (Arias, J. et al. 2007)

### **3.3.2. Tallo**

El tallo puede ser erecto, semivoluble o voluble y en cada nudo aparecen las ramas o las hojas. El erecto corresponde a las variedades arbustivas y el voluble tiende a crecer alrededor de un soporte. En la planta madura el tallo es aristado o cilíndrico y la médula hueca. (UNAD. s.f.)

### **3.3.3. Hojas**

Las hojas del fréjol son de dos tipos simples y compuestas. Están insertadas en los nudos de los tallos y en las ramas laterales mediante pecíolos. Las hojas primarias son simples aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis, son opuestas, cordiformes, unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas. Las estípulas son bífidas al nivel de las hojas primarias las hojas compuestas, son trifoliadas, tienen pecíolo y un raquis, tanto el pecíolo como el raquis son acanalados, los folíolos son enteros, ovalados sin aurículas son glabros o subglabros. (Goyes, P. 2007)

### **3.3.4. Inflorescencias-Flores**

La inflorescencia es un racimo axilar con pedúnculo cilíndrico o aplanado hasta de 10 cm de largo; el raquis, donde emergen las flores, de uno a ocho cm, está generalmente cubierto de pubescencia fina. En los nudos del raquis, encima de una bráctea, aparecen tres primordios florales; los dos laterales se desarrollan en flores y el central permanece latente; por esto las flores del fréjol surgen en pares que se abren simultáneamente o, como es más corriente, con un día de diferencia;

en algunos casos la yema central puede dar origen a un eje floral secundario o una flor terminal. La flor del fréjol es típicamente de simetría bilateral, o sea que sólo se puede dividir en dos partes iguales si se corta por un plano vertical a lo largo de la flor. Estas salen de pequeños pedicelos cilíndricos muy cortos en cuya base hay una bráctea caediza. Arriba, debajo de la inserción de la flor, hay dos bractéolas ovales, verdes y persistentes. El cáliz campanulado rara vez mide más de tres mm de largo; la corola como en la mayoría de las papilionáceas, se forma de cinco pétalos diferentes y libres. El superior “estandarte” dividido por el nervio central, se extiende primero horizontalmente hacia la parte delantera de la flor y se repliega luego verticalmente hacia atrás. Las “alas”, dos pétalos laterales muy asimétricos, se forman de una parte basal angosta que sale debajo del estandarte y una terminal convexa de bordes ondulados que se prolongan hacia delante de la flor. (León, J. 2000)

### **3.3.5. Vaina y granos**

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido, puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa. Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad, dehiscente, de color verde después de la fecundación, color que puede mantenerse hasta la maduración o bien se vuelven amarillentas, violáceas o jaspeadas. En su tamaño definitivo las vainas pueden tener dimensiones muy variables (60-220 mm de longitud y de 8-25 mm de ancho). Los granos no poseen albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones; pueden tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada. (Arias, J. et al. 2007)

### 3.4. Etapas de desarrollo del fréjol

<b>Fase</b>	<b>Etapas</b>	<b>Código</b>	<b>*DDS</b>
<b>Vegetativa</b>	Germinación	V0	0-5
	Emergencia	V1	6-7
	Hojas primarias	V2	8-11
	Primera hoja trifoliada	V3	12-16
	Tercera hoja trifoliada	V4	17-23
<b>Reproductiva</b>	Prefloración	R5	24-32
	Floración	R6	33-36
	Formación de vainas	R7	37-44
	Llenado de vainas	R8	45-62
	Maduración	R9	63-77

\*Días después de siembra  
(Munguía, J. y Pérez, J. 2009)

### 3.5. Hábito de crecimiento

Morfológicamente las plantas de fréjol son clasificadas con hábitos de crecimiento determinado o indeterminado con base en el hecho de si un meristemo apical es reproductivo o vegetativo, respectivamente. El tallo presenta un desarrollo característico en su parte terminal, con dos probabilidades, que depende del hábito de crecimiento de la variedad. Una es que termina en una inflorescencia que al aparecer, normalmente, el tallo cesa su crecimiento y, en este caso, la planta es de hábito de crecimiento determinado. En la otra el tallo presenta en su parte terminal un meristemo vegetativo que le permite eventualmente seguir creciendo, formando más nudos y entrenudos, en este caso la planta es de hábito de crecimiento indeterminado. Cuando la planta es de hábito de crecimiento determinado el tallo posee, por lo general, un bajo número de nudos, y en las plantas de hábito de crecimiento indeterminado el número de nudos es mayor. (Voysesst, O. 2000)

Estado concepto puede ser definido como el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta en su arquitectura final. Debido a que algunos de estos caracteres son influenciados por el ambiente, el hábito de crecimiento puede ser afectado por éste. Los principales caracteres morfo-agronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son:

- ✓ Tipo y desarrollo de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
- ✓ Número de nudos.
- ✓ Longitud de los entrenudos y, en consecuencia, la altura de la planta.
- ✓ La aptitud para trepar.
- ✓ El grado y tipo de ramificación. (Matute, C. 2013)

El desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. s.f.)

### **3.5.1. Hábito de crecimiento determinado**

#### **3.5.1.1. Tipo I-Hábito de crecimiento determinado arbustivo**

El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y las ramas generalmente se detiene. (Arias, J. et al. 2007)

### **3.5.2. Hábitos de crecimiento indeterminados**

#### **3.5.2.1. Tipo II- Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo**

- ✓ Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta, las ramas no producen guías.

- ✓ Pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, generalmente cortas con respecto al tallo.
- ✓ El número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12.
- ✓ Como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor. (Cabrera, C.; Reyes, C. 2008) y (Matute, C. 2013)

### **3.5.2.2. Tipo III - Hábito de crecimiento indeterminado postrado**

- ✓ Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.
- ✓ La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm.
- ✓ El número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías. (Arias, J. et al. 2007)

### **3.5.2.3. Tipo IV - Hábito de crecimiento indeterminado trepador**

- ✓ A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora.
- ✓ Las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical.
- ✓ El tallo, el cual puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2 m de altura con un soporte adecuado.
- ✓ La etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración. (Matute, C. 2013)

## **3.6. Ciclo de cultivo**

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



En seco: 110 a 115 días en valles y estribaciones. 150 a 165 días en Guaranda, Bolívar. (Monar, C.; Peralta, E.; Mazón, N. et al. 2010)

### **3.7. Condiciones edafoclimáticas**

#### **3.7.1. Suelo**

El suelo requiere de suelos profundos y fértiles con buenas propiedades físicas, de textura franco limosa (partículas entre 0.05 y 0.002 mm). (Cabrera, C.; Reyes, C. 2008)

#### **3.7.2. pH**

El fréjol prospera en suelos con pH de 5.5 a 7.0, fuera de este rango se deben hacerse correcciones. (Guamán, R.; Andrade, C.; Álava, J. 2003)

#### **3.7.3. Altitud**

El fréjol cultivado en Ecuador se lo encuentra desde los 20 a 2800 m de altitud; consecuentemente, por su amplia distribución geográfica en ambientes tan diversos, el fréjol es afectado por problemas de producción de tipo biótico y abiótico. Los principales problemas bióticos son las enfermedades causadas por hongos y bacterias, mientras que el principal problema abiótico identificado en Ecuador es la falta de agua o sequía. (Peralta, E. et al. 2012)

#### **3.7.4. Temperatura**

La planta de fréjol se desarrolla bien entre temperaturas promedio de 15 a 27 °C, las que generalmente predominan a elevaciones de 400 a 1200 msnm, pero es importante reconocer que existe un gran rango de tolerancia entre diferentes variedades. (Cabrera, C.; Reyes, C. 2008)

### **3.7.5. Humedad**

Requiere entre 300 a 400 mm de agua según la duración del ciclo vegetativo y las características del clima las plantas de fréjol consumen la mayor cantidad de agua en las etapas de floración y llenado de vainas. En estas etapas las plantas de fréjol, son más sensibles al déficit de agua, afectándose seriamente los rendimientos. El exceso de humedad hace escasear el nitrógeno disminuyendo el desarrollo de la planta, además, se favorece el ataque de gran número de patógenos que causan enfermedades. El fréjol requiere de humedad adecuada en el suelo para que haya un buen crecimiento, desarrollo de la planta, formación y llenado de grano. A la vez requiere de un período seco o de poca precipitación al final del ciclo, para favorecer el proceso de maduración y cosecha. (Hernández, F. 2009)

### **3.7.6. Luz**

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El fréjol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables. (Arias, J. et al. 2007)

## **3.8. Prácticas agronómicas**

### **3.8.1. Selección de terreno**

Para tener éxito en el cultivo, se recomienda usar suelos drenados y nivelados, de textura franco limosa a ligeramente arenosa. No obstante, el cultivo tolera bien los suelos francos arcillosos, profundos, con buen contenido de materia orgánica y libre de salinidad. (Guamán, R. et al. 2003)

La siembra del fréjol en terrenos con suelos adecuados favorece un buen desarrollo radicular, que contribuye en la obtención de plantas más vigorosas, con mayor capacidad de exploración de agua y nutrientes, mejor competencia con las malezas y mejor disposición a la reacción a enfermedades. El cultivo se adapta y de hecho se siembra en una gran diversidad de suelos, sin embargo, para obtener los mejores resultados, se recomiendan suelos sueltos, limosos, con buen drenaje condición que favorece la mayor disponibilidad de los elementos nutritivos del suelo. (Escoto, N. 2011)

### **3.8.2. Preparación del suelo**

El terreno debe ser preparado adecuadamente, para que la semilla tenga buenas condiciones para germinar y emerger. Un suelo mal preparado puede contribuir a que el agua se encharque en el terreno y las plantas sean afectadas por enfermedades que causan las pudriciones de raíz. Los residuos de la cosecha anterior deben ser enterrados durante la preparación de suelo o construir composteras para la descomposición completa. En áreas de ladera, se recomienda la siembra con labranza mínima para evitar la erosión de los suelos. (Peralta, E.; Á. Murillo.; Falconí, E. et al. 2007)

El cultivo de fréjol responde favorablemente a la Agricultura de Conservación y en rotación después de gramíneas y particularmente en condiciones de ladera, no se recomienda la labranza convencional. (Monar, C. 2015)

### **3.8.3. Siembra**

Época apropiada para la siembra de febrero a abril y septiembre a noviembre (Valles). Abril a julio (Estribaciones). Con una cantidad de 90 kg/ha para grano grande y 50 kg/ha para grano para grano pequeño. Como monocultivo y sembrar 3 semillas por sitio. (Monar, C. et al. 2010)

El método de siembra más común es el manual con empleo de espeque; debe realizarse en suelo húmedo, la distancia que se recomienda es de 0.50 m entre surcos y de 0.20 m entre plantas; depositando dos semillas por sitio, lo que equivale a 200000 plts/ha. También puede sembrarse a máquina, a la misma distancia entre surcos, y 12 semillas por metro lineal, lo que corresponde igualmente a 200000 plts/ha. (Guamán, R. et al. 2003)

#### **3.8.4. Semilla**

El uso de semilla y no de grano para la siembra, potencializa la obtención de plantas uniformes, sanas y con excelente poder de germinación, conservando con esta actividad las características propias de la variedad. Lo ideal es usar semilla certificada de variedades mejoradas que han sido liberadas comercialmente, el reciclaje o uso de semilla de un ciclo de cultivo a otro, es válido siempre y cuando ésta se haya producido en condiciones adecuadas de manejo agronómico y sanidad, procurando su uso hasta un máximo de cuatro ciclos de siembra. (Escoto, N. 2011)

Se recomienda utilizar semilla certificada, que tenga más del 85% de germinación. Semillas portadoras de enfermedades virales, fungosas y bacterianas, afectan la germinación y el buen establecimiento del cultivo. Así mismo, la germinación suele ser pobre cuando no ha habido un adecuado almacenamiento. Antes de la siembra la semilla debe desinfectarse contra hongos e insectos del suelo, para lo cual puede usarse Vitavax en dosis de 3 gramos disuelto en 0.5 litro de agua por cada kilogramo de semilla. (Guamán, R. et al. 2003)

#### **3.8.5. Fertilización**

Aunque el fréjol es una leguminosa capaz de fijar simbióticamente nitrógeno en presencia de la cepa apropiada de *Rhizobium*, las dificultades edáficas, de variedad o de inoculación pueden limitar la fijación, y obligar a la planta a depender del nitrógeno del suelo o de los fertilizantes nitrogenados aplicados al

cultivo. La deficiencia de nitrógeno es más frecuente en los suelos con bajo contenido de materia orgánica. También ocurre en suelos ácidos donde los niveles tóxicos de aluminio o manganeso, o las deficiencias de calcio y magnesio, restringen la descomposición microbiológica de la materia orgánica y la fijación de nitrógeno por el *Rhizobium*. Los síntomas de deficiencia de nitrógeno son evidentes tan pronto como las hojas bajas de la planta toman un color verde pálido y, eventualmente, muestran amarillamiento. Tal coloración avanza gradualmente hacia arriba, el crecimiento de la planta es raquítrico y los rendimientos disminuyen. (FAO. s.f.)

### **3.8.5.1. Fijación de nitrógeno**

La necesidad del nitrógeno y su presencia ambiental se convierte en un proceso paradójico, porque su fijación sólo puede ser realizada por un selecto grupo de bacterias. Esto se debe a la incapacidad de las plantas y los animales para asimilar nitrógeno atmosférico, el nitrógeno es esencial para la agricultura. El establecimiento de la simbiosis para atrapar el N entre *Rhizobium* y la leguminosa es un proceso complejo, donde la formación de nódulos y la captación del N se dan en etapas sucesivas. El *Rhizobium* induce en la leguminosa el desarrollo de nódulos en su raíz, luego los dos organismos establecen una cooperación metabólica: las bacterias reducen N a amonio (NH), el cual exportan al tejido vegetal para su asimilación en proteínas y otros compuestos nitrogenados complejos, las hojas reducen el CO<sub>2</sub> en azúcares durante la fotosíntesis y lo transportan a la raíz donde los bacteroides de *Rhizobium* lo usan como fuente de energía para proveer ATP al proceso de inmovilizar N. El *Rhizobium* y la planta establecen un diálogo molecular que prepara en las células de la raíz un hábitat (nódulos y estructuras globulares), donde la bacteria se establece y evade la respuesta de defensa de la planta. En esta estructura se realiza el proceso de fijación del nitrógeno atmosférico que es reducido para crear amonio, compuesto utilizado por el fréjol para crecer. Esta forma de fijación de nitrógeno equivale a una fertilización biológica anticontaminante, porque no incrementa los nitratos en el suelo y promueve una agricultura sustentable. (Arias, J. et al. 2007)

### **3.8.5.2. Fertilización orgánica**

Un suelo saludable es la base de la agricultura orgánica, la producción orgánica de fréjol involucra la aplicación de estiércol y otros materiales de liberación lenta de nutrientes que necesitan ser incorporadas al suelo antes de la siembra de 7.5 a 12.5 t ha<sup>-1</sup> de uno de los varios tipos de estiércol animal, tanto de ganado como de ave, serán suficientes para suministrar todos los nutrientes requeridos para el cultivo de fréjol. (Mena, C.; Velásquez, R. 2010)

### **3.8.5.3. Fertilización química**

La aplicación de los fertilizantes químicos se debe realizar en base al análisis químico de suelo. El fertilizante a base de fosforo y potasio es conveniente aplicarlo con el último pase de rastra, o a la siembra; al lado o debajo de la semilla. El nitrógeno se aplicara después de 10 a 20 días en bandas laterales a 10 cm de las plantas. (Guamán, R. et al. 2003)

### **3.8.6. Rotación**

El fréjol es de importancia estratégica en el mejoramiento de los suelos cumpliendo funciones esenciales en la rotación y la asociación de cultivos. Las leguminosas tienen la propiedad de tomar el nitrógeno de la atmósfera y a través de bacterias en sus raíces, incorporándolo al suelo. La rotación de cultivos es una técnica consistente en no cultivar las mismas especies en el mismo lugar. Este tipo de técnica es muy habitual, por ejemplo, entre cereales y leguminosas, también se da con plantas que tienen las raíces profundas y otras que las tienen raíces superficiales o con plantas que requieren un abonado diferente. La rotación de cultivos se ha empleado desde siempre como método tradicional para evitar el desgaste de los suelos y para evitar el desarrollo de plagas o enfermedades de las plantas cortando el ciclo de desarrollo de las mismas. (Arias, J. et al. 2007)

### **3.8.7. Riego**

El riego debe realizar preferentemente por gravedad (surcos), cuidando de no causar encharcamiento; no se recomienda usar sistemas de riego por aspersión, ya que el golpe de las gotas de agua levanta del suelo bacterias y hongos y deja el ambiente muy húmedo, convirtiéndolo en medio propicio para el desarrollo de algunas enfermedades. (Peralta, E. et al. 2007)

### **3.8.8. Control de malezas**

Lo recomendable es mantener el cultivo libre de malezas por lo menos los primeros 30 días después de germinado, potencializando de esta manera un ahorro en pérdidas por efecto de daño por malezas de hasta un 40% en rendimiento. (Escoto, N. 2011)

### **3.9. Plagas**

Es recomendable realizar aplicaciones de pesticidas en presencia de la plaga y cuando ésta se encuentre en niveles que puedan causar daño económico (umbral de acción), tomando en cuenta las precauciones para no intoxicarse. Para tratar de racionalizar el uso de los plaguicidas por parte de los pequeños agricultores de fréjol y otras leguminosas, se recomiendan los productos menos tóxicos y económicamente costeables. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda evitar el uso por el daño que pueden ocasionar a la salud; sin embargo, mientras no exista en el mercado productos más amigables con el ambiente, la salud y de bajo costo, se seguirán empleando y recomendando los menos peligrosos. La aplicación siempre debe realizarse con criterio técnico, es decir no aplicar por calendario, tomando las medidas adecuadas de protección. Aplicar los insecticidas de sello azul y verde en las dosis y frecuencias recomendadas y en función del umbral económico (Monar, C. et al. 2010)

### **3.9.1. Barrenador del tallo y vainas (*Epinotia aporema*)**

Los adultos son polillas típicas de color grisáceo y con un tamaño de uno y medio a tres centímetros de largo. Colocan sus huevos en masas de color verde-grisáceo, los ponen en los brotes, las flores y en las vainas jóvenes de la planta. Las pupas son subterráneas. Su ciclo de vida es de 20 a 30 días. Las larvas recién nacidas se alimentan de las partes tiernas de la planta. Una vez desarrolladas, se introducen en las vainas. El daño principal es causado a las semillas. Las vainas con larvas se pudren debido a la presencia de hongos. Infestaciones severas reducen los rendimientos de forma considerable. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA. 2010)

### **3.9.2. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)**

La mosca blanca es un insecto frecuente y abundante en épocas de sequía, al fréjol lo atacan dos especies de mosca blanca; la especie (*Bemisia tabaci*) predomina en climas cálidos y la especie (*Trialeurodes vaporariorum*) que predomina en zonas de clima frío moderado; los adultos de mosca blanca chupan la savia de las plantas. Las pupas de la mosca blanca y otros estados inmaduros (huevos y ninfas) se localizan en el envés de las hojas bajas y también chupan la savia de las plantas. Cuando las poblaciones son abundantes se forma un moho oscuro llamado fumagina que cubre gran parte de la vaina u hoja causando clorosis y en casos extremos la caída de las hojas. (Tamayo, P.; Londoño, M. 2001)

### **3.9.3. Lorito verde o mosquilla (*Empoasca kraemeri*)**

Los adultos son de forma alargada, con su cuerpo en forma de cuña (más ancho en la cabeza y se va haciendo angosto hasta llegar a la punta de las alas), su tamaño varía de 2.4 a 2.5 mm, son de color verde claro con manchas blancas en la cabeza y el tórax. Los daños lo realizan tanto ninfas como adultos al succionar la savia de las hojas, las nervaduras se decoloran a los dos días, luego se produce un amarillamiento de los bordes y la punta central de los folíolos que avanza a la



nervadura central; posteriormente, las hojas se deforman y enrollan hacia abajo, éstas áreas cloróticas se vuelven necróticas e incluso puede haber defoliación en infestaciones fuertes. La reducción del crecimiento entre nudos, caídas de flores y vainas, son otros síntomas típicos del daño causado por el lorito verde al introducir su estilete, daño que luego es exacerbado por una toxina que inyecta al momento de alimentarse, con lo que se bloquea el floema y se distorsiona el xilema, además de que hay acumulación de fotosintatos arriba del punto de bloqueo, lo que ocasiona fitotoxicidad. (Mena, C.; Velásquez, R. 2010)

#### **3.9.4. Arañita roja (*Tetranychus* sp)**

La hembra es roja y el macho es pálido casi incoloro, se encuentran agrupados en colonias formando telas espesas en hojas, brotes tiernos y frutos. Se localizan especialmente en la parte inferior (envés) de las hojas. Ataca el follaje de la planta debilitándola y reduciendo la producción. Se debe evitar siembras que coincidan la fase de floración y fructificación en épocas de excesivo calor; riegos ligeros y frecuentes permiten un mejor manejo del agua; procurar campos libres de malezas hospederas; el polvo de los caminos, regando o colocando barreras. Lo recomendable es empezar con productos que afectan en menor grado a los controladores biológicos, como son el azufre ya sea en polvo seco o mojable; si el problema es más severo se puede recurrir a productos químicos como los acaricidas, considerando que estos deben ser aplicados dirigiendo la boquilla al envés de la hoja y se debe mojar bien. (Ramos, J. 2014)

#### **3.9.5. Babosa (*Sarasinula plebeya*)**

Es una plaga de mucha importancia económica en el cultivo de fréjol, destruye las plántulas recién nacidas cortando los hipocótilos y las hojas, en ocasiones también se alimentan de las vainas las babosas aumentan en números durante los primeros días de la época lluviosa cuando las infestaciones son altas pueden destruir completamente toda la plantación en una sola noche. (Escoto, N. 2011)

### **3.9.6. Trips (*Caliothrips phaseoli*)**

Los adultos miden de 1 a 2 mm, la hembra es de color marrón oscuro con el borde anterior a la cabeza amarilla; son de gran movilidad. Viven principalmente en el envés de las hojas, chupan la savia de las plantas; los huevecillos son insertados en los tejidos del envés de las hojas; las ninfas raspan y chupan las hojas produciendo cicatrices que en su conjunto le dan a la hoja un color cenizo. Posteriormente las hojas muy atacadas se tornan de color cobrizo y después se acartonan, pudiendo ocasionar la defoliación prematura de la planta. (Padilla, V.; Castillo, T.; Cabrera, F. et al. 2009)

### **3.9.7. Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.)**

Los adultos miden de 1.5 a 2.0 cm de largo, son de color café, pocos brillantes. Las larvas, conocidas como gallinas ciegas, tienen la cabeza café, el tórax y el abdomen son de color blanco grisáceo a color crema. Los daños causados por las larvas al alimentarse de las raíces de las plantas en desarrollo, es común encontrar plantas con todo el sistema radicular destruido. Los síntomas que presenta una planta afectada por gallina ciega es un follaje amarillento, que posteriormente se vuelve marchito, para finalmente secarse, especialmente si las condiciones son cálidas y secas; en campos severamente afectados pueden ocurrir pérdidas hasta en un 100 %. (Mena, C.; Velásquez, R. 2010)

## **3.10. Enfermedades**

### **3.10.1. Roya (*Uromyces appendiculatus*)**

La roya es una de las enfermedades más importantes del cultivo de fréjol en Ecuador, comúnmente se presenta en áreas con alturas superiores a 1200 msnm. La infección del hongo es favorecida por períodos prolongados de lluvia, con una humedad relativa de más del 90 % y temperatura moderada entre 17 a 27 °C. El hongo puede sobrevivir cerca de 60 días bajo condiciones de campo, las pérdidas

a causa de la enfermedad pueden alcanzar del 40 al 46 % de la producción. La infección inicial aparece generalmente en el envés de las hojas a manera de pequeños puntos de color blanco, que al crecer, forman pústulas de color café oscuro que liberan gran cantidad de esporas. Las pústulas son de tamaño variable, pueden alcanzar los 2 mm de diámetro en variedades susceptibles y pueden presentar un halo amarillo alrededor de la pústula; afecta principalmente las hojas y ocasionalmente las vainas, tallos y ramas. Este hongo se disemina a distancias cortas mediante herramientas agrícolas, insectos y animales; el viento puede hacerlo a grandes distancias. Una de las prácticas más importantes para su control es la rotación de cultivos, no se debe sembrar lotes donde, en el período anterior, se sembró una variedad susceptible, ni cerca de cultivos infectados con roya, además se debe eliminar los residuos de cosecha, porque suelen contener esporas que pueden constituir fuente de inóculo. (Peralta, E. et al. 2007)

### **3.10.2. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)**

Esta enfermedad fungosa es común en zonas con alturas superiores a los 1500 msnm, temperaturas frías a moderadas y con alta humedad relativa. La antracnosis también se puede presentar con severidad en zonas de clima medio, donde persistan condiciones de lluvias continuas. Aunque la antracnosis se puede presentar desde los primeros estados de desarrollo del cultivo, es especialmente severa y dañina en época de floración y formación de vainas. En esta época se deben extremar las medidas de control; cuando las vainas están muy afectadas por la enfermedad el hongo penetra la semilla y se transmite en ella. La siembra de semilla infectada por el patógeno ocasiona ataques tempranos y mayores dificultades en el control de la enfermedad. Los síntomas de la antracnosis son más notorios en el envés de las hojas, en las vainas y en los pecíolos y tallos. Los daños por la enfermedad en las semillas se observan en los cotiledones y es común en plántulas recién establecidas. (Tamayo, P.; Londoño, M. 2001)

### **3.10.3. Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*)**

Esta enfermedad se conoce con otros nombres. Bacteriosis y Tizón común, tiene una amplia distribución geográfica, por su importancia económica se considera una de las principales enfermedades del fréjol. Esta enfermedad causa daños en zonas calientes (28 °C) con alta humedad relativa, la bacteria puede sobrevivir por períodos cortos en residuos de cosecha infectados, los síntomas se presentan en las hojas, tallo, vainas y semillas. Inician con manchas húmedas o exudación en el envés de las hojas; luego las manchas aumentan irregularmente de tamaño, uniéndose una con la otra. Las partes infestadas se ven flácidas, rodeadas de una zona estrecha de tejido amarillo limón, posteriormente se vuelven necróticas y de color marrón, llegando a cubrir unas áreas tan grandes para causar defoliaciones. Las lesiones en las vainas se manifiestan en forma de pequeñas manchas húmedas, que crecen gradualmente, de color oscuro a roja. Las semillas afectadas por la bacteria se pudren y se arrugan, el patógeno puede permanecer dentro de la testa, por lo tanto puede ser transmitido en la semilla; las plantas germinadas de estas semillas presentan lesiones en los cotiledones los nudos y las hojas primarias representan fuentes de infección, la diseminación de la bacteria es facilitada por la lluvia, el viento, el agua de riego e insectos vectores. (Escoto, N. 2011)

### **3.10.4. Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*)**

Puede causar severas pérdidas en la producción del cultivo. Los primeros síntomas aparecen en las hojas, las lesiones crecen rápidamente en condiciones de alta humedad y se unen formando áreas más grandes que pueden cubrir la hoja totalmente. Bajo condiciones de clima favorable el micelio del hongo es notorio y se extiende a hojas sanas hasta cubrir pecíolos, flores y vainas formando una masa de micelio y tejido enfermo similar a una telaraña. En las vainas jóvenes, las lesiones son redondas, deprimidas, pequeñas y de color café claro en su borde con el centro blanquecino. Cuando el hongo progresa cubre totalmente la vaina causando una lesión húmeda; este hongo produce pequeños esclerocios que pueden sobrevivir en el suelo por más de un año, las medidas de control incluyen:

eliminación de residuos de cosecha, rotación con otros cultivos, control de malezas, establecimiento de baja densidad de siembra. (Guamán, R. et al. 2003)

### **3.10.5. Pudriciones de raíz (*Sclerotium rolfsii*)**

Es muy común en cultivos donde el fréjol que se encuentran bajo condiciones de estrés, por ejemplo: baja fertilidad del suelo, alta o baja humedad, temperaturas calientes, suelos compactados, sequías, suelos ácidos, suelos fertilizados con amonio. También es muy común en suelos sobre cultivados. Los síntomas iniciales aparecen sobre los tallos o hipocotilos justo debajo de la línea del suelo, como una lesión de agua color gris, que luego se torna de color café oscuro y se extiende hacia abajo a la punta de la raíz, llevando a la marchitez. Los síntomas foliares consisten en el amarillamiento de las hojas y defoliación en las ramas superiores de la planta, seguido por un marchitamiento repentino. Una abundante masa de hongo blanco sedoso, esclerocios largos y redondos (que al principio fueron blancos pero gradualmente se hicieron oscuros), están adheridos a la base del tallo. Las vainas que tocan el suelo pueden infectarse o pudrirse. Las semillas se contaminan a través de la infección de las vainas. (FAO. 2016)

### **3.11. Mejoramiento genético**

Al fitomejoramiento genético se considera el arte y la ciencia de conservar, mejorar o cambiar el genotipo o la herencia de las plantas cultivadas, formando nuevas variedades o mejorando las ya existentes y de cultivo común para los agricultores. El término Fitogenotecnia, es el indicado para describir las técnicas y prácticas de los procesos de mejoramiento de las características heredables de las plantas, por medio de los métodos desarrollados por la genética vegetal aplicada, con la finalidad de hacerlas más eficientes en el aprovechamiento de las condiciones ecológicas, bajo las cuales se desarrollan. Las bases de estas tecnologías son: la genética, la bioestadística y un conjunto de conocimientos agronómicos que capacitan al mejorador para formar un arquetipo de planta capaz de alcanzar la mayor producción y la mejor calidad. La mejora vegetal desempeña un papel fundamental en el aumento del rendimiento y de la calidad de los

cultivos, desarrollando variedades adaptadas a las distintas condiciones ambientales, con mejor aprovechamiento de los insumos e integrada en sistemas agrarios sostenibles desde el punto de vista ambiental y económico. (Peralta, E. et al. 2012)

El mejoramiento del fréjol común conduce al desarrollo de cultivares genéticamente superiores y que puede ser llevado a cabo mediante los métodos de introducción, selección e hibridación. Para eso, es importante el conocimiento de la genética y heredabilidad de algunos caracteres como hábito de crecimiento, el color del tallo y la flor, el color de la semilla, las características de la vaina, resistencia de las enfermedades y rendimiento, entre otros, para obtener una variedad mejorada de fréjol. El fréjol arbustivo en el Ecuador pasa por un sistema de mejoramiento que ha alcanzado los objetivos que se desean; se caracterizan por ser superior en rendimiento, adaptabilidad y resistencia, en la zona donde se lo libera; esta línea de materiales filogenéticos es el resultado de investigaciones realizadas por el INIAP, proviene del cruzamiento entre determinadas especies como por ejemplo: CAL 125 x Paragachi, tipo Calima, en donde las calificaciones que obtiene de acuerdo a la escala CIAT son: vigor (3), carga (3), resistencia a enfermedades foliares (4); el rendimiento en grano seco es de aproximadamente 1968 kg/ha, en las provincias de Los Ríos, El Oro, Manabí y Guayas, con variaciones muy mínimas en sus niveles de producción. (Ochoa, E. 2013)

### **3.12. Variedades de fréjol liberadas por el INIAP**

Entre los años 1963 y 1978, los programas de investigación en fréjol y otras leguminosas del INIAP ubicados en las Estaciones Experimentales Santa Catalina (Pichincha), Pichilingue (Los Ríos) y Boliche (Guayas), realizaron colecciones de germoplasma o las introdujeron del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia para su evaluación. En 1979, en la Estación Experimental Boliche se entrega la primera variedad mejorada por selección, la variedad INIAP Bayito. En 1988, el Programa de Leguminosas de la Estación Experimental Santa Catalina entrega las primeras cuatro variedades mejoradas por selección (dos

arbustivas y dos volubles). En 1990 se fortalece la investigación y el fitomejoramiento en el Programa de Leguminosas en la Estación Experimental Santa Catalina. Juega un papel importante el apoyo del CIAT, especialmente en la capacitación de investigadores nacionales. De 1990 al 2000 se evalúan poblaciones de fréjol del CIAT, se liberan variedades mejoradas principalmente para el Austro con la participación de la Estación Experimental Chuquipata. En el 2000 concluye el apoyo del CIAT. Del 2001 al 2006 apoya al fitomejoramiento la Universidad de Wageningen (Holanda), con el enfoque de resistencia duradera. En el 2003 se suman las Universidades Estatal de Michigan y de Cornell (USA) con el proyecto Bean/Cowpea-CRSP y hasta el 2012 con el proyecto Pulses CRSP-MSU (USAID). (Peralta, E. et al. 2012)

Hasta el año 2012 se han entregado 32 variedades de fréjol, 26 arbustivas y 6 volubles, de las cuales 20 están en uso (17 arbustivas y 3 volubles). Se han generado 22 variedades en la Estación Experimental Santa Catalina; 6 en Chuquipata (Austro) y 4 en Litoral Sur (Boliche). En el PRONALEG-GA (E.E. Santa Catalina), en los últimos 10 años la tendencia ha sido generar variedades por hibridación o cruzamiento con resistencia genética a enfermedades foliares y radiculares causadas por hongos. Las variedades recientes presentan entre una y cuatro resistencias genéticas y cada vez a un mayor número de razas de roya, antracnosis, mancha angular y pudriciones de raíz; con resistencia intermedia (durable) o resistencia completa. (Peralta, E.; Mazón, N. 2009)

**3.12.1. Características de las variedades de fréjol INIAP 422-Blanco Belén Estación Experimental Chuquipata; e INIAP 427-Libertador, INIAP 428-Canario Guarandeño, INIAP 430-Portilla, INIAP 480-Rocha, INIAP 481-Rojo del Valle, INIAP 482 Afro-andino, INIAP 483-INTAG, INIAP 484-Centenario de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>INIAP 422 Blanco Belén</b>	<b>INIAP 427 Libertador</b>	<b>INIAP 428 Canario Guarandeño</b>	<b>INIAP 430 Portilla</b>	<b>INIAP 480 Rocha</b>	<b>INIAP 481 Rojo del Valle</b>	<b>INIAP 482 Afro-andino</b>	<b>INIAP 483 INTAG</b>	<b>INIAP 484 Centenario</b>
<b>MORFOLÓGICAS</b>									
Habito de crecimiento:	Determinado tipo I	Indeterminado	Determinado	Determinado tipo II	Determinado	Indeterminado tipo II (con guía pequeña)	Indeterminado tipo II	Determinado tipo I (sin guía)	Determinado tipo I (sin guía)
Altura de la planta (cm):	46	55 - 65	50 - 70	41 - 44	30 - 45	45 - 50	45 - 50	35 - 45	45 - 50
Color de la flor:	Blanco	Rosado	Blanco	Blanco	Rosado	Blanco	Lila	Blanco	Rosado pálido
Color de grano seco:	Blanco	Rojo moteado	Amarillo (canario)	Rojo moteado	Amarillo (canario)	Rojo moteado con crema	Negro	Morado/crema (moteado)	Rojo moteado con crema
Color de grano tierno:	Blanco	Blanco	Crema	Rosado	Blanco	Blanco/rosado	-	-	-
Tamaño del grano seco:	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Grande	Pequeño	Grande	Grande



Forma del grano:	Alargado	Arriñonado	Redondo	Arriñonado	Redondeado ovoide	Arriñonado	Ovalado	Arriñonado	Arriñonado
Largo de la vaina (cm):	12.1	10-13	10 - 12	12 -13	9 - 12	11 - 13	11 - 13	-	12 - 14
<b>AGRONÓMICAS</b>									
Días a la floración (dds):	43	75 - 85	65 - 80	37 - 50	45 - 47	45 - 52	50 - 60	40 - 50	42 - 45
Días a la madurez fisiológica (dds):	79	135 - 142	125 - 135	78 - 89	85 - 95	85 - 95	-	-	-
Días a la cosecha en seco:	99	15 - 175	150 - 165	82 -102	95 - 105	100- 110	120 - 125	95 - 100	90 - 100
Número de vainas por planta:	15.6	12 - 16	11 - 16	13	10 - 27	10 - 12	17 - 23	8 - 9	8 - 23
Número de granos por vaina:	3 - 5	3 - 4	4 - 5	4	3 - 5	4 - 5	4 - 5	3 - 4	4 -7
Peso de 100 granos secos (g):	61.6	50 -58	42 - 45	59	52	40 - 45	18	53	55 - 58
Rendimiento, grano seco (kg/ha):	1348	1763-2385	1933-2880	1.5-2 (t/ha)	1.5-2.5 (t/ha)	1437	1260-2520	1453	1400- 2400

**Fuente:** INIAP. 2015 y Monar, C. 2012

**3.12.2. Características de las variedades de fréjol INIAP 473-Bolicho e INIAP 474-Doralisa de la Estación Experimental Litoral Sur.p**

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>INIAP 473-Bolicho</b>	<b>INIAP 474-Doralisa</b>
<b>MORFOLÓGICAS</b>		
Habito de crecimiento:	Determinado tipo Ia	Determinado tipo Ib
Altura de la planta (cm):	33-50	35-55
Color de la flor:	Rosado pastel	Blanco
Color del follaje:	Verde oscuro	Verde claro
Color de grano tierno:	Rosado	Blanco
Color de grano seco:	Rojo	Rojo moteado
Tamaño del grano:	Grande	Grande
Forma del grano:	Arriñonado	Arriñonado
Largo de la vaina (cm):	10-11	10-11
Forma de la vaina:	Recta	Recta
<b>AGRONÓMICAS</b>		
Días a la floración (dds):	32-36	30-35
Días a la madurez fisiológica (dds):	65-73	65-75
Días a la cosecha en seco:	80-90	85-90
# de vainas por planta:	7-11	8-12
Número de granos por vaina:	3-5	3-4
Peso de 100 granos secos (g):	48-57	47-52
Rendimiento, grano seco (kg/ha)	2224	2226

**Fuente:** INIAP. 2015

### **3.13. Descriptores**

Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores son aplicados en la caracterización y evaluación de las accesiones debido a que ayudan a su diferenciación y a expresar el atributo de manera precisa y uniforme, lo que simplifica la clasificación, el almacenamiento, la recuperación y el uso de los datos. Estos descriptores han sido definidos para un gran número de especies cultivadas. El Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos-IPGRI ha compilado y publicado en forma de manual listados de descriptores para más de 100 especies cultivadas. Los descriptores de caracterización: permiten una distinción fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente son caracteres altamente heredables, pueden ser fácilmente detectados a simple vista. (Jiménez, J. 2009)

#### **3.13.1. Descriptores morfo-agronómicos**

Corresponden a los caracteres morfológicos que son relevantes en la utilización de las especies cultivadas. Pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, e incluyen algunos de los caracteres botánicos-taxonómicos más otros que no necesariamente identifican la especie, pero que son importantes desde el punto de vista de necesidades agronómicas, de mejoramiento genético, y de mercadeo y consumo. A manera de ejemplos de estos caracteres se puede mencionar la forma de las hojas; pigmentaciones en raíz, tallo, hojas y flores; color, forma y brillo en semillas; tamaño, forma y color de frutos; arquitectura de planta expresada en hábito de crecimiento y tipos de ramificación. Algunos curadores de bancos de germoplasma incluyen descriptores relacionados con componentes de rendimiento con el objetivo de proveer a los fitomejoradores indicación del potencial de este carácter en el germoplasma conservado. En su gran mayoría, estos descriptores tienen aceptable heredabilidad local pero son afectados por cambios ambientales. (Franco, T.; Hidalgo, R. 2003)

### **3.14. Cosecha y trilla**

La cosecha en vaina seca debe realizarse cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica, es decir, cuando están completamente defoliadas, las vainas secas de color amarillo y con un contenido aproximado de 18 a 20 % de humedad en las semillas. La trilla puede realizarse por pisoteo con animales o por golpe sobre el piso usando varas de madera, cuando se trate de cantidades pequeñas (1 a 2 ha). El uso de trilladoras mecánicas es recomendado para cosechas grandes. Para producir semilla de buena calidad, se debe utilizar el sistema manual de “varas” o “marimba”. (Monar, C. et al. 2010)

### **3.15. Usos del fréjol**

Los fréjoles son fuente de carbohidratos complejos, proteínas, vitaminas, minerales y fibra. Además, tienen un bajo contenido de grasa y, por ser un alimento de origen vegetal, no tiene colesterol. La proteína vegetal que aportan los fréjoles es de menor calidad que la que aportan alimentos de origen animal, no obstante, si se combinan los fréjoles con granos como arroz, maíz o trigo, se puede obtener una proteína de alta calidad. En relación con las vitaminas: los fréjoles son fuente de tiamina, riboflavina, niacina (aportando energía al cuerpo) y ácido fólico (fundamental para la formación y maduración de las células, antes y durante el embarazo, para prevenir defectos del tubo neural). Son recomendados para prevenir enfermedades cardíacas, presión alta, cáncer de colon, diabetes tipo 2, reumáticas, prevenir el estreñimiento, como antitumoral, a mantener la glucosa en la sangre dentro de un nivel normal, ya que al ser altas en carbohidratos complejos se digieren de forma lenta y la glucosa entra a la sangre poco a poco. (Magazine. 2011)

## IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. Localización de la investigación

Provincia:	Bolívar
Cantón:	Caluma
Parroquia:	San Antonio, Caluma
Sitio:	Barrio Santa Teresita

#### 4.1.2. Situación geográfica y climática

Altitud:	356 m.s.n.m.
Latitud:	01° 38' 126''S
Longitud:	79° 15' 32''W
Temperatura máxima:	32 °C.
Temperatura mínima:	17 °C.
Temperatura media anual:	22.5 °C.
Precipitación media anual:	1100 mm
Heliofania promedio anual:	720 horas/ luz/año
Humedad relativa promedio anual:	80 %

**Fuente:** Estación Meteorológica Granja El Triunfo UEB y evaluación GPS in situ, Caluma. 2015.

#### 4.1.3. Zona de vida

La vegetación según el sistema de zonas de vida de Holdridge, corresponde al bosque húmedo Subtropical, (bh-S).

#### **4.1.4. Material experimental**

Se utilizaron doce accesiones de fréjol procedentes del Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-G.A.) de la Estación Experimental Santa Catalina; dos variedades del Programa Nacional de Oleaginosas de la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP; una variedad de la Estación Experimental Chuquipata; dos variedades del Programa de Semillas de la de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB) y un testigo local.

#### **4.1.5. Materiales de campo**

Alambre de púas, balanza de reloj, bomba de mochila, calibrador Vernier, cámara digital, estacas, flexómetro, fertilizantes (Quimifol, Potasium), fungicidas (Vitavax -Carboxin-, Pillarben -Benomyl-), insecticida (SHY -Cipermetrina-), libreta de campo, machetes, manuales técnicos, plástico, piolas, letreros de identificación, rastrillo, regadera, etc.

#### **4.1.6. Materiales de oficina**

Calculadora, CD's, computador, lápiz, papel bond tamaño A4, pendrive, paquete estadístico INFOSTAT y Statistix 9.0.

### **4.2. Métodos**

#### **4.2.1. Factor en estudio**

En esta investigación se evaluaron 18 cultivares de fréjol arbustivo, mismos que fueron seleccionados en varias zonas agroecológicas de las provincias de: Imbabura, Pichincha, Azuay y Bolívar.

#### 4.2.2. Tratamientos

Se consideró un tratamiento para cada cultivar según el siguiente detalle:

Tratamiento N°	Código (Cultivares)
<b>Rojos moteados: Santa Catalina</b>	
T1	FMR 1
T2	FMR 2
T3	INIAP-484 Centenario
T4	INIAP-483 Intag
T5	INIAP-430 Portilla
T6	INIAP-481 Rojo del Valle
T7	INIAP-427 Libertador
<b>Canarios</b>	
T8	(Chota x TB2) Flor blanca
T9	INIAP-428 Canario Guarandeño
T10	INIAP-480 Rocha
<b>Blancos</b>	
T11	FMR7
T12	INIAP-422 Blanco Belén
<b>Negros</b>	
T13	INIAP-482 Afro-andino
T14	Fréjol Negro Chillanes (Testigo 1)
<b>Marrón</b>	
T15	Fréjol Marrón Chillanes (Testigo 2)
<b>Rojo</b>	
T16	Cuarentón (Testigo 3)
T17	INIAP-473 Boliche
<b>Rojo moteado - Boliche</b>	
T18	INIAP-474 Doralisa

### 4.2.3. Procedimiento

Tipo de diseño: Bloques Completos al Azar (DBCA).

N° de localidades:	1
N° de tratamientos:	18
N° de repeticiones:	3
N° de unidades experimentales:	54
Distancia entre repeticiones:	1.5 m
Longitud de hileras:	5 m
Distancia entre hileras:	0.60 m
Área total de la parcela:	$(2.40 \text{ m} \times 5 \text{ m}) = 12 \text{ m}^2$
Área neta de la parcela:	$(1.2 \text{ m} \times 5 \text{ m}) = 6 \text{ m}^2$
Área total del ensayo:	$(18 \text{ m} \times 42.2 \text{ m}) = 777.6 \text{ m}^2$
N° de plantas por hilera:	35
N° de hileras por parcela:	4
Hileras útiles por parcela:	2

### 4.2.4. Tipos de análisis

- ✓ Análisis de Varianza ADEVA según el siguiente detalle:

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	C.M.E*
Bloques (r-1)	2	$f^2 e + 18 f^2 \text{ bloques}$
Tratamientos (t-1)	17	$f^2 e + 3 \theta^2 t$
Error Experimental (t-1)(r-1)	34	$f^2 e$
TOTAL (txr) - 1	53	

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

- ✓ Prueba de Tukey al 5 % para comparar promedios de los tratamientos en las variables que fueran significativas (Fisher protegido).
- ✓ Contrastes ortogonales: Líneas vs. Variedades; Líneas vs. Testigos; Variedades vs. Testigos.
- ✓ Análisis de correlación y regresión lineal simple.



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

#### **4.3.1. Días a la emergencia de plántulas (DEP)**

Esta variable se registró en días transcurridos desde la siembra y hasta cuando más del 50 % de plántulas emergieron sus cotiledones en la parcela total.

#### **4.3.2. Porcentaje de emergencia en el campo (PEC)**

Se evaluó entre los 15 y 20 días después de la siembra y se contaron las plantas emergidas en la parcela total; y se expresó en porcentaje de acuerdo con el número de semillas sembradas en cada parcela.

#### **4.3.3. Adaptación vegetativa (vigor) (AV)**

Variable que se evaluó cuando las plantas alcanzaron su máximo desarrollo, por lo general en R5 (prefloración), y teniendo en cuenta el efecto que ejerce el hábito de crecimiento en el vigor de la planta; se utilizó la escala propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993), de 1-5; donde:

1 = Excelente.

2 = Buena.

3 = Intermedia.

4 = Pobre.

5 = Muy pobre.

#### **4.3.4. Días a la floración (DF)**

Se contaron los días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50 % de las plantas de cada parcela presentaron flores abiertas.

#### **4.3.5. Color de la flor (CF)**

Mediante observación directa se identificó el color de la flor en cada parcela neta cuando la planta estuvo en estado de floración (R6), mediante la escala propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993), de 1 a 4; donde:

- 1 = Blanco.
- 2 = Blanco rosáceo.
- 3 = Rosa.
- 4 = Violeta.
- 5 = Otro. (Anexo N° 5)

#### **4.3.6. Hábito de crecimiento (HC)**

Se evaluó en la etapa de floración en toda la parcela neta mediante la escala propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993), 1 a 4; donde:

- 1 = Tipo I: Determinado arbustivo.
- 2 = Tipo II: Indeterminado arbustivo.
- 3 = Tipo III: Indeterminado postrado.
- 4 = Tipo IV: Indeterminado trepador. (Anexo N° 5)

#### **4.3.7. Color del tallo (CT)**

Este descriptor se evaluó una vez que la planta estuvo en la etapa de floración por observación directa mediante la escala propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993), 1 a 4; donde:

- 1 = Verde pálido.
- 2 = Verde claro oscuro.
- 3 = Verde esmeralda.
- 4 = Otros. (Anexo 5)

#### **4.3.8. Color de las hojas (CH)**

Dato que se evaluó una vez que la planta estuvo en etapa de floración, por observación directa mediante la escala propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993), 1 a 4; donde:

1 = Verde pálido.

2 = Verde claro oscuro.

3 = Verde esmeralda.

4 = Otros. (Anexo N° 5)

#### **4.3.9. Forma de las hojas (FH)**

Este descriptor se registró una vez que la planta estuvo en etapa de floración mediante observación directa, según la escala propuesta por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV-2005), de 1-5; donde:

1 = Hojas triangular.

2 = Hojas triangular a circular.

3 = Hojas circular.

4 = Hojas circular a cuadrangular.

5 = Hojas cuadrangular. (Anexo N° 5)

#### **4.3.10. Diámetro de tallo (DT)**

Se evaluó en la etapa de llenado de vainas (R8) con la ayuda de un calibrador de Vernier en mm en 20 plantas tomadas al azar, de cada parcela neta.

#### **4.3.11. Incidencia de enfermedades (IE)**

Se realizó monitoreos cada ocho días en cada uno de los tratamientos con el fin de observar la incidencia y severidad de enfermedades (Antracnosis, ascoquita,

mustia hilachosa, mancha angular y bacteriosis). Se utilizó la escala general para evaluar la reacción de germoplasmas de fréjol a patógenos bacterianos y fungos propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993).

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

#### **4.3.12. Altura de planta (cm) (AP)**

Se evaluó en el momento de a la cosecha en 20 plantas tomadas al azar de cada parcela neta y se midió con un flexómetro en cm, desde el cuello de la raíz hasta el meristemo terminal de cada planta, luego se calculó un promedio.

#### **4.3.13. Altura de carga (cm) (AC)**

De cada parcela neta se tomaron 20 plantas al azar, al momento previo a la cosecha, se midió con un flexómetro en cm desde el cuello de la raíz hasta el punto de inserción de la primera vaina.

#### **4.3.14. Ramas por planta (RP)**

Esta variable se determinó en el momento de la cosecha, contando el número de ramas en 20 plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

#### **4.3.15. Días a la cosecha en seco (DCS)**

Se registraron los días transcurridos desde la fecha de siembra a la cosecha, hasta que alrededor del 95 % de las plantas y vainas presentaron madurez comercial, en cada parcela neta.

#### **4.3.16. Vainas por planta (VP)**

Se contaron en estado de madurez fisiológica en cada una de las 20 plantas tomadas al azar, de cada parcela neta.

#### **4.3.17. Longitud de vaina (LV)**

En la etapa de madurez fisiológica, se midió la longitud de la vaina en cm, en una muestra al azar de 20 vainas por parcela, con un flexómetro desde la base del pedúnculo, hasta la parte terminal de la vaina.

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

Descriptor que se evaluó por observación directa al momento de la cosecha, para el efecto se utilizó la escala propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993), de 1 a 4; donde:

1 = Recta.

2 = Medianamente curva.

3 = Curvado.

4 = Recurvado. (Anexo N° 5)

#### **4.3.19. Color de la vaina (CV)**

Al momento de la cosecha en seco se registró el color de la vaina mediante la escala propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de

fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993), de 1 a 8; donde:

1 = Verde.

2 = Rosado.

3 = Rojo.

4 = Verde rosado.

5 = Blanco crema.

6 = Verde amarillo.

7 = Morado.

8 = Amarillo rosado. (Anexo N° 5)

#### **4.3.20. Granos por vaina (GV)**

Se evaluó contando el número de granos que presentó cada vaina de una muestra de 20 vainas que se tomaron al azar de cada parcela neta, y luego se calculó un promedio de granos/vaina.

#### **4.3.21. Granos por planta (GP)**

En la fase de madurez fisiológica, se contaron el número de granos por planta en una muestra al azar de 20 plantas de cada parcela neta.

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

Mediante observación directa, se registró el color de la cubierta del grano, en el momento de la cosecha en seco con el grano limpio, por observación directa mediante la escala propuesta por el Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de fréjol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993), de 1 a 11; donde:

1 = Blanco.

2 = Verde o verdoso.

3 = Gris.

4 = Amarillo.

- 5 = Beige.
- 6 = Púrpura.
- 7 = Marrón.
- 8 = Rojo.
- 9 = Violeta.
- 10 = Negro.
- 11= Otros. (Anexo N° 5)

#### **4.3.23. Forma del grano (FG)**

Por observación directa se identificó la forma del grano en el momento de la cosecha a través de la escala propuesta por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV-2005), de 1 a 5; donde:

- 1 = Redonda.
- 2 = Ovalada.
- 3 = Cuboide.
- 4 = Arriñonada.
- 5= Rectangular. (Anexo N° 5)

#### **4.3.24. Brillo del grano (BG)**

Se determinó en la cosecha por observación directa, para el efecto se utilizó la escala propuesta por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI) de 1-3; donde:

- 1 = Opaco.
- 2 = Satinado.
- 3 = Brillante. (Anexo N° 5)

#### **4.3.25. Porcentaje de humedad del grano (PH)**

Este indicador de humedad, se registró con la ayuda de un determinador portátil de humedad en porcentaje, después de la cosecha en una muestra de 100 gramos de cada unidad experimental, en el laboratorio del INIAP-EELS.

#### **4.3.26. Peso de 100 granos (g) (PG)**

Este componente agronómico se evaluó en una muestra al azar de 100 granos con el 14 % de humedad, de cada unidad experimental, teniendo en cuenta que no estuviesen afectados por daños de insectos, y se pesaron en una balanza de precisión en gramos.

#### **4.3.27. Rendimiento por parcela (RPP)**

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

#### **4.3.28. Rendimiento por hectárea (RH)**

El rendimiento en kg/ha de fréjol, se calculó con la siguiente ecuación matemática:

$$R = \text{PCP kg} \times \frac{10.000 \text{ m}^2/\text{ha}}{\text{ANC m}^2/\text{l}} \times \frac{100-\text{HC}}{100-\text{HE}}; \text{ donde:}$$

R = Rendimiento en kg/ha, al 14 % de humedad.

PCP = Peso de Campo por Parcela en kg.

ANC = Área Neta Cosechada en m<sup>2</sup>.

HC = Humedad de Cosecha en porcentaje (%).

HE = Humedad Estándar (14 %). (Monar, C. 2000).



#### **4.4. Manejo del experimento**

##### **4.4.1. Toma de muestra del suelo**

De toda el área donde se estableció el ensayo, un mes antes de la siembra se tomaron varias sub-muestras del suelo a una profundidad de 0-25 cm, que fueron secadas y mezcladas entre sí y luego enviadas al Laboratorio de Suelos y Aguas del INIAP-Estación Experimental del Litoral Sur, para su análisis químico con el fin de realizar el plan de fertilización apropiado para el cultivo. (Anexo N° 2)

##### **4.4.2. Distribución de unidades experimentales**

Se inició realizando un control manual de malezas con machetes y posteriormente se establecieron los tres bloques con 18 unidades experimentales cada uno de acuerdo al diseño experimental establecido.

##### **4.4.3. Desinfección de semilla**

Para proteger la semilla contra el ataque de patógenos del suelo, y asegurar una buena germinación y emergencia, se desinfectó con fungicida Vitavax (Carboxin) en dosis de 3 g/kg de semilla.

##### **4.4.4. Siembra**

Previo a la siembra se procedió a identificar cada tratamiento utilizando el croquis de campo. La siembra se realizó haciendo hoyos con un espeque y depositando tres semillas por golpe con un total de 17 golpes por hilera de 5 m; con una profundidad aproximada de 3 a 4 cm y un distanciamiento de 0.60 m entre hileras y 0.30 entre plantas, posteriormente se procedió a tapar la semilla cuidadosamente.

#### **4.4.5. Raleo**

Esta labor se realizó a los 15 días después de la siembra, dejando dos plantas por sitio, y con una densidad poblacional de 111.111 plantas/ha.

#### **4.4.6. Fertilización química**

Se realizó basándose en los resultados del análisis químico del suelo, y a las recomendaciones de los técnicos del Programa de Oleaginosas de la Estación Experimental del Litoral Sur del INIAP. Se aplicó Quimifol, en dosis de 40 g/20 L de agua, a los 30 y 60 días; Potasium en dosis de 50 cc/20 L de agua, en la etapa de floración y llenado de vainas.

#### **4.4.7. Riego**

Se aplicaron riegos por aspersión de acuerdo a las condiciones climáticas y tomando además en consideración las necesidades hídricas del cultivo. En la fase vegetativa y en la reproductiva, se aplicó el sistema de riego localizado con regadera de flor fina en el área total del ensayo.

#### **4.4.8. Control de plagas**

El control de plagas se realizó en forma preventiva. Para controlar el ataque de Barrenador del tallo (*Epinotia aporema*), se aplicó SHY (Cipermetrina) en dosis de 40 cc/20 L de agua, según las recomendaciones de los técnicos del Programa de Oleaginosas del INIAP-Estación Experimental del Litoral Sur. En la etapa de prefloración para el control de lorito verde (*Empoasca sp*), se aplicó Clorpirifos en dosis de 30 cc/20 L de agua.

#### **4.4.9. Control de malezas**

El control de malezas se realizó en forma manual, con la utilización de machete durante todo el ciclo de cultivo.

#### **4.4.10. Control de enfermedades**

El control de enfermedades se realizó en forma preventiva. Para el control de la Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris* Frank) se aplicó Pillarben (Benomyl), a los 20 y 80 días, en una dosis de 40 g/20 L de agua.

#### **4.4.11. Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual y progresiva de acuerdo al grado de maduración de cada tratamiento; es decir cuando cayeron totalmente las hojas y las vainas estuvieron en madurez fisiológica.

#### **4.4.12. Secado**

Se realizó en una gangocha hasta cuando el grano tuvo un contenido de humedad estándar del 14 %, mismo que se verificó con un determinador portátil de humedad.

#### **4.4.13. Trillado**

Se realizó en forma manual cuando las vainas estuvieron secas, dando golpes a las vainas con varas de madera, y luego se procedió a separar la cáscara de los granos y actividad se realizó sobre una gangocha.

#### **4.4.14. Aventado**

Consistió en separar del grano las impurezas que quedan después del trillado o desgrane. Para ello se empleó una limpiadora experimental del Programa de Oleaginosas del INIAP.

#### **4.4.15. Almacenamiento**

Para el almacenamiento fue necesario que los granos estuviesen libres de impurezas (pajas, piedras, etc.) y mezclas (granos de otro color o tamaño), todo con la finalidad de alcanzar la pureza física y varietal. El grano para consumo y semilla, se debe almacenar en lugares secos, limpios, desinfectados y bien ventilados. Se recomienda que los granos no sobrepasen el 14 % de humedad, y que el sitio de almacenamiento se mantenga a 12-15 °C de temperatura y 50 % de humedad ambiental. El grano limpio y seco al 14 % de humedad, se colocó en envases de plásticos bien sellados e identificados en el cuarto frío del INIAP-EELS.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Variables cuantitativas

**Cuadro N° 1.** Resultados de la prueba de Tukey al 5 % para comparar los promedios de tratamientos en las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP), Porcentaje de emergencia en el campo (PEC), Días a la floración (DF), Diámetro de tallo (DT), Altura de planta (cm) (AP), Altura de carga (cm) (AC), Ramas por planta (RP), Días a la cosecha en seco (DCS), Vainas por planta (VP), Longitud de vaina (LV), Granos por vaina (GV), Granos por planta (GP), Peso de 100 granos (g) (PG) y Rendimiento por hectárea (RH), evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

Variables	Tratamientos (Cultivares de fréjol)																		Media general	CV %	
	T9	T7	T11	T18	T13	T12	T17	T16	T15	T14	T5	T4	T3	T2	T10	T1	T8	T6			
<b>DEP (**)</b>	9 A	8 A	8 A	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 B	7 días	4.5
<b>PEC (NS)</b>	T9 99 A	T14 98 A	T17 98 A	T11 98 A	T2 98 A	T5 98 A	T3 98 A	T10 97 A	T13 97 A	T6 97 A	T8 97 A	T1 97 A	T4 97 A	T18 97 A	T15 97 A	T12 97 A	T7 97 A	T16 97 A	97.46 %	1.16	
<b>DF (*)</b>	T17 44 A	T9 41 A	T1 41 A	T7 39 A	T2 37 AB	T6 36 AB	T14 35 AB	T13 35 AB	T5 35 AB	T15 35 AB	T11 35 AB	T18 34 AB	T3 34 AB	T4 34 AB	T8 34 AB	T10 34 AB	T16 27 AB	T12 21 B	35 días	15.97	
<b>DT (NS)</b>	T16 6.73 A	T5 6.70 A	T15 6.70 A	T2 6.70 A	T9 6.63 A	T7 6.63 A	T13 6.63 A	T4 6.60 A	T3 6.57 A	T12 6.57 A	T8 6.50 A	T18 6.50 A	T11 6.50 A	T17 6.43 A	T6 6.43 A	T10 6.43 A	T14 6.43 A	T1 6.30 A	6.55 cm	2.54	
<b>AP (**)</b>	T13 65.1 A	T18 63.7 A	T7 59.6 AB	T14 57.6 BC	T5 57.5 BC	T15 55.5 BCD	T1 54.5 BCD	T6 54.4 BCD	T2 54.2 BCD	T4 53.7 BCDE	T12 53.7 CDE	T9 52.2 CDE	T10 51.8 CDE	T3 51.3 DE	T16 48.1 E	T17 42 F	T11 41.3 F	T8 36.1 F	52.54 cm	3.67	

<b>AC</b> (**)	T7	T18	T6	T5	T11	T9	T2	T4	T3	T1	T17	T8	T15	T12	T14	T16	T13	T10	21.61 cm	16.45
	27.97 A	27.80 A	24.03 AB	23.87 AB	23.83 AB	23.40 AB	22.80 AB	22.53 AB	21.30 AB	21.23 AB	20.73 AB	20.60 AB	20.13 AB	19.77 AB	18.27 AB	18.20 AB	17.50 AB	15.10 B		
<b>RP</b> (**)	T5	T13	T14	T6	T8	T10	T11	T9	T3	T4	T7	T15	T16	T17	T12	T2	T1	T18	5 ramas	10.18
	6 A	6 A	6 A	5 AB	5 AB	5 AB	4 AB	4 AB	4 AB	4 AB	4 AB	4 B	4 B	4 B	4 B	4 B	4 B	4 B		
<b>DCS</b> (**)	T6	T9	T17	T1	T13	T11	T14	T15	T5	T7	T2	T4	T18	T3	T12	T8	T10	T16	71 días	10.88
	84 A	84 A	84 A	84 A	77 A	77 A	77 A	77 A	77 A	77 A	63 AB	63 AB	63 AB	63 AB	63 AB	63 AB	63 AB	44 B		
<b>VP</b> (**)	T5	T14	T13	T10	T6	T2	T3	T12	T1	T11	T4	T18	T15	T9	T8	T17	T7	T16	18 vainas	10.83
	28 A	23 AB	21 BC	20 BC	20 BCD	20 BCD	20 BCD	19 BCDE	19 BCDE	18 BCDE	17 BCDEF	17 BCDEF	16 CDEF	16 CDEF	14 DEF	13 EFG	12 FG	8 G		
<b>LV</b> (**)	T5	T13	T3	T14	T12	T8	T11	T2	T1	T7	T6	T17	T10	T18	T4	T16	T9	T15	12.47 cm	7.45
	15.5 A	14.7 AB	14 ABC	13.7 ABCD	13.5 ABCD	13.5 ABCD	13.4 ABCD	12.9 ABCDE	12.8 ABCDEF	12.1 BCDEF	12 BCDEF	11.8 CDEF	11.3 CDEF	11 DEF	11 DEF	10.9 DEF	10.2 EF	10.07 F		
<b>GV</b> (**)	T5	T13	T14	T6	T3	T10	T9	T8	T2	T4	T7	T15	T16	T17	T11	T12	T1	T18	5 granos	10.18
	6 A	6 A	6 A	5 AB	5 AB	5 AB	4 AB	4 AB	4 AB	4 AB	4 AB	4 B	4 B	4 B	4 B	4 B	4 B	4 B		
<b>GP</b> (**)	T14	T5	T13	T6	T4	T8	T2	T12	T3	T11	T7	T9	T1	T18	T15	T10	T17	T16	79 granos	16.66
	124 A	111 AB	111 ABC	108 ABCD	93 ABCDE	89 ABCDE	78 BCDE	77 BCDE	72 BCDEF	71 BCDEF	71 BCDEF	70 CDEF	70 DEF	70 DEF	67 EF	57 EF	53 EF	35 F		
<b>PG</b> (**)	T5	T13	T6	T14	T1	T11	T12	T2	T3	T18	T10	T16	T8	T9	T7	T4	T17	T15	54.03 g	7.56
	68.04 A	66.53 A	61.99 A	61.99 A	61.99 A	61.99 A	61.99 A	61.99 A	60.48 A	57.46 A	57.46 A	57.46 A	55.94 A	55.94 A	42.34 B	31.75 BC	30.24 BC	27.22 C		
<b>RH</b> (**)	T5	T14	T13	T3	T12	T6	T11	T1	T18	T4	T10	T2	T8	T9	T7	T17	T15	T16	1310.5 kg	3.26
	1864.7 A	1669.7 B	1593.7 B	1561.3 B	1398.3 C	1398.3 C	1365.7 CD	1365.7 CD	1333.3 CDE	1290 CDE	1268 CDE	1257.3 DE	1203.3 EF	1203.3 EF	1084.3 F	943 G	921.7 G	867.7 G		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5 %

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5 %

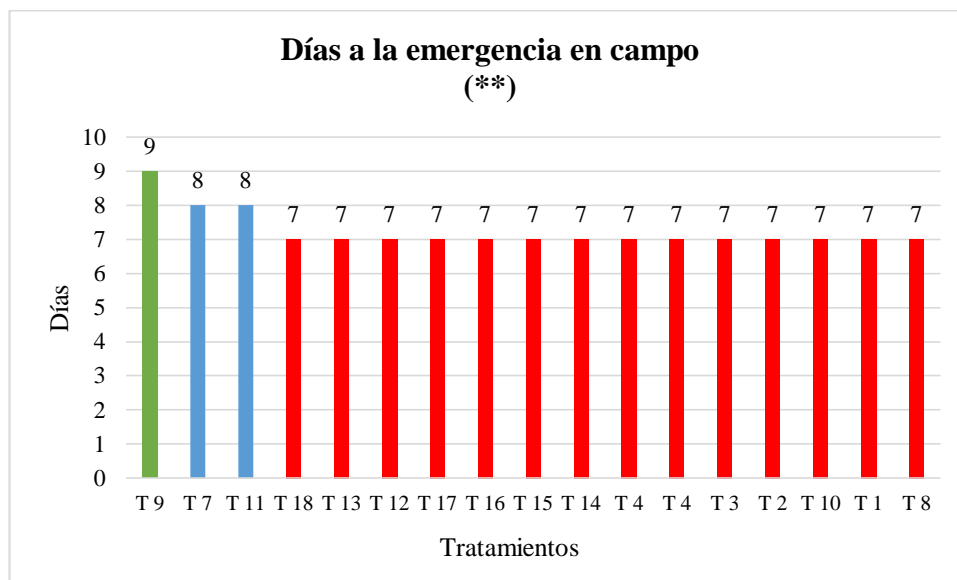
\*\*= Altamente significativo al 1 %

NS= No significativo.

$\bar{X}$ = Media general

La respuesta de los 18 cultivares de fréjol en relación a las variables: Porcentaje de emergencia en el campo (PEC) y Diámetro de tallo (DT), fueron no significativas (NS), (Cuadro N° 1). Para la variable Días a la floración (DF), fue diferente al 5 % (Cuadro N° 1).

Las variables: Días a la emergencia de plántulas (DEP), Altura de planta (cm) (AP), Altura de carga (cm) (AC), Ramas por planta (RP), Días a la cosecha en seco (DCS), Vainas por planta (VP), Longitud de vaina (LV), Granos por vaina (GV), Granos por planta (GP), Peso de 100 granos (g) (PG) y Rendimiento por hectárea (RH) fueron altamente significativas (\*\*), (Cuadro N° 1).

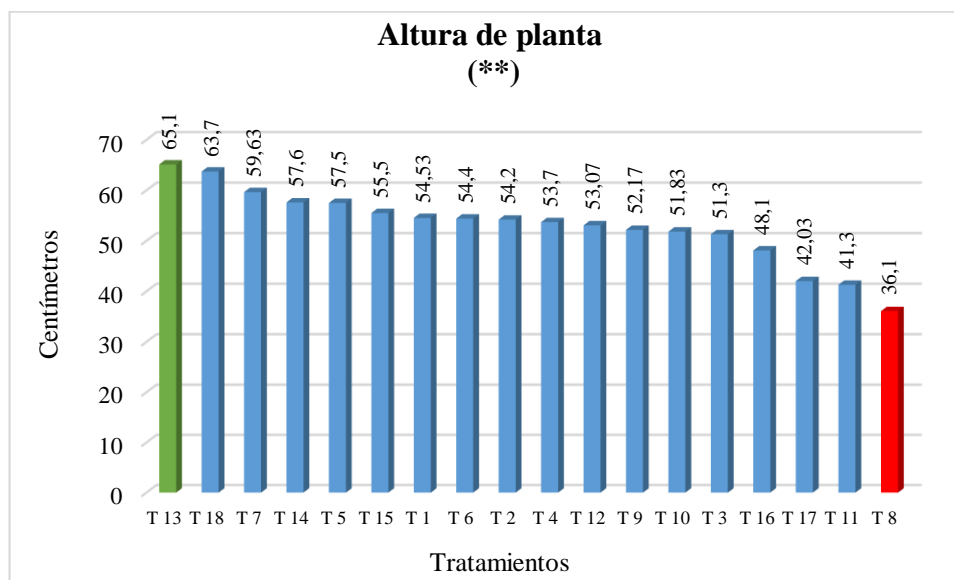


**Gráfico N° 1.** Promedios de Días a la emergencia en campo (DEC) de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

En la variable: **Días a la emergencia en campo DEC**, los tratamientos más tardíos fueron el T9 (INIAP-428 Canario Guarandño); T7 y T11 con 9 y 8 DE respectivamente. El resto de cultivares tuvieron una respuesta similar de 7 días a la emergencia, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 1).

La emergencia de plántulas de fréjol está ligada a la calidad de la semilla utilizada y a las condiciones de siembra, humedad del suelo, es una variable importante ya

que influye en la densidad del cultivo. (Blanco, M.; Corrales, C.; Chevez, O. 1995)

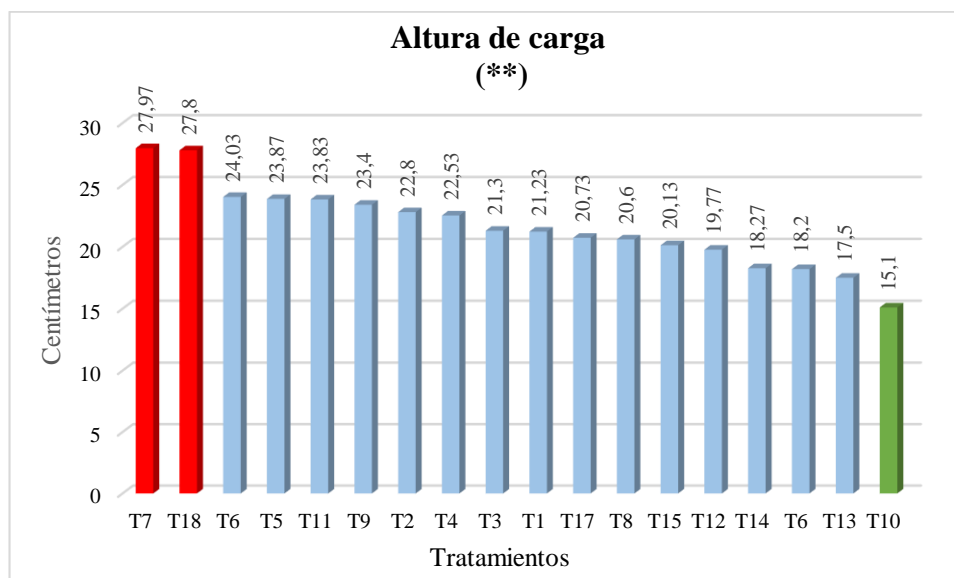


**Gráfico N° 2.** Promedios Altura de planta (AP), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

En la variable: **Altura de planta (cm) (AP)**, el tratamiento que presentó una menor altura fue el T8: (Chota x TB2) Flor blanca con 36.1 cm; y con una respuesta muy diferente el tratamiento T13: INIAP-482 Afro-andino con 65.1 cm, presentando una diferencia de 29 cm entre el máximo y el mínimo promedio de altura. El promedio general fue de 52.88 cm y el coeficiente de variación de 3.67 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 2).

Se ha observado que ciertas variedades de fréjol de tipo arbustivo cambian a fréjol trepador o voluble, debido al hábitat en que se ha desarrollado. Además, el medio ambiente geográfico y estacional influye en el hábito de crecimiento de algunas líneas de *Phaseolus vulgaris*, y dificulta su adaptación geográfica, por lo tanto se determina una inestabilidad morfológica que es una respuesta fotoperiódica o fotomorfogenética. (Kretchmer, P. 1981)

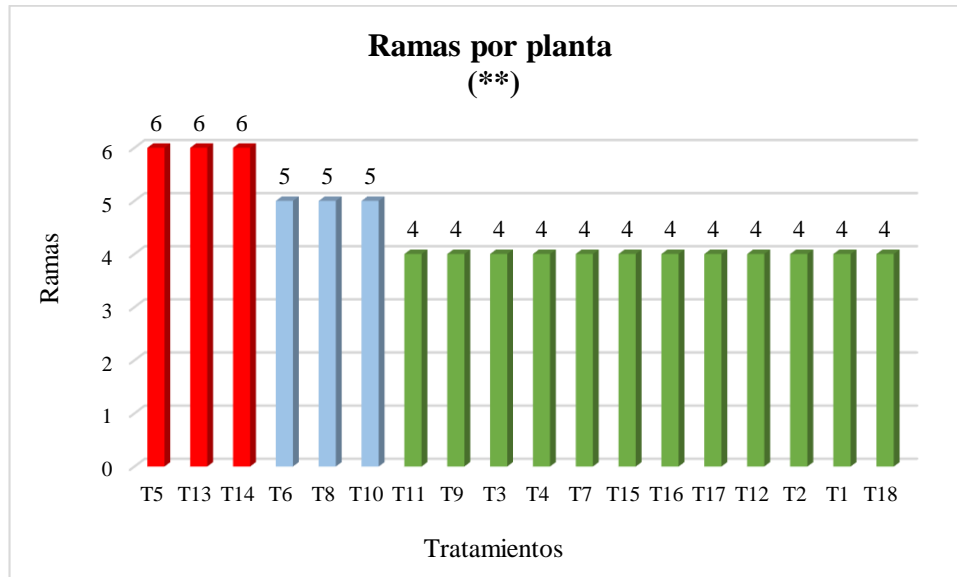




**Gráfico N° 3.** Promedios de Altura de carga (AC), de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

En la variable: **Altura de carga (cm) (AC)**, el tratamiento que presentó el promedio menor de AC fue el T10: INIAP-480 Rocha con 15.10 cm, y con respuesta inversa el tratamiento T7: INIAP-427 Libertador con 27.97 cm, presentando una diferencia de 12.87 cm entre el máximo y el mínimo promedio. El promedio general fue de 21.61 cm y el coeficiente de variación 16.45 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 3).

En lo que respecta a la altura de carga, estuvo dentro de los límites deseables para el cultivo, ya que la inserción de la primera vaina debe superar los 10 cm, para evitar pérdidas en la recolección; variedades con baja inserción de carga (inferior a 10 cm), pueden ocasionar reducciones significativas en la producción de grano, especialmente cuando se utilizan combinados para la cosecha. (Valencia, R.; Carmen, H.; Vargas, H.; Arrieta, G. s.f.)

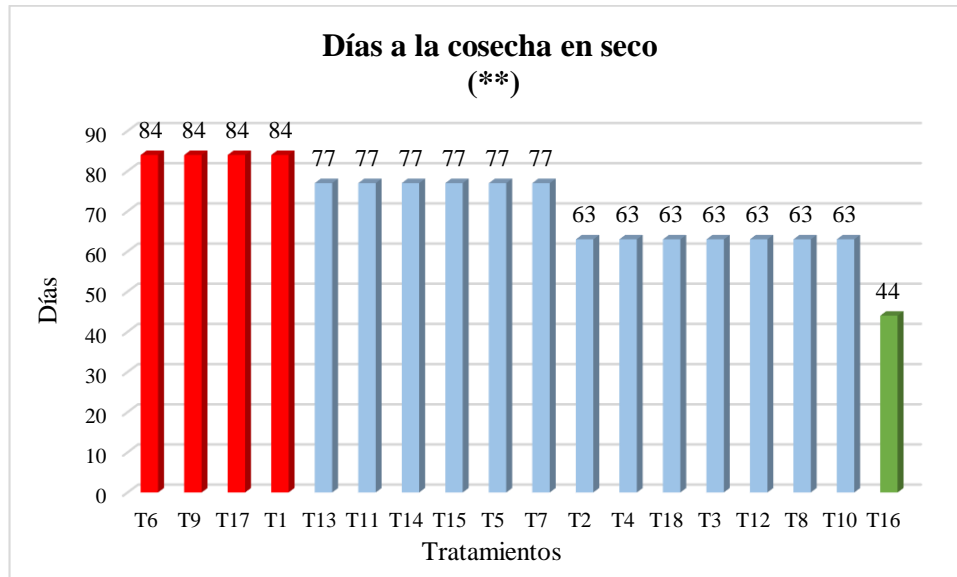


**Gráfico N° 4.** Promedios de Ramas por planta (RP) de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

En la variable: **Ramas por planta (RP)**, el mayor número de RP se registró en los tratamientos T5: INIAP-430 Portilla, T13: INIAP-482 Afro-andino, T14: Fréjol Negro Chillanes (Testigo 1), con 6 ramas cada uno. El resto de germoplasma presentó promedios de 5 y 4 RP. El promedio general fue de 5 ramas por planta, y el coeficiente de variación de 10.18 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 4).

Las variables AP; AC y RP, son características varietales y dependen de su interacción genotipo ambiente. Son determinantes la temperatura, el calor, radiación solar, etc. (Monar, C. 2015)

La planta de fréjol, como cualquier otro cultivo, responde al ambiente donde se la siembra, mediante cambios en su desarrollo y función. Si el ambiente es el adecuado para el cultivo, la planta crece, se desarrolla y al final se obtiene los rendimientos. (Peralta, E. 1996)



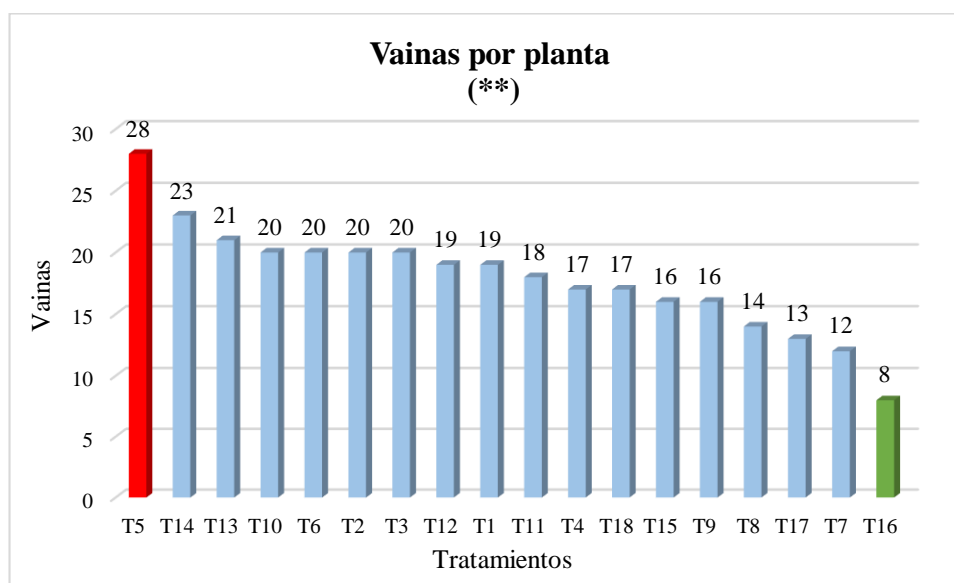
**Gráfico N° 5.** Promedios de Días a la cosecha en seco (DCS) de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

La variable: **Días a la cosecha en seco (DCS)**, los resultados obtenidos indican que el tratamiento T16: Cuarentón fue precoz con 44 días a la cosecha, y los tratamientos tardíos fueron: T6: INIAP-481 Rojo del Valle, T9: INIAP-428 Canario Guarandé, T17: INIAP-473 Boliche Y T1: FMR 1 con 84 días respectivamente; es decir con una diferencia de 40 días en el ciclo de cultivo. El promedio general fue de 71 días a la cosecha, y un coeficiente de variación de 10.88 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 5).

El fréjol requiere desde el inicio del ciclo hasta un mínimo de sesenta días después de la siembra de humedad adecuada en el suelo, para un buen crecimiento, desarrollo de la planta, formación y llenado del grano; a la vez requiere de un período seco o de poca precipitación al final del ciclo, para favorecer el proceso de maduración y cosecha. Por estas razones es importante sembrar a tiempo, para no carecer de humedad y para que la cosecha coincida con una estación seca favorable. Cuando se desea sembrar al final de la época de siembra recomendada, se sugiere el uso de variedades precoces o de ciclo corto, por lo tanto es

importante conocer el tiempo de ciclo de cultivo para obtener una buena producción. (INFOAGRO. s.f.)

El ciclo de cultivo está determinado por las características varietales y su interacción genotipo ambiente. En zonas con déficit de agua por el cambio climático, los cultivares precoces son una opción para adaptarnos y mitigar el cambio climático. (Monar, C. 2015)



**Gráfico N° 6.** Promedios de Vainas por planta (VP) de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

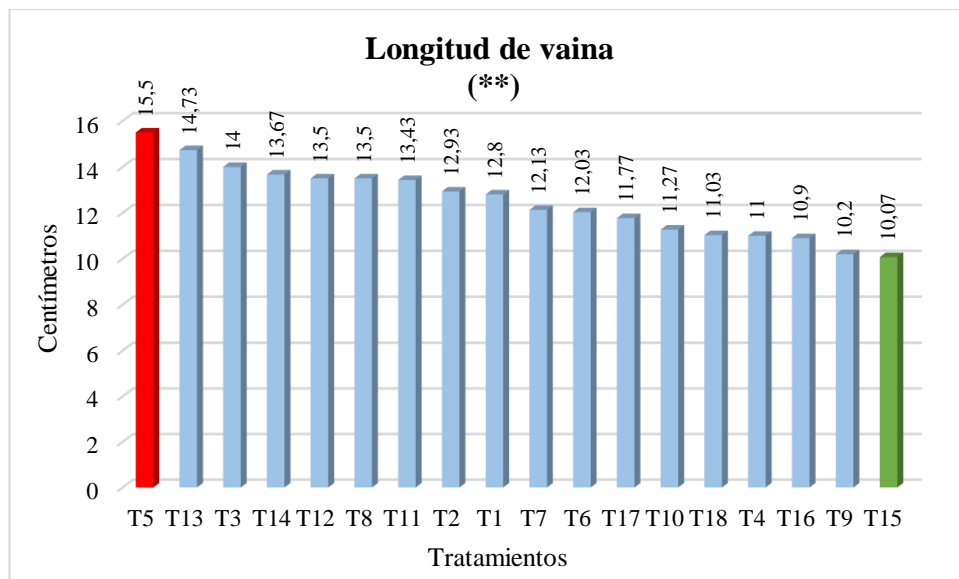
En cuanto a la variable: **Vainas por planta (VP)**, el tratamiento que tuvo el menor número de vainas fue el T16: Cuarentón con 8 vainas; el promedio más alto fue el tratamiento T5: INIAP-430 Portilla con 28 vainas. Presentándose una media general de 18 vainas y un CV de 10.83 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 6).

El componente VP es varietal y depende de su interacción genotipo ambiente.

Esta variable está relacionada con los componentes de rendimiento, ya que si hay un mayor número de vainas; habrá un mayor rendimiento. Sin embargo esta

misma variable se relaciona con la altura, longitud de los entrenudos, número de ramas y posiblemente la ubicación de las mismas. (Baque, M. 2014)

Bajo condiciones normales del clima, a mayor número de vainas, mayor será el rendimiento.



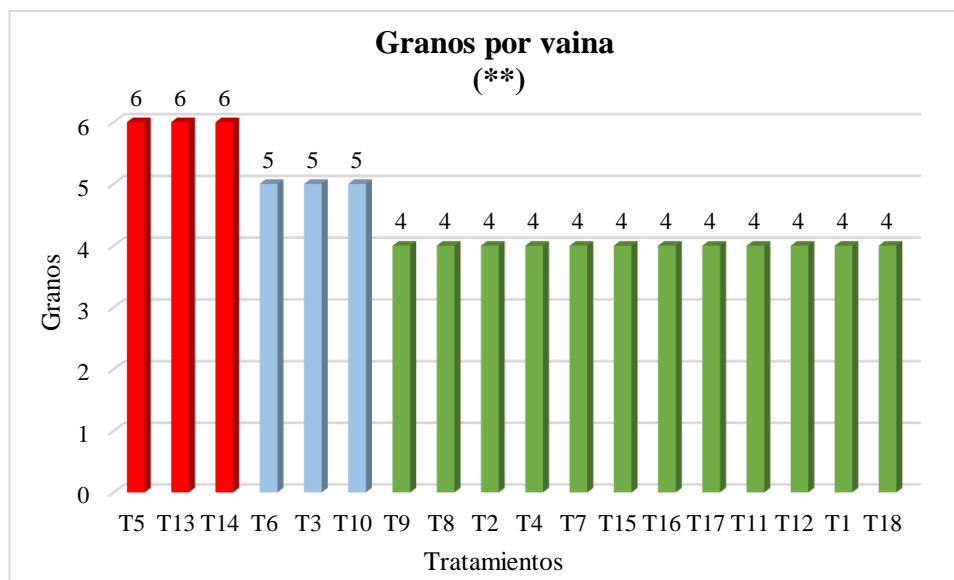
**Gráfico N° 7.** Promedios de Longitud de vaina (LV) de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

En la variable: **Longitud de vaina (LV)**, el tratamiento que presentó la menor longitud de vaina fue el T15: Fréjol Marrón Chillanes con 10.07 cm, y con respuesta diferente el tratamiento T5: INIAP-430 Portilla con 15.5 cm que alcanzó la mayor altura de carga, presentando una diferencia de 5.43 cm entre el máximo y el mínimo promedio de LV. El promedio general fue de 12.47 cm y el coeficiente de variación 7.45 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 5).

En su tamaño definitivo las vainas pueden tener dimensiones muy variables (60-220 mm de longitud y de 8-25 mm de ancho). (Arias, J. et al. 2007)

Investigaciones de INIAP y Monar, C., en varias zonas agroecológicas de la sierra del Ecuador, han encontrado relaciones directas entre LV y número de granos por

vaina; es decir vainas más largas, mayor número de granos, pero esto depende del cultivar y las condiciones agroclimáticas de cada territorio.



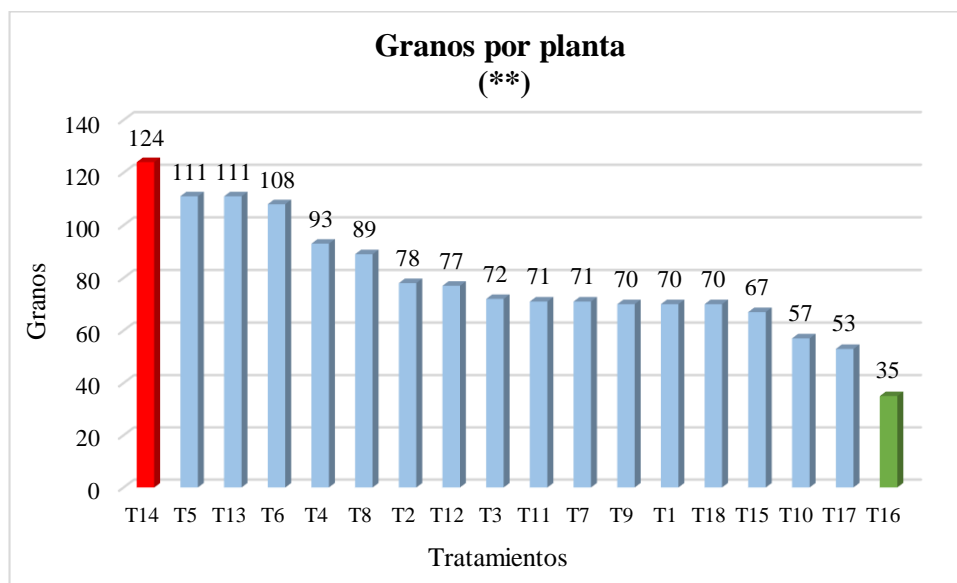
**Gráfico N° 8.** Promedios de Granos por vaina (GV) de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

En la variable: **Granos por vaina (GV)**, los tratamientos que presentaron un mayor número de granos por vaina fueron: T5: INIAP-430 Portilla, T13: INIAP-482 Afro-andino y T14: Fréjol Negro Chillanes con 6 granos; mientras que el menor número de granos se presentó en los tratamientos: T9: INIAP-428 Canario Guarandeño, T8: (Chota x TB2) Flor blanca; T2: FMR 2; T4: INIAP-483 Intag; T7: INIAP-427 Libertador; T15: Fréjol Marrón Chillanes; T16: Cuarentón; T17: INIAP-473 Boliche; T11: FMR 7; T12: INIAP-422 Blanco Belén; T1: FMR 1 y T18: INIAP-474 Doralisa con 4 granos, presentando una diferencia de 2 granos entre el máximo y el mínimo promedio de granos por vaina. Se calculó un promedio general de 5 granos, y un coeficiente de variación 10.18 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 8).

Las diferencias encontradas en esta variable son debidas a características genéticas propias de cada genotipo (INIAP. 2006) y su interacción genotipo ambiente.

En esta investigación se confirmó que vainas más largas, tuvieron más granos por vaina en los cultivares: T5; T13 y T14 (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 7 y 8).

Otras diferencias se deben también a la forma de los granos de cada uno de los genotipos. Los fréjoles de grano amarillo hábito I y grano rojo hábito II presentan granos de forma ovalada tipo bolón, lo cual hace las vainas lleven más granos (Peralta et al., 1998).

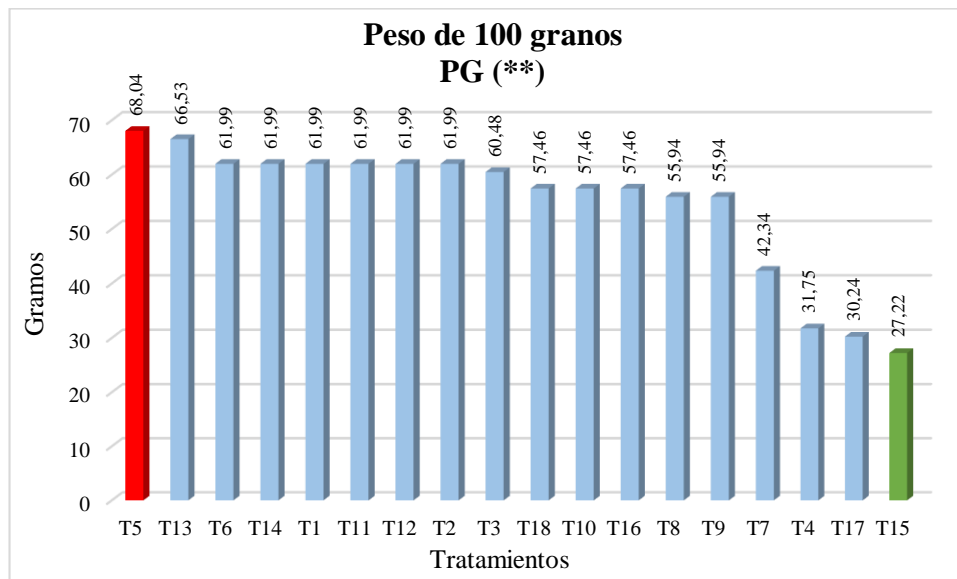


**Gráfico N° 9.** Promedios de Granos por planta (GP) de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

En la variable: **Granos por planta (GP)**, el tratamiento que presentó un menor número de granos fue el T16: Cuarentón con 35 granos; y el promedio más alto se presentó en el T14: Fréjol Negro Chillanes con 124 granos, con una diferencia de 89 granos entre el máximo y el mínimo promedio de GP. Con un promedio general de 79 granos, y un coeficiente de variación 16.66 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 9).

Estos resultados nos confirman la variabilidad del germoplasma y su interacción genotipo ambiente.

Esta variable influyó en cuanto al rendimiento, pues los tratamientos de mejor productividad fueron aquellos que alcanzaron un mayor número de granos por plantas y son muy importantes para los programas de mejoramiento genético, ya que, dada su variabilidad, a diferentes condiciones ambientales, constituyen un factor importante para la selección de materiales promisorios. (Vargas, G.; Corchuelo, G. 1993)



**Gráfico N° 10.** Promedios de Peso de 100 granos (g) (PG) de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

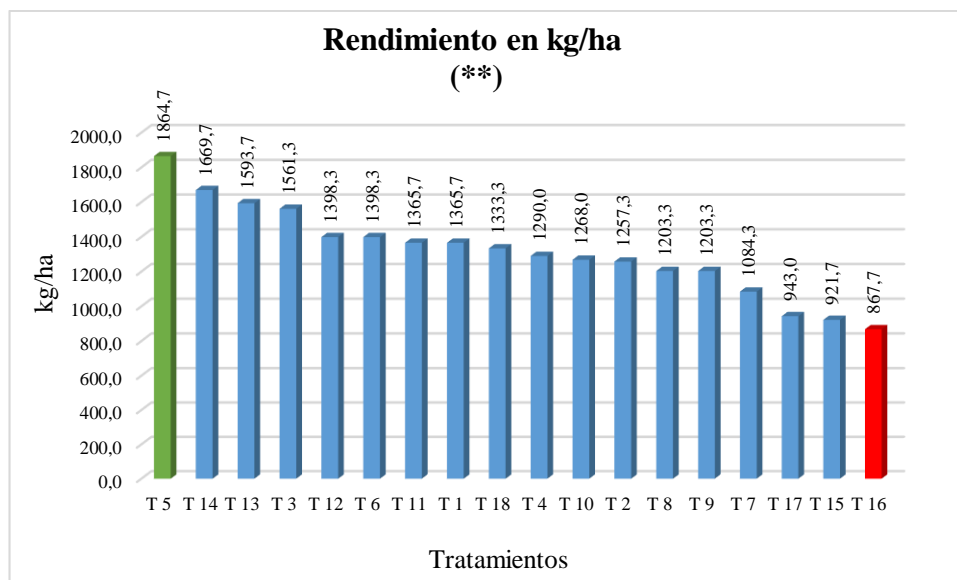
En lo que respecta a la variable: **Peso de 100 granos secos (g) (PG)**, se determinó que el tratamiento T5: INIAP-430 Portilla con 68.04 g, presentó el valor más alto y el menor promedio en el tratamiento T15: Fréjol Marrón Chillanes con 27.22 g. El promedio general fue de 54.03 g, y el CV de 7.56 %, (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 10).

El tamaño del grano está relacionado con el peso de 100 granos bien sea en tierno o en seco. Los resultados obtenidos nos permiten inferir que existió gran variabilidad del tamaño del grano en el germoplasma evaluado.



El peso de los granos es una característica controlada por un gran número de factores genéticos. También las condiciones ambientales influyen en la modificación de las semillas y una siembra tardía afecta el peso de la semilla si la formación de la misma coincide con períodos secos. (Blanco, M. et al. 1995)

Generalmente el tamaño del grano a más de las características genéticas influyen otros factores como los edafoclimáticos, nutrición del cultivo, sanidad entre otros. El grupo de fréjol, tipo “panamitos” son de tamaño pequeño y los de acervo andino son granos de tamaño mediano a grande. (Monar, C. 2014)



**Gráfico N° 11.** Promedios de Rendimiento por ha (RH) al 14 % de humedad, de 18 cultivares de fréjol, evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015.

La respuesta del germoplasma de fréjol arbustivo evaluado en la zona agroecológica de Caluma, fue muy diferente (Cuadro N° 1 y Gráfico N° 11).

El rendimiento promedio más alto se presentó en el T5: INIAP-430 Portilla con 1864.7 kg/ha, seguido de los tratamientos T14 y T13. El promedio menor se registró en el testigo absoluto T16: Cuarentón con 867.7 kg/ha (Gráfico N° 11).

El rendimiento es una característica varietal y depende de su interacción genotipo ambiente como son particularmente la calidad del suelo en la parte química, biológica y física; el clima con los indicadores de: temperatura, calor, radiación, cantidad y distribución de la humedad y otro componente vital es la sanidad vegetal.

En esta investigación el fréjol Cuarentón a pesar de ser liberado para climas tropicales, en esta zona no se adaptó, quizá por la humedad relativa alta y la neblina. INIAP-430 Portilla, mostró una amplia adaptación y su rendimiento más alto estuvo relacionado a una mayor sanidad, vigor y carga, granos/vainas, granos/planta y tamaño grande del grano.

Los diferentes segmentos de la cadena de valor del fréjol y de acuerdo a los mercados y usos son determinantes, el tamaño, forma, color y brillo del grano. Los productores demandan cultivares precoces, tolerantes o resistentes a enfermedades y a la sequía.

Los resultados obtenidos en esta investigación, son diferentes a los reportados por otros autores como INIAP; Monar, C.; Chicaiza, K.; Villa, L. y Allan, D., en trabajos de validación en otras zonas agroecológicas de la Sierra del Ecuador y particularmente en la provincia Bolívar.

En función de estos resultados inferimos que I-430 Portilla, I-484 Centenario y el grupo de panamitos (colores blanco, negro y marrón) son alternativos para la zona agroecológica de Caluma.

## 5.2. Contrastes ortogonales

**Cuadro N° 2.** Contrastes establecidos en base a las medias de Líneas vs. Variedades.

Variables	Promedios	
	Líneas	Variedades
Longitud de vaina (LV) (*)	13.17	12.66
Granos por vaina (GV) (*)	4	5
Peso de 100 granos (g) (PG) (**)	60.48	54.43
Rendimiento por hectárea (RH) (**)	661.77	680.38

Los contrastes y comparaciones ortogonales planteadas (Cuadro N° 2), determinaron las tendencias de comportamiento entre las medias analizadas, al comparar Líneas vs. Variedades, se estableció que hubieron diferencias estadísticas significativas (\*) para las variables: Longitud de vaina (LV) y Granos por vaina (GV); y altamente significativas (\*\*) para las variables: Peso de 100 granos (g) (PG) y Rendimiento por hectárea (RH). Registrando las variedades un mayor Rendimiento por hectárea en relación a las líneas, (Cuadro N° 4).

Esta respuesta diferente del germoplasma confirma que son características varietales y dependen de su interacción genotipo-ambiente.

**Cuadro N° 3.** Contrastes establecidos en base a las medias de Líneas vs. Testigos.

Variables	Promedios	
	Líneas	Testigos
Vainas por planta (VP) (*)	18	19
Longitud de vaina (LV) (**)	13.17	15.55
Peso de 100 granos (g) (PG) (**)	60.48	48.89
Rendimiento por hectárea (RH) (**)	661.77	574.46

Los contrastes y comparaciones ortogonales planteadas (Cuadro N° 3), determinaron las tendencias de comportamiento entre las medias analizadas, al comparar Líneas vs. Testigos, se estableció que hubieron diferencias estadísticas significativas (\*) para la variable: Vainas por planta (VP); y altamente significativas (\*\*) para las variables: Longitud de vaina (LV), Peso de 100 granos (g) (PG) y Rendimiento por hectárea (RH). Registrando en las Líneas un mayor Rendimiento por hectárea en relación a los Testigos, (Cuadro N° 5).

**Cuadro N° 4.** Contrastes establecidos en base a las medias de Variedades vs. Testigos.

Variables	Promedios	
	Variedades	Testigos
Días a la cosecha en seco (DCS) (*)	73	66
Altura de carga (cm) (AC) (*)	22.84	18.87
Vainas por planta (VP) (**)	16	19
Longitud de vaina (LV) (*)	12.66	15.55
Peso de 100 granos (g) (PG) (**)	54.43	48.89
Rendimiento por hectárea (RH) (**)	680.38	574.46

Los contrastes y comparaciones ortogonales planteadas (Cuadro N° 6), determinaron las tendencias de comportamiento entre las medias analizadas, al comparar Variedades vs. Testigos, se estableció que hubieron diferencias estadísticas significativas (\*) para las variables: Días a la cosecha en seco (DCS), Altura de Carga (AC), Longitud de Vaina (LV); y altamente significativas (\*\*) para las variables: Vainas por planta (VP), Longitud de vaina (LV), Peso de 100 granos (g) (PG) y Rendimiento por hectárea (RH). Registrando en las Variedades un mayor Rendimiento por hectárea en relación a los Testigos, (Cuadro N° 4).

### 5.3. Variables cualitativas

**Cuadro N° 5.** Resumen de los descriptores: Adaptación vegetativa (vigor) (AV), Color de la flor (CF), Hábito de crecimiento (HC), Color del tallo (CT), Color de las hojas (CH), Incidencia de enfermedades (IE), Forma de la curvatura de la vaina (FCV), Color de la vaina (CV) y Color principal de la cubierta del grano (CPCG), según la escala propuesta por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT. 1993); Forma de las hojas (FH) y Forma del grano (FG), según la escala propuesta por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales y Brillo del grano (BG), registradas en 18 cultivares de fréjol evaluados en Caluma, provincia Bolívar. 2015

Tratamientos	Cultivares	Adaptación vegetativa <sup>1/</sup> (E: 1-5)	Color de la flor <sup>2/</sup> (E: 1-5)	Hábito de crecimiento <sup>3/</sup> (E: 1-5)	Color del tallo <sup>4/</sup> (E: 1-4)	Color de hojas <sup>5/</sup> (E: 1-4)	Forma curvatura de vaina <sup>6/</sup> (E: 1-4)	Incidencia de enfermedades <sup>7/</sup> (E: 1-10)	Color de vaina <sup>8/</sup> (E: 1-8)	Color principal de cubierta del grano <sup>9/</sup> (E: 1-11)	Forma de las hojas <sup>10/</sup> (E: 1-5) (E: 1-5)	Forma del grano <sup>11/</sup> (E: 1-5)	Brillo del grano <sup>12/</sup> (E: 1-3)
T1	FMR 1	1	2	1	2	3	2	1	1	5	1	2	2
T2	FMR 2	1	2	1	1	3	4	1	1	5	1	2	2
T3	INIAP-484 Centenario	2	3	1	2	3	2	1	2	8	1	4	2
T4	INIAP-483 Intag	1	1	1	1	1	3	1	1	6	1	4	2
T5	INIAP-430 Portilla	1	1	1	1	3	3	1	1	10	1	4	2
T6	INIAP-481 Rojo del Valle	1	1	2	1	3	4	1	1	8	1	4	2

T7	INIAP-427 Libertador	1	3	2	1	3	3	1	1	8	1	4	2
T8	(Chota x TB2) Flor blanca	1	1	1	1	3	3	1	1	9	1	3	3
T9	INIAP-428 Canario Guarandeño	1	1	1	2	1	2	1	1	4	1	2	2
T10	INIAP-480 Rocha	1	3	1	1	3	3	1	1	4	1	1	3
T11	FMR7	1	2	1	1	3	3	1	1	5	1	2	3
T12	INIAP-422 Blanco Belén	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	2	2
T13	INIAP-482 Afro-andino	1	4	2	1	3	3	1	1	10	1	2	3
T14	Fréjol Negro Chillanes (Testigo 1)	1	2	2	1	3	2	1	1	10	1	3	2
T15	Fréjol Marrón Chillanes (Testigo 2)	1	2	2	1	1	2	1	1	7	1	2	2
T16	Cuarentón (Testigo 3)	1	2	1	1	3	2	1	1	8	1	2	2
T17	INIAP-473 Boliche	1	3	1	1	3	2	1	1	8	1	4	2
T18	INIAP-474 Doralisa	1	1	1	1	3	2	1	1	8	1	4	2

## Significado de las escalas

<sup>1/</sup>= Escala de 1 a 5; donde: 1 = Excelente, 2 = Buena, 3 = Intermedia, 4 = Pobre, 5 = Muy pobre.

<sup>2/</sup>= Escala de 1 a 5; donde: 1 = Blanco, 2 = Blanco rosáceo, 3 = Rosa, 4 = Violeta, 5 = Otro.

<sup>3/</sup>= Escala de 1 a 4; donde: 1 = Tipo I: Determinado arbustivo, 2 = Tipo II: Indeterminado arbustivo, 3 = Tipo III: Indeterminado postrado, 4 = Tipo IV: Indeterminado trepador.

<sup>4/</sup>= Escala de 1 a 4; donde: 1 = Verde pálido, 2 = Verde claro oscuro, 3 = Verde esmeralda, 4 = Otros.

<sup>5/</sup>= Escala de 1 a 4; donde: 1 = Verde pálido, 2 = Verde claro oscuro, 3 = Verde esmeralda, 4 = Otros.

<sup>6/</sup>= Escala de 1 a 4; donde: 1 = Recta, 2 = Medianamente curva, 3 = Curvado, 4 = Recurvado.

<sup>7/</sup>= Escala de 1 a 9; donde: 1-3 = Resistente, 4-6 = Intermedio, 7-9 = Susceptible.

<sup>8/</sup>= Escala de 1 a 8; donde: 1 = Verde, 2 = Rosado, 3 = Rojo, 4 = Verde rosado, 5 = Blanco crema, 6 = Verde amarillo, 7 = Morado, 8 = Amarillo rosado.

<sup>9/</sup>= Escala de 1 a 11; donde: 1 = Blanco, 2 = Verde o verdoso, 3 = Gris, 4 = Amarillo, 5 = Beige, 6 = Púrpura, 7 = Marrón, 8 = Rojo, 9 = Violeta, 10 = Negro, 11 = Otros.

<sup>10/</sup>= Escala de 1 a 5; donde: 1 = Hojas triangular, 2 = Hojas triangular a circular, 3 = Hojas circular, 4 = Hojas circular a cuadrangular, 5 = Hojas cuadrangular.

<sup>11/</sup>= Escala de 1 a 5; donde: 1 = Redonda, 2 = Ovalada, 3 = Cuboide, 4 = Arriñonada, 5 = Rectangular.

<sup>12/</sup>= Escala de 1 a 3; donde: 1 = Opaco, 2 = Satinado, 3 = Brillante.

En función de los descriptores morfológicos y agronómicos inferimos: para **Adaptación vegetativa**, el 94.4 % del germoplasma presentó un valor en la escala de 1 (Excelente) y el 5.6 % un valor de 2 (Buena), (Cuadro N° 5).

En el **Color de la flor**, el 38.9 % de los tratamientos presentaron un valor en la escala de 1 (Blanco), el 33.3 % un valor de 2 (Blanco rosáceo), el 22.2 % un valor de 3 (Rosa) y el 5.6 % un valor de 4 (Violeta), (Cuadro N° 5).

Para el **Hábito de crecimiento**, el 72.2 % de los tratamientos presentaron un valor en la escala de 1 (Determinado arbustivo), y el 27.8 un valor de 2 (Indeterminado arbustivo), (Cuadro N° 5).

El **Color del tallo**, el 83.3 % de los tratamientos presentaron valor en la escala de 1 (Verde pálido), el 16.7 % un valor de 2 (Verde claro oscuro), (Cuadro N° 5).

En cuanto al **Color de las hojas**, de los cultivares evaluados se registró que el 16.7 % de los tratamientos presentaron un valor en la escala de 1 (Verde pálido) y un 83.3 % un valor de 3 (Verde esmeralda), (Cuadro N° 5).

La **Forma de la curvatura de la vaina**, el 44.4 % de los tratamientos tuvieron un valor en la escala de 2 (Medianamente curva), un 44.4 % un valor de 3 (Curvado), y un 11.2% (Recurvado), (Cuadro N° 5).

La variable **Incidencia de enfermedades**, como Mancha angular y Mustia hilachosa de los tratamientos evaluados el 100 % tuvieron un nivel de resistencia, (Cuadro N° 3).

Para el **Color de la vaina**, el 94.4 % de los tratamientos tuvieron un valor en la escala de 1 (Verde) y un 5.56 % un valor de 2 (Rosado), (Cuadro N° 5).

Las vainas pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad, dehiscente, de color verde después de la fecundación, color que puede



mantenerse hasta la maduración o bien se vuelven amarillentas, violáceas o jaspeadas. (Arias, J. et al. 2007)

Con relación al **Color principal de la cubierta del grano**, se registró que de los tratamientos evaluados el 5.6 % tuvieron un valor de 1 (Blanco), el 11.1 un valor de 4 (Amarillo), el 16.6 % de ellos tuvieron un valor de 5 (Beige), 5.6 % de ellos tuvieron un valor de 6 (Púrpura), 5.6 % de ellos tuvieron un valor de 7 (Marrón), 33.3 % de ellos tuvieron un valor en la escala de 8 (Rojo), 5.6 % de ellos tuvieron un valor en la escala de 9 (Violeta) y 16.6 % de ellos tuvieron una escala 10 (Negro), (Cuadro N° 5).

En cuanto al descriptor **Forma de las hojas**, el 100 % de los tratamientos presentaron un valor de 1 (Hojas triangulares), (Cuadro N° 5).

La **Forma del grano**, el 5.6 % de los tratamientos presentaron un valor en la escala de 1 (Redonda), 44.4 % de los tratamientos presentaron un valor de 2 (Ovalada), 11.1 % un valor de 3 (Cuboide) y el 38.9 % de los tratamientos presentaron un valor de 4 (Arriñonada), (Cuadro N° 5).

Los granos no posee albumen, por tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones; pueden tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada. (Arias, J. et al. 2007)

El registro, **Brillo del grano**, se registró que de los tratamientos evaluados el 77.8 % de ellos tuvieron un valor en la escala de 2 (Satinado) y un 22.2 % un valor en la escala de 3 (Brillante), (Cuadro N° 5).

Los descriptores cualitativos, son determinantes para el mercado; particularmente el color, forma, tamaño y brillo del grano.

#### 5.4. Coeficiente de variación (CV)

El CV, es un indicador estadístico, que nos indica la variabilidad de los resultados y se expresa en porcentaje. Cuando evaluamos variables que están bajo el control del investigador como altura de planta, pesos, diámetros, etc., estadísticos como J. Beaver, y L. Beaver, 1990, mencionan que el valor del CV debe ser inferior al 20 % para que las conclusiones e inferencias sean confiables. Pero si el valor de CV, es mayor al 20 %, los resultados no son confiables. Sin embargo variables que no estén bajo el control del investigador como porcentaje de acame de plantas, incidencia de plagas, etc., los valores de CV, pueden ser mayores al 20 %. (Monar, C. 2010)

En esta investigación se calcularon valores del CV inferiores al 20 % en las variables que estuvieron bajo el control del investigador por lo tanto las inferencias, conclusiones y recomendaciones son válidas para esta zona agroecológica en lo que respecta a la producción de fréjol y en la época de siembra realizada el julio del 2015.

#### 5.5. Análisis de correlación y regresión lineal

**Cuadro N° 6.** Resultado del análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs), que tuvieron una estrechez significativa sobre el Rendimiento por hectárea (Variable dependiente Y) en plantas de fréjol, (Caluma. 2015).

<b>Componentes del Rendimiento (Variables independientes X)</b>	<b>Coefficiente de Correlación (r)</b>	<b>Coefficiente de Regresión (b)</b>	<b>Coefficiente de Determinación (R<sup>2</sup> %)</b>
Ramas por planta (RP)	0.6088 (*)	227.64 (**)	37
Vainas por planta (VP)	0.835 (**)	47.41 (**)	69
Longitud de vaina (LV)	0.6696 (**)	96.95 (**)	44
Granos por vaina (GV)	0.6327 (**)	236.58 (**)	40
Granos por planta (GP)	0.6714 (**)	7.001 (**)	45
Peso de 100 granos (g) (PG)	0.6633 (**)	13.346 (**)	44

\*= Significativo al 5 %; \*\*= Altamente significativo al 1 %

### **5.5.1. Coeficiente de correlación “r”**

En esta investigación las variables que tuvieron una estrechez altamente significativa con el Rendimiento fueron: Vainas por planta (VP), Longitud de vaina (LV), Granos por vaina (GV), Granos por planta (GP) y Peso de 100 granos (g) (PG). Es decir estas variables resultaron ser los componentes más importantes para elevar el rendimiento, (Cuadro N° 8).

### **5.5.2. Coeficiente de regresión “b”**

En este ensayo las variables que contribuyeron a incrementar el rendimiento por hectárea fueron: Ramas por planta (RP), Vainas por planta (VP), Longitud de vaina (LV), Granos por vaina (GV), Granos por planta (GP) y Peso de 100 granos (g) (PG). Esto quiere decir que valores promedios elevados de éstas variables, significaron mayor incremento del rendimiento de fréjol en kg/ha, (Cuadro N° 8).

### **5.5.3. Coeficiente de determinación ( $R^2$ %)**

El mayor porcentaje del incremento del rendimiento se debió al componente: Vainas por planta (VP) con 69 %, Granos por planta (GP) con 45 %, Longitud de vaina (LV) con 44 %, Peso de 100 granos (g) (PG) con 44 %, Granos por vaina (GV) con 40 %, y Ramas por planta (RP) con 37 %, (Cuadro N° 8).

Los valores del  $R^2$ , calculados en esta investigación, nos sugieren que existieron otros componentes que incidieron en el rendimiento final de fréjol, como pudieron ser la temperatura, calor, humedad relativa, nubosidad, otros.

## **VI. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

En función de los componentes morfológicos y agronómicos evaluados en 18 cultivares de fréjol arbustivo en la zona agroecológica de Caluma, existió gran diversidad y variabilidad en los resultados, y particularmente en el rendimiento en kg/ha al 14 % de humedad, por lo tanto aceptamos la hipótesis alterna. De acuerdo al resultado del rendimiento en seco, hay germoplasma promisorio para esta zona agroecológica.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

En base al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

- ✓ La repuesta agronómica del germoplasma de fréjol arbustivo en la zona agroecológica fue diferente.
- ✓ Los rendimientos promedios elevados de fréjol arbustivo en esta zona agroecológica se presentaron en los tratamientos T5 (INIAP-430) y T14 (Fréjol Negro Chillanes) con 1863.9 y 1669.7 kg/ha al 14 % de humedad respectivamente.
- ✓ Los componentes que incrementaron el rendimiento de fréjol fueron: Tamaño del grano; Vainas por planta; Longitud de vainas y Granos por vaina.
- ✓ En cuanto a los descriptores morfológicos como color, forma, tamaño y brillo del grano, el germoplasma presentó gran variabilidad; y se ajusta a la demanda de los diferentes segmentos del mercado.
- ✓ Finalmente este estudio permitió validar y seleccionar variedades de fréjol con características agronómicas y morfológicas adecuadas que demandan los diferentes segmentos del mercado como son: tolerantes a enfermedades foliares, ciclo precoz, color, forma, tamaño y brillo del grano, siendo los más relevantes: rojos-moteados; canarios (amarillo); blancos; marrones y negros.

## 7.2. Recomendaciones

En base a las diferentes conclusiones sintetizadas en esta investigación se recomienda:

- ✓ Validar este germoplasma de fréjol en otras zonas agroecológicas del cantón Caluma y épocas de siembra a partir del mes de mayo y junio, para consolidar los resultados y recomendaciones.
- ✓ Incluir estudios de inoculación de *Rhizobium* a la semilla de fréjol y cuantificar la Fijación Biológica del Nitrógeno (FBN), para establecer planes de rotación de cultivos como: Maíz-Fréjol-Maíz; Arroz-Fréjol-Arroz y de esta manera reducir el uso de nitrógeno sintético como fuente de urea.
- ✓ El Programa de Producción de Semillas de la UEB en alianza con el INIAP y el MAGAP, producir semilla de calidad de la variedad INIAP-430, para realizar la transferencia de tecnología a los productores/as a través de multimedios como parcelas demostrativas, días de campo, boletines divulgativos, etc.
- ✓ Efectuar la retroalimentación de los resultados al INIAP Estaciones Experimentales: Santa Catalina, Litoral Sur y Chuquipata,

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS, J.; RENGIFO, T.; JARAMILLO, M. 2007. Manual Técnico. Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de fríjol voluble. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. Antioquía, Colombia. p. 168.
2. BAQUE, M. 2014. Adaptación de 26 líneas avanzadas de fréjol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.), asociado con maíz (*Zea mays* L.) En el campo docente experimental “La Tola”, Tumbaco, Pichincha. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central del Ecuador. [En línea]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4540/1/T-UCE-0004-6.pdf>
3. BLANCO, M.; CORRALEZ, C.; CHEVEZ, O.; CAMPOS, A. 1995. El crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) como cultivo intercalado con café (*Coffea arábica* L.). [En línea]. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v06n01\\_134.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v06n01_134.pdf)
4. CABRERA, C.; REYES, C. 2008. Guía técnica para el manejo de variedades de frijol. Programa de granos básicos. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal-CENTA. La Libertad, El Salvador. p. 24.
5. CIAT. 1993. Descriptores de fréjol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. [En línea]. Disponible en: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/descriptores\\_varietales.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/descriptores_varietales.pdf)
6. ESCOTO, N. 2011. El cultivo del frijol. Secretaría de Agricultura y Ganadería-SAG. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria-DICTA. Tegucigalpa, Honduras. p. 43. [En línea]. Disponible en: [http://www.iica.int.ni/pdf\\_redsicta/guiaCultivoFrijol\\_Honduras.pdf](http://www.iica.int.ni/pdf_redsicta/guiaCultivoFrijol_Honduras.pdf)
7. ESTÉVEZ, C.; MURGÛEITIO, P. 2009. Perfil de fréjol. Centro de Información e Inteligencia Comercial-CICO. CORPEI. p. 27.
8. FAO. 2016. Manejo e identificación de enfermedades que afectan las raíces en el cultivo de frijol. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [En línea]. Disponible en: <http://teca.fao.org/es/read/8389sxsx>
9. FAO. (s.f.). Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de fréjol voluble. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1359s/a1359s02.pdf>

10. FRANCO, T.; E HIDALGO, R. 2003. Análisis Estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín Técnico N° 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos-IPGRI. Cali, Colombia. p. 89.
11. GARCÉS, F. 2012 Evaluación agronómica y fitosanitaria de germoplasma de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el trópico húmedo Ecuatoriano. Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UICYT), Universidad Técnica Estatal de Quevedo. p. 11
12. GOYES, P. 2007. “Evaluación de la Aclimatación de 10 Cultivares de Fréjol Arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), a campo abierto en Pisin, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo”. Tesis Ing. Agronómica. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp. 100, 101.
13. GUAMÁN, R.; ANDRADE, C.; ÁLAVA, J. 2003. INIAP 473-Boliche e INIAP 474-Doralisa. Variedades de fréjol arbustivo para el Litoral Ecuatoriana. Boletín Divulgativo N° 297. Guayas, Ecuador. p. 20.
14. HERNÁNDEZ, F. 2009. Cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.). Manual de recomendaciones técnicas. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-INTA. San José, Costa Rica. p. 78.
15. INFOAGRO.(s.f.). GUIA DEL CULTIVO DEL FRIJOL. Disponible en: <http://www.virtual.chapingo.mx/dona/paginaCBasicos/frijol-infoagro.pdf>. P.11
16. IPGRI. 2001. Descriptores para (*Phaseolus vulgaris* L.) Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma, Italia. p. 22.
17. IICA. 2010. Guía de identificación y manejo integrado: plagas del frijol en Centroamérica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA, Proyecto Red SICTA, Cooperación Suiza en América Central. Managua, Nicaragua. p. 45.
18. INIAP. 2006. Informe anual 2005. Programa nacional de leguminosas y granos andinos. Estación experimental Santa Catalina. pp. 53, 56.
19. INIAP. 2015. Fréjol. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. [En línea]. Disponible en: [http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com\\_content&view=article&id=22:oleaginosas&catid=6:programas&Itemid=12](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=22:oleaginosas&catid=6:programas&Itemid=12)



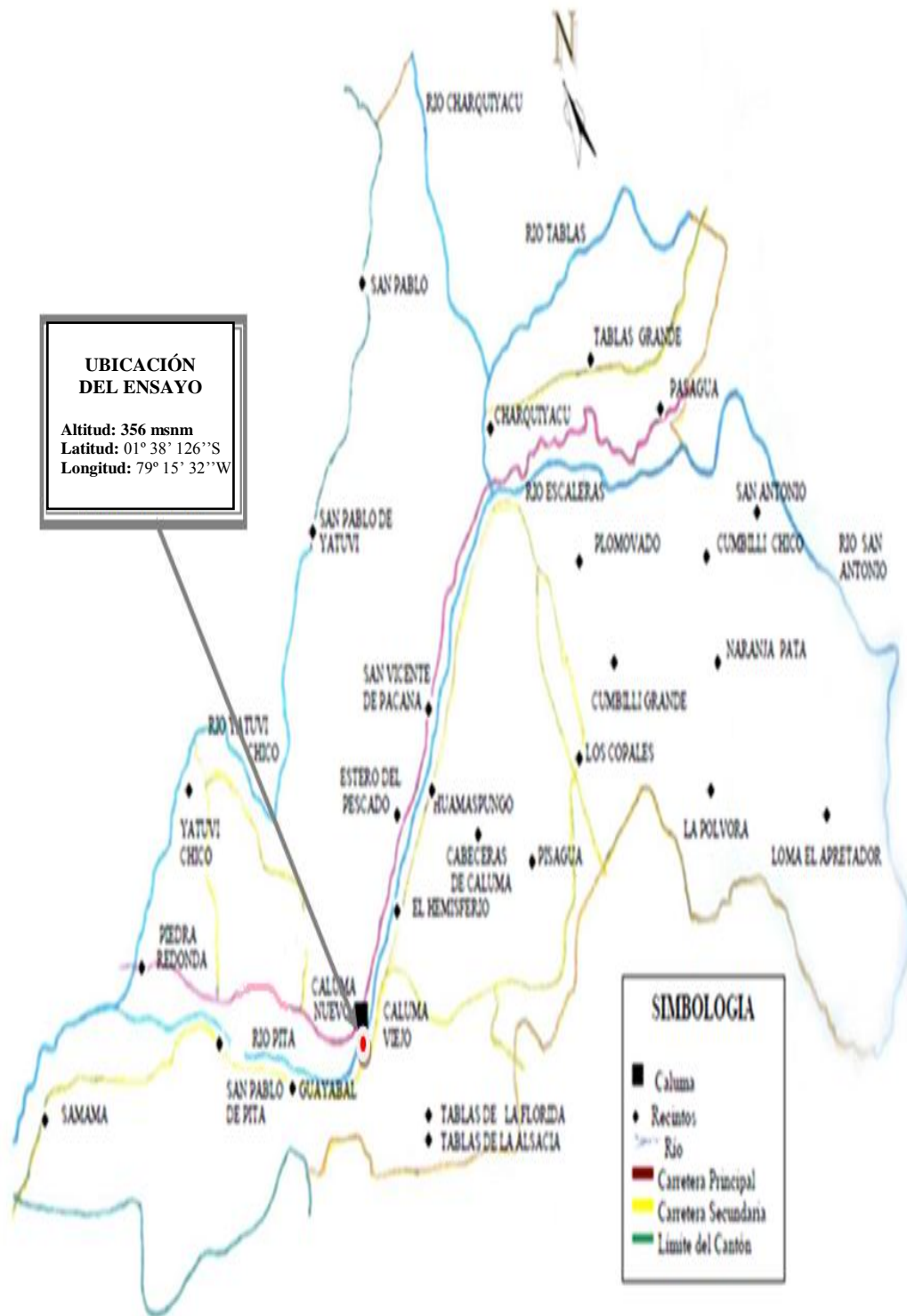
20. JIMÉNEZ, J. 2009. Descriptores varietales de avena (*Avena sp.*) cultivadas en México. Tesis Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas Campus Montecillo. Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad. Producción de semillas. Montecillo, México. p. 3.
21. KRETCHMER, P. 1981. Conceptos básicos en la fisiología del frejol. Quito-Ecuador. INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. p. 7-8
22. LEÓN, J. 2000. Fríjol común, Poroto, (*Phaseolus vulgaris L.*). Botánica de los Cultivos Tropicales. Editorial Agroamérica. 3ra. Ed. Revisada y aumentada. IICA. Número 84 de Colección de libros y materiales educativos. San José, Costa Rica. p. 522.
23. MAGAZINE. 2011. Frijoles y sus beneficios. [En línea]. Disponible en: [http://www.enyemagazine.com/salud\\_articulos/frijoles\\_septiembre2012.html](http://www.enyemagazine.com/salud_articulos/frijoles_septiembre2012.html)
24. MATUTE, C. 2013. Evaluación Agronómica de 15 cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*), en la Estación Experimental del Austro "BULLCAY", mediante el apoyo de la investigación participativa con enfoque de género para la sierra sur del Ecuador. Tesis Ing. Agropecuaria Industrial. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. pp. 179.
25. MENA, C.; VELÁSQUEZ, R. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de fríjol en Zacatecas. Folleto Técnico N° 24. Campo Experimental Zacatecas. [En línea]. Disponible en: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/932/1/R1000484.pdf>
26. MONAR, C. 2000. Informe Anual de Actividades. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. Guaranda, Ecuador. p. 26.
27. MONAR, C. 2006. Informe Anual de Actividades UVTT-B. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. Guaranda, Ecuador. p. 42.
28. MONAR, C. 2015. Informe Anual de Actividades. Programa de Investigación y Producción de Semillas. Universidad Estatal de Bolívar (UEB). Guaranda, Ecuador. p. 20.
29. MONAR, C. 2016. Informe Anual de Actividades. Programa de Investigación y Producción de Semillas. Universidad Estatal de Bolívar (UEB). Guaranda, Ecuador. p. 25.
30. MUNGUÍA, J.; PÉREZ, J. 2009. Guía técnica para cultivo de fréjol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. p. 23.

31. OCHOA, E. 2013. Evaluación agronómica de 120 cultivares de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Taura, provincia Guayas. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Guayaquil. p. 120.
32. PADILLA, V.; CASTILLO, T.; CABRERA, F. et al. 2009. Manual para la producción de fréjol en el sur de Sonora. Folleto Técnico N° 69. Campo Experimental Valle del Yaqui. CIRNO-INIFAP. p. 122.
33. PERALTA, E. 1996. Manual del cultivo de fréjol: Requerimientos ecológicos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. Manual N° 32. Guayas, Ecuador. p. 30.
34. PERALTA, E. et al. 2010. Manual Agrícola de fréjol y otras leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea N°. 135 (Segunda impresión actualizada). Programa Nacional de Leguminosas y Granos. [En línea]. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/MANUAL%20FREJOL%20Y%20LEGUMIN%202010.pdf>
35. PERALTA, E.; MURILLO, A.; CAICEDO, C.; PINZÓN, J.; RIVERA, M. 1998. Manual Agrícola de Leguminosas, Cultivos y Costos de Producción. INIAP, PROFIZA CRSP-U. Minnesota-COSUDE. Quito, Ecuador. p. 43.
36. PERALTA, E.; MURILLO, Á.; FALCONÍ, E. et al. 2007. Manual de campo para el reconocimiento y control de las enfermedades más importantes que afectan al cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador. Publicación miscelánea N° 136. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. p. 33.
37. PERALTA, E.; MAZÓN, N. 2009. Plegable N° 221. Mejore su salud, nutrición y alimentación...consume fréjol. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. pp. 5, 6.
38. PERALTA, E.; MURILLO, Á.; MAZÓN, N.; PINZÓN, J. 2012. Línea del tiempo. Mejoramiento genético del fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Ecuador. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos--PRONALEG-GA. Boletín divulgativo N° 416. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. p. 4.
39. RAMOS, J. 2014. Plagas y enfermedades de importancia económica que afectan al cultivo de Pallar en el Valle de Chíncha. Dirección regional Agraria ICA. Agencia Agraria Chíncha. [En línea]. Disponible en: [http://www.agroica.gob.pe/sites/default/files/PLAGAS\\_Y\\_ENFERMEDADES\\_EN\\_PALLAR.pdf](http://www.agroica.gob.pe/sites/default/files/PLAGAS_Y_ENFERMEDADES_EN_PALLAR.pdf)


40. SINAGAP. 2015. Superficie Producción y Rendimiento. Sistema de información Nacional de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca. Portal Web del Sistema de Información Nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. [En línea]. Disponible en: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/component/content/article/21-personalizada/297-estadisticas-spr>
  
41. TAMAYO, P.; LONDOÑO, M. 2001. Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol. Manual de campo para su reconocimiento y control. Boletín Técnico N° 10. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. Centro de Investigación “La Selva”. Antioquía, Colombia. p. 84.
  
42. UNAD. (s.f.). Aspectos botánicos y labores culturales del cultivo del frijol. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. [En línea]. Disponible en: [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303022/Modulo\\_del\\_curso\\_en\\_exe/leccin\\_\\_8\\_aspectos\\_botnicos\\_y\\_labores\\_culturales\\_del\\_cultivo\\_d\\_el\\_frjol.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/303022/Modulo_del_curso_en_exe/leccin__8_aspectos_botnicos_y_labores_culturales_del_cultivo_d_el_frjol.html)
  
43. UPOV. 2005. UPOV code: PHASE\_VUL (*Phaseolus vulgaris* L.) Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. pp. 19, 27.
  
44. VALENCIA, R.; Carmen, H.; Vargas, H. Y Arrieta, G. (s.f.). Variedades mejoradas de frijol para zonas productoras actuales y potenciales de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA.
  
45. VARGAS, G.; Corchuelo, G. 1993. La plasticidad fenotípica de frijol arbustivo determinado (*Phaseolus vulgaris* L.). [En línea]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/24167/1/21290-72369-1-PB.pdf>
  
46. VILLATORO, C.; FRANCO, J.; ALFARO, R. (s.f.). *Rhizobium*, inoculante para semilla de frijol Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola-ICTA. Villanueva, Guatemala. [En línea]. Disponible en: <http://www.icta.gob.gt/frijol/RHIZO%20FRIJOL.pdf>
  
47. VOYSEST, O. 2000. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999. Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. Cali, Colombia. p. 195.
  
48. YANBAL, 2016. Catálogo de colores. Guayaquil, Ecuador. p 35.

**ANEXOS**


## Anexo N° 1. Mapa de ubicación del ensayo



# Anexo N° 2. Resultado del análisis químico del suelo (INIAP.2015)



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Via Duran - Tambo Ando, Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 2717181 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 094535163 e-mail: iniap\_ls\_lb@yahoo.es



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería,  
Acuicultura y Pesca

### INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

**DATOS DEL PROPIETARIO**

Nombre : OSCAR ROLANDO BRAVO ARCBAL  
 Dirección : CALUMA  
 Ciudad : CALUMA  
 Teléfono : N/E  
 Fax : N/E

**DATOS DE LA PROPIEDAD**

Nombre : SN  
 Provincia : BOLIVAR  
 Cantón : CALUMA  
 Parroquia : CALUMA/SAN ANTONIO/  
 Ubicación : SECTOR LOS ROSALES

**DATOS DE LA MUESTRA**

Informe No. : 0017197  
 Responsable Muestreo : Cliente  
 Fecha Muestreo : 22/05/2015  
 Fecha Ingreso : 25/05/2015  
 Condiciones Ambientales : T°C: 26.9 %H: 52.0 Cultivo Actual : MAIZ

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Cl
66912	MUESTRA # 1	6.1 LAC	43 A	52 A	372 A	2739 A	348 A	11 M	16.7 A	12.4 A	219 A	36.0 A	0.16 B	

ug/ml

**Determinación**

Metodología	Extractante
Nit. P	Cloro
K, Ca, Mg	Acido
Zn, Cu, Fe, Mn	pH 8.3
B	Fluoruro
Cl	Microbiológico
pH	Papa saturada Quero agua (1:2.5)

**Interpretación**

Elemento	Unidad	Resultado	Clase
NH <sub>4</sub>	mg/kg	43	Muy bajo
P	mg/kg	52	Bajo
K	mg/kg	372	Bajo
Ca	mg/kg	2739	Bajo
Mg	mg/kg	348	Bajo
S	mg/kg	11	Medio
Zn	mg/kg	16.7	Bajo
Cu	mg/kg	12.4	Bajo
Fe	mg/kg	219	Bajo
Mn	mg/kg	36.0	Bajo
B	mg/kg	0.16	Bajo
Cl	mg/kg		

**Niveles de Referencia Óptima (Medio Óptimo)**

Elemento	Unidad	Resultado	Clase
NH <sub>4</sub>	mg/kg	20 - 40	Mb 121.8 - 243
P	mg/kg	10 - 20	Mb 5 - 15
K	mg/kg	100 - 1000	Mb 1.0 - 4.0
Ca	mg/kg	1000 - 10000	Mb 1.0 - 4.0
Mg	mg/kg	10 - 20	Mb 5 - 15
S	mg/kg	10 - 20	Mb 5 - 15
Zn	mg/kg	10 - 20	Mb 5 - 15
Cu	mg/kg	10 - 20	Mb 5 - 15
Fe	mg/kg	100 - 1000	Mb 1.0 - 4.0
Mn	mg/kg	10 - 20	Mb 5 - 15
B	mg/kg	0.1 - 0.2	Mb 0.1 - 0.2
Cl	mg/kg		

**Responsable Laboratorio**

Página 1 de 2

**NIÉ = No entregado**  
 <LC = Menor de Cuantificación  
 Los resultados corresponden únicamente a las muestra(s) sometida(s) al ensayo  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Via Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 21171761 Fax: 21171719 Celular: 0945351763 - 0945351763 e-mail: mgp\_b@yahoo.es



**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

**DATOS DEL PROPIETARIO**  
 Nombre : OSCAR ROLANDO BRAVO ARCIBAL  
 Dirección : CALUMA  
 Ciudad : CALUMA  
 Teléfono : N/E  
 Fax : N/E

**DATOS DE LA PROPIEDAD**  
 Nombre : SN  
 Provincia : BOLIVAR  
 Cantón : CALUMA  
 Parroquia : CALUMA/SAN ANTONIO/  
 Ubicación : SECTOR LOS ROSALES

**DATOS DE LA MUESTRA**  
 Informe No. : 0017137  
 Factura No. : 00187  
 Responsable Muestreo : Cliente  
 Fecha Análisis : 03/06/2015  
 Fecha Emisión : 08/06/2015  
 Fecha Impresión : 08/06/2015  
 Condiciones Ambientales : T°C: 26.9 %H: 52.0 Cultivo Actual : MAIZ

N° Laborat.	MUESTRA # 1	Identificación	Textura (%)		Clase Textural			mg/100ml			mg/100ml			Ca		Mg		K		
			Arena	Limo	Arcilla	AlH	AI	Na	C.E.	M.O.	K	Ca	Mg	Σ Bases	Mg	K	Ca+Mg	K		
56912						5.90	A	0.95	A	13.70	A	2.88	A	17.51	4.78	M	3.00	M	17.36	M

**Interpretación C.E.**

Al	Alfresco	NL	sin sales
LT	Ligeram. húedo	LS	Lig. Salino
T	Tronco	D	salino
		MS	Muy Salino

**Agropecuarias**

C.E.	Conductividad Eléctrica
M.O.	Materia Orgánica
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico

**Microbiología**

M.O.	Microbiología
Na	Asados de Alimentos
C.E.	Cloruro de Bario
	Extracción de pasta saturada
	Agua

**Elementos**

Activo mg/kg	Norma	Lim. Superior	Referencia	Medio	Medio (mg/kg) ± 0.5
AlH	0.91 - 1.5	C.E.	2.0 - 4.0	CabMg	2.8 - 8.0
Al	0.31 - 1.0	Medio (N)	MgK		2.5 - 10.0
Na	0.5 - 1.0	M.O.	3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K	12.5 - 50.0
					Ca 4 - 6
					Mg 1 - 2

*[Signature]*  
 Responsable Laboratorio

ME = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 Los ensayos marcados con (†) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 Las siglas e interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 \*\* Ensayo subcontratado.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

### **Anexo N° 3. Base de datos**

#### **Código de variables de base de datos:**

**REP:** Repeticiones.

**TRA:** Tratamientos.

**DEP:** Días a la emergencia de plántulas.

**PEC:** Porcentaje de emergencia en el campo (%):

**DF:** Días a la floración.

**DT:** Diámetro de tallo (mm).

**AP:** Altura de planta (cm).

**AC:** Altura de carga (cm).

**RP:** Ramas por planta.

**DCS:** Días a la cosecha en seco.

**VP:** Vainas por planta.

**LV:** Longitud de vaina (cm).

**GV:** Granos por vaina.

**GP:** Granos por planta.

**PH:** Porcentaje de humedad del grano (%).

**PG:** Peso de 100 granos (g).

**RPP:** Rendimiento por parcela (kg).

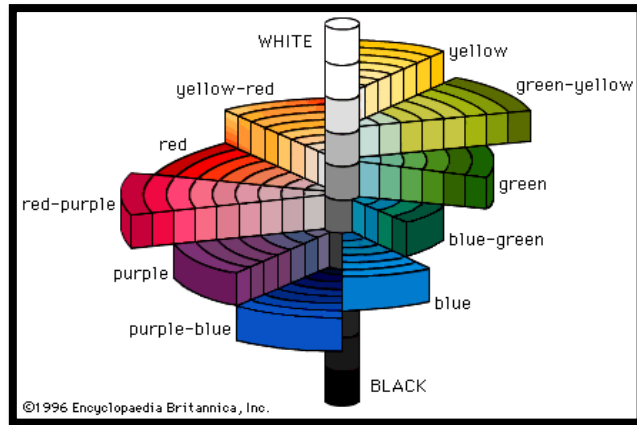
**RH:** Rendimiento por hectárea (kg/ha).



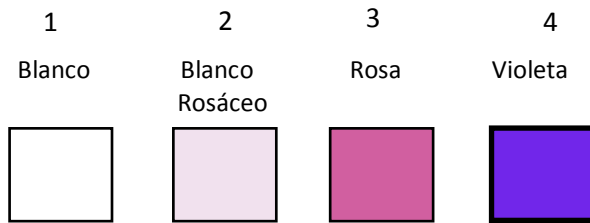
REP	TRAT	DEP	PEC	DF	DCS	DT	AP	AC	RP	VP	LV	GV	GP	PCG	PH	RPP	RH
1	1	7	98	41	84	6,3	56	20,4	4	17	12,5	4	64	58,97	14	0,55	1365,42
1	2	7	99	34	63	6,4	54,1	23	4	18	13,3	5	72	63,50	13,8	0,49	1235,38
1	3	7	98	34	63	6,4	50,7	24,2	4	21	14,1	5	56	58,97	14,3	0,62	1560,48
1	4	7	97	34	63	6,7	52,5	25,6	4	19	11,9	4	102	31,75	14,6	0,51	1267,89
1	5	7	98	34	77	6,8	58,7	22,1	6	28	16,3	6	123	68,04	13,8	0,74	1853,07
1	6	7	99	37	84	6,4	54,4	22,9	4	21	12,6	4	108	68,04	13,6	0,56	1397,93
1	7	9	97	41	77	6,7	61,2	33,1	4	13	11,7	4	76	31,75	13,8	0,39	975,3
1	8	7	96	34	63	6,5	38,6	18,3	5	15	14,6	4	98	54,43	14,5	0,49	1235,38
1	9	8	99	41	84	6,4	51,6	22,5	4	15	10,4	4	65	58,97	14,1	0,48	1202,87
1	10	7	97	34	63	6,7	53	15	5	19	10,1	5	56	58,97	13,8	0,51	1267,89
1	11	8	99	35	77	6,5	43	18	5	16	13,6	4	61	63,50	13,9	0,53	1332,91
1	12	7	96	27	63	6,5	53	17,4	4	19	14,1	4	75	63,50	13,6	0,56	1397,93
1	13	7	97	34	77	6,7	66	16,1	6	23	14,8	6	110	68,04	13,3	0,62	1560,48
1	14	7	98	34	77	6,4	57,1	18,7	6	22	15,2	6	128	63,50	13,5	0,66	1658,01
1	15	7	97	34	77	6,7	51	17,4	4	14	10,9	4	64	27,22	13,7	0,36	910,28
1	16	7	99	27	6	6,9	48	21	4	8	11,6	4	43	58,97	13,9	0,34	845,26
1	17	7	98	63	84	6,4	41	18	4	14	12,8	4	52	31,75	13,8	0,38	942,79
1	18	7	96	34	63	6,5	59,2	23	4	18	11,1	4	78	49,90	13,7	0,52	1300,4
2	1	7	95	41	84	6,1	54,5	20,2	4	19	13,3	4	69	63,50	13,9	0,53	1332,91
2	2	7	98	37	63	6,8	54,3	22	4	22	12,5	4	85	58,97	13,7	0,51	1267,89
2	3	7	97	34	63	6,4	51,9	20,6	4	24	13,2	4	67	58,97	13,6	0,64	1592,99
2	4	7	96	34	63	6,6	54,9	20,4	5	17	11,2	5	104	27,22	13,7	0,52	1300,4
2	5	7	98	34	77	6,4	56,3	26	6	30	14,9	6	138	68,04	13,6	0,72	1788,05
2	6	7	95	34	84	6,5	52	23,2	5	19	11,1	5	118	58,97	13,8	0,55	1365,42
2	7	8	97	34	77	6,7	59,6	16,9	5	12	14,6	5	69	49,90	13,6	0,44	1105,34
2	8	7	98	34	63	6,5	36,1	22	4	12	12,3	4	79	54,43	13,9	0,44	1105,34
2	9	10	98	41	84	6,7	52,7	20,7	5	16	10,6	5	82	54,43	13,6	0,49	1235,38
2	10	7	97	34	63	6,2	50,7	14,6	5	21	11,9	5	62	54,43	13,6	0,51	1267,89

2	11	8	98	34	77	6,5	41,3	26,7	4	20	13,9	4	84	58,97	13,8	0,55	1365,42
2	12	7	98	3	63	6,5	53,1	20,9	4	20	13,8	4	87	63,50	13,7	0,57	1430,44
2	13	7	97	37	77	6,6	65,1	16,2	6	22	16	6	119	63,50	13,9	0,65	1625,5
2	14	7	99	34	77	6,4	58,1	19,5	5	22	12,9	5	104	63,50	13,5	0,68	1690,52
2	15	7	96	34	77	6,7	60	22,9	4	16	10,4	4	63	27,22	13,9	0,36	910,28
2	16	7	95	27	63	6,8	48,2	17,4	4	7	10,6	4	25	54,43	13,5	0,34	845,26
2	17	7	97	34	84	6,2	42,7	23	4	13	12,2	4	62	31,75	13,5	0,38	942,79
2	18	7	98	34	63	6,5	68,2	34,5	4	16	11,2	4	62	54,43	13,9	0,52	1300,4
3	1	6	99	41	84	6,5	53,1	23,1	4	20	12,6	4	76	63,50	13,7	0,56	1397,93
3	2	6	97	41	63	6,9	54,2	23,4	4	19	13	4	78	63,50	13,9	0,51	1267,89
3	3	6	98	34	63	6,9	51,3	19,1	5	14	14,7	5	92	63,50	13,5	0,61	1527,97
3	4	6	98	34	63	6,5	53,7	21,6	4	16	9,9	4	74	36,29	13,6	0,52	1300,4
3	5	6	97	37	77	6,9	57,5	23,5	5	25	15,3	5	72	68,04	13,5	0,78	1950,6
3	6	6	98	37	84	6,4	56,8	26	5	19	12,4	5	98	58,97	13,7	0,57	1430,44
3	7	7	97	41	77	6,5	58,1	33,9	4	11	10,1	4	68	45,36	13,7	0,47	1170,36
3	8	6	98	34	63	6,5	33,6	21,5	5	15	13,6	5	91	58,97	13,7	0,51	1267,89
3	9	8	99	41	84	6,8	52,2	27	4	17	9,6	4	64	54,43	13,3	0,47	1170,36
3	10	6	98	34	63	6,4	51,8	15,7	4	21	11,8	4	54	58,97	13,5	0,51	1267,89
3	11	8	97	35	77	6,5	39,6	26,8	4	18	12,8	4	69	63,50	13,7	0,56	1397,93
3	12	6	97	34	63	6,7	53,1	21	4	18	12,6	4	69	58,97	13,5	0,55	1365,42
3	13	6	98	34	77	6,6	64,2	20,2	5	19	13,4	5	103	68,04	13,8	0,64	1592,99
3	14	6	97	37	77	6,5	57,6	16,6	6	24	12,9	6	141	58,97	13,5	0,66	1658,01
3	15	6	98	37	77	6,7	55,5	20,1	4	18	8,9	4	74	27,22	13,8	0,38	942,79
3	16	6	96	27	63	6,5	48,1	16,2	4	9	10,5	4	38	58,97	13,7	0,36	910,28
3	17	6	99	34	84	6,7	42,4	21,2	4	13	10,3	4	46	27,22	13,3	0,38	942,79
3	18	6	97	34	63	6,5	63,7	25,9	4	17	10,8	4	69	68,04	13,7	0,56	1397,93

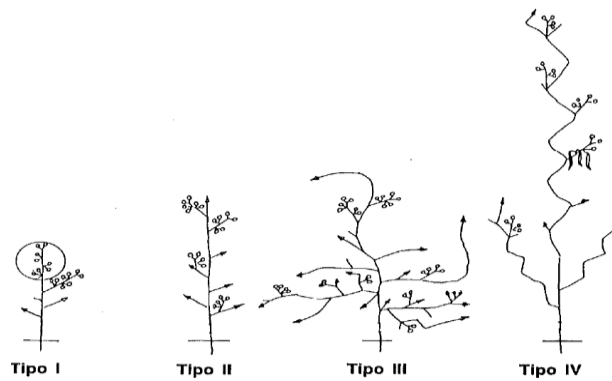
**Anexo N° 4. Escalas de evaluación del CIAT y UPOV.**



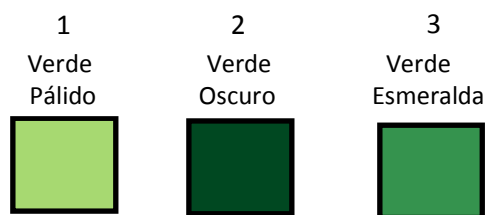
**Color de la flor (CF)**



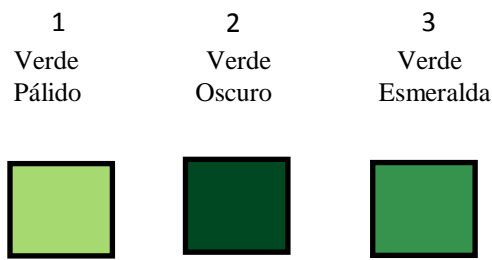
**Hábito de crecimiento (HC)**



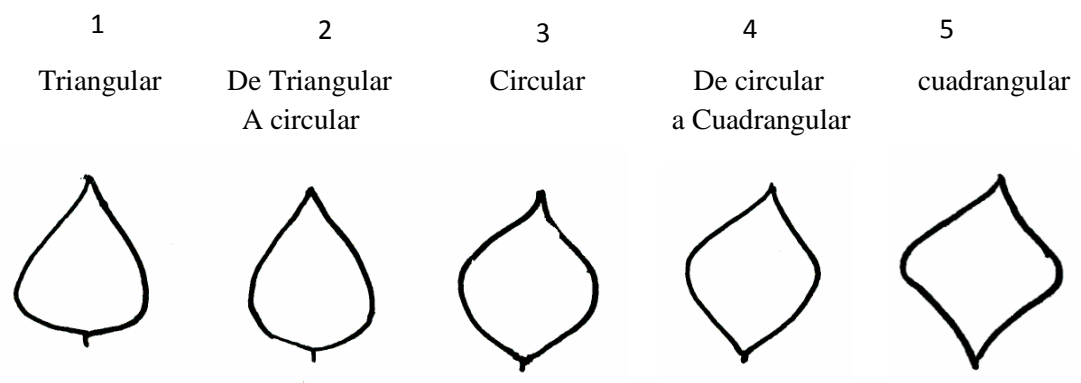
**Color del tallo (CT)**



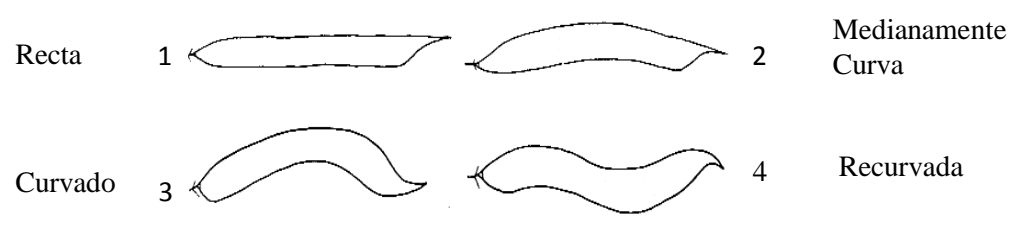
### Color de las hojas (CH)



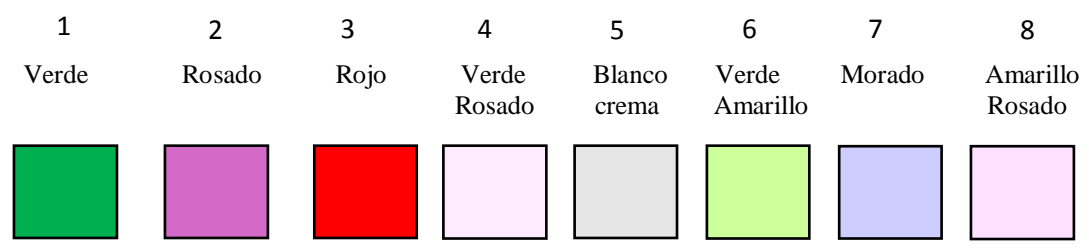
### Formas de las hojas (FH)



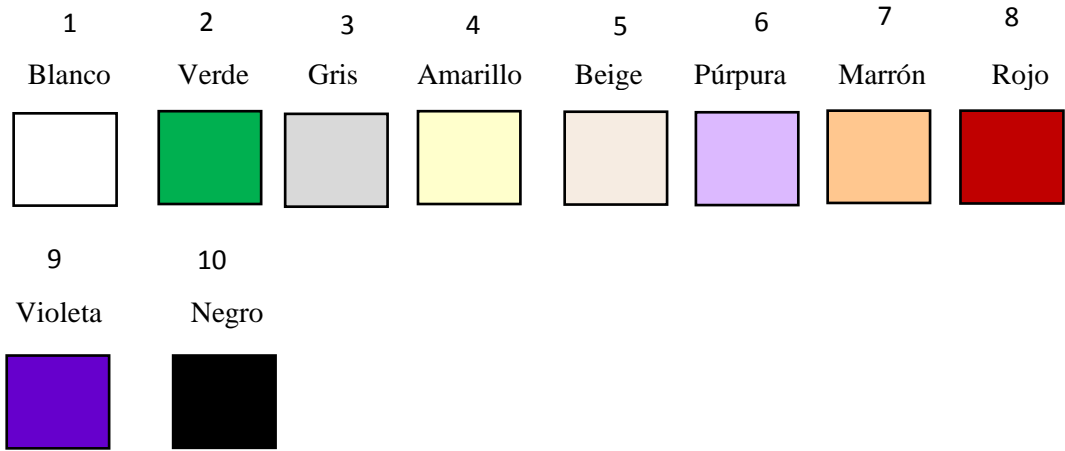
### Forma de la curvatura de la vaina (FCV)



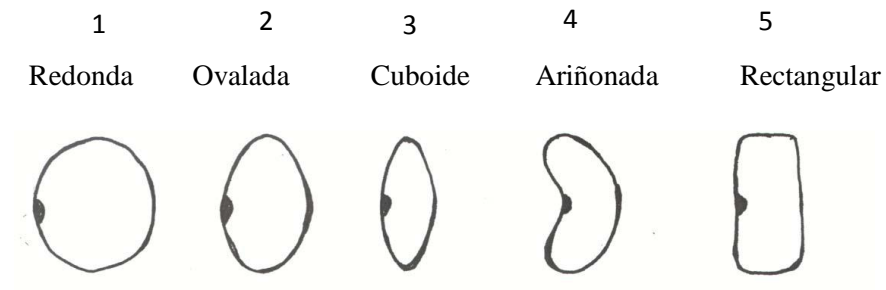
### Color de la vaina (CV)



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



### Forma del grano (FG)



**Anexo N° 5. Fotografías de la instalación, seguimiento y evaluación del ensayo. (Caluma. 2015)**

**Trazado del ensayo**



**Siembra**



**Registro  
Días a la emergencia**



**Evaluación  
Porcentaje de emergencia**



**Riego**



**Control fitosanitario preventivo  
Para Mustia hilachosa**



**Control  
manual de malezas**



**Evaluación  
Diámetro del tallo**



**Evaluación  
Altura de plantas**



**Evaluación  
Altura de carga**



**Cosecha en  
madurez fisiológica**



**Vainas por planta**





## Visita de tribunal de investigación



**Evaluación  
Longitud de vaina**



**Registro del número de  
Granos por vaina**



**Peso de 100 granos secos**



**Evaluación  
Porcentaje de humedad**



**Color del grano**



## **Anexo N° 6. Glosario de términos técnicos**

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

**Albumen.-** Tejido vegetal que rodea al embrión de ciertas semillas y las alimenta en el período inicial del crecimiento.

**Bancos de germoplasma.-** Son sistemas de conservación ex situ de material vegetal vivo. Existen varios sistemas de conservación: Bancos de semillas, in vitro, criopreservación, genes, en jardín botánico, invernadero o campo (jardines de variedades).

**Cultivar.-** Un cultivar es un grupo de plantas seleccionadas artificialmente por diversos métodos a partir de un cultivo más variable, con el propósito de fijar en ellas caracteres de importancia para el obtentor que se mantengan tras la reproducción. Según define el Código Internacional de Nomenclatura para Plantas Cultivadas, estos caracteres deben cumplir con los requisitos de ser distintivos (que caractericen al cultivar, que lo diferencien de los demás), homogéneos (que se encuentren en todas las plantas del cultivar) y estables (que sean heredables).

**Esclerocios.-** Es una masa compacta de micelio endurecido que contiene reservas alimenticias. Un papel de los esclerocios es sobrevivir en periodos ambientales extremos.

**Estípula.-** Se denomina estípula a una estructura, usualmente laminar, que se forma a cada lado de la base foliar de una planta vascular. Suele encontrarse una a cada lado de la base de la hoja, a veces más, usualmente son asimétricas y, en cierto modo, son imágenes especulares una de otra.

**Fitotoxicidad.-** Se refiere a tóxicos que afectan a los vegetales. Efectos de toxicidad en especies vegetales sensibles, donde diversos factores edáficos pueden determinar la biodisponibilidad de un compuesto químico, y por lo tanto, la intensidad del efecto fitotóxico, tales como el contenido de materia orgánica y el pH del suelo, además del grado de solubilidad de la forma química.

**Folíolo.-** Cada una de las piezas separadas en que a veces se encuentra dividido el limbo de una hoja. Cuando el limbo foliar está formado por un solo folíolo, es decir no está dividido, se dice que la hoja es una hoja simple.

**Fotoperíodo.-** Es el conjunto de procesos de las especies vegetales mediante los cuales regulan sus funciones biológicas (como por ejemplo su reproducción y crecimiento) usando como parámetros la alternancia de los días y las noches del año y su duración según las estaciones y el ciclo solar.

**Germoplasma.-** Conjunto de genes que se transmite por la reproducción a la descendencia por medio de gametos o células reproductoras. El concepto de germoplasma se utiliza comúnmente para designar a la diversidad genética de las especies vegetales silvestres y cultivadas de interés para la agricultura.

**Micelio.-** Es la masa de hifas que constituye el cuerpo vegetativo de un hongo. Dependiendo de su crecimiento se clasifican en reproductores (aéreos) o vegetativos. Los micelios reproductores crecen hacia la superficie externa del medio y son los encargados de formar los orgánulos reproductores (endosporios) para la formación de nuevos micelios, los micelios vegetativos se encargan de la absorción de nutrientes, crecen hacia abajo, para cumplir su función.

**Pedúnculo.-** Parte del tallo que soporta al receptáculo. Es un carácter versátil pero significativo en algunas variedades y ayuda en la descripción general del fruto.

**pH.-** Es una medida de la concentración del ión hidrógeno en el agua. Se expresa la concentración de este ión como pH, y se define como el logaritmo decimal cambiado de signo de la concentración de ión hidrógeno.

**OGM.-** Un organismo genéticamente modificado (OGM) es un organismo cuyo patrimonio genético ha sido transformado por la técnica de la transgénesis: la modificación de la expresión de uno de sus genes o la adición de un gen ajeno.

**Pústula.-** Protuberancias o abultamiento en una planta que en su interior poseen micelios de hongos patógenos ejemplo las royas.

**Rotación de cultivos.-** La rotación de cultivos consiste en alternar plantas de diferentes familias y con necesidades nutritivas diferentes en un mismo lugar durante distintos ciclos, evitando que el suelo se agote y que las enfermedades que afectan a un tipo de plantas se perpetúen en un tiempo determinado.

**Simbiosis.-** Es una clase de relación biológica interactiva que mantienen seres disimilares y que suele producir un resultado beneficioso para, por lo menos, uno de los participantes.

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

**Variabilidad genética.-** Es una medida de la tendencia de los genotipos de una población a diferenciarse. Los individuos de una misma especie no son idénticos. Si bien, son reconocibles como pertenecientes a la misma especie, existen muchas diferencias en su forma, función y comportamiento.