

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**“LÍNEAS PROMISORIAS DE FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.)**  
**EN CONDICIONES DE LA COSTA CENTRAL”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**LAURA AMALIA ROJAS MATOS**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación**  
**(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“LINEAS PROMISORIAS DE FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.)  
EN CONDICIONES DE LA COSTA CENTRAL”**

**TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO**

**Presentada por:  
LAURA AMALIA ROJAS MATOS**

**Aprobado por el siguiente jurado evaluador:**

**Mg. Sc. Javier Arias Carbajal  
Presidente**

**Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín  
Patrocinadora**

**Mg. Sc. Jorge Tobaru Hamada  
Miembro**

**Ing. Agr. Saray Siura Céspedes  
Miembro**

A Valentina, por acompañarme en cada paso que doy.

A David, por su amor y paciencia.

A mis padres, por su inmenso apoyo y fortaleza.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la ingeniera Amelia Huaringa, patrocinadora del presente trabajo de investigación, por los consejos y el apoyo dado durante toda la campaña del cultivo evaluado.

Al *Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas* de la Universidad Agraria La Molina por el apoyo brindado durante la fase de campo llevado a cabo en las instalaciones del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

A mi familia y amigos por ser el soporte en mi día a día durante el desarrollo del presente trabajo.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. Introducción</b>	1
<b>II. Revisión de literatura</b>	3
2.1 Origen e identificación	3
2.2 Clasificación taxonómica	4
2.3 Importancia del frijol	5
2.4 Características morfológicas	6
2.4.1 Raíz	6
2.4.2 Tallo	7
2.4.3 Ramas y complejos axilares	7
2.4.4 Hojas	7
2.4.5 Inflorescencia	8
2.4.6 Flor	8
2.4.7 Fruto	8
2.4.8 Semilla	9
2.5 Hábitos de crecimiento	9
2.6 Estados de desarrollo	10
2.7 Adaptación del frijol	12
2.8 Requerimientos ambientales	13
2.8.1 Temperatura	13
2.8.2 Suelos	14
2.8.3 Humedad	15
2.8.4 Malezas	16
2.8.5 Plagas y enfermedades	17
2.9 Ensayos comparativos	18

<b>III. Metodología</b>	21
3.1 Localidad	21
3.1.1 Ubicación	21
3.1.2 Historial del campo	21
3.2 Análisis del suelo	21
3.3 Datos meteorológicos	22
3.4 Material en estudio	23
3.5 Diseño experimental	24
3.6 Conducción del experimento	25
3.6.1 Fase Laboratorio	25
3.6.2 Fase Campo	25
3.7 Evaluaciones registradas en el experimento	27
3.8 Análisis estadístico	29
<b>IV. Resultados y discusión</b>	31
<b>V. Conclusiones</b>	78
<b>VI. Recomendaciones</b>	79
<b>VII. Bibliografía</b>	80
<b>VIII. Anexos</b>	84

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Hábito de crecimiento del frijol común	10
<b>Tabla 2:</b> Estados de desarrollo del frijol común	11
<b>Tabla 3:</b> Análisis de suelo del lote 7 del campo experimental La Molina INIA	22
<b>Tabla 4:</b> Datos meteorológicos registrados por la Estación Meteorológica del INIA para el distrito de La Molina. Campaña noviembre 2015-febrero 2016	23
<b>Tabla 5:</b> Relación del material genético del CIAT clasificado en grupos de evaluación y características de las variedades comerciales tomadas como testigos	24
<b>Tabla 6:</b> Promedios de las características agronómicas evaluadas a 5 grupos de frijoles del CIAT y 5 testigos comerciales del PLGO	38
<b>Tabla 7:</b> Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles rojos (RJ)	48
<b>Tabla 8:</b> Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre el rendimiento de grano y características evaluadas a los frijoles rojos (RJ)	48
<b>Tabla 9:</b> Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles cariocas (CAR)	49
<b>Tabla 10:</b> Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre el rendimiento de grano y características evaluadas a los frijoles cariocas (CAR)	49
<b>Tabla 11:</b> Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles cranberry (CBR)	60
<b>Tabla 12:</b> Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre el rendimiento de grano y características evaluadas a los frijoles cranberry (CBR)	60
<b>Tabla 13:</b> Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles alubia (ALU)	61
<b>Tabla 14:</b> Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre el rendimiento de grano y características evaluadas a los frijoles alubia (ALU)	61
<b>Tabla 15:</b> Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles panamito (PAN)	62

<b>Tabla 16:</b> Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre el rendimiento de grano y características evaluadas a los frijoles panamito (PAN)	62
<b>Tabla 17:</b> Características cualitativas de los cinco grupos evaluados de frijol	76
<b>Tabla 18:</b> Evaluación de sanidad de los cinco grupos evaluados de frijol	77

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Relación de las 130 líneas promisorias de frijol común proporcionado por el CIAT y las 5 variedades testigos proporcionados por el PGLO	84
<b>Anexo 2:</b> Croquis del Campo Experimental La Molina ubicado en el INIA	86
<b>Anexo 3:</b> Cronograma de labores durante la campaña	87
<b>Anexo 4:</b> Promedios de parámetros evaluados en 130 líneas promisorias de frijol proporcionadas por el CIAT y 5 testigos comerciales proporcionadas por el PLGO	88
<b>Anexo 5:</b> Características cualitativas registradas en las 130 líneas promisorias de frijol común provenientes del CIAT	92
<b>Anexo 6:</b> Evaluación de sanidad a las 130 líneas promisorias de frijol común proporcionadas por el CIAT	96

## RESUMEN

Se evaluó las características agronómicas, el rendimiento y sus componentes de 130 líneas promisorias de frijol común introducidas del CIAT en condiciones del INIA, La Molina. El material genético fue agrupado por clase comercial en frijoles rojos (RJ), alubia (ALU), cranberry (CBR), cariocas (CAR) y panamito (PAN) y comparó con cinco variedades comerciales. Las líneas se distribuyeron en surcos de observación en los cuales se evaluaron caracteres cuantitativos y cualitativos. Las líneas de frijoles RJ, ALU y CRB registraron caracteres muy favorables mientras que los frijoles CAR y PAN no alcanzaron adaptarse debido a la falta de condiciones óptimas como la temperatura. Los frijoles RJ registraron mayor rendimiento de grano con 8.12 g pero ningún grupo superó a los testigos. Se encontró una correlación alta, positiva y significativa entre el rendimiento y el número de granos/vaina en los grupos CBR, ALU y RJ; mientras que la longitud de vaina estuvo asociada en forma directa, alta y significativa con el rendimiento en los grupos CAR y PAN.

**Palabras clave:** frijol, líneas promisorias, características agronómicas, correlación

## ABSTRACT

The agronomic characteristics, performance and components of 130 promising common bean lines introduced from CIAT under INIA conditions, La Molina, were evaluated. The genetic material was grouped by commercial class in red beans (RJ), beans (ALU), cranberry (CBR), cariocas (CAR) and panamito (PAN) and compared with five commercial varieties. The lines were distributed in observation grooves in which quantitative and qualitative characters were evaluated. The lines of RJ, ALU and CRB beans registered very favorable characters while the CAR and PAN beans failed to adapt due to the lack of optimal conditions such as temperature. RJ beans recorded higher grain yield with 8.12 g but no group exceeded the witnesses. A high, positive and significant correlation was found between the yield and the number of grains / pods in the CBR, ALU and RJ groups; while sheath length was directly, high and significantly associated with performance in the CAR and PAN groups.

**Keywords:** beans, promising lines, agronomic characteristics, correlation

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las especies más importantes de la familia de las fabáceas y fue domesticado desde hace más de 7 000 años en dos centros de origen mesoamericano, uno en México y América Central, y otro en la región Andina. En el Perú es el cultivo base en la dieta alimenticia por su alto contenido de carbohidratos (59-60%) y de proteínas (20-23%), comparables con el contenido en la carne y contiene también aminoácidos esenciales (lisina y triptófano) que son deficientes en cultivos como el maíz (Valladolid 1993), así como un alto contenido energético. Es el grano más importante en el mundo ya que representa el 87% de las leguminosas más consumidas a nivel global y por ello constituye una alternativa de solución para uno de los problemas que más afecta a nuestro país como es la desnutrición.

La importancia agronómica de este cultivo consiste en la actividad simbiótica que realiza con bacterias fijadoras de Nitrógeno atmosférico (*Rhizobium* sp.) contribuyendo a mejorar la fertilidad del suelo en donde es sembrado y favoreciendo al cultivo siguiente, por lo que es utilizado como cultivo de rotación. Tiene además un potencial mercado nacional debido su diversidad genética y su amplia adaptabilidad que facilitan su producción, haciéndolo muy dinámico en nuestro país.

En el Perú las tres regiones naturales presentan las condiciones favorables de suelo y clima para su producción y adaptabilidad; sin embargo, entre sus mayores limitaciones se encuentran la susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades, así como el no tolerar largos periodos de sequía ni suelos con alta salinidad. A esto se le suma el deficiente manejo agronómico y la baja calidad de semilla usada por los agricultores, provocando bajos rendimientos. Por eso, urge generar nuevos conocimientos y tecnología para poder aumentar los rendimientos y así poder crear una fuente de divisas para el país y sobre todo para los agricultores.

Una alternativa de solución a estos problemas es el introducir semillas mejoradas mediante ensayos de adaptación que ayuden a disminuir la pérdida en rendimiento y por selección posterior, permitan que se puedan conseguir variedades con características estables tanto en producción como en sus características agronómicas.

La evaluación de líneas promisorias tiene como fin principal identificar materiales con buena adaptación en determinadas localidades, pero sobre todo con estabilidad del rendimiento. Estas pueden ser consideradas para liberarse como variedades y además como potenciales progenitores para nuevos cruzamientos. Por lo tanto, las variedades mejoradas generadas a partir de variedades nativas y experimentales son una garantía para incrementar su productividad y así enfrentar las pérdidas por plagas, enfermedades o cambios climáticos que afectan a las diferentes regiones del país.

Por ello, los objetivos de esta investigación fueron:

- Evaluar el comportamiento de las líneas promisorias de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia (CIAT) en condiciones de la Costa Central.
- Evaluar las características agronómicas de las líneas promisorias de frijol procedentes del Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia (CIAT).
- Determinar la correlación entre el rendimiento y sus componentes agronómicos evaluados del material genético en estudio.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ORIGEN E IDENTIFICACIÓN

El género *Phaseolus* es uno de los cultivos más antiguos y, junto con el maíz y la yuca, han sido alimentos básicos pues se cultivaron desde tiempos prehistóricos y actualmente se encuentra gran número de especies que están distribuidas en los diferentes países del mundo (CIAT 1990). Este género contiene unas 50 especies de crecimiento salvajes distribuidos sólo en nuestro continente pero destacan cinco especies domesticadas con distintas adaptaciones y sistemas reproductivos: *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común), *Phaseolus lunatus* L. (pallar), *Phaseolus coccineus* L. (frijol ayocote), *Phaseolus acutifolius* A. Gray (frijol tepary) y *Phaseolus polyanthus* Greenman (frijol de toda la vida).

La especie *Phaseolus vulgaris* L. fue cultivada hace más de 8 000 años y es originaria de América Central y América del Sur; además, tiene como progenitor silvestre a *Phaseolus vulgaris* var. *mexicanus* y var. *aborigineus*. Valladolid (1993) explica que este cultivo es originario de América, en zonas distribuidas desde México hasta Argentina, desarrollándose así dos Centros de Domesticación, lo que explica la importancia del frijol para Latinoamérica.

Debouck (1986) citado por Díaz (2002) señala que el frijol común tiene tres centros geográficos de diversificación, basándose en argumentos botánicos, ecológicos, arqueológicos, morfológicos y bioquímicos:

- Centro Mesoamericano (eje volcánico en México).
- Centro Nor Andino (cordillera Nor oriental en Colombia).
- Centro Sur Andino (valles interandinos en el Perú)

Al respecto se han encontrado evidencias con antigüedad de hasta 8 mil años en algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú. Se argumenta que al principio del siglo XVI, durante la Conquista española, fueron los españoles quienes llevaron a Europa las primeras semillas de frijol. Años después el producto es distribuido por comerciantes portugueses en la región de África Oriental, a partir de donde los árabes, que mercadeaban con esclavos, se encargaron de diseminarlo a todo el territorio africano.

En el Perú se han encontrado restos con una antigüedad de 2000 años A.C. en Huaca Prieta y frijoles domesticados en el valle de Nazca con 2500 años A.C. En el Callejón de Huaylas se han encontrado frijoles con una antigüedad de 7680 a 10000 años. Fueron aproximadamente treinta especímenes correspondientes a frijoles de grano rojo, marrón oscuro y rojo oscuro, granos moteados, granos de forma redonda y plana, y otros alargados y arriñonados. Todos estos descubrimientos corresponden a restos de plantas completamente domesticadas. (Voyses 2000).

## 2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) menciona que desde el punto de vista taxonómico, el frijol es el prototipo del género *Phaseolus* cuyo nombre científico es *Phaseolus vulgaris* asignado por Linneo en 1743. A continuación se presenta su clasificación en base a lo citado por Vilcapoma y Flores (2003):

Clase : Magnoliopsida

Orden : Fabales

Familia : Fabaceae (Papilionaceae)

Tribu : Phaseoleae

Sub – Tribu : Phaseolinae

Género : *Phaseolus*

Especie : *Phaseolus vulgaris* L.

Se le asigna nombres comunes como frijol, fríjol, frisol, fréjol, frejol, poroto, habichuela, alubia, judía, habilla, feijao, bean, field bean, garden bean, chaucha.

### 2.3 IMPORTANCIA DEL FRIJOL

El frijol es uno de los cultivos de mayor importancia como alimento básico en la población y se cultiva desde los valles costeros hasta el llano amazónico. Es una fuente barata de proteínas, carbohidratos y vitaminas; además, es un excelente mejorador de la calidad del suelo. Es común en la alimentación humana y ya sea por su consumo como grano seco o grano verde y por su amplia gama de variedades, proporciona hasta un 15% del total de calorías diarias por lo que muchas poblaciones en el mundo dependen de ella. La preferencia de consumo según el color del grano varía entre las poblaciones destacando el canario (grano amarillo) sobre los negros, blancos, pintos, bayos y moteados.

Cántaro (2015) resalta la importancia nutritiva del frijol, destaca el suministro de proteínas, carbohidratos, minerales (Fe, Zn, K, P, Ca, Mg), fuente de vitamina del complejo B (riboflavina, ácido fólico, tiamina), contenido de fibra y fuente de ácidos grasos poliinsaturados. Valladolid (1993) indica que esta legumbre contiene aproximadamente 22.1% de proteínas mientras que la carne de res contiene 19% y el pescado 16.4% de proteínas.

Según el MINAGRI, para el 2015 la superficie cosechada de las legumbres llegó a las 230 415 hectáreas, de esta cantidad el 34.10% lo ocupa el frijol (78 571 ha), el 25.17% lo ocupa el haba seca (57 873 ha), el 21.93% la arveja seca (50 534 ha) y el resto para legumbres como caupí, tarhui, pallar, lenteja, zarandaja, garbanzo, frijol de palo y loctao. Cajamarca es la región con mayor superficie cosechada de legumbres pues registra 41 520 ha, seguida por la región La Libertad con 24 676 ha y Cuzco con 18 438 ha cosechadas de legumbres.

En cuanto a las estadísticas de frijol, MINAGRI reporta que entre los años 2014 y 2015 la superficie cosechada se incrementó en un 2.3% pasando de 76 770 a 78 571 hectáreas. La producción sólo se incrementó en un 0.1% pasando de 89 517 a 89 575 toneladas para el 2015; sin embargo, lo contrario sucedió con el rendimiento del frijol pues entre esos años hubo un déficit de 2.2% pasando de 1.2 a 1.1 toneladas. El precio al productor sí registró un incremento de 2.2% pasando de 3 275 a 3 346 soles por tonelada.

La costa peruana se ha dedicado a los cultivos intensivos como papa y algodón obteniéndose mayores rendimientos con alta tecnología, llevando a cultivos como las leguminosas a ser instalados en períodos de campo libre o como cultivo de rotación sin una mayor inversión tecnológica obteniendo como resultados rendimientos marginales. (Tobaru 2001).

Hay variedades tradicionales de frijol que no responden a la alta densidad de plantación pero es valiosa la variabilidad genética que posee la cual es útil para la búsqueda de resistencia a plagas y enfermedades; sin embargo, frente a la problemática del cambio climático y a las sequías que afectarán gran parte de las zonas productoras de frijol, urge la adaptación no solo de nuevas variedades, sino también de nuevas innovaciones a las prácticas de laboreo del pequeño productor para aumentar rendimientos y minimizar las pérdidas.

## **2.4 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS**

La planta de frijol tiene una serie de caracteres morfológicos, algunos de los cuales poco influenciados por el ambiente, los cuales son los que identifican la especie o la variedad.

### **2.4.1 Raíz**

En las primeras etapas de desarrollo el sistema radicular está formado por la radícula del embrión, la cual se convierte posteriormente en la raíz principal o primaria. Pocos días después se observan las raíces secundarias y sobre ellas se desarrollan las raíces terciarias y otras subdivisiones como los pelos absorbentes los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz. Aunque generalmente se distingue la raíz, el sistema radicular tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos, pero con una amplia variación, incluso dentro de una misma variedad. El mayor volumen del sistema radical se concentra en los primeros 2 cm de profundidad del suelo (Valladolid 1993). Presenta además nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Estos nódulos tienen forma poliédrica y son colonizados por la bacteria del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico, que contribuye a satisfacer los requerimientos de este elemento en la planta.

#### 2.4.2 Tallo

El tallo es identificado como el eje central de la planta, es herbáceo y está formado por una sucesión de nudos y entrenudos; además según su hábito de crecimiento puede ser erecto, semiprostrado o prostrado. Se origina del meristemo apical del embrión de la semilla y desde la germinación este meristema tiene fuerte dominancia apical ya que en su proceso de desarrollo genera nudos que vienen a ser el punto de inserción de las hojas o de los cotiledones en el tallo. En orden ascendente, el primer nudo que se encuentra es el de los cotiledones, que se caracteriza por tener dos inserciones opuestas correspondientes a los cotiledones.

La primera parte del tallo comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo se llama hipocotilo. El siguiente nudo es el de las hojas primarias, las cuales son opuestas. Entre el nudo de los cotiledones y el de las hojas primarias se encuentra un entrenudo real llamado epicotilo. En el tallo se encuentran presentes, a nivel de cada nudo, otros órganos como las hojas, las ramas, los racimos y las flores. Es necesario incluir el concepto de guía, el cual es definido como la parte del tallo y/o ramas que sobresalen por encima del follaje del cultivo (Rosas 2003).

#### 2.4.3 Ramas y complejos axilares

Las ramas se desarrollan a partir del complejo de tres yemas ubicadas en las axilas. Los complejos axilares están constituidos por tres yemas denominadas ‘triadas’ las cuales pueden ser de tres tipos:

- Completamente vegetativo: la yema central se desarrolla primero produciendo una rama y de las yemas laterales solo una tiende a desarrollarse.
- Floral y vegetativo: La yema central produce una inflorescencia y las yemas laterales producen al menos una rama.
- Completamente floral: Solo las yemas laterales se desarrollan convirtiéndose en botones florales mientras que la yema central permanece en estado latente. Este tipo de desarrollo se presenta en el último nudo de las plantas tipo I.

#### 2.4.4 Hojas

Las hojas del frijol pueden ser simples y compuestas, y están insertadas en los nudos del tallo y las ramas. En condiciones normales existen una gran variación en cuanto al color o

la pilosidad de las hojas, y estos caracteres pueden o no tener relación con el color y la pilosidad del tallo y de las ramas. La variación también está relacionada con la variedad, con la posición de la hoja en la planta y con la edad (CIAT 1984). Las hojas primarias son simples, aparecen en el segundo nudo del tallo, se forman en la semilla y caen antes de que la planta esté completamente desarrollada. Las hojas compuestas trifoliadas son las hojas típicas del frijol, tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis.

#### 2.4.5 Inflorescencia

Las inflorescencias pueden ser terminales o axilares. Desde el punto de vista botánico, se consideran como racimos de racimos, es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas (tríada floral) que se encuentra en las axilas formadas por las brácteas primarias y el raquis. En la inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales (CIAT 1984).

#### 2.4.6 Flor

La flor del frijol es una típica flor papilionácea. En el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados: el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila en su estado inicial, está envuelto por las bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su estado final, la corola que aún está cerrada, sobresale y las bractéolas cubren sólo el cáliz. La flor consta de cuatro partes: cáliz, corola, androceo y gineceo. La morfología floral del frijol favorece el mecanismo de autopolinización, ya que las anteras están al mismo nivel del estigma y, además, ambos órganos están envueltos completamente por la quilla. Cuando se produce el derrame del polen (antesis), éste cae directamente sobre el estigma (CIAT 1984).

#### 2.4.7 Fruto

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido, pueden ser de diversos colores, uniformes o con rayas, dependiendo de la variedad. Dos suturas aparecen en la unión de las valvas: la dorsal, llamada placentar, y la sutura ventral. Los óvulos, que son las futuras frijoles, alternan en la sutura placentar y la presencia de fibra en

las suturas y parte interna de las valvas determinan la dehiscencia, el cual sirve para clasificar las variedades.

Vainas con mucha fibra tienden a abrirse a la madurez de cosecha sirviendo para cosechas en grano seco, en tanto que las vainas sin mucha fibra en suturas y valvas sirven más para consumo como vainita. (Valladolid 1993).

#### 2.4.8 Semilla

La semilla se origina del óvulo fecundado, no posee albumen por lo que las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Puede tener varias formas: ovalada, redonda, cilíndrica, arriñonada; además, presenta una amplia variación de colores (blanco, crema, rojo, amarillo, café, morado), combinación de colores, forma y brillo. Esta gran variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades y clases comerciales de frijol (CIAT 1984).

Las partes externas más importantes de la semilla son: la testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo; el hilum, que conecta la semilla con la placenta; el micrópilo, que es una abertura en la cubierta cerca del hilum y a través de esta abertura se realiza la absorción del agua; el rafe, proveniente de la soldadura del funículo con los tegumentos externos de óvulo. Internamente, está constituida por el embrión, el cual está formado por la plúmula, las dos hojas primarias, el hipocotilo, los dos cotiledones y la radícula.

### **2.5 HÁBITOS DE CRECIMIENTO**

Valladolid (1993) lo define como un carácter morfoagronómico importante ya que está relacionado con el manejo del cultivo y el potencial de rendimiento de la variedad. Para el CIAT dichos hábitos son la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su crecimiento, el cual es el resultado de la interacción de caracteres internos (genotipo) y de factores externos que varían en el tiempo y en el espacio.

Considera 4 tipos de hábitos de crecimiento (Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV) siendo los tres primeros comunes en la costa y el tipo IV más común en sierra y selva. El hábito de

crecimiento puede ser determinado, si al empezar la fase reproductiva el tallo y las ramas terminan en un racimo, e indeterminado si terminan en un meristemo vegetativo.

En la Tabla 1 se detalla cada uno con su respectiva descripción.

**Tabla 1: Hábito de crecimiento del frijol común**

<b>Hábito de crecimiento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Tipo I</b>	Hábito de crecimiento determinado arbustivo
	El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada, bajo número de entrenudos normalmente cortos. Etapa de floración corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo.
<b>Tipo II</b>	Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo
	Tallo erecto sin aptitud para trepar (termina en una guía corta). Pocas ramas y no producen guías. Las plantas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor.
<b>Tipo III:</b>	Hábito de crecimiento indeterminado postrado
	Plantas postradas o semipostradas con ramificación desarrollada cuyos entrenudos, tallo y ramas terminan en guías. El tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora.
<b>Tipo IV</b>	Hábito de crecimiento indeterminado trepador
	A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla capacidad de torsión (habilidad trepadora). La floración es 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, formación de las vainas, el llenado de vainas y la maduración.

Fuente: Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia, 1986.

## 2.6 ESTADOS DE DESARROLLO

El CIAT (1984) ha identificado diez etapas dentro de estas dos fases las cuales están limitadas por eventos fisiológicos importantes que en conjunto forma la escala de desarrollo de la planta de frijol. Cada etapa comienza en un evento del desarrollo de la

planta cuyo nombre se le identifica y termina donde inicia la siguiente etapa y así sucesivamente. La identificación de cada etapa se hace en base a un código que consta de una letra y un número. La letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular (V si la etapa pertenece a la fase Vegetativa o R si pertenece a la Reproductiva) y el número 0 a 9 indica la posición de la etapa en la escala. Es importante recalcar que la duración de todas estas etapas es influenciada por el genotipo, clima, temperatura y los rangos de luminosidad a los cuales son expuestas. En la Tabla 2 se detalla cada fase de desarrollo del frijol común.

**Tabla 2: Estados de desarrollo del frijol común**

<b>Fase</b>	<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Evento con que se inicia cada etapa</b>
<b>Vegetativa</b>	V0	Germinación	La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación
	V1	Emergencia	Los cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo
	V2	Hojas primarias	Las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas
	V3	Primera hoja trifoliada	La primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada
	V4	Tercera hoja trifoliada	La tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada
<b>Reproductiva</b>	R5	Prefloración	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50% de las plantas
	R6	Floración	Se ha abierto la primera flor en el 50% de las plantas
	R7	Formación de vainas	Al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina
	R8	Llenado de vainas	Llenado de frijoles en la primera vaina en el 50% de las plantas
	R9	Maduración	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado)

Fuente: Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia, 1986.

- Fase Vegetativa: Se inicia cuando la semilla tiene las condiciones favorables para iniciar su germinación y concluye cuando aparecen los primeros botones florales (hábito de crecimiento determinado) o los primeros racimos (hábito de crecimiento indeterminado). En esta fase se desarrolla su estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta.
- Fase Reproductiva: Se inicia cuando aparecen los botones florales o racimos y se prolonga hasta la madurez de cosecha.

## **2.7 ADAPTACIÓN DEL FRIJOL**

La adaptación se define como el conjunto de cambios que ocurren en una especie o en una población de individuos en respuesta a una modificación del ambiente. La constitución genética y la interacción con el medio ambiente influyen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Dependiendo de los factores nombrados, se dice que una variedad determinada tiene adaptación local o se adapta a diferentes medios.

León (1968) citado por García(2005) se refiere a adaptabilidad como el comportamiento de genotipos particulares al cultivarlos en diversas localidades cuya expresión ‘amplia adaptabilidad’ se aplica a los materiales que presentan alto nivel de comportamiento relativo bajo una gran diversidad de ambientes. Por otra parte, la ‘adaptabilidad específica o local’ se refiere al material que presenta un alto nivel de comportamiento relativo bajo un gama relativamente estrecha de ambientes. Jeremy (1979) citado por Segovia (1999) menciona que los caracteres como rendimiento y altura de planta son cuantitativos y son controlados por muchos genes. El ambiente afecta generalmente los caracteres cuantitativos mucho más que los cualitativos.

Según Laing (1979) los componentes de la adaptación en el frijol son:

- Insensibilidad al fotoperiodo,
- Estabilidad de hábito de crecimiento,
- Insensibilidad a temperaturas en floración,
- Tolerancia a la sequía, exceso de agua y sales, y
- Tolerancia a sales o suelos alcalinos en el caso de la costa peruana.

El mismo autor cita que el crecimiento y desarrollo de una planta está influenciado por su constitución genética, el ambiente y la interacción de ambos. Del resultado de la interacción se podría decir que un cultivar se adapta o no a un medio ambiente. Es adaptable localmente cuando responde a un medio determinado y tiene una adaptación amplia cuando responde a diversos ambientes; generalmente su capacidad de rendimiento por unidad de superficie viene a ser una medida de adaptación.

Díaz (2002) menciona que para Crispín (1968) la adaptación varietal es un proceso multicondicional pues en él juega un papel importante la acción selectiva del medio ambiente sobre el genotipo de la planta. El hecho de que un cultivar prospere o no en una determinada zona, es resultado de la influencia positiva o negativa de la calidad, intensidad y duración de la luz, las temperaturas diurnas y nocturnas, la humedad, plagas y enfermedades, y por último el tipo de suelo. Voysest (1979) señala como práctica para averiguar el comportamiento de los genotipos, ya sea en estudios genéticos o en las pruebas de variedades, sembrarlos en un rango de ambientes y prácticas agronómicas diferentes. Si se comportan de manera similar en todos los ambientes, es posible predecir su respuesta a otros ambientes. Sin embargo, en la mayoría de las veces hay diferencias en el comportamiento relativo de los genotipos en diferentes ambientes, es decir, existe interacción entre el genotipo y el ambiente.

Investigaciones realizadas por Silvera (1975), citado por Gutarra (1993), en los caracteres que conducían a una amplia adaptación en frijol, encontraron que los genotipos con hábito determinado, precocidad y foliolo pequeño, están más adaptados a diferentes ambientes siendo el rendimiento la variable más afectada por el ambiente. Por lo tanto, una población determinada puede tener cambios en su comportamiento genético que lo faculta para adaptarse mejor a los cambios del medio ambiente ya que éste interviene en la modificación de la estabilidad de la expresión genotípica de las variedades.

## **2.8 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES**

### **2.8.1 Temperatura**

El frijol, por ser cultivado desde el trópico hasta la zona templada, no resiste heladas, vientos fuertes, sequías prolongadas y excesiva humedad del suelo. Chiappe (1981) indica

que los requerimientos mínimos de temperatura para los estados fenológicos del frijol son de 8 a 12°C para germinar, de 15 a 18°C para la floración y de 18 a 20°C para la formación y desarrollo de vainas.

Valladolid (1993) indica que el frijol se desarrolla mejor en un clima templado a cálido, en un rango de temperaturas que van desde los 18°C a los 26°C. Temperaturas inferiores a 16°C afectan el crecimiento de la planta y superiores a los 30°C ocasionan alteraciones en los genotipos generalmente tardías disminuyendo su capacidad de producción, afecta el cuajado de flores, así como reduce el tamaño del grano y el número de frijoles por vaina. Singh (1999) menciona que el frijol común es un cultivo de días cortos y su crecimiento y desarrollo están favorecidos por ambientes ligeramente fríos. Por lo que en ambientes con 16 a 18°C con doce horas de longitud de día y libres de estrés bióticos y abióticos, muchos cultivares completan su ciclo de crecimiento entre 100 a 130 días.

García (2005) señala que la calidad óptima de las semillas se produce cuando se desarrollan y maduran bajo condiciones de 21°C o menos. Laing (1979) sostiene que en época de floración, temperaturas superiores a 28°C provocan el desarrollo anormal de flores, abscisión o aborto de las mismas agravándose en estados de insuficiencia hídrica en el suelo cuyo desenlace se traduce en un menor número de vainas y bajos rendimientos; asimismo, el porcentaje de formación de flores, número y peso de vainas también disminuyen.

### 2.8.2 Suelos

Uno de los papeles más importantes que cumplen las leguminosas como mejorador del suelo es ayudar a la formación de materia orgánica y debido a la variedad de cultivares que presenta es fácil de adaptarse a diferentes condiciones del suelo (siempre que cuente con una buena fertilidad) siendo idóneo para este cultivo los suelos sueltos de textura franco, limoso o franco limoso y un pH comprendido entre 5.5 – 7. Son plantas sensibles a la salinidad del suelo, al cloruro de sodio y a las altas concentraciones de Al, B, Mn, y Na. El estrés salino es perjudicial pues al ser permanente afecta la asimilación de nutrientes por las plantas y la actividad microbiana debido a la inhibición en el desarrollo de los pelos absorbentes.

Stanton (1966) citado por Segovia (1999) considera que este cultivo está capacitado para servirse su propio suministro de nitrógeno al fomentar el crecimiento de las bacterias en el nódulo de sus raíces. En el ensayo realizado por Díaz (2002) menciona que un limitante para el rendimiento del frijol fue el encostramiento superficial del suelo por presencia de arcillas afectando el normal desarrollo de raíces y favoreciendo el ingreso de patógenos. Él junto a Zárate (2002) mencionan también que un bajo contenido de materia orgánica provoca una baja disponibilidad de micronutrientes.

Chiappe (1981) indica que el frijol produce mejor en suelos sueltos, profundos aireados, con buen drenaje y es sensible a la acumulación de sales y a la reacción de suelos ácidos a neutros. Su pH óptimo es 5.8 – 6.5 y para las zonas áridas es 6 – 7.5. Además, considera esencial elegir un terreno rico en materia orgánica debido a que las bacterias nitrificantes son un factor clave en la producción.

Gálvez (2013) cita que un cultivo de 100 a 120 días a la cosecha, con un rendimiento de 2500 Kg/ha extrae del suelo entre 60 a 80 Kg de nitrógeno proveniente del suelo y 40 Kg de fósforo. En suelos ácidos deficientes en nitrógeno y fósforo, y con contenidos tóxicos de aluminio o manganeso, es esencial el uso de medidas correctivas apropiadas.

### 2.8.3 Humedad

La humedad es un requerimiento básico que debe ser bien distribuida durante las diferentes fases de crecimiento; sin embargo, no tolera ni exceso ni deficiencia de humedad ya que los encharcamientos provocan marchitamiento de plantas y las deficiencias afectan la floración y fructificación causando bajos rendimientos. Además se debe considerar que la humedad y la temperatura están íntimamente correlacionadas y así lo señala Singh (1965) al relacionar la caída de flores con las altas temperaturas y baja humedad relativa. Una situación ideal para el crecimiento de la planta y la fijación del nitrógeno es de 70% de la capacidad de campo del suelo. Laing (1979) indica que la fijación del nitrógeno es reducida bajo condiciones de estrés hídrico, asimismo limitaciones al movimiento de agua en el suelo podrían reducir la disponibilidad de los nutrientes.

Estudios realizados en este cultivo sostienen que el período más crítico a la deficiencia de agua aprovechable es la floración, pudiendo ocasionar una disminución del rendimiento del orden del 30% en promedio, debido principalmente a la menor formación de número de vainas por planta, semillas por vaina y peso de semillas. En el Perú, se encuentran grandes áreas de frijol en zonas desérticas donde la disponibilidad de agua es limitada y los riegos se dan esporádicamente en un número limitado de veces. Así, el estrés hídrico que se da con frecuencia, tiene su mayor efecto cuando se encuentra en plena floración y se acentúa en las variedades tardías ya que éstas demoran mayor tiempo en la movilización de carbohidratos a las vainas. (CIAT 1994). La sequía afecta fuertemente la eficiencia fotosintética y por consiguiente afecta factores morfológicos por lo que se puede inducir a la madurez temprana si no hay mucha humedad adecuada en las últimas etapas de desarrollo.

En lo referente a los requerimientos de riegos, el frijol exige alrededor de 500 a 700 mm de lámina de agua los cuales han de ser distribuidos uniformemente en todo el periodo vegetativo y es más crítico éste manejo en las variedades precoces tipo I que en las tardías tipo III según cita Del Carpio (1983)

#### 2.8.4 Malezas

Las malezas son plantas vigorosas y son consideradas como plantas indeseables porque compiten, con las que están cultivadas, por los nutrientes del suelo, agua y luz. Además sirven como hospederos de insectos y patógenos dañinos dificultando la cosecha y aumentando los costos de producción. La productividad del frijol puede ser limitada no solo por la disponibilidad de nutrientes y por el estrés hídrico, sino también por la alta competencia con malezas anuales y perennes.

El frijol es susceptible a las malezas siendo su período crítico de competencia los primeros 25 a 30 días después de la emergencia del cultivo por lo que es importante establecer densidades adecuadas para evitar pérdidas. Para Valladolid (1993) durante los primeros 45 días del cultivo es conveniente mantener el campo libre de malezas ya que coincide con la etapa en la cual la planta requiere la mayor cantidad de nutrientes. Para variedades Navy y Kidney el periodo crítico determinado es de 3 a 5 semanas después de la siembra.

La variedad de malezas y su población en un campo de cultivo depende de muchos factores como: el manejo agronómico, cultivos anteriores, la rusticidad del cultivo, densidad de población y el medio ambiente. (Singh 1999). Barreto (1970) citado por Díaz (2002) agrega además considerar factores como ciclo vegetativo, hábito de crecimiento de la variedad, sistema de cultivo, condiciones de la humedad y fertilidad del suelo. CIAT 1990 indica que las malezas más frecuentes en el cultivo del frijol son: *Cyperus esculentus*, *Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*, *Amaranthus spp.*, *Bidens pilosa*, *Mimosa púdica*, *Sorghum halepense*, *Digitaria spp.*, *Setaria spp.* y *Portulaca oleracea*.

#### 2.8.5 Plagas y Enfermedades

Los daños por plagas y enfermedades en el frijol varían según las condiciones ambientales, época de siembra, cultivares utilizados y generalmente están asociados con la presencia de temperaturas altas y baja altitud.

Al ser el frijol un cultivo susceptible al ataque de muchas especies de insectos y ácaros, es importante un adecuado control que abarque desde su cosecha hasta su almacenamiento pues de lo contrario las pérdidas de plantas, así como su defoliación y pérdidas de vainas y granos, será muy severa. El CIAT estima que más de 200 insectos pueden afectar la productividad del frijol; sin embargo, sólo un reducido número de estas especies tienen importancia económica por la naturaleza del daño que ocasionan y sus efectos en la producción.

Entre las plagas más importantes que atacan a la planta en cualquiera de sus estados de desarrollo se encuentra *Empoasca kraemeri* el cual es considerado el insecto más ampliamente distribuido en los trópicos (Singh 1999) y ha llegado a reducir el rendimiento en cultivares susceptibles hasta en un 90%. Otras plagas importantes son los barrenadores de brotes y vainas como *Crosidosema aporema* la cual es considerada plaga clave; los minadores de hojas, ácaros como la arañita roja; los pegadores de flores y frutos como *Omiodes indicata*; insectos chupadores como *Bemisia tabaci*; plagas de almacén a los cuales se les denomina gorgojos, etc.

En cuanto a las enfermedades, son causadas principalmente por hongos, virus y bacterias que se desarrollan debido a determinadas condiciones de humedad, luz y temperatura. La

magnitud de las pérdidas económicas depende de la frecuencia con que se presenta la enfermedad y de la severidad del daño que ocasione el patógeno durante cada ciclo del cultivo.

El CIAT refiere que las enfermedades más importantes y que se presentan con mayor frecuencia son: Virus del mosaico común (BCMV) el cual es transmitido por insectos vectores o semilla contaminada; *Uromyces appendiculatus* o roya que es altamente móvil por ser transportado por el viento; pudriciones radiculares causadas por hongos como *Fusarium* spp. o *Rhizoctonia solani*; *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* o marchitez bacteriana que es transmitida por la semilla y es considerada la enfermedad más importante del frijol ocasionado pérdidas del rendimiento de más del 40% en cultivares susceptibles. En la región costa las enfermedades que más afectan al cultivo son las pudriciones radiculares, BCMV, roya y nematodos.

## **2.9 ENSAYOS COMPARATIVOS**

Zárate (2000) evaluó la adaptación preliminar de 49 variedades de frijol en condiciones de la costa central en época de verano donde manifiesta que las accesiones provenientes del CIAT tuvieron un comportamiento positivo y considera como genotipos promisorios a XAMEGO y A800 por alcanzar rendimientos de 1.37 y 1.04 toneladas por hectárea respectivamente. En cuenta a los parámetros agronómicos evaluados, destaca a los frijoles negros caraotas como los de mejor comportamiento mientras que los frijoles de grano rojo fueron los que menos se adaptaron a la siembra de verano, y junto a los frijoles de grano blanco, no superaron los rendimientos de sus testigos Red kidney y Blanco argentino. En cuanto a los frijoles Cramberry, resalta su buena adaptación destacando BEAN PINTA como el único en superar a su testigo.

Díaz (2002) realizó una evaluación preliminar de variedades introducidas de frijol en la costa central en época de invierno donde manifiesta el comportamiento satisfactorio de las variedades de grano marrón jaspeado y caraota provenientes del CIAT por alcanzar los mayores rendimientos en todo el experimento destacando los genotipos EMP 330 con 3.7 tn/ha, NAG 288 y NAG 22 con 3.4 tn/ha cada una mientras que SEA 9 y PAC 41 alcanzaron la mayor producción de vainas por planta con 29.8 y 27.25 vainas

respectivamente. Ninguno de los testigos superó a las variedades evaluadas en rendimiento, sin embargo el autor destaca su buen comportamiento a pesar de que el testigo Blanco argentino fue el que registró el menor número de lóculos, granos por vaina y rendimiento en todo el estudio.

Gálvez (2013) realizó un ensayo preliminar sobre el rendimiento de 13 variedades de frijol rojo bajo condiciones de la costa central en la época de primavera donde las variedades Cranberry y Red kidney ocuparon el 4to y 6to lugar con rendimientos de 1574.70 y 1459.70 kg/ha respectivamente siendo superadas por DARK-1 con 1792.80 kg/ha y DARK-54 con 1631.30 kg/ha quienes son las variedades mejor adaptadas a las condiciones del ensayo. Sin embargo, Cranberry y Red kidney destacan en parámetros como vainas por planta, granos por vaina y altura de planta.

Gutiérrez (2008) evaluó el comportamiento de 6 líneas promisorias de frijol tipo Canario en condiciones de invierno en la costa central donde la variedad Canario 2000 tomada como testigo obtuvo el menor rendimiento con 664.1 kg/ha mientras que el testigo Canario camanejo obtuvo 1860.5 kg/ha siendo junto a la línea PLGO6 con 1918.7 kg/ha las que obtuvieron los más altos rendimientos de la evaluación. En sus resultados concluye que Canario 2000 fue también quien obtuvo los más bajos valores en altura de planta, vainas por planta y longitud de vaina mientras que en granos por vaina y peso de semilla ocupa el primer lugar. Canario camanejo destacó por ser la más tardía en florear y por lo tanto en cosechar, mientras que obtuvo el promedio más alto de altura de planta llegando a medir 79.33 cm.

Ruiz (1981) evaluó las características agronómicas y rendimiento de 25 cultivares de frijol grano rojo en las campañas invierno y verano, obteniendo como rendimiento promedio total en la campaña de verano 942.94 kg/ha siendo los cultivares con más rendimiento HUL14 y CUND 115B-321 con 1663 y 1545 kg/ha respectivamente. Asignó como testigos al Canario divex 8130 quien ocupó el 14vo lugar con un rendimiento de 868 kg/ha y fueron los cultivares ICA, DAVA e ICA LINEA 17 con 556, 533 y 530 kg/ha respectivamente los que obtuvieron los más bajos rendimientos. También manifiesta en su investigación que la época de siembra y el clima influyen significativamente en los rendimientos y características evaluadas pues la campaña de invierno superó a la de verano.

Mamani (2000) evaluó el efecto de la fertirrigación NPK en variedades de frijol bajo riego por goteo en La Molina donde reporta que los mayores rendimientos los obtuvo con Canario 2000 llegando a los 369.2 kg/ha y a su vez, fue esta variedad la que presentó las mejores características de planta superando a variedades como Red kidney y Cranberry molinero también evaluadas.

Estudios basados en la relación del rendimiento con la época de siembra determinan que en invierno es donde se registran mayores valores de rendimiento tal como lo demuestran Pineda (1985) y Soto (1988) citados por Valenzuela (1991), quien a su vez en verano y en condiciones de La Molina, sembró la variedad Blanco Larán y recomienda un manejo en esta época del año siempre y cuando no le falta agua al cultivo. El experimento se llevó a cabo tomando distanciamientos de 0.8 metros entre surcos y 0.25 metros entre golpes, y se establecieron cuatro tratamientos considerando densidad, fertilización, aplicación de Trigg foliar y testigos obteniendo un rendimiento promedio de 1229.47 kg/ha.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 LOCALIDAD**

##### **3.1.1 Ubicación**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Lote 7 del Centro Experimental La Molina ubicado en el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) situado a 241 m.s.n.m. en el distrito de La Molina, Lima. El campo cuenta con sistema de riego por goteo, fertirrigación y tiene las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud Sur: 12°04'36”

Longitud Oeste: 76°56'43”

##### **3.1.2 Historial del Campo**

Según el registro del Campo Experimental La Molina, en el Lote 7 le antecedió una campaña del cultivo de Quinoa que comprendió los meses de junio a agosto del 2015. Previo a esto el campo estuvo en descanso.

#### **3.2 ANÁLISIS DEL SUELO**

El análisis del suelo se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados del análisis se encuentran en la Tabla 3.

Según el triángulo textural, corresponde a un suelo de clase textural franco el cual es adecuado para el crecimiento del sistema radicular del cultivo del frijol. La reacción del suelo es calificada ligeramente alcalina (pH= 7.7) y presenta una conductividad eléctrica de 2.68 dS/m, lo cual indicaría que tiene un problema ligero de sales.

El contenido de materia orgánica es bajo (1.42%) lo cual es característico en suelos de la costa e indica a su vez que el contenido de nitrógeno es también bajo. Presenta un nivel de fósforo disponible alto (28.2 ppm) y de potasio medio (228 ppm). El porcentaje de saturación de bases es total (100%) en consecuencia la acidez es nula. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de 12.80 meq/100gr suelo, predomina el catión calcio (10.54 meq/100g) y se encontraron las siguientes relaciones catiónicas: Ca/Mg=6.59, Ca/K=21.96 y K/Mg=0.3, de esto se puede concluir que éstas relaciones se encuentran dentro del óptimo.

**Tabla 3: Análisis de suelo del lote 7 del campo experimental La Molina – INIA**

Medida	Unidad	Valor	Método de análisis
<b>pH</b>		7.7	Potenciómetro
<b>C. Eléctrica</b>	dS/m	2.68	C.E. del extracto de saturación suelo-agua 1:1
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	%	0.70	Calcímetro
<b>M. Orgánica</b>	%	1.42	Método de Walkley y Black
<b>P</b>	ppm	28.2	Método de Olsen modificado
<b>K</b>	ppm	228	Extracción de Acetato de Amonio
<b>Clase textural</b>		Franco	Hidrómetro
<b>CIC</b>	meq/100gr	12.80	Saturación con Acetato de Amonio
<b>Ca<sup>2+</sup></b>	meq/100gr	10.54	Fotometría de llama y/o Absorción Atómica
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	meq/100gr	1.60	Fotometría de llama y/o Absorción Atómica
<b>K<sup>+</sup></b>	meq/100gr	0.48	Fotometría de llama y/o Absorción Atómica
<b>Na<sup>+</sup></b>	meq/100gr	0.17	Fotometría de llama y/o Absorción Atómica
<b>Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup></b>	meq/100gr	0.00	Método de Yuan

### 3.3 DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos fueron obtenidos en la Estación Meteorológica del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ubicada en el distrito de La Molina desde el período de siembra en el mes de noviembre 2015 hasta la cosecha en el mes de febrero 2016 y se encuentran en la Tabla 4.

La temperatura máxima promedio registrada fue de 26.1°C la cual fue registrada en el mes de febrero 2016 y la mínima promedio fue de 20.5°C en el mes de noviembre 2015 obteniendo una media de 23.50°C para todo el experimento. La mayor humedad relativa registrada fue de 81.83% en diciembre del 2015 y la menor en febrero del 2016 con 74.4% obteniendo una media de 78.15%. Durante los meses de evaluación del cultivo se registró una precipitación total de 5.2 mm y una presión atmosférica promedio de 983.23 Hpa.

**Tabla 4: Datos meteorológicos registrados por la Estación Meteorológica del INIA para el distrito de La Molina. Campaña Noviembre 2015 – Febrero 2016**

Mes	Temperatura (°C)			H. Relativa (%)	Precipitación (mm)	Pr. Atmosférica (Hpa)
	Máx	Mín	Promedio			
Noviembre 2015	24.0	17.0	20.5	81.33	1.6	981.49
Diciembre 2015	28.5	18.0	23.25	81.83	2.8	983.19
Enero 2016	30.0	18.1	24.05	75.38	0.4	984.36
Febrero 2016	31.1	21.1	26.10	74.04	0.4	983.88
Total			23.50	78.15	5.2	983.23

### 3.4 MATERIAL EN ESTUDIO

Para el presente experimento se instalaron en surcos de observación 130 líneas promisorias de frijol común proporcionados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia (CIAT) y 5 variedades comerciales tomadas como testigos que fueron proporcionadas por el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Agraria La Molina (PLGO) las cuales se detallan en el Anexo 1.

El material del CIAT se distribuyó en cinco grupos según el color del grano teniendo así: frijoles rojos, frijoles cariocas, frijoles cranberry, frijoles alubia y frijoles panamito las cuales se detallan en la Tabla 5. Los frijoles rojos a su vez se dividieron en 3 categorías según sus atributos.

**Tabla 5: Relación del material genético del CIAT clasificado en grupos de evaluación y características de las variedades comerciales tomadas como testigos**

N° surcos sembrados	Material genético del CIAT		
	Grupo	Código de grupo	Atributo
80	FRIJOLES ROJOS	RJ	
	- Categoría 1	RJ-BFS	Baja fertilidad y sequía
	- Categoría 2	RJ-S	Sequía
	- Categoría 3	RJ-SM	Sequía y minerales
13	FRIJOLES CARIOCAS	CAR	Sequía y minerales
17	FRIJOLES CRANBERRY	CBR	Sequía
10	FRIJOLES ALUBIA	ALU	Sequía
10	FRIJOLES PANAMITO	PAN	Sequía
<b>Variedades comerciales del PLGO</b>			
	<b>Testigo</b>	<b>Color de grano</b>	
6	Cranberry Molinero	Rojo moteado	
14	Canario	Amarillo	
6	Caraota	Negro	
6	Red kidney	Rojo	
6	Caballero Argentino	Blanco	

### 3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Dada la naturaleza del ensayo y la cantidad de semilla disponible de cada línea a evaluar, se utilizaron surcos de observación cuya unidad experimental constó de un surco de dos metros de longitud dispuestos en siete columnas como se aprecia en el Anexo 2.

#### Características del campo experimental

Parcela:

Número de surcos	: 1
Longitud de surco	: 2 m
Distancia entre surcos	: 0.75 m
Distancia entre golpes	: 0.20 m
Número de frijoles por golpe	: 1

### **3.6 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO**

Las actividades realizadas durante la campaña del cultivo se detallan en el Anexo 3.

#### **3.6.1 Fase de Laboratorio:**

Se reconoció las semillas de cada línea del material genético proporcionado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia (CIAT) y por el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO). Luego se procedió al conteo de semillas sanas y se introdujeron en sobres previamente numerados e identificados.

#### **3.6.2 Fase de Campo:**

- Preparación del terreno e instalación del experimento

Una vez identificado el campo en el campo experimental del INIA, se procedió a su limpieza extrayendo las malezas y residuos de cosechas de la campaña anterior. Luego se realizó un riego profundo así como la aradura del campo para su posterior nivelación (esta actividad fue realizada por el personal del INIA).

Finalmente, utilizando una wincha, cordel, estacas y cal se delimitó el área total separando las columnas y surcos los cuales fueron identificados con su respectivo código. Se colocó una cinta de riego por surco. Todas las actividades realizadas durante la campaña del cultivo de frijol común se detallan en el Anexo 3.

- Siembra

La siembra se realizó en forma manual el 04 de noviembre del 2015 para las frijoles proporcionadas por el CIAT y el 05 de noviembre del 2015 para las frijoles proporcionadas por el PGLO, bajo la modalidad tresbolillo colocando una semilla por golpe, con un distanciamiento de 0.75 metros entre surcos y 0.20 metros entre golpes. Para evitar confusión debido al número de líneas a evaluar, se colocó en cada unidad experimental los sobres marcados para facilitar la siembra. Para minimizar el daño por presencia de malezas, una vez culminada la siembra se aplicó en una mochila de 20 litros una dosis de 100 ml del herbicida pre-emergente Afalón. La resiembra se realizó una semana después debido al daño ocasionado por aves y gusanos de tierra.

- Sistema de riego

El sistema de riego que se utilizó en el experimento fue riego por goteo colocándose una cinta por surco. En total se instalaron 24 cintas de riego con un distanciamiento de 0.20 metros entre goteros. Según las necesidades del cultivo y las condiciones climatológicas de la época se aplicaron en total cinco riegos durante toda la campaña, siendo el primero a los 5 días después de la siembra, el segundo a los 12 días después de la siembra, el tercer y cuarto riego a los 20 y 28 días después de la siembra respectivamente y el último a los 68 días después de la siembra. El tiempo de riego osciló entre 1 a 1 hora y media dependiendo de la disponibilidad del agua de canal proporcionada por el INIA.

- Control de malezas

Al culminar la siembra se aplicó el herbicida pre emergente Afalón, el cual minimiza la aparición de malezas de hoja ancha, a una dosis de 100 ml por mochila de 20 litros. A los 33 días después de la siembra se aplicó el herbicida Gramoxone a una dosis de 80 ml por mochila de 20 litros. Simultáneamente, el control de malezas se realizó en forma manual, continua y oportuna para mantener el campo libre y evitar que afecten el adecuado desarrollo del cultivo. El primer deshierbo manual se realizó a los 16 días después de la siembra y el último a los 62 días después de la siembra en plena faena de cosecha del cultivo.

- Fertilización

Se aplicó mediante fertirriego una fórmula de abonamiento constituida por urea, fosfato diamónico y sulfato de potasio (40-80-60) dividida en cuatro dosis aplicadas semanalmente en cantidades constantes. El primer fertirriego fue a los 37 días después de la siembra, la segunda y tercera a los 44 y 50 días después de la siembra respectivamente, y el último a los 56 días después de la siembra. La cantidad de urea aplicada al terreno fue de 7.8 kg, de fosfato diamónico fue de 15.6 kg y de sulfato de potasio fue de 10.8 kg.

- Control Fitosanitario

Para un adecuado control, se realizó un monitoreo semanal del cultivo revisando plantas al azar y realizando aplicaciones fitosanitarias en forma oportuna y conforme se presentaron las plagas y enfermedades en el campo. Paralelo al control químico, se instalaron trampas

amarillas en lugares estratégicos del campo dando como resultado niveles bajos de plagas. Los primeros daños registrados en campo fue por comeduras de gusanos de tierra y grillos a los pocos días de sembrado el cultivo por lo que se optó una resiembra.

En total se realizaron tres aplicaciones de insecticidas durante toda la campaña: a los 15 días después de la siembra se aplicó Dorsan contra el gusano pegador de hojas *Omiodes indicata*, a los 35 días después de la siembra se aplicó Tamaron contra *Crocidosema aporema* y *Liriomyza huidobrensis*, y a los 61 días después de la siembra se aplicó Stermin contra *Crocidosema aporema*. Todas a una dosis de 40ml/20L. Las aplicaciones nutricionales de Aminvet se realizaron a los 16 y 23 días después de la siembra a una dosis de 200ml/20L y del bioestimulante foliar Tigrrr a los 27 y 48 días después de la siembra a una dosis de 20ml/20L. No se presentaron daños ni pérdidas a causa de enfermedades; sin embargo, se observó la presencia de roya durante los últimos días.

- Cosecha

La cosecha se realizó manualmente conforme las vainas llegaban a su madurez y fue escalonada debido a la precocidad de varias de las líneas sembradas en cada unidad experimental. Empezó el 14 de enero del 2016 a los 71 días después de la siembra y culminó el 18 de febrero del mismo año a los 106 días después de la siembra.

Esta actividad se realizó durante las mañanas para evitar la dehiscencia de las vainas. Las plantas se arrancaron de raíz y fueron almacenadas en bolsas previamente identificadas para luego ser llevadas a laboratorio y evaluar las características agronómicas requeridas para la investigación.

### **3.7 EVALUACIONES REGISTRADAS EN EL EXPERIMENTO**

#### **3.7.1 Días a la floración**

Se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas en la parcela mostraron la primera flor abierta.

#### **3.7.2 Días a la cosecha**

Se evaluó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 95% de las plantas por parcela mostraron vainas secas y maduras.

### 3.7.3 Altura de la planta

Se tomó el promedio de la altura de cinco plantas representativas de cada parcela, desde la superficie del suelo hasta donde acaba el follaje.

### 3.7.4 Vainas por planta

Se tomaron al azar plantas por parcela y se registró el número de vainas generadas en dichas plantas seleccionadas.

### 3.7.5 Longitud de vainas

Se tomaron las medidas de la longitud de cinco vainas de las plantas seleccionadas al azar por parcela.

### 3.7.6 Número de lóculos por vaina

Se contabilizó de las vainas seleccionadas al azar por parcela, la cantidad de lóculos encontrados.

### 3.7.7 Número de granos por vaina

Se contabilizó de las vainas seleccionadas por parcela, la cantidad de granos encontrados.

### 3.7.8 Peso de 100 semillas

Se tomó el peso de cien granos de frijol seco al azar por parcela y se expresó en gramos.

### 3.7.9 Rendimiento

Se determinó el rendimiento por planta en cada parcela. Expresado en granos/planta.

### 3.7.10 Hábito de crecimiento

Se evaluó de acuerdo a las características de la población de cada bloque el tipo de hábito de crecimiento.

Tipo I: hábito de crecimiento arbustivo determinado.

Tipo II: hábito de crecimiento arbustivo indeterminado.

Tipo III: hábito de crecimiento postrado indeterminado.

Tipo IV: hábito de crecimiento indeterminado trepador.

### 3.7.11 Vigor y carga de la planta

Se evaluó de acuerdo a la apariencia externa de las plantas utilizando las escalas establecidas por el CIAT.

<u>Vigor</u>	<u>Carga</u>
1 = Excelente	MB = Muy buena
2 = Muy bueno	B = Bueno
3 = Bueno	P = Pobre
4 = Regular	
5 = Deficiente	

### 3.7.12 Color de vaina a la madurez fisiológica

Momento en la que las vainas se encontraban completamente llenas y antes de la cosecha.

### 3.7.13 Color, brillo y tamaño de los granos

Color: Se evaluó según la intensidad del color del grano obtenido durante la cosecha.

Brillo: O (opaco), Br (brilloso).

Tamaño: G (grande), M (mediano), Pe (Pequeño).

### 3.7.14 Incidencia de plagas, enfermedades y factores abióticos

Se evaluó la reacción por parcela frente a la presencia de plagas, enfermedades, factores abióticos. Las evaluaciones se realizaron periódicamente tomando como referencia si es susceptible al daño (S), resistencia intermedia (I) o resistente al daño (R).

## 3.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables estudiadas se agruparon en parámetros cuantitativos, características cualitativas y evaluaciones de sanidad. El análisis estadístico del material genético en estudio se realizó determinando el promedio, rango, desviación estándar y el coeficiente de variabilidad de cada parámetro cuantitativo evaluado.

Las asociaciones entre el rendimiento de grano y los demás parámetros cuantitativos se determinaron mediante el Análisis de Correlación Lineal Simple (Calzada 1982),

hallándose el coeficiente de correlación, el coeficiente de determinación y el nivel de significancia.

Las características cualitativas y las evaluaciones de sanidad se determinaron mediante representaciones tabulares.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El promedio obtenido de los parámetros cuantitativos evaluados al material proporcionado por el por el Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia (CIAT) y por el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Agraria La Molina (PLGO), clasificado en grupos según el color de los frijoles, se detallan en la Tabla 6.

El rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) obtenidos de los caracteres agronómicos evaluados a los grupos de frijoles rojos (RJ), frijoles carioca (CAR), frijoles cranberry (CBR), frijoles alubia (ALU) y frijoles panamito (PAN) se presentan en las Tablas 7, 9, 11, 13 y 15 respectivamente.

El coeficiente de correlación ( $r$ ), el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) y el nivel de significación ( $\alpha=0.05$ ) entre el rendimiento de grano (gramos/planta) y las características agronómicas evaluadas de los grupos de frijoles rojos (RJ), frijoles carioca (CAR), frijoles cranberry (CBR), frijoles alubia (ALU) y frijoles panamito (PAN) se presentan en las Tablas 8, 10, 12, 14 y 16 respectivamente.

Las características cualitativas evaluadas al material proporcionado por el CIAT se describen en la Tabla 17 y las evaluaciones de sanidad en la Tabla 18.

### **4.1 DÍAS A LA FLORACION**

El promedio de días a la floración para los cinco grupos de frijoles evaluados y para las cinco variedades testigos fue de 54 días y su rango varió desde los 40 hasta los 76 días correspondientes a las líneas SCR 44, SCR 51, SCR 64 del grupo de frijoles RJ y a la línea NAE 70 del grupo de frijoles PAN respectivamente. (Anexo 4)

En la Tabla 6 se aprecia que de todo el material genético evaluado, las primeras en florear fueron los frijoles ALU junto al testigo canario y caraota con un promedio de 46 días, seguidos por los frijoles RJ y el testigo Caballero argentino con 50 días. Los testigos Cranberry molinero y Red kidney florear a los 55 días, mientras que los frijoles CAR, CBR y PAN fueron la últimas en florear con promedios de 60, 61 y 67 días.

A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo. Cabe resaltar que los resultados solo son válidos para las condiciones edáficas y climáticas descritas en los puntos 3.2 y 3.3 respectivamente.

#### **4.1.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio obtenido para el parámetro días a la floración fue 50 días, siendo menor a la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 55$  días), y el rango varió desde los 40 hasta los 62 días. El coeficiente de variabilidad fue de 10.77% el cual es categorizado como muy bueno según Calzada (1982) dando una confiabilidad en los resultados obtenidos; además, la desviación estándar registrada fue de 5.47.

Dentro de las tres categorías de este grupo, las líneas pertenecientes a la categoría RJ-S fueron las primeras en florear con un promedio de 48 días destacando SCR 44, SCR 51, SCR 64 quienes presentaron su primera flor a los 40 días mientras que SCR 48, SCR 49, SCR 58, SER 330 y SER 365 lo hicieron a los 55 días. Las semillas de la categoría R-BFS florear en promedio a los 53 días donde las líneas destacadas fueron BFS 29, BFS 141 y BFS 142 quienes presentaron su primera flor a los 47 días mientras que las líneas BFS 84 y BFS 121 lo hicieron a los 60 días. Finalmente la categoría R-SM fue la última en florear con un promedio de 55 días siendo la línea SMR 89 la primera en presentar su flor a los 50 días mientras que SMR 98 y SMR 100 lo hicieron a los 62 días. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la floración se encuentra en la Tabla 8 donde se aprecia que no existe una relación significativa entre estas dos características. El coeficiente de correlación registrado fue de  $r=-0.00075$  lo que se

traduce como una asociación inversa, es decir, que a mayor número de días a la floración el rendimiento de estos frijoles será menor.

#### **4.1.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio obtenido para días a la floración fue de 60 días y el rango varió desde los 55 hasta los 65 días. La desviación estándar fue de 3.26 y el coeficiente de variabilidad fue de 5.42% siendo un valor bajo y categorizado como excelente según Calzada (1982), lo que significa que esta variable para este grupo de líneas fue poco influenciada por el medio ambiente dando confiabilidad a los resultados obtenidos.

Las líneas que florearón primero en este grupo de semillas fueron SXB 409, SXB 414 a los 55 días junto a las líneas SMC 45, SMC 47 y SMC 101 quienes florearón a los 58 días después de su siembra. Por otro lado SMC 44 y SMC 34 fueron las últimas líneas en florear a los 65 días junto a SXB 746, SXB 415, SXB 410 y SMC 33 quienes presentaron su primera flor a los 62 días. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la floración se encuentra en la Tabla 10 donde se observa que no existe una relación significativa entre estas dos variables. El coeficiente de correlación fue de  $r=-0.16764$  lo que se traduce como una asociación muy baja e inversa, es decir, a mayor número de días a la floración menor será el rendimiento de grano de estos frijoles. El coeficiente de determinación fue de 2.81% siendo éste el porcentaje de variabilidad del rendimiento influenciado por éste carácter y el 97.19% restante se debe a otras causas.

#### **4.1.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el promedio para días a la floración fue de 61 días siendo mayor a la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x} = 55$  días) y el rango varió desde los 55 hasta los 70 días. La desviación estándar fue de 5.03 y el coeficiente de variabilidad fue de 8.24% lo cual es aceptable según Calzada (1982).

Las líneas que florearón primero fueron SAB 568, SAB 684, SAB 692 y SAB 694 a los 55 días, seguidos por SÁB 626 y SÁB 693 quienes florearón a los 58 días después de la siembra. Por otro lado, las líneas tardías fueron SAB 624 y SAB 570 quienes florearón a

los 70 días junto a SÁB 730, SÁB 695 y SÁB 630 quienes lo hicieron a los 66 días. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la floración se encuentra en la Tabla 12 donde se observa que el coeficiente de correlación fue de  $r=0.071$  lo que significa una asociación muy baja y directa entre estas características; es decir, que a mayor número de días a la cosecha el rendimiento aumentará. No existe una relación significativa entre estos dos parámetros.

#### **4.1.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio para días a la floración fue de 46 días siendo menor a la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 50$  días) y el rango varió desde los 43 hasta los 50 días. La desviación estándar fue de 2.36 y el coeficiente de variabilidad fue de 5.12% lo cual es un valor excelente según Calzada (1982).

Las líneas que florearón primero fueron SAA 19 y SAA 23 a los 43 días junto a SAA 18, SAA 21, SAB1 703 y SAB1 704 quienes presentaron su primera flor a los 45 días después de su siembra. Por otro lado, la línea SAB1 576 fue la última en florear registrando un promedio de 50 días a la floración. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la floración se encuentra en la Tabla 14 donde se observa que existe una relación significativa entre estas variables. El coeficiente de correlación ( $r= -0.661$ ) las asocia de manera alta e inversa; es decir, a mayor número de días a la floración el rendimiento de grano será menor. Además, el coeficiente de determinación indica que el 43.71% de la variabilidad del rendimiento estuvo influenciado por los días a la floración de las líneas de este grupo.

#### **4.1.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia que el promedio para días a la floración fue de 67 días siendo mayor a la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 46$  días) y el rango varió desde los 62 hasta los 76 días. La desviación estándar fue de 4.93 y el coeficiente de variabilidad fue de 7.26% siendo un excelente valor según Calzada (1982).

Las líneas que florecieron primero fueron SEC 20 y SEC 24 a los 62 días seguidas de las líneas NAE 24 y NAE 40 quienes florecieron a los 65 días después de su siembra, mientras que NAE 70 y NAE 60 fueron las líneas tardías registrando valores de 76 y 73 días a la floración respectivamente. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la floración se encuentra en la Tabla 16 donde se observa que no existe una diferencia significativa entre estas dos características. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.515$  lo cual se traduce en una asociación media y directa pues un 26.55% de la variabilidad del rendimiento está explicado por las variaciones de los días a la floración de las líneas de los frijoles PAN.

Zárate (2000) reportó para las variedades Cranberry molinero, Canario y Red kidney valores de 38, 36.5, y 47.5 días a la floración respectivamente durante la época de verano, siendo más precoces comparadas a los valores obtenidos en esta investigación; por otro lado, Díaz (2002) quien evaluó las variedades Cranberry molinero y Caraota durante la época de invierno, registró 66 y 66.5 días a la floración respectivamente resultando ser más tardías en comparación a los datos de esta investigación. Con estos dos comparativos se puede concluir que la época de siembra es un factor clave al momento de establecer un cultivo ya que las condiciones que se presenten influirán de manera directa a su desarrollo.

En general, la cantidad de días en llegar a floración de las 130 líneas evaluadas se encuentran dentro de lo esperado y no difieren mucho de lo reportado por sus testigos. Además, se debe tener en cuenta que para esta evaluación, la poca disponibilidad de agua para el riego en las primeras etapas del cultivo y sumado a las temperaturas registradas pudieron interferir el inicio de formación de flores en los grupos de frijoles más tardías.

#### **4.2 DÍAS A LA COSECHA**

El promedio de días a la cosecha para los cinco grupos de frijoles del CIAT y las cinco variedades testigos del PLGO fue de 86 días y su rango varió desde los 71 hasta los 106 días correspondientes a las líneas de los frijoles RJ y PAN respectivamente. (Anexo 4).

En la Tabla 6 se aprecia que de todo el material genético evaluado, los testigos Canario y Caraota fueron los primeros en alcanzar su madurez de cosecha a los 75 días en promedio, mientras que de los cinco grupos evaluados del CIAT, fueron los frijoles del grupo ALU los primeros en cosecharse a los 80 días después de su siembra. Los testigos Red kidney y Caballero argentino fueron cosechados a los 81 días seguido por el testigo Cranberry molinero a los 83 días; posteriormente fueron los frijoles del grupo RJ quienes alcanzaron su madurez de cosecha a los 85 días en promedio, los frijoles CBR y CAR lo hicieron a los 90 días y finalmente los frijoles PAN fueron las últimas en llegar a la madurez de cosecha con 94 días en promedio.

Cerón (2016) cita a Bruno (1990) quien afirma que existe una relación directa entre el inicio de floración y los días a la madurez de cosecha, es decir que a menor número de días para la primera se tendrá un menor número de días a la cosecha y esto coincide con los resultados reportados para las variedades comerciales tomadas como testigos. Sin embargo, se debe considerar que muchas veces la precocidad de esta característica evaluada no es favorable ya que suele disminuir el potencial de rendimiento según lo afirmado por Singh (1991) aunque puede ser compensado con una adecuada y mayor densidad de siembra.

A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo. Cabe resaltar que los resultados solo son válidos para las condiciones edáficas y climáticas descritas en los puntos 3.2 y 3.3 respectivamente.

#### **4.2.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio de días a la cosecha fue de 85 días siendo mayor a la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 81$  días) y el rango varió desde los 71 hasta los 100 días. El coeficiente de variabilidad fue de 10.35% siendo un valor aceptable según Calzada (1982) mientras que la desviación estándar fue de 8.82.

La categoría R-BFS se cosechó en promedio a los 80 días destacando las líneas BFS 29, BFS 89, BFS 143 quienes fueron las primeras en cosecharse a los 71 días mientras que las líneas BFS 95 y BFS 142 se cosecharon a los 92 días después de su siembra. Las categorías R-S y R-SM se cosecharon en promedio a los 86 días siendo las más precoces las

siguientes líneas: SCR 4, SCR 44, SCR 74 con 71 días a la cosecha para la categoría R-S, y las líneas SMR 87, SMR 89, SMR 97 con 77 días a la cosecha para la categoría R-SM. Por otro lado, las líneas más tardías para ambas categorías fueron SMR 122, SMR 125, SMR 126 con 98 días a la cosecha para la categoría R-SM, y las líneas SER 329, SER 330, SER 346, SER 353 con 100 días a la cosecha para la categoría R-S. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la cosecha se encuentra en la Tabla 8. Se encontró un coeficiente de correlación de  $r=0.023$  con una asociación no significativa y directa entre estas dos características, es decir que a mayor número de días a la cosecha el rendimiento aumentará.

#### **4.2.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio de días a la cosecha fue de 90 días y el rango varió desde los 81 hasta los 103 días. La desviación estándar fue de 8.80 y el coeficiente de variabilidad fue de 9.70 siendo un valor calificado como excelente según Calzada (1982) pues le da confiabilidad a los resultados obtenidos en esta evaluación.

Las líneas que se cosecharon primero fueron SMC 33, SMC 47 y SXB 409 a los 81 días seguidas de las líneas SMC 36, SMC 41 y SXB 414 quienes se cosecharon a los 84 días después de siembra. Por otro lado, las líneas más tardías para este parámetro fueron SXB 746, SMC 44, SMC 34 con 103 días y las líneas SMC 101, SMC 45 con 96 días a la cosecha. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la cosecha se encuentra en la Tabla 10 donde se observa que no existe grado de significancia entre estas dos variables. El coeficiente de correlación  $r=-0.110$  muestra una muy baja e indirecta asociación lo que significa que a mayor número de días a la cosecha el rendimiento será menor. El coeficiente de determinación explica lo poco influenciado que resultó el rendimiento pues solo un 1.22% de su variabilidad está explicado por las variaciones de los días a la cosecha de las líneas de este grupo de frijoles.

**Tabla 6: Promedios de las características agronómicas evaluadas a 5 grupos de frijoles proporcionados por el CIAT y 5 testigos comerciales proporcionadas por el PLGO**

<b>Grupo de frijoles</b>	<b>Días a la floración</b>	<b>Días a cosecha</b>	<b>Altura planta (cm)</b>	<b>Longitud vaina (cm)</b>	<b>N°vainas/planta</b>	<b>N°lóculos/vaina</b>	<b>N°granos/vaina</b>	<b>Peso 100 semillas (g)</b>	<b>Rendimiento (g/planta)</b>
<b>Cariocas</b>	60.15	90.77	20.65	10.52	3.30	3.88	3.36	52.00	5.82
<b>Cranberry</b>	61.06	89.88	20.58	11.33	3.90	4.40	3.50	52.13	5.42
<b>Alubia</b>	46.00	80.00	25.17	10.58	3.83	4.27	3.26	50.03	7.00
<b>Panamito</b>	67.90	94.00	16.28	7.60	2.55	2.82	2.32	42.51	2.44
<b>Rojos</b>	50.75	85.26	24.61	9.16	6.22	3.84	3.38	47.41	8.12
<b>R-BFS</b>	53.69	80.85	16.19	8.07	4.43	3.75	3.25	44.09	6.66
<b>R-S</b>	48.08	86.31	27.97	9.17	6.78	3.84	3.38	48.61	8.27
<b>R-SM</b>	55.89	85.61	21.53	9.93	5.97	3.89	3.50	46.52	8.76
<b>Cranberry (T)</b>	55.00	83.00	33.40	10.40	5.53	4.00	3.70	43.00	16.12
<b>Canario (T)</b>	46.00	75.00	53.00	8.00	12.4	4.10	3.80	46.40	36.36
<b>Caraota (T)</b>	46.00	75.00	45.50	8.30	15.00	4.00	3.50	43.50	38.22
<b>Red kidney (T)</b>	55.00	81.00	35.60	11.400	8.30	4.30	4.00	45.00	26.42
<b>Cab. argentino (T)</b>	50.00	81.00	55.04	9.8	8.80	3.50	3.10	44.40	15.10

(T): Testigo

### **4.2.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el promedio de días a la cosecha fue de 89 días siendo mayor a la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x} = 83$  días) y el rango varió desde los 84 hasta los 103 días. El coeficiente de variabilidad fue de 6.64 el cual es un valor calificado como excelente por Calzada (1982) dando confiabilidad a los resultados obtenidos; además, la desviación estándar registrada fue de 5.97.

Las líneas en ser cosechadas primero fueron SAB 568, SÁB 626, SAB 684, SAB 692, SÁB 693 y SAB 694 a los 84 días seguidos por las líneas SÁB 630, SÁB 682, SÁB 687, SÁB 729 y SÁB 730 quienes alcanzaron su madurez de cosecha a los 90 días después de su siembra. Las líneas clasificadas como tardías fueron SAB 624 y SAB 570 quienes florecieron a los 103 días. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la cosecha se encuentra en la Tabla 12 donde se observa que no existe una diferencia significativa entre estas características. El coeficiente de correlación ( $r=0.056$ ) muestra una asociación directa y muy baja entre ellas lo que significa que menos del 1% de la variabilidad del rendimiento fue influenciado por los días a la cosecha mientras que el porcentaje restante se debió a otras causas.

### **4.2.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio de días a la cosecha fue de 80 días siendo menor a la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 81$  días) y el rango varió desde los 75 días hasta los 84 días. Presentó una desviación estándar de 3.62 y un coeficiente de variabilidad de 4.53% el cual según Calzada (1982) es un valor bajo y excelente por la poca variación que tiene con respecto a su promedio.

Las líneas que alcanzaron primero su madurez de cosecha fueron SAB1 577 y SAB1 703 a los 75 días y SAA 18, SAA 19, SAB1 704 a los 78 días mientras que las líneas SAA 20, SAA 21 y SAA 23 fueron los últimos en ser cosechados a los 84 días. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a cosecha se encuentra en la Tabla 14 donde se observa que no existe una relación significativa entre estas

características. El coeficiente de correlación fue de  $r=-0.126$  y muestra una baja e inversa asociación; es decir que mayor número de días a la cosecha el rendimiento será menor.

#### **4.2.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia que el rango de este parámetro va desde los 82 días hasta 106 días y presenta un promedio de 94 días siendo este valor mayor a la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 75$  días). La desviación estándar fue de 10.83 y el coeficiente de variabilidad fue de 11.52 siendo un valor calificado como muy bueno.

Las líneas en alcanzar su madurez de cosecha fueron SEC 20, SEC 24, NAE 24 y NAE 40 a los 82 días mientras que las líneas NAE 6, NAE 13 y NAE 60 lo hicieron a los 106 días después de su siembra. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el número de días a la cosecha se encuentra en la Tabla 16 donde se observa que el coeficiente de correlación fue de  $r= 0.044$  y las asocia de manera directa es decir que mayor número de días a la cosecha el rendimiento de grano también aumentará.

En la evaluación realizada por Zárate (2000) en época de verano, las variedades Cranberry molinero, Canario y Caraota reportaron 80, 81 y 85.5 días a la cosecha respectivamente siendo estos valores superiores a los registrados en el presente ensayo. De igual manera sucedió con la evaluación realizada por Gálvez (2013) quien en época de primavera registró para las variedades Red kidney y Cranberry molinero 83 y 84.33 días a la cosecha respectivamente. Con estos dos comparativos se reitera la importancia de elegir una adecuada época de siembra al momento de establecer un cultivo ya que las condiciones climáticas que presenten influirán de manera directa a su desarrollo.

#### **4.3 ALTURA DE PLANTA**

El rango de la característica agronómica altura de planta para los cinco grupos de frijoles del CIAT fluctúa desde los 13.94 hasta los 37.17 centímetros correspondiente a las líneas BFS 85 y SCR 62 ambas del grupo RJ. (Anexo 4).

En la Tabla 6 se aprecia que los cinco testigos superan en promedio a los cinco grupos de frijoles siendo las variedades Caballero argentino y Canario las que registraron los mayores valores de todo el material evaluado con 55.40 y 53.00 centímetros de altura respectivamente. De las líneas a evaluar el promedio más alto lo obtuvo los frijoles ALU con 25.17 centímetros, seguida de los frijoles RJ con 24.61, los CR con 20.65, los CB con 20.58 y finalmente el grupo de frijoles PAN fue el que registró el menor promedio de altura de planta con 16.28 centímetros.

Cabe mencionar que el crecimiento de una planta está muy influenciado por su hábito de crecimiento y la fertilidad del suelo sobre todo en las primeras etapas de su desarrollo, y si bien según el análisis realizado las condiciones eran adecuadas para su desarrollo, la poca presencia de materia orgánica pudo afectar un crecimiento adecuado así como también la tardía aplicación de fertilizantes vía agua de riego en los primeros meses.

A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo. Cabe resaltar que los resultados solo son válidos para las condiciones edáficas y climáticas descritas en los puntos 3.2 y 3.3 respectivamente.

#### **4.3.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio de esta característica fue de 24.61 centímetros siendo menor a la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 35.60$ ) y el rango varió de 13.94 hasta 37.17 centímetros. La desviación estándar fue de 6.76 y el coeficiente de variabilidad fue de 27.49% el cual, si bien es aceptable dentro de lo especificado por Calzada (1982) por ser un valor menor al 30%, se categoriza como un valor alto y malo debido a la heterogeneidad de los valores registraros.

La categoría R-S registró un promedio de 27.97 centímetros donde las líneas con mayor altura de planta fueron SCR 62 con 37.17 centímetros, SCR 65 con 37.14 centímetros, SER 373 con 37.12 centímetros y SCR 72 con 37.02 centímetros, mientras las que registraron menores valores de altura fueron las líneas SCR 4 con 15.32 centímetros, SCR 26 con 15.92 centímetros y SER 371 con 16.86 centímetros. La categoría R-SM fue la siguiente en registrar valores altos obteniendo un promedio de altura de 21.53 centímetros destacando las líneas SMR 113, SMR 98, SMR 90 y SMR 94 las cuales midieron 24.64, 24.62, 23.50,

23.38 y 23.38 centímetros respectivamente. Por otro lado, las líneas SMR 107 con 17.08 centímetros, SMR 115 con 19.22 centímetros, SMR 110 con 19.28 centímetros y SMR 126 con 19.78 centímetros fueron las líneas con las menores altura. Finalmente, la categoría R-BFS registró un promedio de 16.19 centímetros donde las líneas BFS 95, BFS 121 y BFS 89 fueron los obtuvieron las mayores alturas con 20.08, 19.70 y 19.02 centímetros respectivamente mientras que las líneas BFS 85 con 13.94 centímetros, BFS 39 con 14.00 centímetros y BFS 29 con 14.08 centímetros fueron las que registraron menores valores. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la altura de planta se encuentra en la Tabla 8 donde se observa una relación significativa entre estas características y un coeficiente de correlación de  $r=0.299$  el cual indica su baja y directa asociación, es decir que a mayor altura de planta el rendimiento también será mayor. El coeficiente de determinación fue de 8.93% lo que se traduce como el porcentaje de variación en el rendimiento explicado por las diferentes alturas de plantas registradas.

#### **4.3.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio para de altura de planta fue de 20.65 centímetros y el rango varió desde 15.00 hasta 26.55. La desviación estándar fue de 3.45 y el coeficiente de variabilidad fue de 16.72% el cual es un buen valor según Calzada (1982) dando confiabilidad a los resultados obtenidos.

Las líneas en alcanzar los valores más altos de altura fueron SXB 746, SXB 415 y SXB 410 con 26.55, 25.54 y 24.10 centímetros respectivamente, mientras que las líneas SMC 101 con 15.00 centímetros y SMC 47 con 15.68 centímetros fueron las que obtuvieron los menores valores de esta característica. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la altura de planta para los frijoles CR se encuentra en la Tabla 10. El coeficiente de correlación fue de  $r=0.568$  lo cual indica que estas dos variables se asocian de manera media y directa. Además, el coeficiente de determinación hallado indica que 32.30% de la variabilidad del rendimiento se debe a la

variación de las alturas registradas. Existe una diferencia significativa entre rendimiento y altura de planta para estas líneas.

#### **4.3.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el promedio de altura de planta fue de 20.58 centímetros siendo menor a la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x} = 33.40$ ) y el rango varió desde los 18.98 hasta 21.57 centímetros. La desviación estándar fue de 0.76 y el coeficiente de variabilidad fue de 3.72 el cual es un excelente valor según Calzada (1982) por ser bajo y dando confianza muy alta a los resultados obtenidos.

Las líneas con mayor altura de planta fueron SÁB 687, SÁB 692 y SÁB 693 quienes registraron valores de 21.57, 21.40 y 21.30 centímetros respectivamente mientras los de menor altura fueron SAB 570 con 18.98 centímetros, SAB 685 con 19.24 centímetros y SAB 729 con 19.40 centímetros de altura. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la altura de planta para los frijoles CB se encuentra en la Tabla 12 donde se observa que existe una relación significativa entre estas dos características. El coeficiente de correlación hallado fue de  $r=0.504$  lo que indica que esta asociación es directa y media, es decir que mayor altura de planta el rendimiento será mayor. El coeficiente de determinación indica que el 25.49% del rendimiento está explicado por las diferentes alturas de plantas registradas en estas líneas mientras que el porcentaje restante se debe a otras causas.

#### **4.3.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio de altura de planta fue de 25.17 centímetros siendo menor a la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 55.40$ ) y el rango osciló entre 19.00 y 32.58 centímetros. El coeficiente de variabilidad fue de 24.61% y la desviación estándar de 6.19. Cabe señalar que si bien estos valores son altos, son aceptables para esta evaluación y se debe a la gran variabilidad de alturas que se registraron en campo.

Las líneas SAA 23, SAA 21, SAA 18 y SAA 20 fueron las que registraron las mayores alturas con 32.58, 32.00, 31.16 y 29.72 centímetros respectivamente mientras que las líneas

con las menores alturas fueron SAB1 703 con 19.00 centímetros, SAB1 577 con 19.06 centímetros y SAB1 578 con 19.58 centímetros. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la altura de planta se encuentra en la Tabla 14. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.183$  lo cual indica la poca asociación que existe entre estas dos características, además de tener una relación directa, es decir que a mayor altura de planta el rendimiento será también mayor. Solo un 3.35% del rendimiento está explicado por la variabilidad de las alturas registradas tal como lo indica el coeficiente de determinación hallado. No existe una relación significativa entre el rendimiento y altura de planta para estas líneas.

#### **4.3.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia que el promedio de altura de planta fue de 16.28 centímetros siendo menor que la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 45.50$ ) y el rango osciló entre 14.70 y 17.86 centímetros. La desviación estándar fue de 0.94 y el coeficiente de variabilidad fue de 5.76% el cual, al ser un valor bajo, es considerado como excelente según Calzada (1982) debido a la poca variación con respecto a su promedio.

Las líneas NAE 70 y SEC 24 obtuvieron los mayores valores de altura con 17.86 y 17.28 centímetros respectivamente, mientras que las líneas SEC 20 con 14.70 centímetros, NAE 87 con 15.48 centímetros y NAE 78 con 15.6 centímetros fueron las de menores alturas registradas. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la altura de planta para los frijoles PAN se encuentra en la Tabla 16 donde se observa que el coeficiente de correlación fue de  $r=0.559$  lo que indica una asociación media y directa entre estas dos variables. El coeficiente de determinación hallado indica que el 31.27% de la variabilidad del rendimiento se vio influenciado por las alturas de plantas registradas en estas líneas.

Los valores registrados por Mamani (2000) quien evaluó las variedades Cranberry molinero y Red kidney fueron de 46.06 y 50.88 centímetros respectivamente superando a

las alturas registradas en la presente evaluación. Caso contrario sucedió con el ensayo de Gálvez (2000) quien registró alturas de 29.00 y 25.50 centímetros respectivamente.

Las alturas registradas por planta, si bien no superaron a los testigos respectivos, están dentro del rango óptimo esperado pues un factor que pudo influir en el adecuado desarrollo fue la baja disponibilidad de agua. Otro punto a considerar es el tipo de crecimiento de cada grupo pues se espera mayor desarrollo en tipos III y IV por la presencia de guías largas y en este caso, las plantas mostraron crecimiento tipo I y II.

#### **4.4 LONGITUD DE VAINA**

El rango de la longitud de vaina tanto de los cinco grupos de frijoles evaluados del CIAT y de las cinco variedades testigos fluctuaron desde los 4.60 hasta los 12.48 centímetros correspondientes a la línea SCR 26 del grupo de frijoles RJ y a la línea SÁB 685 del grupo de frijoles CBR respectivamente. (Anexo 4).

En la Tabla 6 se observan los promedios obtenidos por todo el material genético evaluado donde la variedad Red kidney y el grupo de frijoles CBR fueron las que obtuvieron los mayores valores con 11.40 y 11.33 centímetros respectivamente. Los frijoles ALU registraron 10.58 centímetros, seguidas de los frijoles CAR con 10.52 centímetros, del testigo Cranberry molinero con 10.40 centímetros y del Caballero argentino con 9.89 centímetros. Los menores valores fueron para las frijoles RJ quienes registraron un promedio de 9.16 centímetros, los testigos Caraota y Canario con 8.30 y 8.00 centímetros respectivamente, y el grupo de frijoles PAN con 7.60 centímetros de longitud de vaina.

Las distintas longitudes de vaina que puede presentar una planta dependen de la condición genética de cada cultivar pues es un carácter poco influenciado por el medio ambiente. A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo. Cabe resaltar que los resultados solo son válidos para las condiciones edáficas y climáticas descritas en los puntos 3.2 y 3.3 respectivamente.

#### **4.4.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio de longitud de vaina fue de 9.16 centímetros siendo menor que la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 11.40$ ) y el rango varió de 4.60 a 12.46 centímetros. La desviación estándar fue de 2.02 y el coeficiente de variabilidad fue de 22% el cual es un valor alto debido a la gran variabilidad de longitudes registradas pero sigue siendo un valor aceptable para la evaluación realizada.

Las tres categorías de este grupo de plantas presentaron promedios similares; sin embargo fue la categoría R-SM quien obtuvo el mayor promedio con 9.93 centímetros destacando las líneas SMR 94 con 12.14 centímetros y SMR 113 con 11.98 centímetros mientras que la líneas SMR 107 y SMR 87 fueron las de menores valores con 6.50 y 8.24 centímetros de longitud de vaina respectivamente. La categoría R-S midió en promedio 9.17 centímetros destacando las líneas SER 376 con 12.46 centímetros y SER 358 con 12.30 centímetros mientras que SCR 26 y SCR 59 fueron las líneas con menores longitudes registradas con 4.60 y 5.08 centímetros respectivamente. Finalmente la categoría R-BFS obtuvo el menor promedio con 8.07 centímetros donde las líneas BFS 95 y BFS 89 fueron las que obtuvieron las mayores longitudes registrando 11.60 y 10.26 centímetros respectivamente, mientras que la líneas BFS 32 con 5.04 centímetros y BFS 84 con 5.09 centímetros fueron las de menor longitud de vaina. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la longitud de vaina se encuentra en la Tabla 8 donde se observa que existe una relación altamente significativa entre estas dos características. El coeficiente de correlación fue de  $r=0.453$  y las asocia de manera media y directa, es decir que a mayor longitud de vaina el rendimiento aumentará. El coeficiente de determinación fue de 20.53% y es este el porcentaje de variación de rendimiento que estuvo influenciado por las longitudes de vaina registradas.

#### **4.4.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio de longitud de vaina fue de 10.52 centímetros y el rango varió desde los 8.70 hasta 11.86 centímetros. La desviación estándar fue de 1.13 y el coeficiente de variabilidad fue de 10.73% el cual es un excelente valor según Calzada (1982).

Las líneas con los mayores valores de esta variable destacando SXB 409 con 11.86 centímetros SXB 415 con 11.80 centímetros y SXB 414 con 11.70 centímetros mientras que SMC 34 con 8.7 centímetros, SMC 33 con 8.90 centímetros y SMC 45 con 9.08 centímetros fueron las líneas con los menores valores registrados de longitud de vaina. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la longitud de vaina se encuentra en la Tabla 10 donde se observa que existe una relación altamente significativa entre estas dos características. Se observa también que el coeficiente de correlación fue de  $r=0.886$  lo cual indica que presentan una asociación muy alta y directa; además, su coeficiente de determinación indica que la longitud de vaina guarda relación directa y creciente con un 78.42% de participación en la variabilidad del rendimiento.

#### **4.4.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el promedio de longitud de vaina fue de 11.33 centímetros siendo mayor que la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x}=10.40$ ) y el rango varió desde los 8.80 hasta 12.48 centímetros. La desviación estándar fue de 1.15 y su coeficiente de variabilidad fue de 10.16%.

Las líneas SÁB 685, SAB 624, SÁB 682 y SÁB 684 con 12.48, 12.46, 12.26 y 12.20 centímetros respectivamente fueron las que registraron los mayores valores de longitud de vaina mientras que las líneas SÁB 695 con 8.8 centímetros, SÁB 729 con 9.50 centímetros y SÁB 730 con 9.60 centímetros fueron las que registraron menores valores. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la longitud de vaina se encuentra en la Tabla 12. No existe una relación significativa entre estas dos características y el coeficiente de correlación hallado ( $r= -0.045$ ) las asocia de manera muy baja e inversa; es decir que a mayor longitud de vaina el rendimiento de grano también será menor. El coeficiente de determinación indica que menos del 1% del rendimiento se vio influenciada por este carácter.

**Tabla 7: Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles rojos (RJ)**

<b>Característica agronómica</b>	<b>Promedio (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Rango</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coeficiente de variabilidad (%)</b>
Días a la floración	50.75	40 - 62	5.47	10.77
Días a la cosecha	85.26	71 - 100	8.82	10.35
Altura de planta	24.61	13.94 - 37.17	6.76	27.49
Longitud vaina	9.16	4.60 - 12.46	2.02	22.00
N° vainas/planta	6.22	2.80 - 14.92	2.85	45.88
N° lóculos/vaina	3.84	2.75 - 4.55	0.33	8.50
N° granos/vaina	3.38	2.39 - 4.00	0.33	9.66
Peso frijoles	47.41	40.50 - 57.60	3.99	8.41
Rendimiento	8.12	3.25 - 12.32	2.03	25.04

**Tabla 8: Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre el rendimiento de grano y las características evaluadas a los frijoles rojos (RJ)**

<b>Característica agronómica</b>	<b>Coeficiente de Correlación (r)</b>	<b>Coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>)</b>	<b>Significación</b>
Días a la Floración	-0.001	0.00%	NS
Días a la cosecha	0.023	0.05%	NS
Altura de planta	0.299	8.93%	*
N° vainas/planta	0.453	20.56%	*
Longitud vaina	0.453	20.53%	*
N° lóculos/vaina	0.436	19.00%	*
N° granos/vaina	0.516	26.62%	*
Peso frijoles	0.442	19.51%	*

**Tabla 9: Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles cariocas (CAR)**

<b>Característica agronómica</b>	<b>Promedio (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Rango</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coeficiente de variabilidad (%)</b>
Días a la floración	60.15	55 - 65	3.26	5.42
Días a la cosecha	90.77	81 - 103	8.80	9.70
Altura de planta	20.65	15 - 26.55	3.45	16.72
Longitud vaina	10.52	8.70 - 11.86	1.13	10.73
Nº vainas/planta	3.30	1.33 - 8.00	1.91	57.94
Nº lóculos/vaina	3.88	3.21 - 4.67	0.36	9.17
Nº granos/vaina	3.36	2.54 - 3.78	0.42	12.63
Peso frijoles	52.00	46 - 57	3.81	7.32
Rendimiento	5.85	3.22 - 11.96	2.63	45.16

**Tabla 10: Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre el rendimiento de grano y las características evaluadas a los frijoles cariocas (CAR)**

<b>Parámetro agronómico</b>	<b>Coeficiente de Correlación (r)</b>	<b>Coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>)</b>	<b>Significación</b>
Días a la Floración	-0.168	2.81%	NS
Días a la cosecha	-0.110	1.22%	NS
Altura de planta	0.568	32.30%	*
Nº vainas/planta	0.634	40.25%	*
Longitud vaina	0.886	78.42%	*
Nº lóculos/vaina	0.275	7.58%	NS
Nº granos/vaina	0.454	20.57%	NS
Peso frijoles	0.057	0.33%	NS

#### **4.4.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio para longitud de vaina fue de 10.58 centímetros siendo mayor que la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 9.80$ ) y el rango osciló entre 8.90 y 12.18 centímetros. La desviación estándar fue de 1.05 y el coeficiente de variabilidad fue de 9.96% el cual es un valor considerado como excelente según Calzada (1982).

Las líneas con los mayores valores de este parámetro fueron SAA 21 con 12.18 centímetros, SAA 20 con 11.74 centímetros y SSA 19 con 11.28 centímetros de longitud, mientras que por otro lado, las líneas con menores valores fueron SAB1 704, SAB1 578 y SAB1 703 con 8.90, 9.60 y 9.76 centímetros de longitud de vaina respectivamente.

La prueba de correlación entre el rendimiento y la longitud de vaina se encuentra en la Tabla 14 donde se observa que no existe diferencia significativa entre ellas. El coeficiente de correlación fue de  $r=0.466$  y las asocia de manera media y directa mientras que el coeficiente de determinación fue de 21.71% lo cual indica que el 78.29% de la variabilidad del rendimiento no estuvo influenciado por las longitudes de vaina que se registraron sino fueron a causa de otras variantes.

#### **4.4.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia que el que el promedio para longitud de vaina fue de 7.60 centímetros siendo menor que la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 8.30$ ) y el rango osciló entre 6.36 y 9.76 centímetros. La desviación estándar fue de 1.00 y el coeficiente de variabilidad fue de 13.14 el cual es un valor considerado como muy bueno según Calzada (1982).

Las líneas que registraron los mayores valores fueron NAE 70 con 9.76 centímetros, NAE 13 con 8.32 centímetros y NAE 24 con 8.00 centímetros de longitud mientras que las líneas NAE 78 con 6.36 centímetros, NAE 60 con 6.68 centímetros y NAE 87 con 6.74 centímetros fueron los que registraron menores valores. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y la longitud de vaina se encuentra en la Tabla 16 donde se observa que existe una diferencia significativa entre ellas. El coeficiente de correlación fue de  $r=0.959$  asociándolas de manera directa y muy alta, es decir que a

mayor longitud de vainas el rendimiento aumentará. El coeficiente de determinación indica que un 92.04% de la variabilidad del rendimiento de grano se debe a las diferentes longitudes de vaina registradas.

#### **4.5 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA**

El rango del número de vainas por planta para los cinco grupos de frijoles evaluados del CIAT y para las cinco variedades testigos fluctúan desde 1.33 hasta 15.00 vainas correspondientes a la línea SMC 33 del grupo de frijoles CAR y al testigo Caraota respectivamente. (Anexo 4).

En la Tabla 6 se observa que todos los testigos superaron en promedio a las líneas evaluadas a excepción de la variedad Cranberry molinero. El testigo Caraota fue el mayor productor de vainas por planta registrando un promedio de 15.00, seguido de los testigos Canario con 12.40 vainas, Caballero argentino con 8.80 vainas y Red kidney con 8.30 vainas por planta. De los cinco grupos de frijoles evaluados, fueron los frijoles del grupo RJ los que registraron el mayor valor (por debajo de los testigos) con 6.22 vainas por planta, seguido de los frijoles CBR con 3.90 vainas, los ALU con 3.83 vainas, los CAR con 3.30 vainas y los frijoles PAN con 2.55 vainas por planta.

El número de vainas está condicionado al medio ambiente y al tipo de crecimiento de cada planta, es muy variable y guarda asociación con el rendimiento esperándose mayor número en plantas con hábito de crecimiento tipo III debido a la mayor producción de inflorescencias y en este caso las plantas presentaron crecimiento tipo I y II.

A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo. Cabe resaltar que los resultados solo son válidos para las condiciones edáficas y climáticas descritas en los puntos 3.2 y 3.3 respectivamente.

##### **4.5.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio de número de vainas por planta fue de 6.22 siendo menor a la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 8.30$ ) y el rango osciló

entre 2.80 y 14.92 vainas. La desviación estándar fue de 2.85 y el coeficiente de variabilidad fue de 45.88% el cual es un valor muy alto debido a la gran variabilidad de producción de vainas registradas.

La categoría R-S fue la que registró el mayor promedio de las tres categorías presentes en este grupo de frijoles con 6.78 vainas donde destacaron las líneas SER 373 con 14.92 vainas, SCR 29 con 13.50 vainas, SCR 72 con 12.86 vainas, SER 329 con 12.27 y SER 327 con 12.18 vainas por planta mientras que las menores productoras de vainas fueron las líneas SCR 59 y SCR 54 con 3.17 vainas cada una, SCR 47 con 3.33 vainas, SCR 26 con 3.36 vainas, SER 365 y SER 340 con 3.50 vainas por planta. La categoría R-SM registró un promedio de 5.97 vainas destacando las líneas SMR 111, SMR 125 y SMR 105 con 8.00, 7.88 y 7.00 vainas por planta respectivamente mientras que las líneas con menores valores fueron SMR 107 y SMR 87 con 3.00 y 4.00 vainas por planta respectivamente. Finalmente, la categorial R-BFS fue la del menor promedio con 4.43 vainas donde destacó la línea BFS 121 con 8.33 vainas mientras los menores valores fueron para BFS 29 con 2.80 vainas y BFS 39 con 2.85 vainas por planta. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de vainas por planta se encuentra en la Tabla 8 en la cual se observa una relación altamente significativa entre estas dos características. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.453$  e indica una asociación directa y media entre ellas; además, el coeficiente de determinación indica que un 20.56% de la variabilidad del rendimiento está explicado por la cantidad de vainas producidas por las plantas de estas líneas.

#### **4.5.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio de número de vainas por planta fue de 3.30 vainas y el rango osciló entre 1.33 y 8.00. La desviación estándar fue de 1.91 y el coeficiente de variabilidad fue de 57.94% el cual se considera un valor muy alto.

Las líneas con mayor producción de vainas fueron SXB 409 con 8.00 vainas y SXB 410 con 6.43 vainas mientras que por el otro lado, las menores productoras fueron las líneas SMC 33 con 1.33 vainas, SMC 33 con 1.75 vainas y SMC 45 con 1.88 vainas por planta.

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de vainas por planta se encuentra en la Tabla 10. El coeficiente de correlación hallado ( $r=0.634$ ) asocia estas variables de manera directa y alta, es decir, que a mayor número de vainas producidas por planta el rendimiento aumentará. El coeficiente de determinación indica que el 40.25% del rendimiento se vio influenciado por este carácter. Existe una relación altamente significativa entre ambas.

#### **4.5.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el promedio de número de vainas por planta fue de 3.90 vainas siendo menor que la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x} = 5.53$ ) y el rango varió desde 2.43 hasta 5.60. La desviación estándar fue de 1.02 y el coeficiente de variabilidad fue de 26.09% y si bien es un valor alto sigue siendo aceptable.

Las líneas con los más altos valores fueron SÁB 730 y SÁB 687 con 5.60 y 5.33 vainas respectivamente junto a las líneas SAB 626 y SAB 630 ambas con 5.00 vainas por planta. Por otro lado SÁB 692, SAB 685 y SAB 695 fueron las líneas que obtuvieron los menores valores de este parámetro con 2.43, 2.56 y 2.67 vainas por planta respectivamente.

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de vainas por planta se encuentra en la Tabla 12 donde se observa que no existe una diferencia significativa entre estas dos variables. El coeficiente de correlación fue de  $r=-0.174$  lo que indica una asociación baja e indirecta entre ellas, es decir, que a mayor número de vainas producidas el rendimiento será menor y muy baja estas dos variables. El coeficiente de determinación indica que el 3.04% del rendimiento se vio influenciado por las vainas producidas por planta en este grupo de frijoles mientras que el porcentaje restante se debió a otros factores.

#### **4.5.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio de número de vainas por planta fue de 3.83 siendo menor a la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 8.80$ ) y el rango varió de 2.57 hasta 4.67 vainas por planta. La desviación estándar fue de 0.64 y el coeficiente de variabilidad fue de 16.85% el cual es considerado como un valor muy bueno según Calzada (1982).

Las mejores productoras de vainas fueron las líneas SAB1 578 con 4.67 vainas, SAB1 704 con 4.50 vainas y SAB1 577 con 4.33 vainas por planta mientras que la línea SAA 20 con 2.57 vainas fue quien registró el menor promedio. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de vainas por planta se encuentra en la Tabla 14 se observa que el coeficiente de correlación hallado fue de  $r=-0.172$  el cual asocia de manera indirecta y muy baja estas dos características pues solo un 2.96% del rendimiento estuvo influenciado por la variabilidad del número de vainas. No existe una relación significativa entre estas variables.

#### **4.5.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia que el rango osciló entre 2.00 y 4.38 y presenta un promedio de 2.55 vainas por planta siendo menor a la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 15.00$ ). La desviación estándar fue de 0.67 y el coeficiente de variabilidad fue de 26.35%.

Solo la línea NAE 70 fue la que destacó por ser la mayor productora de vainas de este grupo de frijoles con un promedio de 4.38, mientras que las líneas NAE 24, NAE 78 con 2.00 y 2.14 vainas respectivamente junto a las líneas NAE 78 y NAE 87 con 2.25 vainas por planta cada una fueron las de los menores valores registrados. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de vainas por planta se encuentra en la Tabla 16 se observa que existe una relación altamente significativa entre estas dos características. El coeficiente de correlación fue de  $r=0.73$  el cual las asocia de manera alta y directa; es decir que a mayor número de vainas producidas el rendimiento también aumentará. El coeficiente de determinación fue de 53.39% y fue este el porcentaje del rendimiento el cual se vio afectado por las longitudes de vaina registradas.

La media general del número de vainas de los grupos de frijoles evaluados está por debajo de lo registrado por los testigos. Sin embargo, los datos reportados por Zárate (2000) para caraota, red kidney y canario son menores a los obtenidos en esta evaluación quien registró 6, 6.4 y 2.6 vainas por planta respectivamente.

## 4.6 LÓCULOS POR VAINA

El rango del número de lóculos por vaina para todo el material genético evaluado fluctúa desde 2.42 hasta 5.00 correspondientes a la línea NAE 78 del grupo de frijoles PAN y a la línea SÁB 692 del grupo de frijoles CBR respectivamente. (Anexo 4).

En la Tabla 6 se muestran los promedios obtenidos de este parámetro donde el grupo de frijoles CBR fue el que presentó el mayor valor con 4.40 lóculos por vaina y fue además el único grupo que superó a los testigos. La variedad Red kidney fue el testigo con el mayor valor promediando 4.30 lóculos, seguida por los frijoles ALU con 4.27 y de los testigos Canario con 4.10 lóculos junto a Cranberry molinero y Caraota ambas con 4.00 lóculos por vaina. Los menores promedios lo registraron los frijoles PAN con 2.82 lóculos, el testigo Caballero argentino con 3.50 lóculos y los frijoles RJ junto a los CAR con 3.84 y 3.88 lóculos por vaina respectivamente.

A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo. Cabe resaltar que los resultados solo son válidos para las condiciones edáficas y climáticas descritas en los puntos 3.2 y 3.3 respectivamente.

### 4.6.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio de la característica lóculos por vaina fue de 3.84 siendo menor a la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 4.30$ ) y el rango osciló entre 2.75 y 4.55. El coeficiente de variabilidad fue de 8.50% el cual es considerado un valor excelente según Calzada (1982) y la desviación estándar fue de 0.33.

La categoría R-SM registró el mayor promedio con 3.89 lóculos por vaina donde destacaron las líneas SMR 119 con 4.30 lóculos, SMR 110 con 4.18 lóculos, SMR 94 y SMR115 con 4.05 lóculos por vaina mientras que las líneas SMR 105 y SMR 128 fueron las menores productoras de lóculos con un promedio de 3.6 y 3.67 lóculos por vaina respectivamente. La categoría R-S registró un promedio de 3.84 donde los mayores valores fueron para las líneas SCR 77 con 4.55 lóculos, SCR 4 con 4.40 lóculos, SER 355 con 4.35

lóculos y SCR 9 con 4.28 lóculos por vaina mientras que SCR 54 y SCR 26 fueron las que registraron los menores valores con 2.75 y 2.79 respectivamente. Finalmente la categoría R-BFS registró 3.75 en promedio destacando las líneas BFS 121 con 4.27 lóculos, BFS 84 con 4.15 lóculos, BFS 89 con 4.07 lóculos y BFS 85 con 4.02 lóculos por vaina, mientras que los valores más bajos fueron para las líneas BFS 39 con 3.12 lóculos, BFS 32 y BFS 10 con 3.23 lóculos cada uno, y para BFS 142 con 3.33 lóculos por vaina. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de lóculos por vaina se encuentra en la Tabla 8. Existe una relación altamente significativa entre el rendimiento y este parámetro donde el coeficiente de correlación fue de  $r= 0.436$  el cual asocia de manera directa y media estas dos variables mientras que el coeficiente de determinación indica que el 19% de la variabilidad del rendimiento dependía del número de lóculos por vaina que se produjeron en este grupo de frijoles.

#### **4.6.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio de la característica lóculos por vaina fue de 3.88 y el rango varió desde 3.21 hasta 4.67. La desviación estándar fue de 0.36 y el coeficiente de variabilidad fue de 9.17%

Las líneas con mayor formación de lóculos fueron SMC 33, SXB 415, SXB 409 y SXB 410 con 4.67, 4.23, 4.04 y 4.02 lóculos por vaina respectivamente mientras que las menores fueron las líneas SMC 47 con 3.21 lóculos, SMC 36 con 3.50 lóculos, SMC41 con 3.58 lóculos y SMC101 con 3.71 lóculos por vaina. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de lóculos por vainas se encuentra en la Tabla 10 donde se observa que no existe una relación significativa entre estas variables. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.275$  y asocia de manera directa y baja al rendimiento con este parámetro. El coeficiente de determinación indica que solo un 7.58% del rendimiento se vio influenciada por el número de lóculos producidos por las vainas de estas líneas.

#### **4.6.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el promedio de la característica lóculos por vaina fue de 4.40 siendo mayor que la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x} = 4.00$ ) y el rango varió desde 3.45 hasta 5.00 lóculos por vaina. La desviación estándar fue de 0.37 y el coeficiente de variabilidad fue de 8.45 el cual es considerado como un excelente valor según Calzada (1982).

Las líneas SÁB 692, SÁB 684, SAB 685 y SAB 701 fueron las mayores productoras de lóculos por vainas registrando promedios de 5.00, 4.90, 4.74 y 4.65 respectivamente, mientras que las líneas SAB 568 con 3.45 lóculos, SÁB 630 con 3.92 lóculos y SAB 729 con 4.08 lóculos fueron las que registraron los menores valores. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de lóculos por vainas se encuentra en la Tabla 12 donde se observa que existe una diferencia significativa entre ellas. Además, el coeficiente de correlación hallado fue de  $r = 0.552$  el cual asocia de manera directa estas variables; es decir, que a mayor número de lóculos producidos por las vainas de las plantas el rendimiento aumentara. El coeficiente de determinación indica que el 30.49% del rendimiento se vio afectado por la variabilidad de esta variable.

#### **4.6.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio para lóculos por vaina fue de 4.27 siendo mayor que la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 3.50$ ) y el rango varió de 3.39 hasta 4.91 lóculos por vaina. La desviación estándar fue 0.55 y el coeficiente de variabilidad fue 12.89 el cual es considerado un valor muy bueno según Calzada (1982).

Las líneas con los mayores valores de este parámetro fueron SAA 18, SAB1 704 y SAB1 578 con 4.91, 4.80 y 4.74 lóculos por vaina respectivamente mientras que los valores más bajos fueron para las líneas SAB1 576, SAB1 577 y SAB1 703 con 3.39, 3.45 y 3.88 lóculos por vaina respectivamente. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de lóculos por vainas se encuentra en la Tabla 14 en el cual se observa que no existe una relación significativa entre ellas. El

coeficiente de correlación fue de  $r=0.617$  el cual asocia de manera directa y alta estas variables, además el coeficiente de determinación indica que el 38.18% del rendimiento está explicado en la variabilidad del número de lóculos producidos por las vainas de este grupo de frijoles.

#### **4.6.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia que el promedio de lóculos por vaina fue de 2.82 siendo menor que la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 4.00$ ) y el rango osciló entre 2.43 y 3.48. La desviación estándar fue de 0.30 y el coeficiente de variabilidad de 10.75%.

Las líneas que destacaron fueron NAE 70 con 3.48 lóculos y NAE 24 junto a SEC 20 con 3.00 lóculos cada una. Por otro lado las líneas con los menores valores los registraron fueron NAE 78 con 2.43 lóculos, NAE 87 con 2.50 lóculos y NAE 60 con 2.58 lóculos por vaina. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de lóculos por vainas se encuentra en la Tabla 16 en el cual se observa una relación significativa entre ellas. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.792$  el cual las asocia de manera directa y alta, es decir que a mayor número de lóculos producidos por las vainas de las plantas el rendimiento aumentara. El coeficiente de determinación fue de 62.81% siendo este el porcentaje del rendimiento que se dependió de la variabilidad de esta variable

#### **4.7 GRANOS POR VAINA**

El rango de la característica agronómica número de granos por vaina para todo el material genético evaluado fluctúa desde 1.88 hasta 4.00 correspondientes a las líneas NAE 87 del grupo de frijoles PAN y al testigo Red kidney respectivamente. (Anexo 4).

En la Tabla 6 se muestran los promedios de esta variable donde se observa que los valores más altos fueron para los testigos Red kidney, Canario y Cranberry molinero con 4.00, 3.80 y 3.70 granos por vaina respectivamente, mientras que para las cinco líneas evaluadas, fueron las líneas de CBR las que obtuvieron el mayor promedio con 3.50 granos coincidiendo en valor con el promedio obtenido por el testigo Caraota. Por otro lado,

valores menores fueron registrados para las frijoles RJ, CAR y ALU quienes obtuvieron promedios de 3.38, 3.36 y 3.26 respectivamente, seguidas del testigo Caballero argentino con 3.10 y las PAN con 2.32 granos por vaina.

El número de granos por vaina es un componente directo del rendimiento, sin embargo no siempre se cumple que a un mayor número de granos por vainas se obtendrán mayores rendimientos pues éste último está relacionado más con el número de vainas producidas por planta. A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo. Cabe resaltar que los resultados solo son válidos para las condiciones edáficas y climáticas descritas en los puntos 3.2 y 3.3 respectivamente.

#### **4.7.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio para granos por vaina fue de 3.38 siendo menor que la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 4.00$ ) y el rango varió de 2.39 hasta 4.00 granos. La desviación estándar fue de 0.33 y el coeficiente de variabilidad fue de 9.66 el cual es un excelente valor según Calzada (1982).

La categoría R-SM obtuvo un promedio de 3.50 donde destacaron las líneas SMR 119 con 4.00 granos, SMR 110 con 3.90 granos, SMR 100 y SMR 94 con 3.60 granos por vaina mientras que las líneas SM 97, SMR 105 y SMR 90 fueron las de menor promedio con 3.20, 3.35 y 3.29 granos por vaina respectivamente. La categoría R-S registró un promedio de 3.38 donde las mejores líneas productoras de granos fueron SCR 77 con 3.99 granos, SER 355 con 3.90 granos, SCR 9 con 3.87 granos, SCR 27 con 3.71 granos y SCR 48 con 3.70. Por otro lado, SCR 26, SCR 54, SCR 64, SER 346 y SER 353 con 2.39, 2.54, 2.92, 2.96 y 3.00 granos por vaina respectivamente fueron las líneas que obtuvieron los menores valores. Finalmente la categoría R-BFS obtuvo el menor promedio con 3.25 granos destacando las líneas BFS 121 con 3.87 granos, BFS 32 con 3.79 granos, BFS 89 con 3.56 granos y BFS 141 con 3.53 granos por vaina mientras que las líneas BFS 39 y BFS 10 con 2.46 granos junto a BFS 142 con 2.56 granos por vaina fueron los que obtuvieron los menores valores.

**Tabla 11: Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles cranberry (CBR)**

<b>Parámetro agronómico</b>	<b>Promedio (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Rango</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coeficiente de variabilidad (%)</b>
Días a la floración	61.06	55 - 70	5.03	8.24
Días a la cosecha	89.88	84 - 103	5.97	6.64
Altura de planta	20.58	18.98 - 21.57	0.76	3.72
Longitud vaina	11.33	8.80 - 12.48	1.15	10.16
Nº vainas/planta	3.90	2.43 - 5.60	1.02	26.09
Nº lóculos/vaina	4.40	3.45 - 5.00	0.37	8.45
Nº granos/vaina	3.50	2.95 - 4.00	0.27	7.82
Peso frijoles	52.13	47 - 58	3.21	6.16
Rendimiento	6.23	2.96 - 7.80	1.32	24.26

**Tabla12: Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre rendimiento de grano y las características evaluadas a los frijoles cranberry (CBR)**

<b>Parámetro agronómico</b>	<b>Coeficiente de Correlación (r)</b>	<b>Coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>)</b>	<b>Significación</b>
Días a la Floración	0.07135	0.51%	NS
Días a la cosecha	0.05590	0.31%	NS
Altura de planta	0.50492	25.49%	*
Longitud vaina	-0.04540	0.21%	NS
Nº vainas/planta	-0.17429	3.04%	NS
Nº lóculos/vaina	0.55217	30.49%	*
Nº granos/vaina	0.89211	79.59%	*
Peso frijoles	0.18447	3.40%	NS

**Tabla 13: Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles alubia (ALU)**

<b>Parámetro agronómico</b>	<b>Promedio (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Rango</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coeficiente de variabilidad (%)</b>
Días a la floración	46.00	43 - 50	2.36	5.12
Días a la cosecha	80.00	75 - 84	3.62	4.53
Altura de planta	25.17	19.00 - 32.58	6.19	24.61
Longitud vaina	10.58	8.90 - 12.18	1.05	9.96
Nº vainas/planta	3.83	2.57 - 4.67	0.64	16.85
Nº lóculos/vaina	4.27	3.39 - 4.91	0.55	12.89
Nº granos/vaina	3.26	2.65 - 3.93	0.45	13.95
Peso frijoles	50.03	42.00 - 55.50	4.37	8.74
Rendimiento	7.00	5.30 - 8.64	1.00	14.31

**Tabla 14: Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre rendimiento de grano y las características evaluadas a los frijoles alubia (ALU)**

<b>Parámetro agronómico</b>	<b>Coeficiente de Correlación (r)</b>	<b>Coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>)</b>	<b>Significación</b>
Días a la Floración	-0.661	43.71%	*
Días a la cosecha	-0.126	1.59%	NS
Altura de planta	0.183	3.35%	NS
Nº vainas/planta	-0.172	2.96%	NS
Longitud vaina	0.466	21.71%	NS
Nº lóculos/vaina	0.618	38.18%	NS
Nº granos/vaina	0.716	51.22%	*
Peso frijoles	-0.110	1.22%	NS

**Tabla 15: Promedio, rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad (%) de las características agronómicas evaluadas al grupo de frijoles panamito (PAN)**

<b>Parámetro agronómico</b>	<b>Promedio (<math>\bar{x}</math>)</b>	<b>Rango</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coeficiente de variabilidad (%)</b>
Días a la floración	67.90	62 - 76	4.93	7.26
Días a la cosecha	94.00	82 - 106	10.83	11.52
Altura de planta	16.28	14.70 - 17.86	0.94	5.76
Longitud vaina	7.60	6.36 - 9.76	1.00	13.14
Nº vainas/planta	2.55	2.00 - 4.38	0.67	26.35
Nº lóculos/vaina	2.82	2.43 - 3.48	0.30	10.75
Nº granos/vaina	2.32	1.88 - 2.83	0.35	15.24
Peso frijoles	42.51	40 - 48	2.89	6.80
Rendimiento	2.44	1.44 - 7.06	1.66	68.05

**Tabla 16: Análisis de correlación lineal simple y coeficiente de determinación entre rendimiento de grano y las características evaluadas a los frijoles panamito (PAN)**

<b>Parámetro agronómico</b>	<b>Coeficiente de Correlación (r)</b>	<b>Coeficiente de determinación (r<sup>2</sup>)</b>	<b>Significación</b>
Días a la Floración	0.515	26.55%	NS
Días a la cosecha	0.044	0.19%	NS
Altura de planta	0.559	31.27%	NS
Nº vainas/planta	0.731	53.39%	*
Longitud vaina	0.959	92.04%	*
Nº lóculos/vaina	0.793	62.81%	*
Nº granos/vaina	0.557	31.02%	NS
Peso frijoles	-0.182	3.32%	NS

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de granos por vainas se encuentra en la Tabla 8 en la cual se observa que existe una diferencia altamente significativa entre estas variables. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.515$  el cual las asocia de manera media y directa mientras que el coeficiente de determinación indica que el 26.62% del rendimiento se vio influenciado por esta variable.

#### **4.7.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio para granos por vaina fue de 3.36 y el rango varió desde 2.54 hasta 3.78. La desviación estándar fue de 0.42 y el coeficiente de variabilidad fue de 12.63% el cual, según Calzada (1982), es un muy buen valor.

Las líneas con mayor producción de granos que destacaron fueron SXB 414 con 3.78, SXB 415 con 3.70 y SMC 33 junto a SXB 409 con 3.67 granos por vaina mientras que los menores productores fueron las líneas SMC 47 con 2.54 y SMC 36 con 2.57 granos por vaina. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de granos por vainas se encuentra en la Tabla 10. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.453$  el cual asocia de manera media y directa estas dos variables, es decir que a mayor número de granos producidos por las vainas de las plantas el rendimiento aumentará. El coeficiente de determinación fue de 20.57% siendo este el porcentaje del rendimiento que se vio afectado por la variabilidad de granos producidos por cada línea. No existe diferencia significativa entre el rendimiento y el número de granos por vaina.

#### **4.7.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el rango varió de 2.95 hasta 4.00 y presenta un promedio de 3.50 granos siendo menor a la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x} = 3.70$ ). La desviación estándar fue de 0.27 y el coeficiente de variabilidad fue de 7.82% siendo un excelente valor pues da confiabilidad a los resultados obtenidos.

Las líneas con los mayores valores registrados fueron SAB 624 con 4.00 granos, SÁB 693 con 3.86 granos, SÁB 687 con 3.83 granos y SAB 01 con 3.65 granos por vaina mientras

que SÁB 694 con 2.95 granos, SAB 568 con 2.99 granos y SAB 729 con 3.25 granos respectivamente fueron las líneas con menor producción. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de granos por vainas se encuentra en la Tabla 12 se observa que existe una relación altamente significativa entre ellas. Además, el coeficiente de correlación hallado fue de  $r= 0.892$  el cual asocia de manera directa y muy alta estas variables; es decir, que a mayor número de lóculos producidos por las vainas de las plantas el rendimiento aumentara. El coeficiente de determinación indica que el 79.59% del rendimiento se vio afectado por la variabilidad de esta variable.

#### **4.7.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio del parámetro granos por vaina fue de 3.26 siendo mayor que la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 3.10$ ) y el rango osciló entre 2.65 y 3.93 granos. La desviación estándar fue de 0.45 y el coeficiente de variabilidad fue de 13.95% el cual es un valor categorizado como muy bueno según Calzada (1982).

Las líneas que destacaron por su mayor producción de vainas fueron SAB1 704 con 3.93 granos, SAA 23 con 3.69 granos y SAA 18 con 3.53 granos por vaina mientras las líneas que produjeron menos granos por vaina fueron SAB1 576 con 2.69 granos, SAB1 577 con 2.67 granos y SAB1 703 con 2.65 granos por vaina. (Anexo 4). La prueba de correlación entre el rendimiento y número de granos por vainas se encuentra en la Tabla 14 donde se observa que existe una relación significativa entre ellas. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.715$  el cual asocia de manera alta y directa estas dos variables mientras que el coeficiente de determinación fue de 51.22% siendo éste el porcentaje afectado por esta variable.

#### **4.7.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia que el promedio del parámetro granos por vaina fue de 2.32 siendo menor que la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 3.50$ ) y el rango osciló entre 1.88 y 2.83. La desviación estándar fue de 0.35 y el coeficiente de variabilidad fue de 15.24% el cual es un buen valor según Calzada (1982).

Las líneas con mayor producción de granos fueron SEC 24 con 2.83 granos, NAE 70 con 2.78 granos y SEC 20 con 2.75 granos mientras que las líneas NAE 87 con 1.88 granos y NAE 78 con 1.93 granos por vaina fueron las que registraron los menores valores.

La prueba de correlación entre el rendimiento y número de granos por vainas se encuentra en la Tabla 16 en la cual se observa que no existe relación significativa entre ellas. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.556$  lo que significa una asociación media y directa entre estas dos variables, es decir que a mayor número de granos producidos el rendimiento será mayor. El coeficiente de determinación indica que 31.02% de la variabilidad del rendimiento dependió de este parámetro.

Los datos registrados por Zárate de esta variable para la variedad caraota fue de 3.74, para red kidney fue de 4.85, para cranberry fue de 2.75 y para canario fue de 2.05 difiriendo de los datos de esta investigación. Caso similar se dio con los reportes de Gálvez (2013) quien obtuvo para red kidney 2.7 granos y para cranberry 3.48 granos por vaina. Se debe tener en cuenta que en las primeras evaluaciones las líneas no mostraran su potencial máximo, sin embargo los resultados de esta variable son aceptables.

#### **4.8 PESO DE 100 SEMILLAS**

El rango de la característica agronómica peso de 100 semillas de todo el material genético evaluado fluctúa desde 40 hasta 58 gramos correspondientes a la línea SEC 20 del grupo de frijoles PAN y a la línea SAB 684 del grupo de frijoles CBR. (Anexo 4).

En la Tabla 6 se observan los promedios registrados donde los frijoles CBR fueron los que obtuvieron el mayor valor registrando un peso de 52.13 gramos, seguidas de los frijoles CAR con 52.00 gramos, los frijoles ALU con 50.00 gramos y los RJ con 47.41 gramos. Los testigos obtuvieron menores valores tal como se aprecia con la variedad Canario quien obtuvo un peso promedio de 46.40 gramos y la variedad Red kidney con 45.00 gramos. Los menores pesos fueron obtenidos por los frijoles PAN con 42.51 gramos y por los testigos Cranberry molinero, Caraota y Caballero argentino quienes registraron 42.51, 43.00, 43.50 y 44.40 gramos respectivamente.

El peso de cien semillas es un carácter de efecto genético y está muy influenciado por el medio ambiente y no es menos importante como factor limitante de producción siempre y cuando los otros componentes sean óptimos. A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo.

#### **4.8.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio para el parámetro peso de 100 semillas fue de 47.41 gramos siendo mayor que la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 45.00$ ) y el rango varió de 40.50 a 57.60. La desviación estándar fue de 3.99 y el coeficiente de variabilidad fue de 8.41% siendo un excelente valor pues da confiabilidad a los resultados.

La categoría R-S obtuvo el mayor promedio registrando un peso de 48.61 gramos donde destacaron las líneas SCR 44 con 57.60 gramos, SER 371 con 56.00 gramos y SER 353 junto a SER 378 con 55.00 gramos cada una mientras que los valores más bajos los registraron las líneas SCR 50 con 42.50 gramos, SER 340 con 43.00 gramos, SCR 54 con 43.20 gramos y SER 372 junto a SCR 65 con 43.50 gramos cada una. La categoría R-SM obtuvo un promedio de 46.52 gramos donde destacaron las líneas SMR 119 con 55.00 gramos, SMR 122 con 53.00 gramos, SMR 98 con 52.00 gramos y SMR 89 junto a SMR 97 con 50 gramos cada una. Por otro lado, las líneas con los más bajos pesos de cien semillas fueron SMR 126 junto a SMR 113 con 41.50 gramos cada una y para las líneas SMR 90, SMR 111 y SMR 125 con 42.00 gramos cada una. Finalmente la categoría R-BFS registró un promedio de 44.09 gramos donde las líneas BFS 85 con 47.50, BFS 143 con 47.40 y BFS 39 junto a BFS 95 con 46.40 gramos cada una fueron las que mayor valores registraron, mientras que las líneas BFS 142 y BFS 32 con 41.00 y 40.50 gramos respectivamente obtuvieron los valores más bajos. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el peso de cien semillas se encuentra en la Tabla 8 donde se observa que existe una relación altamente significativa entre ellas. El coeficiente de correlación asocia de manera media y directa estas dos variables ( $r = 0.44$ ), además el coeficiente de determinación indica que un 19.51% del rendimiento dependió de la variabilidad de los datos registrados por este parámetro.

#### **4.8.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio para el parámetro peso de 100 semillas fue de 52.00 gramos y el rango varió de 46.00 a 57.00. La desviación estándar fue de 3.81 y el coeficiente de variabilidad fue de 7.32%.

Las líneas que destacaron por obtener los mayores pesos fueron SMC 101 y SMC 47 con 57.00 y 56.50 gramos respectivamente junto a las líneas SMC 44, SXB 414 y SXB 415 con 55.00 gramos cada una. Por otro lado, las líneas con los más bajos valores de este parámetro fueron SMC 34 con 46.00 y SXB 409 con 47.00 gramos. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el peso de cien frijoles se encuentra en la Tabla 10 donde se observa que no existe una relación significativa entre ellas. El coeficiente de correlación fue de  $r= 0.057$  el cual determina una asociación casi nula entre estas dos variables mientras que el coeficiente de determinación indica que menos del 1% de la variabilidad del rendimiento se debió a este parámetro.

#### **4.8.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el promedio para el parámetro peso de 100 semillas fue de 52.13 gramos siendo mayor que la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x} = 43.00$ ) y el rango varió de 47.00 hasta 58.00. La desviación estándar fue de 3.21 y el coeficiente de variabilidad fue de 6.16% siendo un valor excelente según Calzada (1992).

Las líneas con mayores promedios registrados para esta variable fueron SÁB 684, SAB 624 y SAB 685 con 58.00, 57.00 y 56.00 gramos respectivamente mientras que los menores promedios lo obtuvieron las líneas SÁB 729 con 47.00 gramos, SÁB 692 con 48.50 gramos y SAB 730 con 48.60 gramos. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el peso de cien semillas se encuentra en la Tabla 12 en la cual se observa que no existe una relación significativa entre estas dos variables. El coeficiente de correlación ( $r= 0.184$ ) asocia de manera directa y muy baja el rendimiento de grano con esta característica mientras que el coeficiente de determinación indica que un 3.40% del rendimiento se vio influenciado por los pesos registrados.

#### **4.8.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio fue de 50.03 gramos siendo mayor que la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 44.40$ ) y el rango osciló entre 42.00 y 55.50 gramos. La desviación estándar fue de 4.37 y el coeficiente de variabilidad fue de 8.74% el cual es un excelente valor según Calzada. Las líneas con mayores pesos fueron SAB1 577 con 55.50 gramos, SAA 21 con 55.00 gramos y SAA 19 con 54.40 gramos. Por otro lado, las líneas que registraron los menores valores fueron SAB1 578 con 42.00 gramos y SAA 23 junto a SAB1 576 con 47.00 gramos cada una. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el peso de cien semillas se encuentra en la Tabla 14 en la cual se observa que no existe una diferencia significativa entre estas dos variables. El coeficiente de correlación las asocia de manera indirecta y casi nula, mientras que el coeficiente de determinación indica que solo un 1.22% del rendimiento fue influenciado por los pesos registrados de este grupo de frijoles.

#### **4.8.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia se aprecia que el promedio para el parámetro peso de 100 semillas fue de 42.51 gramos siendo menor que la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 43.50$ ) y el rango osciló entre 40.00 y 48.00 gramos. La desviación estándar fue de 2.89 y el coeficiente de variabilidad fue de 6.80%.

Las líneas que sobresalieron por los mayores pesos fueron NAE 24 y NAE 6 con 48.00 y 47.40 gramos respectivamente mientras que las líneas con los valores más bajos fueron NAE 78, NAE 13 y SEC 20 con 40.00 gramos cada una y las líneas NAE 70 junto a SEC 24 con 41.50 gramos cada una. (Anexo 4)

La prueba de correlación entre el rendimiento y el peso de cien semillas se encuentra en la Tabla 16 donde se observa que no existe una relación significativa entre el rendimiento y esta variable. Su coeficiente de correlación las asocia de manera indirecta y muy baja mientras que el coeficiente de determinación indica que el 3.32% del rendimiento fue influenciado por los pesos registrados de este grupo de frijoles.

Los pesos varían también según el tamaño de frijoles de cada variedad y una muestra de esto son los distintos tamaños obtenidos en cada grupo de frijoles evaluadas pues variaron desde tamaños grandes/medianos como en el caso de las frijoles rojos hasta tamaños pequeños como sucedió para las frijoles del grupo panamito.

#### **4.9 RENDIMIENTO DE GRANO**

El rango del rendimiento de grano, expresado en gramos/planta, para las frijoles de las líneas promisorias evaluadas varió desde 1.44 gramos para NAE 24 del grupo de frijoles PAN hasta 12.32 gramos para BFS 143 del grupo de frijoles RJ, mientras que para las variedades testigos varió desde 15.10 gramos para Caballero argentino hasta 38.22 gramos para Caraota. (Anexo 4).

En la Tabla 6 se observa que todos los testigos superaron ampliamente a los promedios obtenidos por los grupos de frijol evaluados siendo la variedad Caraota la que obtuvo el mayor valor con un rendimiento de 38.22 gramos, seguida de la variedad Canario con 36.36 gramos por planta. Menores valores fueron registrados para Red kidney, Cranberry molinero y Caballero argentino con 26.42, 16.12 y 15.10 gramos respectivamente.

En cuanto a los grupos evaluados, fueron los frijoles RJ los que obtuvieron el mayor rendimiento con un promedio de 8.12 gramos, los frijoles ALU registraron 7.00 gramos, los CBR 6.23 gramos, los CAR 5.82 y fueron los frijoles PAN los que obtuvieron el más bajo rendimiento con 2.44 gramos por planta.

El rendimiento de grano es el carácter que ayuda a determinar la rentabilidad de un cultivo haciendo de la variedad una buena alternativa para el agricultor. Sin embargo, una vez más se recalca la importancia de determinar una adecuada época de siembra ya que es un factor que definirá su producción y rentabilidad. Singh (1999) afirma que los factores abióticos como la sequía y baja fertilidad del suelo pueden disminuir los rendimientos hasta más de un 50% en muchos casos, y en esta evaluación, el gran limitante fue la disponibilidad de agua en los momentos críticos del cultivo como en prefloración y llenado de vainas.

A continuación se describen los resultados obtenidos de los cinco grupos de frijoles proporcionadas por el CIAT, comparados con sus respectivos testigos y destacando las líneas mejor adaptadas por grupo. Cabe resaltar que los resultados solo son válidos para las condiciones edáficas y climáticas descritas en los puntos 3.2 y 3.3 respectivamente.

#### **4.9.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

En la Tabla 7 se aprecia que el promedio para el parámetro rendimiento de grano fue de 8.12 gramos siendo menor que la media obtenida por el testigo Red kidney ( $\bar{x} = 26.42$ ) y el rango varió de 3.25 a 12.32. La desviación estándar fue de 2.03 y el coeficiente de variabilidad fue de 25.04% y si bien es un valor alto, sigue siendo aceptable según Calzada (1982).

Las líneas de la categoría R-SM obtuvieron un promedio de 8.76 gramos por planta destacando SMR 122 con 11.13 gramos, SMR 119 con 11.00 gramos y SMR 98 con 10.40 gramos mientras que las líneas SMR 111 y SMR 125 con 7.98 gramos, SMR 113 con 7.47 gramos y SMR 107 con 5.09 gramos fueron las de más bajos rendimientos. La categoría R-S registró un promedio de 8.27 gramos por planta destacando las líneas SCR 77 con 11.96 gramos, SER 378 con 11.55 gramos, SER 371 con 10.64 gramos y SCR 49 con 10.50 gramos mientras que por otro lado las líneas con menores rendimientos fueron SCR 52 con 3.60 gramos, SCR 26 con 3.64 gramos y SCR 54 con 3.89 gramos por planta. Finalmente la categoría R-BFS fue la que obtuvo el menor promedio con 6.66 gramos por planta donde las líneas destacadas fueron BFS 143, BFS 95, BFS 121 y BFS 89 con 12.32, 8.82, 8.68 y 8.60 gramos respectivamente mientras que los más bajos rendimientos fueron para BFS 39 con 3.25 gramos, BFS 141 con 3.57 gramos y BFS 142 con 3.69 gramos por planta. (Anexo 4)

#### **4.9.2 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

En la Tabla 9 se aprecia que el promedio para el parámetro rendimiento de grano fue de 5.82 gramos y el rango varió de 3.22 hasta 11.96. La desviación estándar fue de 2.63 y el coeficiente de variabilidad fue de 45.16% siendo un valor alto y categorizado como malo según Calzada (1992).

Las líneas que destacaron por obtener mayores rendimientos por planta fueron SXB 410 y SXB 409 con 11.96 y 9.40 gramos respectivamente. Por otro lado, SMC 34 con 3.22 gramos, SMC 36 con 3.50 gramos y SMC 33 con 3.88 gramos fueron las líneas que registraron los más bajos rendimientos expresados en gramos por planta. (Anexo 4)

#### **4.9.3 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

En la Tabla 11 se aprecia que el promedio para el parámetro rendimiento de grano fue de 6.23 gramos siendo menor que la media obtenida por el testigo Cranberry molinero ( $\bar{x} = 16.12$ ) y el rango varió de 2.96 hasta 7.80. La desviación estándar fue de 1.32 y el coeficiente de variabilidad fue de 24.26% siendo un valor alto según Calzada (1992).

Las líneas con mayores rendimientos registrados fueron SAB 693 con 7.80 gramos, SAB 687 con 7.42 gramos, SÁB 692 con 6.79 gramos y SAB 624 con 6.76 gramos por planta, mientras que los menores rendimientos lo obtuvieron las líneas SÁB 570 con 4.18 gramos, SÁB 568 con 4.00 gramos y SAB 694 con 2.96 gramos por planta. (Anexo 4)

#### **4.9.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

En la Tabla 13 se aprecia que el promedio para el parámetro rendimiento de grano fue de 7.00 gramos siendo menor que la media obtenida por el testigo Caballero argentino ( $\bar{x} = 15.10$ ) y el rango varió de 5.30 hasta 8.64. La desviación estándar fue de 1.00 y el coeficiente de variabilidad fue de 14.31% siendo un valor aceptable según Calzada (1992).

Las líneas con mayor rendimiento por planta donde destacaron SAB 704 con 8.64 gramos y SAA 19 con 8.16 gramos, mientras que los menores valores fueron para las líneas SAA 20 con 5.30 gramos y SAB1 577 con 6.11 gramos por planta en promedio. (Anexo 4)

#### **4.9.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

En la Tabla 15 se aprecia que el promedio para el parámetro rendimiento de grano fue de 2.44 gramos siendo menor que la media obtenida por el testigo Caraota ( $\bar{x} = 38.22$ ) y el rango varió de 1.44 hasta 7.06. La desviación estándar fue de 1.66 y el coeficiente de variabilidad fue de 68.05% siendo un valor alto y descalificado debido a la heterogeneidad registrada en el número de granos producidos por planta en este grupo de frijoles.

La línea con mayor rendimiento de grano por planta fue NAE 70 con un promedio de 7.06 gramos. Valores inferiores obtuvieron las demás líneas de este grupo de frijoles como NAE 24 con 1.44 gramos, NAE 78 junto a NAE 13 con 1.60 gramos y NAE 87 con 1.70 gramos por planta. (Anexo 4)

#### **4.10 HÁBITO DE CRECIMIENTO**

Las determinaciones del tipo de crecimiento de las plantas evaluadas de frijol se hicieron de acuerdo a las indicaciones del CIAT (1984). Los registros se encuentran en la Tabla 17 donde se observa que todas las líneas de los grupos de frijoles RJ, CAR y PAN presentaron un crecimiento arbustivo determinado (Tipo I) y todas las líneas de los grupos de frijoles CBR y ALU presentaron un crecimiento arbustivo indeterminado (Tipo II). Todas las plantas fueron de crecimiento erecto y con un bajo número de ramas.

Las plantas tipo I se observó que el tallo principal junto a las ramas laterales terminaron en una inflorescencia la cual al expresarse el crecimiento se detuvo. Su etapa de floración y madurez fue relativamente rápida. Las plantas tipo II continuaron con su crecimiento en los tallos luego de ocurrida la floración.

Para la evaluación de los resultados es necesario tener en cuenta las condiciones ambientales porque influyen en la expresión del hábito. Espinoza (2009) considera que puede no ser constante el hábito de crecimiento que pueden presentar pues cita algunas variedades con un hábito de crecimiento tipo III bajo condiciones ambientales del CIAT, puede tener hábitos semejantes a los tipos II y IV en otros ambientales. Otros factores de variación del hábito de crecimiento son la fertilidad del suelo, la densidad de población, la presencia de tutor y el sistema de cultivo.

#### **4.11 VIGOR Y CARGA DE PLANTAS**

Los resultados de estas dos características cualitativas se encuentran en la Tabla 17 y se registraron según la apariencia de las plantas seleccionadas al azar poco antes de empezar

su cosecha. Las escalas utilizadas están descritas en el punto 3.7. El vigor de las planta se evaluó cuando alcanzaron su máximo desarrollo y se consideró el hábito de crecimiento que presentó. La evaluación de la carga de las plantas se hizo considerando el número de vainas producidas antes de ser cosechadas y se observó que las líneas con mayor carga fueron las que presentaron mayor senescencia foliar; esto según el CIAT sucede aparentemente porque hay mayor removilización de nutrientes de las hojas.

Las líneas del grupo de frijoles RJ presentaron en promedio un vigor categorizado como muy bueno donde predominaron plantas de buena carga destacando SCR 27, SCR 29, SCR 49, SCR 62, SCR 65, SCR 72, SCR 74, SER 327, SER 328, SER 329, SER 355, SER 372 y SER 373. Las líneas del grupo de frijoles CAR presentaron un vigor categorizado como regular y una buena carga donde destacaron SMC 4, SXB 409, SXB 410, SXB 414 y SXB 415. Las líneas del grupo de frijoles CBR y ALU presentaron buen vigor y una buena carga destacando SAB 568, SAB 570, SÁB 626, SÁB 630, SÁB 682, SÁB 687, SÁB 692, SAB 701 y SÁB 730 para las primeras y SAA 18, SAA 20, SAA 23, SAB 576, SAB 577, SAB 703 para las últimas.

#### **4.12 COLOR DE VAINA A LA MADUREZ FISIOLÓGICA**

Los resultados se encuentran en la Tabla 17 y se determinó en el momento en el que las vainas se encontraban totalmente llenas y antes que sean cosechadas. Las líneas del grupo de frijoles RJ presentaron a la madurez fisiológica una vaina color crema pajizo, las líneas de los grupos de frijoles CAR y CBR presentaron una vaina color crema jaspeado con rosado, mientras que las líneas de los grupos de frijoles ALU y PAN presentaron una vaina color amarillo claro.

#### **4.13 COLOR, LUSTRE (BRILLO) Y TAMAÑO DE GRANOS**

El color, brillo y tamaño de los granos obtenidos de las líneas evaluadas se registraron una vez culminada la cosecha del cultivo y los resultados se encuentran en la Tabla 17.

Las líneas del grupo RJ presentaron granos color rojo donde predominaron semillas brillosas y de tamaño mediano como es el caso de las líneas BFS 10, BFS 29, BFS 85, SCR 45, SCR 51, SER 346, SER 353, SMR 110 y SMR 125.

Las líneas del grupo CAR presentaron granos color bayo donde predominaron semillas opacas y de tamaño grande como las que presentaron SMC 44, SMC 47, SMC 101, SXB 410, SXB 414, SXB 415 y SXB 746.

Las líneas del grupo CBR presentaron granos color rojo moteado donde predominaron semillas opacas y de tamaño mediano como es el caso de SAB 568, SAB 570, SAB 626, SAB 691, SAB 694, SAB 729 y SAB 730.

Las líneas del grupo ALU presentaron granos color blanco donde predominaron semillas brillosas y de tamaño mediano como es el caso de SAA 23, SAB 576, SAB 578, SAB 703 y SAB 704.

Las líneas del grupo PAN presentaron granos color blanco donde predominaron semillas brillosas y de tamaño pequeño como las que presentaron SEC 20, SEC 24, NAE 13, NAE 60, NAE 78 y NAE 87.

#### **4.14 INCIDENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES**

Los daños que se evaluaron fueron los causados por los gusanos de tierras, *Omiodes indicata*, *Crociosema aporema* y *Liriomyza huidobrensis*. En cuanto a las enfermedades solo se registró el daño producido por la roya al finalizar el crecimiento del cultivo. Finalmente se evaluaron la reacción de las plantas frente a factores abióticos tales como sequía, suelo y temperatura. Datos registrados en la Tabla 18.

##### **4.14.1 FRIJOLES ROJOS (RJ)**

Un 70% de las plantas de este grupo de líneas fue resistente al daño producido por los gusanos de tierras mientras que el 30% restante mostró una resistencia intermedia. Los daños producidos por *Omiodes indicata* y *Liriomyza huidobrensis* afectaron de manera intermedia casi el 30% del total de plantas y un 67% restante mostró resistencia. En cuanto a la incidencia de *Crociosema aporema*, solo un 6% fue muy susceptible a su ataque mientras que un 28% fue atacado de manera intermedia.

La roya solo afectó a un 19% de la población mientras que el resto de plantas no mostraron ningún daño. Sin embargo, los factores abióticos al parecer sí influyeron en el desarrollo de estas líneas pues solo un 30% creció de manera uniforme.

#### **4.14.2 FRIJOLES CRANBERRY (CBR)**

Un 71% de las plantas de este grupo de líneas fue resistente al daño producido por los gusanos de tierras mientras que el 29% restante fue susceptible. El 23% de la población fue susceptible al ataque de *Omiodes indicata* y *Liriomyza huidobrensis* y un 36% la resistió. *Crociosema aporema* no tuvo mayor incidencia en las líneas pues un 65% fue resistente a ella; sin embargo, la roya sí tuvo repercusiones en un 41% de la población. Los efectos frente a los factores abióticos se notaron en buena parte del cultivo pues casi el 80% de estas líneas se vieron afectados por éstos de manera crónica e intermedia.

#### **4.14.3 FRIJOLES CARIOCAS (CAR)**

Los gusanos de tierra no dañaron el 46% de las plantas al inicio del cultivo mientras que un 54% sí se vio afectado. Los daños de *Liriomyza huidobrensis* y *Crociosema aporema* se vieron en casi el 54% de líneas y solo un 15% y 31% respectivamente resistieron a ellas. Un 53% de la población fue resistente a la presencia de *Omiodes indicata* afectando de manera crónica a un 15% de ellas. La roya tuvo incidencia en el 23% de las líneas de este grupo y el resto fue resistente a su presencia hasta finalizar la campaña. En cuanto a los factores abióticos, se notó que solo un 23% de la población creció de manera uniforme mientras que el resto sí se vio influenciado por éstos.

#### **4.14.4 FRIJOLES ALUBIA (ALU)**

Un 80% de toda la población resistió muy bien al ataque de todas las plagas evaluadas y a la roya registrándose bajos porcentajes de daños para los gusanos de tierra, *Omiodes indicata*, *Liriomyza huidobrensis* y *Crociosema aporema* con un 20% de plantas afectadas para cada una y un 10% con presencia de roya. Los factores abióticos solo influyeron en un 50% de la población.

#### **4.14.5 FRIJOLES PANAMITO (PAN)**

El 70% de estas líneas no fueron afectadas por los gusanos de tierra, pero un 50% de ellas presentó daños de *Crociosema aporema* y *Omiodes indicata*. El 40% de ellas fue afectada de manera media por *Liriomyza huidobrensis*. La presencia de roya solo se vio en un 20% de la población pero fueron los factores abióticos los que sí influyeron en el crecimiento homogéneo de las plantas pues casi un 70% de las líneas se vieron afectados por ellos.

**Tabla 17: Características cualitativas de los cinco grupos evaluados de frijol común.**

Grupo de frijol	H.C.	Vigor	Carga	Color vaina a madurez fisiológica	Color grano	Lustre del grano	Tamaño grano
<b>RJ</b>	II	3	20% B, 80% MB	Crema pajizo	Rojo	76% Brillante, 23% Opaco	21% Grande, 68% Mediano, 11% Pequeño
<b>CAR</b>	II	3	53% P, 46% B	Crema jaspeado con rosado	Bayo	100% Opaco	53% Grande, 46% Mediano
<b>CBR</b>	I	3	100% B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	100% Opaco	46% Grande, 53% Mediano
<b>ALU</b>	I	3	100% B	Amarillo claro	Blanco	100 % Brillante	50% Grande, 50% Mediano
<b>PAN</b>	II	4	90% P, 10% MB	Amarillo claro	Blanco	100 % Brillante	20% Mediano, 80% Pequeño

RJ: Grupo de frijoles rojos  
 CAR: Grupo de frijoles carioca  
 CBR: Grupo de frijoles cranberry  
 ALU: Grupo de frijoles alubia  
 PAN: Grupo de frijoles panamito  
 HC: Hábito de crecimiento

MB: Muy buena  
 B: Buena  
 P: Pobre

**Tabla 18: Evaluación de sanidad a los cinco grupos de frijoles**

<b>GRUPO DE FRIJOLES</b>	<b>Gusanos tierra</b>	<b><i>Omiodes indicata</i></b>	<b><i>Crocidosema aporema</i></b>	<b><i>Liriomyza huidobrensis</i></b>	<b>Roya</b>
<b>RJ</b>	70% R	69% R	66% R	66% R	81% R
	30% I	31% I	28% I, 6% S	34% I	19% I
<b>CBR</b>	71% R	36% R	65% R	36% R	53% R
	29% S	41% I, 23% S	23% I, 12% S	41% I, 23% S	41% I, 6% S
<b>CAR</b>	46% R	54% R	23% R	54% R	77% R
	54% S	31% I, 15% S	23% I, 54% S	31% I, 15% S	23% I
<b>ALU</b>	80% R	80% R	80% R	80% R	90% R
	20% S	20% I	20% I	20% I	10% I
<b>PAN</b>	70% R	50% R	50% I	60% R	80% R
	30% S	50% I	50% S	40% I	20% I

S: susceptible al daño  
 I: resistencia intermedia  
 R: resistente al daño  
 RJ: Grupo de frijoles rojos  
 CAR: Grupo de frijoles carioca  
 CBR: Grupo de frijoles cranberry

PAN: Grupo de frijoles panamito  
 ALU: Grupo de frijoles alubia  
 HC: Hábito de crecimiento

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento se concluye:

- Las líneas de frijol introducidas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical que respondieron mejor a las condiciones en las que fueron evaluadas pertenecen a los grupos de frijoles rojos (RJ) y frijoles alubia (ALU) seguidos del grupo de frijoles cranberry (CRB) pues mostraron la mayor producción de número de vainas, granos por vaina, rendimiento de grano y precocidad. Por otro lado, los grupos de frijoles carioca (CAR) y frijoles panamito (PAN) no prosperaron debido a que las temperaturas registradas durante la campaña del cultivo fueron menores que sus requerimientos.
- De los cinco grupos evaluados, los frijoles rojos (RJ) obtuvieron el mayor rendimiento de grano con un promedio de 8.12; sin embargo, ninguno de estos grupos superaron a sus respectivos testigos.
- En el grupo de frijoles rojos (RJ) se encontró una correlación medianamente significativa y positiva para los parámetros vainas por planta, longitud de vaina, lóculos por vaina, grano por vaina y peso de semillas. En el grupo de frijoles cariocas (CAR) se encontró una correlación altamente significativa para longitud de vaina y vainas por planta. El grupo de frijoles cranberry (CBR) presentó una correlación altamente significativa para los parámetros altura de planta, lóculos por vaina y granos por vaina.  
Para los frijoles alubia (ALU) se encontró una correlación altamente positiva para el parámetro granos por vaina y negativa para días a la floración. Finalmente, el grupo de frijoles panamito (PAN) presentó una correlación muy alta y positiva para el parámetro longitud de vaina.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Los resultados obtenidos en el presente estudio son válidos para las condiciones de costa central durante la época primavera – verano, por lo que se recomienda realizar el mismo ensayo en otras localidades y en épocas de siembra distintas para determinar las condiciones óptimas tanto edáficas, hídricas y climáticas en las que éstas líneas de frijol se desenvuelvan en su máxima capacidad.
- Los datos de las evaluaciones realizadas no logran superar los promedios registrados por sus testigos. Sin embargo, con un adecuado manejo desde el primer riego hasta la última dosis de fertilizante y en el momento adecuado, pueden llegar a superarlas.
- Se recomienda realizar investigaciones en el mejoramiento genético de los cinco grupos de frijoles evaluados para poder obtener semillas mejoradas y de alta productividad, sobre todo con los frijoles RJ y ALU las cuales respondieron bien a las condiciones descritas.
- Continuar con la investigación de líneas promisorias de frijol para poder brindar al agricultor genotipos que puedan ser resistentes no solo al déficit de agua o problemas edáficos, sino también a plagas y enfermedades mediante ensayos de densidad de siembra, frecuencias de riego y fertilización para determinar el potencial de rendimiento y mejorar el manejo agronómico de las líneas en estudio

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Belzussarre, R. (1997). Evaluación fenológica en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 70 pp.

Bruno, A. (1990). Leguminosas alimenticias. Editorial Fraele S.A. CONCYTEC. Lima, Perú.

Calzada, J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación.

Camarena, F. (1981). Producción y manejo de la semilla mejorada de frijol.

Camarena, F; Huaranga, A; Mostacero, E. (2009). Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Primera Edición, UNALM – CONCYTEC. 232 pp.

Cántaro, H. (2015). Efectividad simbiótica de 2 cepas de *Rhizobium* sp. en 4 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 155 pp.

Cerón, J. (2016). Parámetros fisiológicos en cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 95 pp.

Chuappe, V. (1981). Requerimientos ambientales del frijol. Copias mimeografiadas de la UNALM. 45 pp.

CIAT. (1982). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Cali, Colombia. 26 pp.

CIAT. (1984). Morfología de la planta de frijol común. Guía de estudio. Cali, Colombia. 47 pp.

CIAT. (1994). Problemas de producción de frijol en los trópicos. Cali, Colombia 805 pp.

Cubero, J; Moreno, M. (1983). Leguminosas de grano. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España. 359 pp.

Del Carpio, R. (1983). Informe anual

- Díaz, P. (2002). Evaluación preliminar de rendimiento de grano seco de variedades introducidas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 120 pp.
- Espinoza, E. (2009). Evaluación de 16 genotipos seleccionados en dos densidades de siembra de frijol Canario cv. Centenario (*Phaseolus vulgaris* L.) por su calidad y rendimiento en condiciones de Costa central. Tesis para optar el título de Magister Scientiae en la especialidad de Producción Agrícola. La Molina, Perú. 179 pp.
- Flores, L. (2002). Evaluación de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Canario en condiciones de costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 86 pp.
- Flores, M; Vilcapoma, G. Manual práctico de Botánica Sistemática. UNALM. La Molina, Perú.
- Gálvez, H. (2013). Ensayo preliminar del rendimiento de trece variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano rojo en costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 96 pp.
- García, N. (2005). Evaluación de 16 genotipos de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) en siembras de invierno y primavera en la costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 63 pp.
- Gutarra, M. (1993). Ensayo comparativo y evaluación de características agronómica en 10 cultivares de frijol grano rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) para la costa central Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 130 pp.
- Gutiérrez, F. (2008). Comportamiento de seis líneas promisorias de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo canario en siembra de invierno en costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 84 pp.
- IICA – RED. (2009). Guía técnica para el cultivo del frijol. Boaco, Nicaragua. 22 pp.
- Laing, D. (1979). Adaptación del frijol común, CIAT-Curso Colombia.
- Lardizabal, R; Arias, S; Segura, R. (2013). Manual de producción de frijol. USAID. 24 pp.

- Lázaro, R. (2000). Ensayo agronómico de 20 cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Panamito de grano pequeño en condiciones de verano. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 94 pp.
- Mamani, P. (2000). Efecto de la fertirrigación NPK en el rendimiento de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo riego localizado de alta frecuencia: goteo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 98 pp.
- Meléndez, D. (2007). Evaluación de comportamiento agronómico de variedades de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.) en siembra de invierno en Costa Central. La Molina, Perú. 68 pp.
- MINAGRI (2015). Anuario de producción agrícola.
- Nicho, P. (2008). Ensayo morfo agronómico de 14 cultivares de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa central, campaña verano. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 52 pp.
- Pumalpa, I. (2016). Caracterización fenotípica de líneas avanzadas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis para optar el título de Magister Scientiae en la especialidad de Mejoramiento Genético de plantas. La Molina, Perú. 118 pp.
- Ramírez, J. (2008). Ensayo preliminar de rendimiento en líneas promisorias de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Canario en condiciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 82 pp.
- Segovia, R. (1999). Evaluación de la adaptación y rendimiento de 16 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano rojo pequeño en costa central del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 65 pp.
- Singh, S. (1999). Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 405 pp.
- Tobaru, J. (2001). Efecto de diferentes manejos agronómicos en el rendimiento y calidad de grano del frijol UNAGEM 2. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 92 pp.
- Valladolid, A. 1993. El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. INIA. Lima, Perú. 116 pp.

Valenzuela, J. (1991). Estudio de simulación de manejo agronómico en el frijol blanco Larán bajo condiciones de siembra de verano. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 95 pp.

Voyset, O. (2000). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): Legado de variedades de América Latina 1930-1999. CIAT, Colombia. 195 pp.

Zárate, V. (2000). Adaptación preliminar de 49 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de costa central. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Molina, Perú. 83 pp.

**ANEXO 1: Relación de las 130 líneas promisorias de frijol común proporcionado por el CIAT y las 5 variedades testigos proporcionados por el PGLO**

LINEAS DEL CIAT								
N°	Código	Grupo de frijoles						
1	BFS 10	Rojo	35	SCR 62	Rojo	72	SMR 110	Rojo
2	BFS 29	Rojo	36	SCR 64	Rojo	73	SMR 111	Rojo
3	BFS 32	Rojo	37	SCR 65	Rojo	74	SMR 113	Rojo
4	BFS 39	Rojo	38	SCR 72	Rojo	75	SMR 115	Rojo
5	BFS 84	Rojo	39	SCR 74	Rojo	76	SMR 119	Rojo
6	BFS 85	Rojo	40	SCR 76	Rojo	77	SMR 122	Rojo
7	BFS 89	Rojo	41	SCR 77	Rojo	78	SMR 125	Rojo
8	BFS 95	Rojo	42	SER 327	Rojo	79	SMR 126	Rojo
9	BFS 121	Rojo	43	SER 328	Rojo	80	SMR 128	Rojo
10	BFS 129	Rojo	44	SER 329	Rojo	81	SMC 33	Carioca
11	BFS 141	Rojo	45	SER 330	Rojo	82	SMC 34	Carioca
12	BFS 142	Rojo	46	SER 333	Rojo	83	SMC 36	Carioca
13	BFS 143	Rojo	47	SER 340	Rojo	84	SMC 41	Carioca
14	SCR 4	Rojo	48	SER 345	Rojo	85	SMC 44	Carioca
15	SCR 9	Rojo	49	SER 346	Rojo	86	SMC 45	Carioca
16	SCR 21	Rojo	50	SER 353	Rojo	87	SMC 47	Carioca
17	SCR 23	Rojo	51	SER 355	Rojo	88	SMC 101	Carioca
18	SCR 26	Rojo	52	SER 357	Rojo	89	SXB 409	Carioca
19	SCR 27	Rojo	53	SER 358	Rojo	90	SXB 410	Carioca
20	SCR 29	Rojo	54	SER 359	Rojo	91	SXB 414	Carioca
21	SCR 42	Rojo	55	SER 365	Rojo	92	SXB 415	Carioca
22	SCR 44	Rojo	56	SER 367	Rojo	93	SXB 746	Carioca
23	SCR 45	Rojo	57	SER 371	Rojo	94	SAB 568	Cranberry
24	SCR 47	Rojo	58	SER 372	Rojo	95	SAB 570	Cranberry
25	SCR 48	Rojo	59	SER 373	Rojo	96	SAB 624	Cranberry
26	SCR 49	Rojo	60	SER 374	Rojo	97	SÁB 626	Cranberry
27	SCR 50	Rojo	61	SER 376	Rojo	98	SÁB 630	Cranberry
28	SCR 51	Rojo	62	SER 378	Rojo	99	SÁB 682	Cranberry
29	SCR 52	Rojo	63	SMR 87	Rojo	100	SÁB 684	Cranberry
30	SCR 54	Rojo	64	SMR 89	Rojo	101	SÁB 685	Cranberry
31	SCR 57	Rojo	65	SMR 90	Rojo	102	SÁB 687	Cranberry
32	SCR 58	Rojo	66	SMR 94	Rojo	103	SÁB 691	Cranberry
33	SCR 59	Rojo	67	SMR 97	Rojo	104	SÁB 692	Cranberry
34	SCR 61	Rojo	68	SMR 98	Rojo	105	SÁB 693	Cranberry
			69	SMR 100	Rojo	106	SÁB 694	Cranberry
			70	SMR 105	Rojo	107	SÁB 695	Cranberry
			71	SMR 107	Rojo	108	SAB 701	Cranberry

<b>109</b>	SÁB 729	Cranberry
<b>110</b>	SÁB 730	Cranberry
<b>111</b>	SAA 18	Alubia
<b>112</b>	SAA 19	Alubia
<b>113</b>	SAA 20	Alubia
<b>114</b>	SAA 21	Alubia
<b>115</b>	SAA 23	Alubia
<b>116</b>	SAB1 576	Alubia
<b>117</b>	SAB1 577	Alubia
<b>118</b>	SAB1 578	Alubia

<b>119</b>	SAB1 703	Alubia
<b>120</b>	SAB1 704	Alubia
<b>121</b>	SEC 20	Panamito
<b>122</b>	SEC 24	Panamito
<b>123</b>	NAE 6	Panamito
<b>124</b>	NAE 13	Panamito
<b>125</b>	NAE 24	Panamito
<b>126</b>	NAE 40	Panamito
<b>127</b>	NAE 60	Panamito
<b>128</b>	NAE 70	Panamito

<b>129</b>	NAE 78	Panamito
<b>130</b>	NAE 87	Panamito

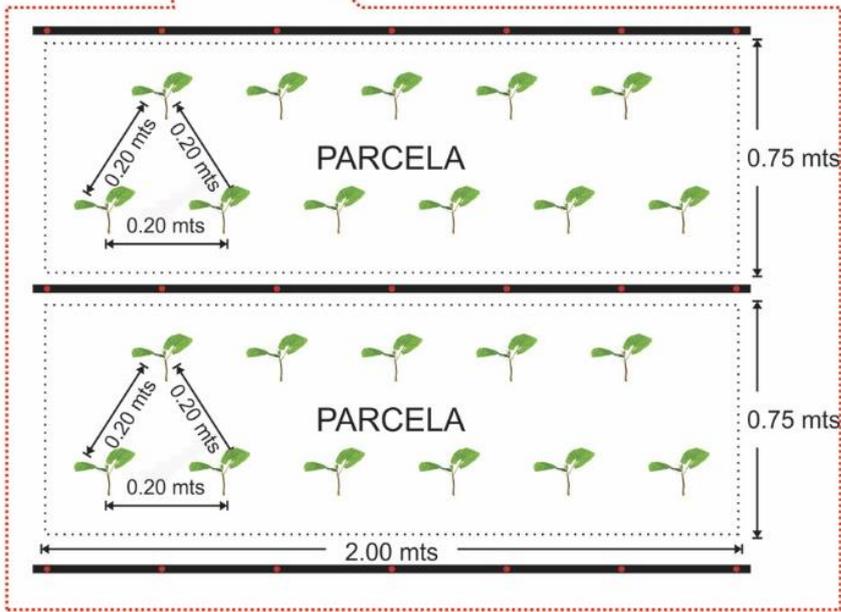
<b>TESTIGOS DEL PGLO</b>	
<b>1</b>	Cramberry
<b>2</b>	Canario
<b>3</b>	Caraota
<b>4</b>	Red kidney
<b>5</b>	Caballero argentino

## ANEXO 2: Croquis del Campo Experimental La Molina ubicado en el INIA

COLUMNA: 1 2 3 4 5 6 7

RJ	RJ	CR	RJ	PAN	CB	CAR-T
RJ	RJ	CR	RJ	PAN	CB	CAR-T
RJ	RJ	CR	RJ	PAN	CB	CAR-T
RJ	RJ	CR	RJ	PAN	CB	CAR-T
RJ	RJ	CR	RJ	PAN	CB	CAR-T
RJ	RJ	RJ	RJ	PAN	CB	RK-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CB	RK-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CB	RK-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CAN-T	RK-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CAN-T	RK-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CAN-T	CAB-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CAN-T	CAB-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CAN-T	CAB-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CAN-T	CAB-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CAN-T	CAB-T
RJ	RJ	RJ	RJ	BL	CAN-T	CAB-T
RJ	CR	RJ	RJ	CB	CAN-T	CRB-T
RJ	CR	RJ	RJ	CB	CAN-T	CRB-T
RJ	CR	RJ	RJ	CB	CAN-T	CRB-T
RJ	CR	RJ	PAN	CB	CAN-T	CRB-T
RJ	CR	RJ	PAN	CB	CAN-T	CRB-T

- RJ** Líneas rojas
- CR** Líneas carioca
- CB** Líneas cramberry
- PAN** Líneas panamito
- BL** Líneas alubias
- CAN-T** Testigo Canario
- CAR-T** Testigo Caraota
- RK-T** Testigo Red kidney
- CAB-T** Testigo Cab. Argentino
- CRB-T** Testigo Cramberry



### ANEXO 3: Cronograma de labores realizadas durante la campaña

FECHA	DDS	ACTIVIDAD	DESCRIPCION
4/11/2015	0	Siembra de material CIAT	Manual
		Siembra de material PLGO	Manual
5/11/2015	1	Aplicación Afalon (Herbicida)	100 ml / mochila 20 litros
9/11/2015	5	1er Riego	1.5 horas
10/11/2015	6	Resiembra	Manual
13/11/2015	9	Protección de plantas emergentes	Hojarasca para reducir daño
16/11/2015	12	2do Riego	1.5 horas
19/11/2015	15	Aplicación Dorsan (Insecticida)	40 ml /mochila 20 litros
20/11/2015	16	Evaluación de campo y deshierbo	Manual
		Aplicación AmiPANet (Aminoácidos)	200 ml / mochila de 20 litros
24/11/2015	20	Colocación de trampas amarillas	
		3er Riego	1 hora
27/11/2015	23	Aplicación AmiPANet (Aminoácidos)	200 ml / mochila de 20 litros
		Aplicación Triggrr foliar	
1/12/2015	27	(Bioestimulante)	20 ml / mochila de 20 litros
2/12/2015	28	4to Riego	1.5 horas
7/12/2015	33	Aplicación Gramoxone (Herbicida)	80 ml / mochila de 20 litros
		Evaluación de campo y deshierbo	
9/12/2015	35	Aplicación Tamaron (Insecticida)	40 ml /mochila 20 litros
11/12/2015	37	Deshierbo	Manual
		1ra dosis Fertirriego	
14/12/2015	40	Colocación de trampas amarillas	
18/12/2015	44	2da dosis Fertirriego	
21/12/2015	47	Deshierbo	Manual
		Aplicación Triggrr foliar	
22/12/2015	48	(Bioestimulante)	20 ml / mochila de 20 litros
24/12/2015	50	3ra dosis Fertirriego	
28/12/2015	54	Evaluación de campo y deshierbo	
30/12/2015	56	4ta dosis Fertirriego	
4/01/2016	61	Aplicación Stermin (Insecticida)	40 ml /mochila 20 litros
5/01/2016	62	Desmalezado	Manual
11/01/2016	68	5to Riego	1 hora
14/01/2016	71	Inicio de la cosecha	Manual
18/01/2016	106	Fin de la cosecha	Manual

**ANEXO 4: Promedios de parámetros evaluados en 130 líneas promisorias de frijol proporcionadas por el CIAT y 5 testigos comerciales proporcionadas por el PLGO**

<b>Grupo frijol</b>	<b>Línea</b>	<b>DF</b>	<b>DC</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>LV (cm)</b>	<b>V/P</b>	<b>L/V</b>	<b>G/V</b>	<b>P100S (g)</b>	<b>Rdto</b>
RJ-BFS	BFS 10	55	75	15.40	7.22	3.17	3.23	2.46	44.50	4.90
RJ-BFS	BFS 29	47	71	14.08	7.14	2.80	3.88	3.30	43.00	5.16
RJ-BFS	BFS 32	55	75	15.16	5.04	4.00	3.23	3.79	40.50	7.29
RJ-BFS	BFS 39	58	78	14.00	7.18	2.85	3.12	2.46	46.40	3.25
RJ-BFS	BFS 84	60	78	15.82	5.08	3.71	4.15	3.52	42.50	6.38
RJ-BFS	BFS 85	55	84	13.94	8.10	3.15	4.02	3.29	47.50	6.18
RJ-BFS	BFS 89	52	71	19.02	10.26	4.80	4.07	3.56	43.00	8.60
RJ-BFS	BFS 95	58	92	20.08	11.60	6.43	4.01	3.41	46.40	8.82
RJ-BFS	BFS 121	60	90	19.70	9.40	8.33	4.27	3.87	43.40	8.68
RJ-BFS	BFS 129	52	90	14.88	8.58	6.75	3.90	3.36	43.00	7.74
RJ-BFS	BFS 141	47	84	17.82	9.80	3.80	3.93	3.53	44.60	3.57
RJ-BFS	BFS 142	47	92	15.38	7.30	3.50	3.33	2.56	41.00	3.69
RJ-BFS	BFS 143	52	71	15.17	8.18	4.33	3.58	3.17	47.40	12.32
RJ-S	SCR 4	45	71	15.32	8.02	4.20	4.40	3.67	52.50	5.78
RJ-S	SCR 9	45	75	23.50	6.76	3.60	4.28	3.87	47.50	7.60
RJ-S	SCR 21	48	75	24.42	6.58	5.33	3.83	3.35	47.50	8.08
RJ-S	SCR 23	50	96	24.76	6.18	4.00	3.93	3.26	50.00	6.50
RJ-S	SCR 26	52	98	15.92	4.60	3.36	2.79	2.39	52.00	3.64
RJ-S	SCR 27	50	98	31.00	10.22	9.57	4.03	3.71	48.00	10.08
RJ-S	SCR 29	52	90	33.06	9.62	13.50	3.95	3.35	53.00	10.07
RJ-S	SCR 42	43	84	31.14	8.54	4.14	3.53	3.03	45.00	7.20
RJ-S	SCR 44	40	71	32.73	10.16	4.75	3.94	3.21	57.60	9.79
RJ-S	SCR 45	50	90	35.62	9.84	7.50	4.06	3.41	47.00	9.40
RJ-S	SCR 47	52	90	23.34	7.50	3.33	4.03	3.32	48.40	6.78
RJ-S	SCR 48	55	84	32.92	10.78	4.00	4.17	3.70	51.00	10.20
RJ-S	SCR 49	55	98	36.52	9.78	7.56	3.98	3.39	50.00	10.50
RJ-S	SCR 50	43	78	29.12	9.16	5.75	4.10	3.60	42.50	8.93
RJ-S	SCR 51	40	78	27.83	9.12	6.75	3.33	3.36	45.00	7.65
RJ-S	SCR 52	50	90	31.20	9.06	4.29	3.79	3.02	45.00	3.60
RJ-S	SCR 54	48	84	29.40	7.06	3.17	2.75	2.54	43.20	3.89
RJ-S	SCR 57	48	86	35.08	7.82	7.83	3.20	3.10	45.00	7.65
RJ-S	SCR 58	55	98	28.10	5.18	3.91	3.71	3.40	52.00	6.24
RJ-S	SCR 59	50	86	25.98	5.08	3.17	4.07	3.64	47.00	5.64
RJ-S	SCR 61	50	86	25.65	5.66	5.75	3.60	3.20	50.00	9.50
RJ-S	SCR 62	45	86	37.17	7.52	11.67	4.13	3.33	51.00	9.18
RJ-S	SCR 64	40	75	28.78	8.42	5.75	3.68	2.92	47.50	7.13
RJ-S	SCR 65	43	78	37.14	11.02	11.20	4.04	3.36	43.50	7.83

Continuación del Anexo 4

RJ-S	SCR 72	48	78	37.02	11.76	12.86	3.66	3.09	48.50	8.25
RJ-S	SCR 74	43	71	35.00	11.74	8.25	3.83	3.45	47.30	9.46
RJ-S	SCR 76	48	84	31.34	10.00	6.14	3.78	3.54	45.00	8.55
RJ-S	SCR 77	45	75	28.68	9.64	4.40	4.55	3.99	52.00	11.96
RJ-S	SER 327	43	75	33.30	11.88	12.18	4.05	3.55	52.00	10.40
RJ-S	SER 328	43	75	30.86	11.86	9.36	3.54	3.29	47.00	8.93
RJ-S	SER 329	50	100	35.42	10.50	12.27	3.87	3.37	45.00	8.55
RJ-S	SER 330	55	100	30.92	9.40	7.80	3.86	3.24	45.00	8.10
RJ-S	SER 333	45	82	25.26	9.02	4.00	3.85	3.50	48.50	7.76
RJ-S	SER 340	45	82	26.10	11.08	3.50	3.88	3.56	43.00	5.16
RJ-S	SER 345	50	96	20.22	5.56	3.67	3.81	3.60	53.00	7.95
RJ-S	SER 346	55	100	24.22	10.42	7.00	3.40	2.96	49.00	7.84
RJ-S	SER 353	53	100	24.17	10.30	10.33	3.53	3.00	55.00	8.80
RJ-S	SER 355	53	96	28.13	9.94	11.75	4.35	3.90	48.50	10.19
RJ-S	SER 357	53	96	20.12	7.36	3.71	3.73	3.27	49.00	6.37
RJ-S	SER 358	43	75	18.70	12.30	6.00	3.92	3.51	44.50	8.46
RJ-S	SER 359	43	75	22.58	10.50	4.10	3.74	3.42	52.50	8.40
RJ-S	SER 365	55	92	19.78	10.30	3.50	4.04	3.64	47.00	7.52
RJ-S	SER 367	47	82	19.78	7.00	5.67	3.98	3.49	50.50	9.60
RJ-S	SER 371	47	82	16.86	9.58	5.17	4.11	3.53	56.00	10.64
RJ-S	SER 372	50	92	36.50	11.84	12.15	3.95	3.48	43.50	8.27
RJ-S	SER 373	50	92	37.12	12.00	14.92	4.11	3.63	45.00	9.45
RJ-S	SER 374	48	92	26.62	11.16	6.40	4.00	3.68	46.90	10.32
RJ-S	SER 376	47	96	26.53	12.46	7.38	3.64	3.12	52.00	9.88
RJ-S	SER 378	48	96	19.68	8.02	5.67	3.80	3.45	55.00	11.55
RJ-SM	SMR 87	53	77	19.78	8.24	4.00	3.84	3.44	48.50	8.25
RJ-SM	SMR 89	50	77	21.62	9.96	6.83	3.90	3.43	50.00	9.50
RJ-SM	SMR 90	60	90	23.50	10.08	8.14	3.74	3.29	42.00	8.40
RJ-SM	SMR 94	53	80	23.28	12.14	5.20	4.05	3.60	45.50	8.65
RJ-SM	SMR 97	52	77	23.38	9.18	6.56	3.75	3.20	50.00	9.50
RJ-SM	SMR 98	62	84	24.62	9.48	6.78	3.84	3.49	52.00	10.40
RJ-SM	SMR 100	62	84	22.24	10.00	4.83	3.89	3.60	48.00	8.64
RJ-SM	SMR 105	52	80	21.70	11.24	7.00	3.60	3.25	45.00	8.55
RJ-SM	SMR 107	58	84	17.08	6.50	3.00	4.00	3.58	42.40	5.09
RJ-SM	SMR 110	52	82	19.28	10.90	5.60	4.18	3.90	47.00	9.87
RJ-SM	SMR 111	53	82	21.35	11.50	8.00	4.00	3.55	42.00	7.98
RJ-SM	SMR 113	55	90	24.64	11.98	4.78	4.03	3.57	41.50	7.47
RJ-SM	SMR 115	55	90	19.22	11.70	5.71	4.05	3.45	47.00	8.93
RJ-SM	SMR 119	58	90	21.25	10.30	5.50	4.30	4.00	55.00	11.00
RJ-SM	SMR 122	60	98	21.58	9.66	5.67	3.78	3.54	53.00	11.13
RJ-SM	SMR 125	60	98	21.28	8.60	7.88	3.67	3.35	42.00	7.98

Continuación del Anexo 4

RJ-SM	SMR 126	58	98	19.78	8.72	6.00	3.79	3.38	41.50	8.30
RJ-SM	SMR 128	53	80	21.90	8.62	6.00	3.60	3.37	45.00	8.10
CAR	SMC 33	62	81	19.93	8.90	1.33	4.67	3.67	48.50	3.88
CAR	SMC 34	65	103	19.43	8.70	1.75	3.88	3.63	46.00	3.22
CAR	SMC 36	60	84	22.14	11.52	2.60	3.50	2.57	50.00	3.50
CAR	SMC 41	60	84	20.13	10.80	2.50	3.58	3.08	47.50	4.75
CAR	SMC 44	65	103	19.72	10.22	2.60	3.97	3.33	55.00	4.40
CAR	SMC 45	58	96	18.20	9.08	1.88	3.88	3.56	52.50	4.73
CAR	SMC 47	58	81	15.68	10.30	2.75	3.21	2.54	56.50	4.52
CAR	SMC 101	58	96	15.00	10.34	2.50	3.71	3.04	57.00	4.56
CAR	SXB 409	55	81	22.46	11.86	8.00	4.04	3.67	47.00	9.40
CAR	SXB 410	62	92	24.10	11.50	6.43	4.02	3.64	52.00	11.96
CAR	SXB 414	55	84	19.56	11.70	2.83	3.81	3.78	55.00	6.05
CAR	SXB 415	62	92	25.54	11.80	4.29	4.23	3.70	55.00	8.80
CAR	SXB 746	62	103	26.55	10.02	3.50	3.94	3.42	54.00	5.94
CBR	SAB 568	55	84	20.62	12.18	4.33	3.45	2.99	50.00	4.00
CBR	SAB 570	70	103	18.98	12.18	4.75	4.21	3.40	52.30	4.18
CBR	SAB 624	70	103	21.10	12.46	3.67	4.39	4.00	52.00	6.76
CBR	SÁB 626	58	84	20.65	12.08	5.00	4.33	3.46	51.50	4.64
CBR	SÁB 630	66	90	20.83	11.80	5.00	3.92	3.42	50.00	5.00
CBR	SÁB 682	60	90	20.38	12.26	3.80	4.40	3.43	55.00	4.40
CBR	SÁB 684	55	84	20.28	12.20	4.60	4.90	3.63	58.00	5.80
CBR	SÁB 685	60	92	19.24	12.48	2.56	4.74	3.46	56.00	5.04
CBR	SÁB 687	62	90	21.57	11.52	5.33	4.39	3.83	53.00	7.42
CBR	SÁB 691	60	92	20.54	11.96	2.83	4.63	3.50	50.00	6.00
CBR	SÁB 692	55	84	21.40	10.16	2.43	5.00	3.57	48.50	6.79
CBR	SÁB 693	58	84	21.30	11.08	3.14	4.64	3.86	52.00	7.80
CBR	SÁB 694	55	84	21.12	10.98	3.80	4.28	2.95	49.30	2.96
CBR	SÁB 695	66	92	20.27	8.80	2.67	4.44	3.61	55.00	5.50
CBR	SAB 701	60	92	20.88	11.30	3.44	4.65	3.65	53.00	6.36
CBR	SÁB 729	62	90	19.40	9.50	3.33	4.08	3.25	47.00	4.23
CBR	SÁB 730	66	90	21.28	9.60	5.60	4.27	3.46	48.60	5.35
ALU	SAA 18	45	78	31.16	11.00	4.20	4.91	3.53	50.00	7.50
ALU	SAA 19	43	78	29.40	11.28	3.71	4.35	3.35	54.40	8.16
ALU	SAA 20	48	84	29.72	11.74	2.57	4.07	3.14	53.00	5.30
ALU	SAA 21	45	84	32.00	12.18	3.13	4.56	3.45	55.00	7.15
ALU	SAA 23	43	84	32.58	11.20	3.80	4.57	3.69	47.00	7.52
ALU	SAB1 576	50	82	19.58	9.96	3.86	3.39	2.69	47.00	6.58
ALU	SAB1 577	48	75	19.06	10.14	4.33	3.45	2.67	55.50	6.11
ALU	SAB1 578	48	82	19.27	9.60	4.67	4.74	3.48	42.00	6.72
ALU	SAB1 703	45	75	19.00	9.76	3.50	3.88	2.65	48.40	6.29

Continuación del Anexo 4

ALU	SAB1 704	45	78	19.90	8.90	4.50	4.80	3.93	48.00	8.64
PAN	SEC 20	62	82	14.70	7.90	2.50	3.00	2.75	40.00	2.40
PAN	SEC 24	62	82	17.28	7.14	2.50	2.75	2.83	41.50	2.08
PAN	NAE 6	72	106	16.97	7.90	2.67	2.83	2.33	47.40	1.90
PAN	NAE 13	72	106	16.58	8.32	2.50	2.75	2.25	40.00	1.60
PAN	NAE 24	65	82	16.15	8.00	2.00	3.00	2.00	48.00	1.44
PAN	NAE 40	65	82	16.36	7.24	2.33	2.89	2.19	42.30	2.54
PAN	NAE 60	73	106	15.80	6.68	2.25	2.58	2.29	42.00	2.10
PAN	NAE 70	76	98	17.86	9.76	4.38	3.48	2.78	41.50	7.06
PAN	NAE 78	66	98	15.60	6.36	2.14	2.43	1.93	40.00	1.60
PAN	NAE 87	66	98	15.48	6.74	2.25	2.50	1.88	42.40	1.70
CRANBERRY (T)		55	83	33.40	10.40	5.53	4.00	3.70	43.00	16.12
CANARIO (T)		46	75	53.00	8.00	12.40	4.10	3.80	46.40	36.36
CARAOTA (T)		46	75	45.50	8.30	15.00	4.00	3.50	43.50	38.22
RED KIDNEY (T)		55	81	35.60	11.40	8.30	4.30	4.00	45.00	26.42
C. ARGENTINO (T)		50	81	55.40	9.80	8.80	3.50	3.10	44.40	15.10
Promedio total:		54	86	23.88	9.57	5.43	3.87	3.32	48.13	7.73

DF: Días a la floración

DC: Días a la cosecha

AP: Altura de planta

LV: Longitud de vaina

V/P: Vainas por planta

L/V: Lóculos por vaina

G/V: Granos por vaina

P100S: Peso de cien semillas

Rdto: Rendimiento

RJ-BFS: Frijoles rojos - Categoría baja fertilidad y sequía

RJ-S: Frijoles rojos - Categoría sequía

RJ-SM: Frijoles rojos – Categoría sequía y minerales

CAR: Frijoles cariocas

CBR: Frijoles cramberry

ALU: Frijoles alubia

PAN: Frijoles panamito

T: Testigo

**ANEXO 5. Características cualitativas registradas en las 130 líneas promisorias de frijol común provenientes del CIAT**

Línea	Grupo	HC	Vigor	Carga	Color vaina a madurez fisiológica	Color grano	Brillo grano	Tamaño grano
BFS 10	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
BFS 29	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
BFS 32	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	Pe
BFS 39	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
BFS 84	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	Pe
BFS 85	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
BFS 89	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
BFS 95	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
BFS 121	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
BFS 129	RJ	II	4	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
BFS 141	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
BFS 142	RJ	II	4	B	Crema pajizo	Rojo	O	Pe
BFS 143	RJ	II	4	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 4	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SCR 9	RJ	II	4	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 21	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	Pe
SCR 23	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SCR 26	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SCR 27	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 29	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SCR 42	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 44	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SCR 45	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 47	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 48	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SCR 49	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 50	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 51	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 52	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 54	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 57	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SCR 58	RJ	II	4	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SCR 59	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SCR 61	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 62	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 64	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SCR 65	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 72	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M

Continuación del Anexo 5

SCR 74	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SCR 76	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SCR 77	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SER 327	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SER 328	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 329	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	O	M
SER 330	RJ	II	3	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 333	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 340	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SER 345	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SER 346	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 353	RJ	II	3	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 355	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 357	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SER 358	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 359	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SER 365	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 367	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 371	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SER 372	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 373	RJ	II	2	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 374	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SER 376	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SER 378	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SMR 87	RJ	II	4	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SMR 89	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SMR 90	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	Pe
SMR 94	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SMR 97	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SMR 98	RJ	II	3	MB	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SMR 100	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SMR 105	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SMR 107	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	Br	Pe
SMR 110	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SMR 111	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SMR 113	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	Pe
SMR 115	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SMR 119	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SMR 122	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	G
SMR 125	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	Br	M
SMR 126	RJ	II	3	B	Crema pajizo	Rojo	Br	Pe

Continuación del Anexo 5

SMR 128	RJ	II	2	B	Crema pajizo	Rojo	O	M
SMC 33	CAR	II	3	P	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	M
SMC 34	CAR	II	3	P	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	M
SMC 36	CAR	II	4	P	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	M
SMC 41	CAR	II	4	P	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	M
SMC 44	CAR	II	3	B	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	G
SMC 45	CAR	II	4	P	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	M
SMC 47	CAR	II	4	P	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	G
SMC 101	CAR	II	4	P	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	G
SXB 409	CAR	II	3	B	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	M
SXB 410	CAR	II	3	B	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	G
SXB 414	CAR	II	3	B	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	G
SXB 415	CAR	II	3	B	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	G
SXB 746	CAR	II	4	B	Crema jaspeado con rosado	Bayo	O	G
SAB 568	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SAB 570	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SAB 624	CBR	I	4	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	G
SÁB 626	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SÁB 630	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SÁB 682	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	G
SÁB 684	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	G
SÁB 685	CBR	I	4	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	G
SÁB 687	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	G
SÁB 691	CBR	I	4	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SÁB 692	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SÁB 693	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SÁB 694	CBR	I	4	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SÁB 695	CBR	I	4	P	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	G
SAB 701	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SÁB 729	CBR	I	4	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SÁB 730	CBR	I	3	B	Crema jaspeado con rosado	Moteado	O	M
SAA 18	ALU	I	3	B	Amarillo claro	Blanco	Br	G
SAA 19	ALU	I	4	B	Amarillo claro	Blanco	Br	G
SAA 20	ALU	I	3	B	Amarillo claro	Blanco	Br	G
SAA 21	ALU	I	4	B	Amarillo claro	Blanco	Br	G
SAA 23	ALU	I	3	B	Amarillo claro	Blanco	Br	M
SAB 576	ALU	I	3	B	Amarillo claro	Blanco	Br	M
SAB 577	ALU	I	3	B	Amarillo claro	Blanco	Br	G
SAB 578	ALU	I	4	B	Amarillo claro	Blanco	Br	M
SAB 703	ALU	I	3	B	Amarillo claro	Blanco	Br	M
SAB 704	ALU	I	4	B	Amarillo claro	Blanco	Br	M

Continuación del Anexo 5

SEC 20	PAN	II	5	P	Amarillo claro	Blanco	Br	Pe
SEC 24	PAN	II	4	P	Amarillo claro	Blanco	Br	Pe
NAE 6	PAN	II	5	P	Amarillo claro	Blanco	Br	M
NAE 13	PAN	II	4	P	Amarillo claro	Blanco	Br	Pe
NAE 24	PAN	II	3	B	Amarillo claro	Blanco	Br	M
NAE 40	PAN	II	4	P	Amarillo claro	Blanco	Br	Pe
NAE 60	PAN	II	4	P	Amarillo claro	Blanco	Br	Pe
NAE 70	PAN	II	3	MB	Amarillo claro	Blanco	Br	Pe
NAE 78	PAN	II	4	P	Amarillo claro	Blanco	Br	Pe
NAE 87	PAN	II	4	P	Amarillo claro	Blanco	Br	Pe

HC: Hábito de crecimiento.

RJ: Frijoles rojas.

CBR: Frijoles cramberry.

CAR: Frijoles carioca.

ALU: Frijoles alubia.

PAN: Frijoles Panamito.

Pe: Pequeño

M: Mediano.

G: Grande.

B: Bueno.

MB: Muy bueno.

P: Pobre.

Br: Brilloso.

O: Opaco.

**Anexo 6: Evaluación de sanidad a las 130 líneas promisorias de frijol proporcionadas por el CIAT**

Línea	Grupo	Plagas				Enfermedad	Factores abióticos
		<i>Gusanos de tierra</i>	<i>O. indicata</i>	<i>C. aporema</i>	<i>L. huidobrensis</i>	<i>Roya</i>	
BFS 10	RJ	R	R	I	R	R	S
BFS 29	RJ	R	R	I	I	R	I
BFS 32	RJ	S	I	R	R	R	I
BFS 39	RJ	R	R	R	R	I	S
BFS 84	RJ	S	R	I	R	R	I
BFS 85	RJ	R	I	S	I	I	I
BFS 89	RJ	S	R	R	R	R	I
BFS 95	RJ	S	R	R	R	R	I
BFS 121	RJ	S	R	R	R	R	I
BFS 129	RJ	S	I	I	I	R	I
BFS 141	RJ	S	R	I	R	R	S
BFS 142	RJ	R	I	I	I	R	S
BFS 143	RJ	S	R	R	R	R	R
SCR 4	RJ	R	R	I	R	R	I
SCR 9	RJ	S	R	I	R	R	I
SCR 21	RJ	R	R	R	R	R	I
SCR 23	RJ	R	I	R	I	I	I
SCR 26	RJ	R	I	R	I	I	S
SCR 27	RJ	R	R	R	R	R	R
SCR 29	RJ	R	R	R	R	R	R
SCR 42	RJ	S	I	R	I	R	I
SCR 44	RJ	R	R	R	R	R	R
SCR 45	RJ	R	R	S	I	R	R
SCR 47	RJ	R	R	R	R	R	I
SCR 48	RJ	R	I	I	I	R	R
SCR 49	RJ	R	I	R	I	R	R
SCR 50	RJ	S	R	I	R	R	I
SCR 51	RJ	S	R	R	R	R	I
SCR 52	RJ	R	I	I	I	I	S
SCR 54	RJ	R	R	R	R	R	S
SCR 57	RJ	R	R	R	I	R	I
SCR 58	RJ	R	I	S	I	R	I
SCR 59	RJ	R	R	I	R	R	I
SCR 61	RJ	S	R	I	R	R	R
SCR 62	RJ	S	R	R	R	R	R
SCR 64	RJ	R	I	I	R	I	I
SCR 65	RJ	S	R	R	R	R	I
SCR 72	RJ	R	I	R	I	I	I
SCR 74	RJ	R	R	R	R	R	R

Continuación del Anexo 6

SCR 76	RJ	R	R	I	R	R	I
SCR 77	RJ	S	R	I	R	R	R
SER 327	RJ	R	I	R	I	R	R
SER 328	RJ	R	R	R	R	R	I
SER 329	RJ	R	R	R	R	R	I
SER 330	RJ	R	I	R	I	R	I
SER 333	RJ	R	R	R	I	R	I
SER 340	RJ	R	I	I	I	R	I
SER 345	RJ	R	R	R	R	R	I
SER 346	RJ	S	R	R	R	R	I
SER 353	RJ	S	I	R	I	I	I
SER 355	RJ	S	R	R	R	I	R
SER 357	RJ	R	R	S	I	R	I
SER 358	RJ	R	R	I	R	R	I
SER 359	RJ	R	I	R	I	I	I
SER 365	RJ	R	R	S	R	R	I
SER 367	RJ	R	R	R	R	R	R
SER 371	RJ	R	R	R	R	R	R
SER 372	RJ	R	I	R	R	I	I
SER 373	RJ	R	R	R	R	R	R
SER 374	RJ	S	R	R	R	R	R
SER 376	RJ	R	I	I	I	R	R
SER 378	RJ	S	R	R	R	R	R
SMR 87	RJ	R	I	I	R	R	I
SMR 89	RJ	R	R	R	R	R	I
SMR 90	RJ	R	I	R	I	I	I
SMR 94	RJ	R	R	I	R	R	I
SMR 97	RJ	R	R	R	R	R	R
SMR 98	RJ	R	R	R	R	R	R
SMR 100	RJ	R	R	R	I	R	I
SMR 105	RJ	R	R	R	R	R	I
SMR 107	RJ	R	R	I	R	R	I
SMR 110	RJ	S	R	R	R	R	R
SMR 111	RJ	S	I	R	I	I	I
SMR 113	RJ	R	I	R	I	I	I
SMR 115	RJ	R	R	R	R	R	I
SMR 119	RJ	S	R	R	R	R	R
SMR 122	RJ	R	R	R	R	R	R
SMR 125	RJ	R	I	R	I	I	I
SMR 126	RJ	R	R	R	R	R	I
SMR 128	RJ	R	R	R	R	R	I
SMC 33	CAR	S	R	S	R	R	S

Continuación del Anexo 6

SMC 34	CAR	S	I	S	I	R	S
SMC 36	CAR	R	I	S	I	R	S
SMC 41	CAR	S	R	S	R	I	I
SMC 44	CAR	S	R	I	R	R	I
SMC 45	CAR	R	I	S	R	R	I
SMC 47	CAR	S	R	S	I	R	I
SMC 101	CAR	S	R	S	R	R	I
SXB 409	CAR	R	S	R	S	I	R
SXB 410	CAR	R	I	R	I	R	R
SXB 414	CAR	R	S	I	S	I	I
SXB 415	CAR	R	R	R	R	R	R
SXB 746	CAR	S	R	I	R	R	I
SAB 568	CBR	R	R	R	R	R	S
SAB 570	CBR	R	I	R	R	R	I
SAB 624	CBR	S	R	R	I	I	R
SÁB 626	CBR	R	S	I	S	R	I
SÁB 630	CBR	S	I	R	I	R	I
SÁB 682	CBR	R	S	R	S	S	I
SÁB 684	CBR	R	S	I	S	I	R
SÁB 685	CBR	R	I	S	I	R	I
SÁB 687	CBR	S	I	R	I	I	R
SÁB 691	CBR	R	R	R	R	I	R
SÁB 692	CBR	R	S	S	S	I	R
SÁB 693	CBR	R	I	R	I	I	R
SÁB 694	CBR	R	R	I	R	R	S
SÁB 695	CBR	S	R	R	R	R	I
SAB 701	CBR	R	I	R	I	R	R
SÁB 729	CBR	S	R	I	R	R	S
SÁB 730	CBR	R	I	R	I	I	I
SAA 18	ALU	R	R	R	R	R	R
SAA 19	ALU	R	R	R	R	R	R
SAA 20	ALU	R	I	I	I	I	I
SAA 21	ALU	R	R	R	R	R	R
SAA 23	ALU	R	R	R	R	R	R
SAB 576	ALU	R	R	R	I	R	I
SAB 577	ALU	R	R	R	R	R	I
SAB 578	ALU	S	I	I	R	R	I
SAB 703	ALU	R	R	R	R	R	I
SAB 704	ALU	S	R	R	R	R	R
SEC 20	PAN	S	I	I	I	I	R
SEC 24	PAN	R	I	I	R	I	I
NAE 6	PAN	R	R	I	I	R	S
NAE 13	PAN	S	I	I	I	R	S

Continuación del Anexo 6

NAE 24	PAN	S	R	S	R	R	S
NAE 40	PAN	R	R	S	R	R	R
NAE 60	PAN	R	R	S	R	R	I
NAE 70	PAN	R	R	I	R	R	I
NAE 78	PAN	R	I	S	I	R	S
NAE 87	PAN	R	I	S	R	R	S

RJ: Frijoles rojas

CAR: Frijoles cariocas

CBR: Frijoles cramberry

ALU: Frijoles blancas

PAN: Frijoles panamito

S: Susceptible

I: Intermedio

R: Resistente

