

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS DE FRIJOL VOLUBLE
(*Phaseolus vulgaris* L.) EN COSTA CENTRAL”**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA

MARÍA VICTORIA PUENTE RAMIREZ

LIMA – PERÚ

2020

**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 AGRONOMÍA

“COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS DE FRIJOL VOLUBLE

(*Phaseolus vulgaris* L.) EN COSTA CENTRAL”

Presentada por:

MARÍA VICTORIA PUENTE RAMIREZ

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y Aprobada por el siguiente jurado:

.....
Mg. Sc Luis Rubén Bazán Tapia
PRESIDENTE

.....
Mg. Sc. Amelia Wite Huaranga Joaquín
ASESORA

.....
Dr. Félix Camarena Mayta
MIEMBRO

.....
Mg. Sc. Elías Hugo Huanuqueño Coca
MIEMBRO

LIMA- PERU

DEDICATORIA

A Dios por ser el que me protege y guía mi camino para alcanzar cada una de mis metas en la vida.

A mis padres Víctor y Martha por sus consejos, amor y apoyo incondicional, quienes me enseñaron que con sacrificio, esfuerzo y perseverancia todo se logra, son mi mayor tesoro, sin ellos este logro no hubiese sido posible.

A mi hijo Karim, quien es mi principal fuente de motivación y fortaleza para lograr cada meta trazada, verte sonreír es mi mayor recompensa. Te amo hijo.

A mi compañero de vida Andree, por su amor, paciencia, comprensión y apoyo moral para culminar este trabajo.

A mis hermanas Ángela, Fátima, y Robert a quienes quiero demasiado, que esto les sirva de ejemplo y no desfallezcan al perseguir sus metas.

A mi sobrino Adriano, quien con cada gesto y ocurrencias alegras mis días, siempre serás como un hijo para mí.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo es en agradecimiento a la Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía y los profesores que guiaron mi camino hasta la finalización de mi carrera y la culminación con éxito de esta tesis.

A la Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Joaquín, patrocinadora de la presente tesis quien me brindó su apoyo constante en la ejecución y culminación.

A los miembros del jurado Mg. Sc Luis Rubén Bazán Tapia, Dr. Félix Camarena Mayta e Ing. Mg. Sc. Elías Hugo Huanuqueño Coca, por las revisiones y las sugerencias realizadas en la elaboración del presente trabajo.

Al personal del programa de leguminosas de granos y oleaginosas (PLGO), por su apoyo brindado durante la parte experimental de la presente investigación.

Así mismo a los amigos y compañeros de la UNALM, por sus ánimos para seguir adelante y su apoyo para el desarrollo de este trabajo.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 <i>Phaseolus vulgaris</i> L.....	3
2.1.1 Producción de frijol en el mundo	3
2.1.2 Producción de frijol en el Perú.....	5
2.1.3 Origen.....	7
2.1.4 Taxonomía.....	8
2.1.5 Nombres comunes.....	9
2.1.6 Características morfológicas	9
2.1.7 Etapas fenológicas.....	13
2.1.8 Requerimientos edafoclimáticos	15
2.1.9 Manejo agronómico	19
2.1.10 Importancia nutricional	23
2.2. Líneas avanzadas MBC (Mid-altitude BCMNV resistant climbing beans)	25
2.3 Antecedentes.....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1 Ubicación campo experimental	32
3.2 Características edáficas.....	32
3.3 Características climáticas	33
3.4 Materiales.....	34
3.5 Tratamientos	35
3.6 Manejo agronómico del experimento	36
3.7 Variables evaluadas en el experimento.....	38
3.7.1 Caracteres morfo agronómica	38
3.7.2 Rendimiento y sus componentes.....	41
3.8 Diseño experimental	41

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1 Caracteres morfo agronómico	43
4.1.1 Características de la flor.....	43
4.1.2 Características del grano	45
4.1.3 Días a la floración, días a madurez fisiológica y días a madurez de cosecha...49	
4.1.4 Altura de planta.....	52
4.1.5 Vigor de planta.....	55
4.1.6 Distribución de las vainas por planta	57
4.2. Rendimiento y sus componentes	60
4.2.1 Rendimiento de grano seco	60
4.2.2 Longitud de vainas	63
4.2.3 Ancho de vainas	66
4.2.4 Número de lóculos por vaina	68
4.2.5 Número de granos por vaina	70
4.2.6 Peso de 100 granos.....	72
V. CONCLUSIONES	77
VI. RECOMENDACIONES.....	78
VII. BIBLIOGRAFÍA	79
VIII. ANEXOS.....	95

INDICE DE TABLAS

Tabla1: Composición nutricional del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	24
Tabla 2: Análisis de caracterización de suelo.....	33
Tabla 3: Condiciones meteorológicas de temperatura, humedad relativa y precipitación en el período agosto 2017 – enero 2018, La Molina	34
Tabla 4: Líneas de frijol del experimento.....	35
Tabla 5: Cuadro ANVA para 17 tratamientos	42
Tabla 6: Características evaluadas de flores de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima	43
Tabla 7: Características evaluadas de granos de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima	46
Tabla 8: Características morfológicas evaluadas con descriptores de flores y granos de líneas evaluadas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima.....	48
Tabla 9: Cuadrados medios del análisis de varianza de días a la floración, madurez fisiológica y madurez de cosecha de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima	49
Tabla 10: Prueba Duncan para días a la floración, madurez fisiológica y cosecha ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima ..	50
Tabla 11: Cuadrados medios del análisis de varianza de la altura de planta de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	52
Tabla 12: Prueba Duncan para altura de planta ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	53
Tabla 13: Vigor de plantas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	55

Tabla 14: Distribución de las vainas en la planta de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima	57
Tabla 15: Valores de los cuadrados medios de los componentes morfo agronómicos de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima	58
Tabla 16: Valores medios de los componentes morfo agronómicos de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	59
Tabla 17: Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento de grano seco de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	60
Tabla 18: Prueba Duncan para el rendimiento de grano seco ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	61
Tabla 19: Cuadrados medios del análisis de varianza de longitud de vainas de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	63
Tabla 20: Prueba Duncan para longitud de vaina ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	64
Tabla 21: Cuadrados medios del análisis de varianza de ancho de vainas de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	66
Tabla 22: Prueba Duncan para ancho de vaina ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	67
Tabla 23. Cuadrados medios del análisis de varianza del número de lóculos por vaina de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	68
Tabla 24: Prueba Duncan para número de lóculos por vaina ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	69
Tabla 25: Cuadrados medios del análisis de varianza del número de granos por vaina de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	70
Tabla 26: Prueba Duncan para número de granos por vaina ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	71
Tabla 27: Cuadrados medios del análisis de varianza del peso de 100 granos de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	72
Tabla 28: Prueba Duncan para el peso de 100 granos ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) evaluadas en La Molina, Lima.....	73

Tabla 29: Cuadrados medios del rendimiento y sus componentes de las líneas de frijol
(*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima..... **75**

Tabla 30: Valores medios del rendimiento y sus componentes de las líneas de frijol
(*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima..... **76**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción porcentual de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) por continente	3
Figura 2. Producción mundial de frijol en los últimos diez años	4
Figura 3. Área cosechada mundial de frijol en los últimos diez años	4
Figura 4. Principales países productores de frijol del mundo en los últimos diez años	5
Figura 5. Producción nacional de frijol en los últimos diez años.....	6
Figura 6. Superficie cosechada nacional de frijol.....	6
Figura 7. Principales departamentos productores de frijol en la campaña 2017 – 2018	7
Figura 8. Hábitos de crecimiento de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L..)	11
Figura 9. Tipo de hoja del frijol: (A) Hoja simple, (B) Hoja compuesta	12
Figura 10. Ubicación geográfica lote “El Guayabo I”- UNALM.....	32
Figura 11. Plantas de frijol con tutores.....	37
Figura 12. (a) Estandarte y alas lilas, (b) Estandarte blanco con lila al final y alas blancas, (c) Estandarte y alas blancas.....	44
Figura 13. Forma de grano: (a) Arriñonada, (b) Oval, (c) Redondo.	47
Figura 14. Color de grano: (a) Blancuzco, (b) Crema amarillo, (c) Café claro, (d) Negro, (e) Café oscuro.....	47
Figura 15. Días a la floración, madurez fisiológica y cosecha de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima.....	51
Figura 16. Altura de planta de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima.....	54
Figura 17. Vigor de planta: (a) Excelente, (b) Bueno, (c) Intermedio, (d) Pobre	56
Figura 18. Rendimiento de grano seco de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima	62

Figura 19. Longitud de vaina de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima.....	65
Figura 20. Número de granos por vaina de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima	72
Figura 21. Peso de 100 granos de líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima.....	74

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Área cosechada, producción y rendimiento mundial de frijol en los últimos diez años	95
Anexo 2. Principales países productores de frijol del mundo en los últimos diez años	95
Anexo 3. Producción nacional de frijol en los últimos 10 años	96
Anexo 4. Producción nacional de frijol en los últimos diez años.....	96
Anexo 5. Superficie cosechada nacional de frijol en los últimos diez años	97
Anexo 6. Rendimiento nacional de frijol en los últimos diez años	97
Anexo 7. Promedio de precio en chacra nacional de frijol en los últimos diez años	98
Anexo 8. Producción de frijol por departamentos campaña agrícola 2017 – 2018.....	99
Anexo 9. Distribución de las unidades experimentales en el campo.....	100
Anexo 10. Características evaluadas de 17 líneas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en La Molina, Lima	101
Anexo 11. ANVA días a floración	103
Anexo 12. ANVA días a madurez fisiológica	103
Anexo 13. ANVA días a cosecha	103
Anexo 14. ANVA altura de planta	104
Anexo 15. ANVA rendimiento por hectárea	104
Anexo 16. ANVA longitud de vaina	104
Anexo 17. ANVA ancho de vaina	105
Anexo 18. ANVA número de lóculos por vaina	105
Anexo 19. ANVA número de granos por vaina	105
Anexo 20. ANVA peso de 100 granos	106

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento para describir y comparar los componentes morfo agronómicos, rendimientos y sus componentes de líneas de frijol introducidas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en condiciones de La Molina. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 17 tratamientos y tres repeticiones. Se determinó que 16 líneas presentaron color de alas blancas y uno color lila, por otro lado, el color de estandarte en 14 líneas fue blancas, uno color lila y dos con estandarte color blanco con lila. En relación a la caracterización del grano, se encontraron formas arriñonadas (8), oval (8) y redonda (1). El color de grano que predominó fue el blancuzco, respecto al brillo predominó el semibrillante, y según el tamaño seis líneas fueron de tamaño mediano y once de tamaño grande. Las líneas evaluadas tuvieron un desarrollo precoz ($DMF < 190$ días). Los días a floración se encontraron relacionados con el rendimiento en los testigos y en CIAT 42-5 MBC 90, la altura de planta se vio influenciada por el hábito de crecimiento, un vigor se relacionó con los rendimientos de los testigos canario centenario, blanco molinero, Molinero PLV 1-3, CIAT 42- 5 MBC 90 y CIAT 36-1 MBC 84. En cuanto al rendimiento la línea Blanco molinero, canario centenario, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 36-1 MBC 84 obtuvieron resultados por encima del promedio 2934, 2619, 1921, 1825 kg ha⁻¹ respectivamente. Los altos rendimientos obtenidos, nos servirá como referencia para posteriores estudios sobre estas líneas asociados a cultivos de maíz, contribuyendo a incrementar la producción del frijol voluble.

Palabras clave: *Frijol voluble, líneas avanzadas, comportamiento, MBC, Phaseolus vulgaris.*

ABSTRACT

Behavior was evaluated to describe and compare the morph agronomic components, yields and their components of bean lines introduced from the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) under La Molina conditions. The experimental design was randomized complete blocks with 17 treatments and three repetitions. . It is determined that 16 lines identified as white wings and one lilac, on the other hand, the banner color in 14 lines were white, one lilac and two with white with lilac. Regarding the characterization of the grain, we find kidney-shaped (8), oval (8) and round (1) shapes. The grain color that predominates in whitish, compared to the predominant brightness in semi-gloss, and according to size, six lines were medium in size and once large. The evaluated lines had an early development (DMF <190 days). The days to flowering were found related to the performance in the controls and in CIAT 42-5 MBC 90, the height of the plant was influenced by the growth habit, a vigor was related to the yields of the control, centenary canary, miller white, Molinero PLV 1-3, CIAT 42-5 MBC 90 and CIAT 36-1 MBC 84. Regarding performance, the Blanco Miller line, centennial canary, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 36-1 MBC 84 obtained results above of the average 2934, 2619, 1921, 1825 kg ha⁻¹ respectively. The high yields experienced serve as a reference for subsequent studies on these lines associated with corn crops, helping to increase the production of voluble beans.

Key Words: *Fickle Bean, advanced lines, behavior, MBC, Phaseolus vulgaris.*

I. INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa de grano, que se siembra en todo el mundo, y es uno de los alimentos básicos en la región Andina (Ramos, 1981; López, 2005). Además, es una fuente barata de proteínas (20– 23 por ciento) y por su contenido de carbohidratos (59–61 por ciento).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018), la producción mundial de frijol en el año 2017 fue de 31 405.91 miles de toneladas y en los últimos diez años la producción mundial aumentó 9 512.48 miles de toneladas. En la campaña 2017 – 2018, en el Perú se obtuvo una producción de 87 960 toneladas, siendo los principales departamentos productores Cajamarca, Arequipa y Apurímac.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) tiene como objetivo la investigación en *Phaseolus vulgaris* L. y dentro de su programa de mejoramiento genético ha obtenido líneas de frijol voluble, es decir, de hábito de crecimiento indeterminado tipo IV con caracteres agronómicos valiosos para superar los problemas que afrontan los productores de frijol en el país.

Por el antecedente mencionado es que el Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina ha planificado esta investigación para evaluar el comportamiento de 14 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo IV, y testigos tipo III y tipo I bajo un manejo en condiciones de costa. Por ello, en la presente investigación se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar el comportamiento de líneas de frijol introducidas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en condiciones de La Molina.

Objetivos específicos:

- Describir los caracteres morfo agronómicos de 17 líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de La Molina, Lima.
- Evaluar el rendimiento y sus componentes de 17 líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 *Phaseolus vulgaris* L.

2.1.1 Producción de frijol en el mundo

El cultivo de frijol es sembrado en los cinco continentes, como se observa en la Figura 1, el continente asiático produjo el 45.6 por ciento de frijoles en los últimos diez años, es seguido por el continente americano (28.8 por ciento), África (22.9 por ciento), Europa (2.5 por ciento) y Oceanía (0.2 por ciento).

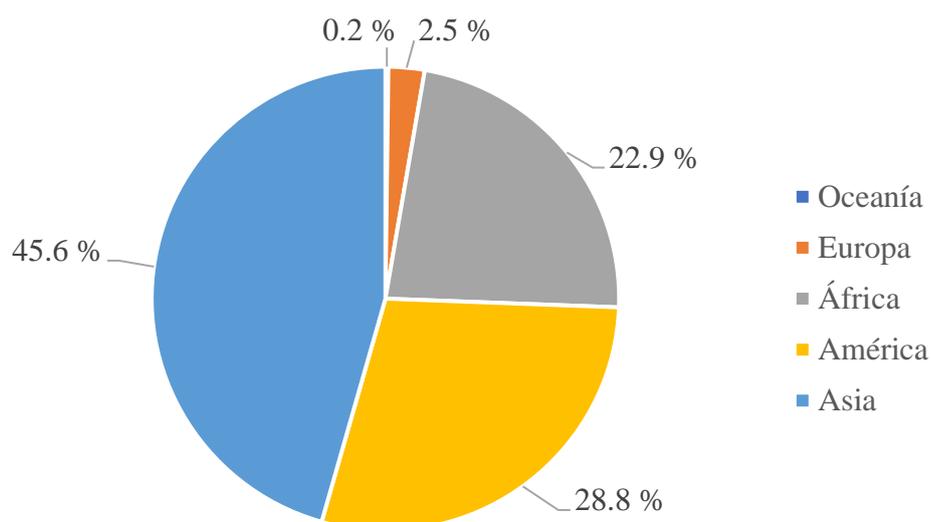


Figura 1. Producción porcentual de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por continente

Fuente: FAOSTAT (2018)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2018), la producción mundial de frijol en el año 2017 fue de 31 405.91 miles de toneladas, en los últimos diez años la producción mundial aumentó 9 512.48 miles de toneladas, es decir tuvo un incremento de 43.45 por ciento. El área cosechada a nivel mundial aumentó

9983.32 miles de hectáreas (incrementó 36.68 por ciento respecto al área del año 2008). El rendimiento (t ha-1) aumento obtuvo un ligero aumento en los últimos 10 años, en el año 2008 el rendimiento era de 0.82 t ha-1 y para el año 2017 fue 0.86 toneladas por hectárea a nivel mundial (Anexo 1) (Figura 2 y 3).

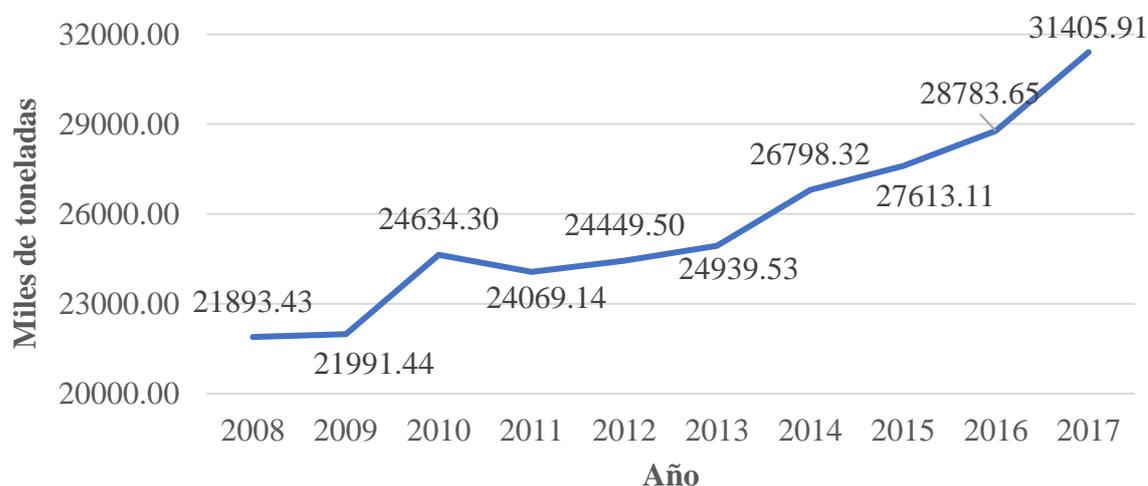


Figura 2. Producción mundial de frijol en los últimos diez años

Fuente: FAOSTAT (2018)

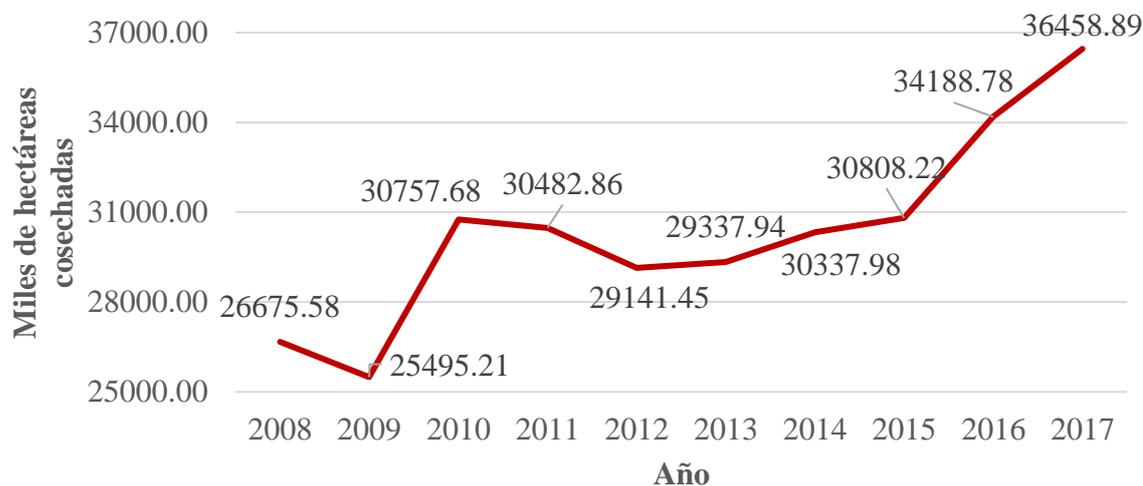


Figura 3. Área cosechada mundial de frijol en los últimos diez años

Fuente: FAOSTAT (2018)

Respecto a los tres principales países productores de frijol en el mundo tenemos a India, Myanmar, Brasil quienes producen anualmente en promedio 4 321.0, 4 252.1 y 3 126.2 miles de toneladas. Los países africanos: Tanzania, Uganda, Kenia y Etiopía ocupan los puestos 7,8,9 y 10 respectivamente a nivel mundial y del mismo modo producen 979.8, 957.0, 509.1 y 439.0 miles de toneladas en promedio al año (FAO, 2018) (Anexo 2) (Figura 4).

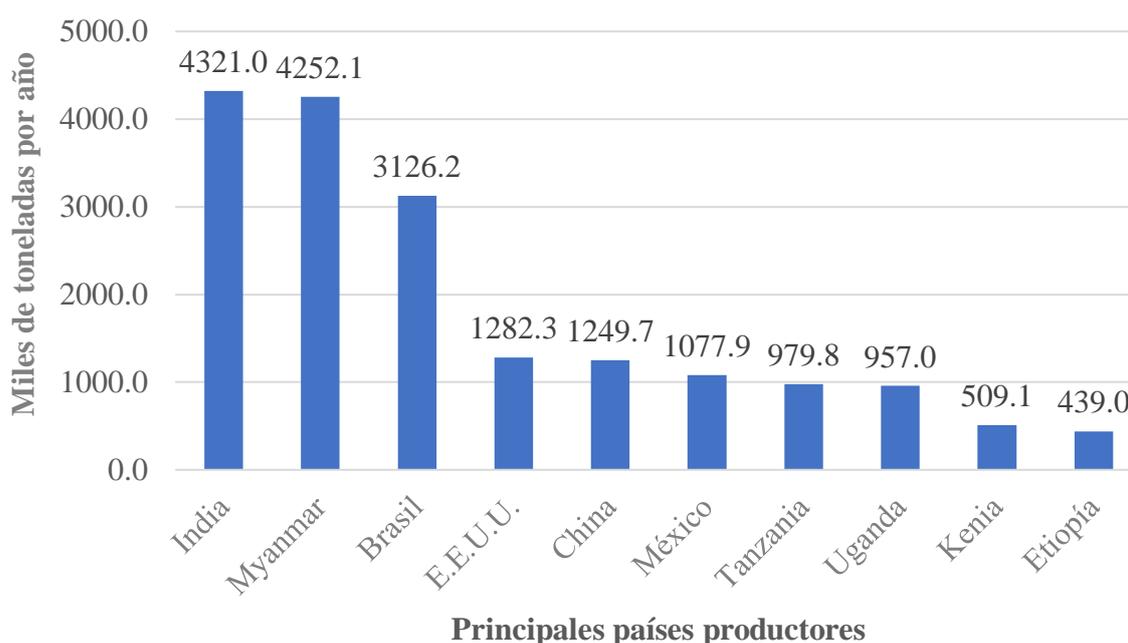


Figura 4. Principales países productores de frijol del mundo en los últimos diez años

Fuente: FAOSTAT (2018)

2.1.2 Producción de frijol en el Perú

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2018) la producción de frijol disminuyó 11 por ciento en los últimos 10 años pasando de 98 608 toneladas en el año 2009 a 87 960 en el 2018 (Figura 5). El área cosechada también disminuyó de 83 800 hectáreas en 2009 a 73 789 para el año 2018 (Figura 6), por otro lado, rendimiento promedio prácticamente se mantuvo (1.18 y 1.19 toneladas por hectárea para los años 2009 y 2018 respectivamente) (Anexo 3).

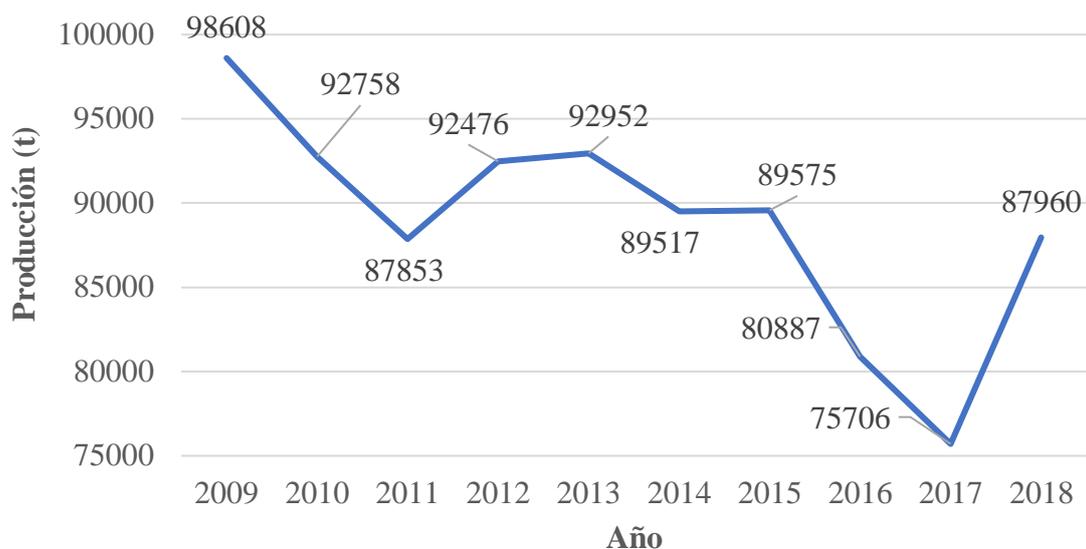


Figura 5. Producción nacional de frijol en los últimos diez años

Fuente: MINAGRI (2018)

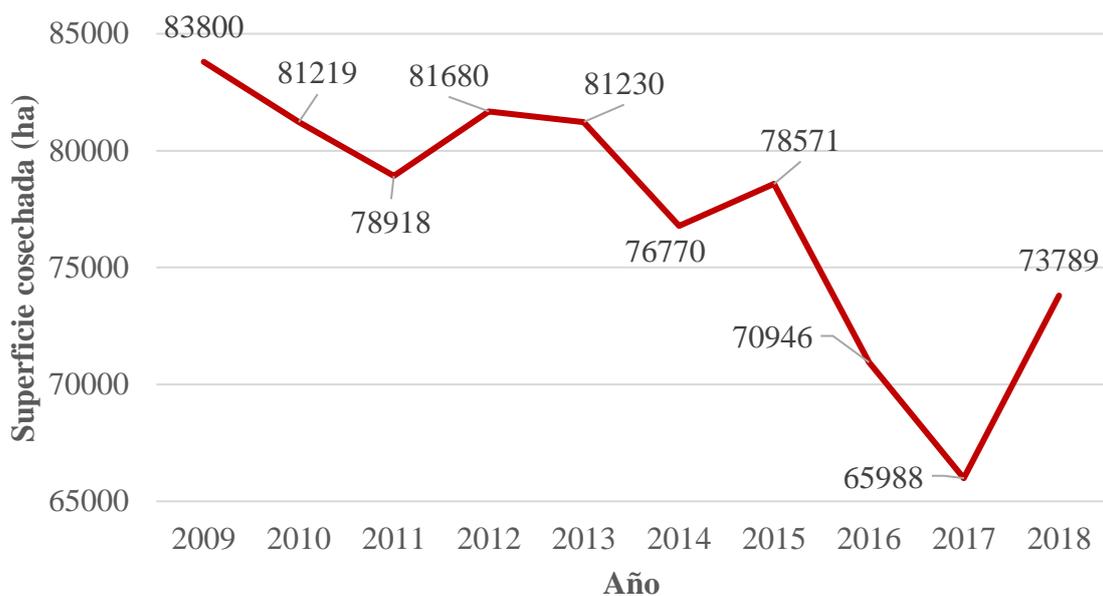


Figura 6. Superficie cosechada nacional de frijol

Fuente: MINAGRI (2018)

Las regiones con mayores producciones de frijol son Cajamarca con 15 000 toneladas, Arequipa con 8 140 toneladas y Apurímac con 8 111 toneladas (Figura 7). Respecto al área cosechada Cajamarca, Amazonas y Piura presentan las mayores áreas a nivel nacional. Por

otro lado, la región de Moquegua presenta el mayor rendimiento (3 354 kg ha⁻¹) (MINAGRI, 2018) (Anexo 8).

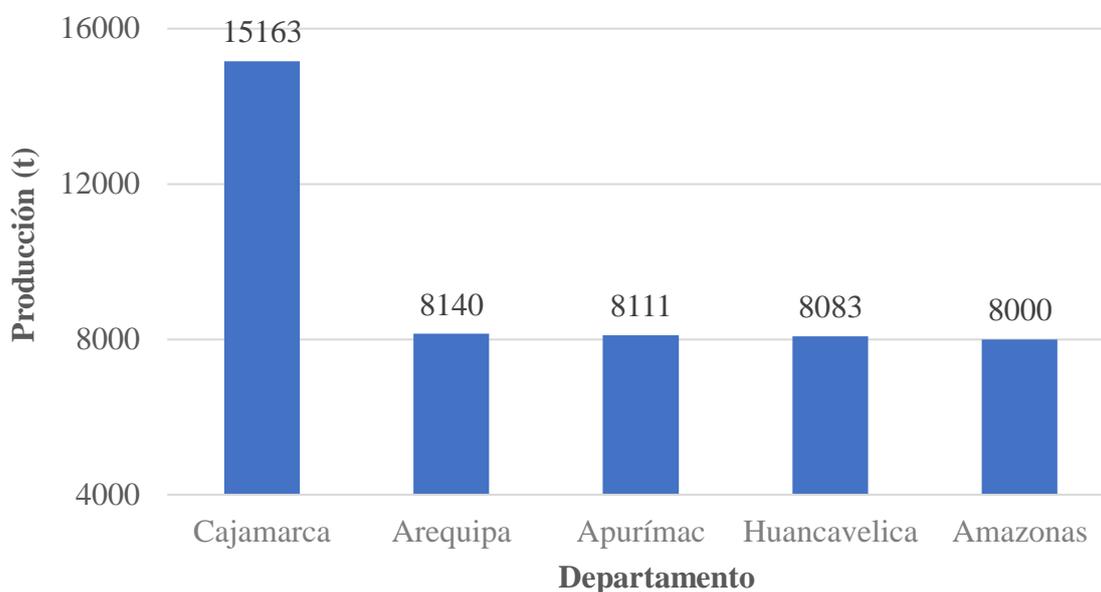


Figura 7. Principales departamentos productores de frijol en la campaña 2017 – 2018

Fuente: MINAGRI (2018)

2.1.3 Origen

Gepts, *et al.* (1999), aseguraron que para determinar el origen de la especie se utilizan cuatro tipos de estudios: las arqueológicas (específicamente la arqueobotánica), las botánicas (distribución de especies silvestres o parientes ancestrales), las históricas (registros escritos que documenten la importancia o existencia del cultivo) y finalmente lingüística (palabras utilizadas para especificar cultivos o conceptos relacionados con cultivos).

El género *Phaseolus* se originó en el continente americano y cuenta con aproximadamente de 50 especies de *Phaseolus*, de ellas únicamente cinco han sido domesticadas, *P. vulgaris*, *P. polyanthus*, *P. coccineus*, *P. acutifolius*, *P. lunatus* (Cubero y Moreno, 2004) y la mayoría de ellos están en Mesoamérica. De las cinco especies domesticadas, *P. vulgaris* cuenta con más del 90 por ciento del cultivo sembrado en el mundo (Camarena *et al.*, 2009).

Se domesticaron cinco especies del género *Phaseolus* las cuales son: *P. vulgaris* (frijol común), *P. lunatus* (frijol lima), *P. acutifolius* (frijol tépari), *P. coccineus* ssp. *coccineus* (frijol ayocote) y *P. dumosus* = *P. polyanthus* (= *P. coccineus* ssp. *darwinianus*) (frijol de

año). Los primeros informes sobre el origen y evolución del frijol son de Miranda-Colín (1967) y Gentry (1969), ellos afirmaron que la forma más antigua de frijol se encuentra en Mesoamérica. Posteriormente se propusieron centros de origen y domesticación alternativos (Kwak *et al.*, 2009, Freytag y Debouck, 2002; Hernández *et al.*, 2013).

Se cultivaron diferentes especies de plantas en diferentes partes del mundo entre los años 9000 y 5000 a. C., entre ellas el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). el origen y centro de domesticación de especies como *P. vulgaris* radica en que esos lugares son fuentes principales de poblaciones con genes útiles para el mejoramiento genético y de interés para esclarecer la evolución, diversificación y conservación de la especie. Los estudios recabados como la edad de los restos fósiles y las características morfológicas, agronómicas y genéticas, establecen que el frijol común se originó en Mesoamérica y años más tarde se domesticó entre los 5000 y 2000 años a. C. en Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica). A partir del frijol silvestre se formaron dos acervos genéticos domesticados distintos: el “Mesoamericano” y “Andino” (Beebe *et al.*, 2000; Papa y Gepts, 2003; Papa *et al.*, 2006; Hernández *et al.*, 2013).

2.1.4 Taxonomía

La taxonomía fue descrita por Carlos Linneo, su descripción fue publicada en *Species Plantarum* el primero de mayo en el año 1753. Etimológicamente el término frijol proviene del latín *phaseolus*, que era el nombre con el que se llamaba esta planta. El epíteto específico vulgar proviene de *vúlgus*, vulgar: es muy común, ordinario para la gran difusión, banal. Según Trópicos (2019) y Camarena *et al.* (2010) se puede clasificar de la siguiente forma:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Faboideae

Tribu: Phaseoleae

Subtribu: Phaseolinae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

2.1.5 Nombres comunes

En México se le conoce como “frijoles”, “alubias” y a su vaina como “ejote”, en Honduras como “balas” o “balines”, en Panamá se los conoce como “porotos”, en el Caribe se les conoce como “habichuelas”, en los países de Sudamérica como Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay se les llama “porotos”, en Ecuador y Perú se le conoce como frijol o frejol. En España es conocido como “judías”.

2.1.6 Características morfológicas

El frijol pertenece a la familia *Fabaceae*, los cuales son fácilmente reconocibles por su fruto tipo legumbre y sus hojas compuestas. Es una planta anual, herbácea, de días cortos, presenta diferentes hábitos de desarrollo, su altura varía entre 50 y 90 centímetros (CIAT, 1984; Espinoza, 1990).

a. Raíz

Su raíz principal se puede distinguir fácilmente por su diámetro y posición. Es superficial, es decir, la mayoría de las raíces se ubica en los primeros veinte centímetros de suelo, tiende a ser fasciculado o fibroso en algunos casos. El sistema radicular consta de una raíz principal y muchas ramificaciones laterales confiriéndole la forma de un cono. Como en todas las leguminosas, el frijol realiza simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, formando así, nodulaciones de tamaños muy variados. Estos nódulos absorben de la planta hidratos de carbono, con la finalidad de fijar el nitrógeno del aire del suelo, para cederlo a la planta (CIAT, 1984; Ríos y Quirós, 2002).

b. Tallo

El tallo es el eje principal en el que se inserta el tallo principal o secundario y estos o los tallos continuos tienen hojas. El tallo es herbáceo y tiene una sección transversal cilíndrica o levemente angular, debido a las leves ondulaciones de la epidermis. Tallos herbáceos, erectos, semicaídos o caídos, cuerpo ciliar columnar o angular, subglabro o pubescente, tallos menores a 1 m de altura, tallos de 1-2 m de altura, tallos duros, tallos o ramas jóvenes escasamente a densamente peluda, con presencia de pelos uncinulados, de colores verde, rosado o morado (CIAT, 1984; Camarena *et al.*, 2009).

Los frijoles pueden crecer o no indefinidamente dependiendo de sus hábitos de crecimiento. Es de hábito determinado si en una fase temprana de su desarrollo las ramas se diferencian en un racimo (flores). Pero si termina en un meristemo vegetativo, es de hábito indeterminado. CIAT (1984), considera que los hábitos de crecimiento se pueden clasificar en cuatro tipos.

Tipo I *Hábito determinado arbustivo*: Tallos fuertes, entrenudos cortos, generalmente 5-10. La altura de las plantas varía entre 30 cm y 50 cm; también se presenta el caso de plantas enanas, de 15 a 25 centímetros. La floración es corta y la madurez de las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

Tipo II *Hábito indeterminado arbustivo*: Las plantas son erectas no trepadoras; a pesar de tener pocas ramas, la cantidad de ramas y de nudos es superior al Tipo I (más de 12). Continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque de forma menos acelerada.

Tipo III *Hábito indeterminado postrado*: La altura de las plantas es mayor a las de Tipo I y II (generalmente mayor de 80 cm) así como el número de nudos de tallo, ramas y la longitud de los entrenudos.

Tipo IV *Hábito indeterminado trepador*: Son el típico fríjol trepador, este es el tipo de hábito de crecimiento que se encuentra generalmente en la asociación con maíz. El tipo IV, según la distribución de las vainas en la planta, se divide en: IVa, cuando las vainas se distribuyen a lo largo de la planta y el IVb cuando las vainas se concentran en la parte superior de la planta.

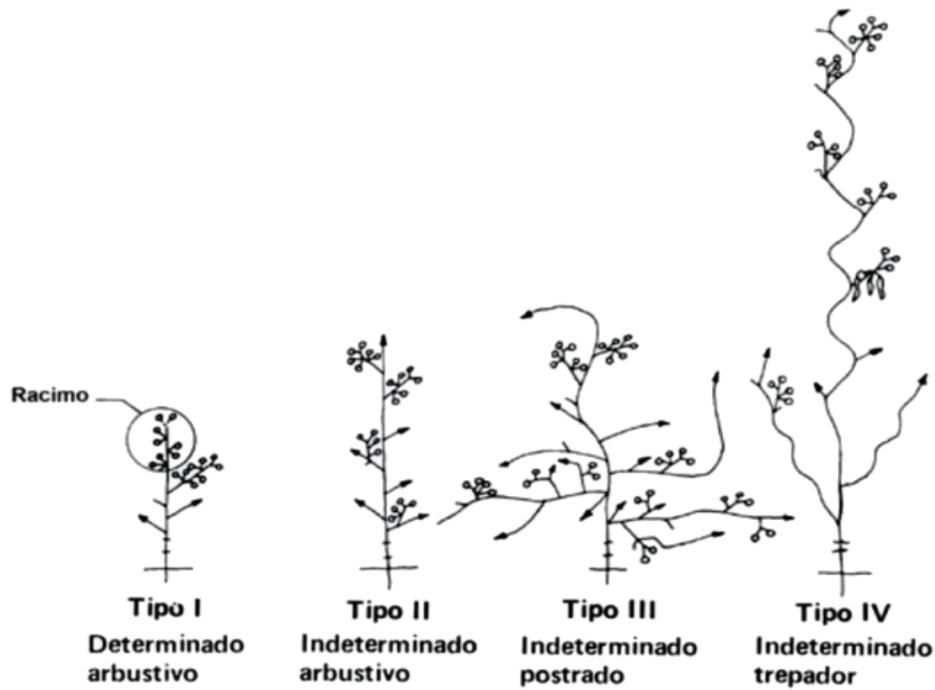


Figura 8. Hábitos de crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Fuente: CIAT (1984)

c. Hoja

Presenta dos tipos de hojas: las simples, las cuales son las hojas primarias o las hojas cotidlonares. Además, el frijol presenta hojas típicas compuestas trifoliadas, los folíolos son enteros, su forma tiende a ser entre ovalada a triangular, no presenta aurículas, son glabros o sub glabros (presentan abundante pubescencia o poca). El color de las hojas y la pubescencia de estas, está relacionada con la variedad, la posición de la hoja en la planta, la edad, así como con las condiciones ambientales (Ríos y Quirós, 2002; Camarena *et al.*, 2009).

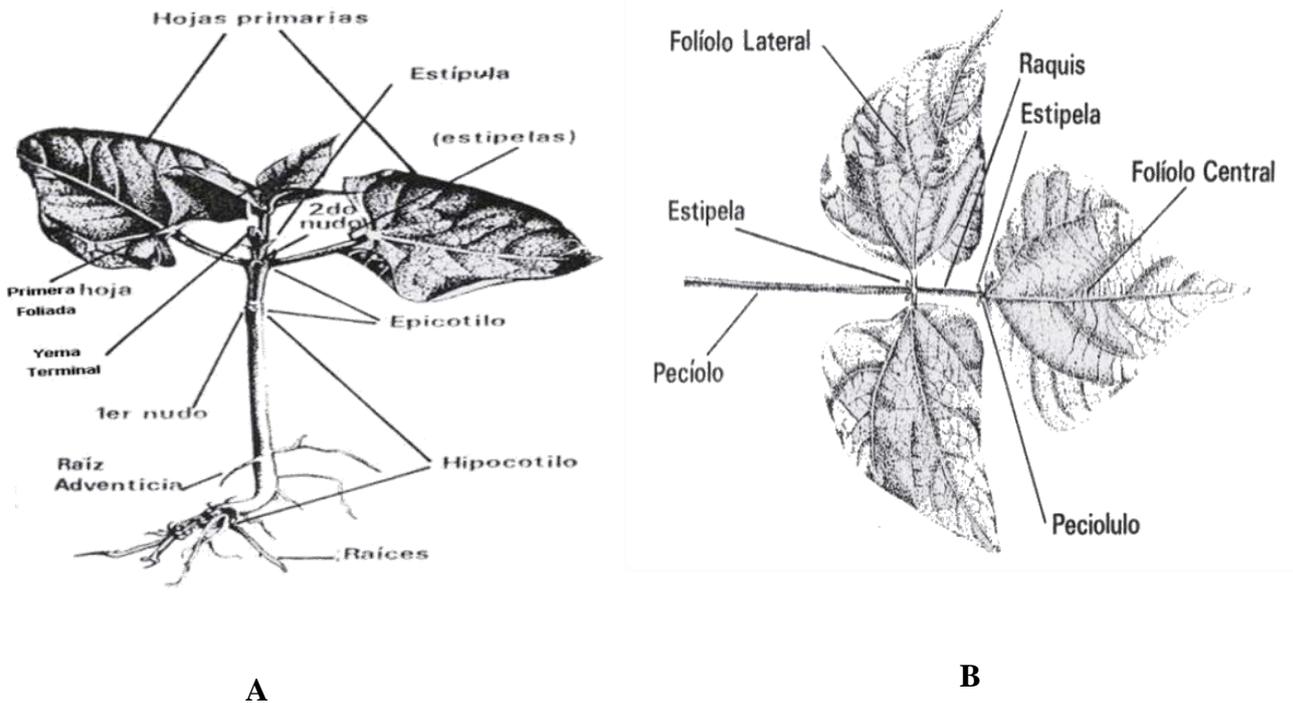


Figura 9. Tipo de hoja del frijol: (A) Hoja simple, (B) Hoja compuesta

Fuente: CIAT (1984)

d. Flor

Es una flor papilionácea (amariposada), perfecta (órganos masculinos y órganos femeninos están en la misma flor), completa (posee corola y cáliz) y hermafrodita. Las flores son zigomórficas, el pedicelo puede ser glabro o subglabro de 3-10 mm de largo, cáliz pentámero gamosépalo, campanulado, pubescente con 2 bractéolas verdes ovoides y multinerviales las cuales persisten hasta poco después de la floración. La corola es pentámera, papilionácea con estandarte, alas y quilla, 2 pétalos soldados en la base y 3 no soldados, pétalo de color blanco, verde, rosado o púrpura. Androceo formado por 9 estambres, estambres diadelfos, 9 unidos y 1 libre, filamentos sin pubescencia. El gineceo es súpero, con ovario unilocular comprimido, los estilos son cilíndricos, encorvados, el estigma es interno en posición lateral terminal, con pelos en forma de brocha (CIAT, 1984).

Las inflorescencias suelen ser laterales o terminales como en las plantas de hábito de crecimiento tipo I. Los botones florales se agrupan y se insertan en el raquis formando tríadas, en la axila de cada bráctea. En cada tríada floral las dos yemas laterales producen dos flores visibles, los botones potenciales son 3 y 4, los cuales podrían aparecer en un mismo nivel (CIAT, 1984; Camarena *et al.*, 2009).

e. Fruto

Fruto es típico de la familia Fabaceae, presenta vainas glabras o subglabras con pelos pequeños, epidermis cerosa, fruta explosivamente o elásticamente dehiscente, fruta muy curvada, doblado o semilunar. Presenta dos valvas donde están los granos. Las vainas pueden ser de diversos colores: verde, amarillo, morado, blanco o plateado, uniformes o con rayas, que diferencia a las vainas maduras de las vainas completamente secas, de acuerdo al estado de madurez y de la variedad (Espinoza, 1990; CIAT, 1984; Camarena *et al.*, 2009).

f. Semilla

Cada semilla típica consta de testa o cubierta, que corresponde a la capa secundaria del óvulo; el hilium, o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta la semilla con la placenta, el micrópilo que es una abertura en la corteza de la semilla cerca del hilium. Los granos presentan diversas formas y colores dependiendo de la variedad, estas características de la semilla se tienen en cuenta para la clasificación de las variedades de frijol. Los colores primarios y secundarios de los granos de frijol pueden ser blancos, rojos, cremas, negros, cafés, etc., entre las diferentes formas que se puede encontrar, resaltan: cilíndrica, de riñón, esférica, redonda, elíptica u ovoide (CIAT, 1984; Camarena *et al.*, 2009; Yanac, 2018).

2.1.7 Etapas fenológicas

El crecimiento de la planta de frijol consta de dos fases: Fase vegetativa y fase reproductiva cada una de estas con etapas diferentes. Según el CIAT (1983) la duración de las etapas es influenciada por el genotipo (hábito de crecimiento y precocidad de la variedad), y el clima (luz y temperatura donde las altas temperaturas y rangos de luminosidad generalmente acortan la duración de las etapas). Así mismo señala la codificación de las etapas, su nombre y los hechos que determinan su iniciación y se describe a continuación:

- **Fase vegetativa**

Camarena *et al.* (2009), reportan que esta fase empieza desde que la semilla se coloca en ambiente favorable para iniciar la germinación y terminan cuando se presentan los primeros botones florales o primeros racimos. Comprende cinco etapas:

Etapa VO Germinación: Empieza cuando la semilla sembrada absorbe humedad, se hincha y emerge en primer lugar la radícula luego se alarga el hipocotíleo quedando los cotiledones a nivel del suelo.

Etapa VI Emergencia: Se inicia cuando los cotiledones del 50 por ciento de plántulas del cultivo aparecen a nivel del suelo, después el hipocotíleo se endereza, las hojas ya formadas en el embrión de la semilla crecen y se despliegan completamente.

Etapa V2 Hojas primarias: Comienza cuando las hojas primarias están desplegadas en el 50 por ciento del total de plantas. Empieza un desarrollo acelerado formándose tallo, ramas y hojas trifoliadas. Los cotiledones pierden su forma, se arquean y arrugan.

Etapa V3 Primera hoja trifoliada: Se inicia cuando planta presenta la primera hoja trifoliada completamente desplegada en el 50 por ciento del total de plantas.

Etapa V4 Tercera hoja trifoliada: Comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada en el 50 por ciento del total de plantas. A partir de esta etapa se hacen más evidentes las diferencias de las estructuras vegetativas como tallo, ramas y hojas trifoliadas a partir de las triadas de yemas.

- **Fase reproductiva**

Etapa R5 Prefloración: Se inicia cuando aparece el primer botón o racimo floral en el 50 por ciento del total de plantas cultivadas. En los cultivares de hábito de crecimiento determinado (Tipo I), el tallo y las ramas terminan su crecimiento formando una inflorescencia; en los hábitos de crecimiento indeterminado (Tipos II, III Y IV), el tallo y las ramas continúan creciendo

Etapa R6 Floración: Se inicia cuando la primera flor está completamente abierta en el 50 por ciento de las plantas. En variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y continua en forma ascendente. Según CIAT (1984) en el fríjol voluble con hábito de crecimiento tipo IV, la etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presenta la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración a un mismo tiempo

Etapa R7 Formación de vainas: Se inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida en el 50 por ciento del total de plantas, esta etapa también comprende el desarrollo de valvas. La formación de vainas comprende inicialmente el desarrollo de las valvas, durante los 10 a 15 primeros días después de la floración.

Etapa R8 Llenado de las vainas: Se inicia con el llenado de las primeras vainas. El peso de grano aumenta cuando las valvas llegan a su peso y dimensión máxima. Al final de esta etapa los granos pierden su color verde para tener la característica de la variedad (pigmentación). En ciertos genotipos las valvas de las vainas comienzan igualmente a pigmentarse, es así que al final de esta etapa aparecen las primeras hojas cloróticas y las primeras defoliaciones.

Etapa R9 Maduración: Es la última escala de desarrollo, se caracteriza por la maduración y secado de las vainas, se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales o los racimos y la madurez de cosecha.

2.1.8 Requerimientos edafoclimáticos

- **Fotoperiodo**

El cultivo de frijol es de días cortos, los días largos retrasan la floración y la madurez. La exposición a la luz durante más de una hora al día puede retrasar el envejecimiento de dos a seis días. La duración óptima del día para inducir la floración es de 8 a 14 horas. La reducción de luz promueve el retraso del crecimiento, lo que afecta negativamente el rendimiento. Los valores promedio como las variaciones diarias y estacionales, tienen importantes implicaciones para la duración del desarrollo y el comportamiento de los cultivos. La luminosidad no es fácil de modificar, pero es posible manejarla; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables de fotoperiodo (Ríos y Quirós, 2002; Vargas, 2013)

La luz solar afecta el crecimiento como factor limitante al afectar la fotosíntesis. También afecta la fenología y la morfología de las plantas a través de una respuesta fotoperiódica que parece crecer con sensibilidad en los frijoles de todas las variedades. La mayoría de los cultivares que crecen en la sierra de México, América Central y los Andes, son a menudo

sensibles a largos fotoperíodos y altas temperaturas; por lo tanto, no podrían completar su ciclo de crecimiento bajo esas condiciones (Gamarra *et al.*, 1997; Camarena *et al.*, 2009).

Basándose en los resultados de sus estudios realizados en frijol sobre la interceptación de luz, según White e Izquierdo (1989), las hojas de frijol que se encuentran de forma horizontal implican una pérdida de eficiencia debido a una excesiva iluminación de las hojas superiores que sombrea a las hojas inferiores. Singh (1999), menciona que el frijol necesita alrededor de 12 horas de luz al día para completar su ciclo de crecimiento en 100 a 130 días.

- **Temperatura**

En condiciones de la costa peruana es posible la siembra durante todo el año, teniendo una marcada influencia las condiciones sanitarias y el régimen de riego, ya que los estudios realizados indican que las temperaturas por debajo de 12 °C o superiores a 40 °C influyen en el proceso de producción (Camarena *et al.*, 2010).

Se tiene en cuenta que el cultivo necesita como mínimo de 10 °C a 12 °C para el proceso de germinación, de 15 °C a 18 °C para la floración y de 18 °C a 20 °C para el llenado de vainas. La temperatura ideal para una máxima productividad se sitúa en torno a los 15 °C a 27 °C en el periodo noche y día (Camarena *et al.*, 2009).

Se considera la temperatura óptima para el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo de fríjol esta entre 18 °C a 21 °C, estas condiciones coinciden con la estación de primavera en la costa peruana. Las temperaturas mínimas que puede soportar el cultivo para su desarrollo normal están relacionado a las diferentes etapas del periodo vegetativo, así se tiene para la germinación 8 °C, para la floración 15 °C y para la madurez de 18 °C a 20 °C (Laing, 1979),

Voyses (1983), observó niveles de rendimiento más bajos a temperaturas promedio más altas durante el ciclo de crecimiento. Singh y Chaudhary (1979), están asociadas con altas temperaturas y humedad relativa, y sus cambios dependen del estado de la planta. Espinoza (2009), observó una disminución en la tasa de formación de flores, el número de vainas y el peso cuando las plantas fueron expuestas a altas temperaturas durante la floración, lo que se confirmó en ensayos de campo e invernadero, donde los rendimientos se redujeron hasta en un 65 por ciento. Según Goodwing (1978), la calidad óptima de los granos se obtiene cuando éstos se desarrollan y maduran bajo condiciones de 21 °C o menos.

- **Humedad relativa**

La humedad relativa del aire en la primera vegetativa del cultivo de frijol, óptimamente se encuentra entre 60 y 65 por ciento, posteriormente oscila entre 65 por ciento y 75 por ciento. En altos porcentajes de humedad relativa del ambiente las enfermedades se encuentran favorecidas, por lo que la velocidad de su desarrollo se incrementa, además la alta saturación del ambiente dificulta la fecundación del ovario. Es imprescindible que se mantenga sin cambios bruscos de humedad (Hernández, 2013).

- **Agua**

El agua es indispensable en el crecimiento y desarrollo de las plantas, porque es necesario como medio para las diferentes reacciones fisiológicas dentro de la planta, entre ellas la más importante es la fotosíntesis y la respiración. Actúa como elemento estructural dentro de la célula, es el medio de transporte de los nutrientes absorbidos y los metabolitos catabolizados. Por último, es el regulador de la temperatura. Se estima que más del 60 por ciento de leguminosas en el mundo sufren esta escasez de recursos. Los lugares donde se siembra frijol corresponden a las zonas con precipitaciones superiores a los 500 mm promedio anual y en el caso de climas fríos moderado, son superiores a los 1000 mm, suficientes para compensar las necesidades de agua de la planta (Vargas, 2013). El requisito de riego para los frijoles es alrededor de 500-700 mm. Estas cantidades deben distribuirse uniformemente a lo largo de la temporada vegetativa y reproductiva. Por lo tanto, es importante mantener una buena humedad del suelo durante en la fase de floración y fructificación (Espinoza, 1990; del Carpio, 1983).

Camarena, *et al.* (2009), indican que por la condición de planta mesofítica (planta que requiere condiciones intermedias de humedad en el suelo), el frijol permanentemente requiere disponer de agua de buena calidad, para la obtención de máximos rendimientos. La presencia de sales o de elementos tóxicos en el agua de riego afecta drásticamente el rendimiento del cultivo. Está demostrado que el cultivo de frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Sin embargo, la planta ha desarrollado mecanismos de tolerancia al estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua. En cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este estrés se relaciona con la capacidad para producir raíces adventicias. Los estudios realizados para medir el consumo de agua del frijol a lo largo de

la etapa de desarrollo permitieron confirmar que el consumo máximo ocurre durante las etapas de floración y vaina. (Ríos y Quirós, 2002).

Los periodos de cultivo más importantes para el cultivo son 15 días antes de la floración y 18-22 días antes de la madurez de las primeras vainas, los 15 días previos a la cosecha deberían ser secos (Villanueva, 2010).

- **Suelo**

Los mejores suelos para el cultivo de frijol son los de textura franca, con una buena capacidad de drenaje y con alto contenido de materia orgánica. Suelos pesados, cuyas superficies se endurecen excesivamente pronto al riego, causan dificultades en la emergencia de las plántulas. Prospera a favor en distintos tipos de suelos, siendo los mejores para su desarrollo, los suelos franco arenoso y franco arcilloso. El frijol es una planta sensible a la salinidad, siendo afectado el cultivo cuando los suelos presentan una conductividad eléctrica superior a 2 dS/m. Niveles de salinidad de 1.5; 2 y 4 mmhos/cm a 25 °C en el suelo reducen el rendimiento del cultivo en aproximadamente 10 por ciento, 25 por ciento y 50 por ciento respectivamente y es determinante para la disponibilidad de nutrientes de la planta (Bayona, 2018).

El cultivo de frijol es tremendamente susceptible a condiciones extremas; exceso o falta de humedad, por esta razón debe cultivarse en suelos de textura ligera y bien drenados. El pH óptimo para sembrar frijol va entre 6.5 y 7.5, dentro de estos límites la mayoría de los elementos nutritivos del suelo presentan su máxima disponibilidad, Sin embargo, funciona bien en suelos con pH entre 4.5 y 5.5. El frijol es susceptible a los suelos salinos (Villanueva, 2010).

Chiappe (1992), muestra que el pH óptimo para el desarrollo del frijol es 5.5-7.0. Los frijoles son muy sensibles a la salinidad del suelo y el agua, especialmente cuando aparecen en forma de cloruro de sodio. Mogollón (1986) afirma que los frijoles se producen mejor en suelos sueltos, profundos, transpirables y bien drenados, pero se consideran duros en términos de las condiciones físicas del suelo y son húmedos, no debiéndose cultivar en suelos húmedos y salinos.

2.1.9 Manejo agronómico

a. Preparación del terreno

INIA (2010) menciona que cuando el terreno está a punto se remueve el suelo con arado de discos a una profundidad de 20 a 30 centímetros, luego se pasa la rastra en forma cruzada para desmenuzar bien el suelo, luego se realiza el surcado. La justa preparación de terreno elimina estadios de insectos plaga, facilita la germinación, permite un buen desarrollo del cultivo y optimiza la retención de la humedad.

El grado de soltura del suelo está asociado con el sistema de implantación (siembra directa o trasplante). La preparación del terreno se inicia con una o dos labores profundas seguidas de un mayor desmenuzamiento del suelo y sistematización del terreno (Castagnino, 2008).

b. Siembra

Se recomienda normalmente la siembra en surcos y por golpes, si son terrenos con pendientes, hacer los surcos y depositar las semillas al fondo del surco. En terrenos sin pendiente y secos, se siembra en el lomo del surco, si es un suelo retentivo de humedad para evitar pudriciones de la raíz (Maroto, 2000). En la costa central se recomienda distanciamientos de siembra de 0,8 m entre surcos e hilera doble y 2-3 semillas por golpe distanciados cada 0,2 – 0,3 m. La cantidad de semilla necesaria por hectárea varía de 70 – 100 kg ha⁻¹ (Ugás *et al.*, 2000).

Según la DRAT (Dirección Regional Agraria de Trujillo) (2003), se viene cultivando el frijol en los distritos de Simbal, Poroto, Laredo, Huanchaco, Moche. La siembra puede ser manual o mecanizada, en el primer caso se depositan tres semillas por golpe aproximadamente a una profundidad de 4 a 6 centímetros y un distanciamiento entre surcos de 0.7 y 0.2 m entre golpe, la cantidad de semilla que se utilizan por hectárea depende del tamaño del grano, la distancia entre surcos y golpes. En el caso de la siembra mecanizada resalta los beneficios de esta modalidad (germinación uniforme, profundidad de siembra adecuada y constante, ahorro de tiempo y dinero, 15 a 18 semillas por metro lineal).

INIA (2010), menciona que se utiliza entre 80 a 90 kg por hectárea en el cultivo de la variedad INIA 404 – CIFAC 90105, el cual tiene un tipo de crecimiento tipo III, la profundidad de siembra esta entre 5 a 7 cm. Si se siembra en surcos simples, la distancia

entre surcos debe ser 0.7 m y entre golpe 0.2 m, el número de semillas por golpe es de 3. Si se siembra en surcos dobles o mellizos, la distancia entre líneas de siembra es 0.5 m, entre pares de líneas 0.9 m, la distancia entre golpes es 0.2 m.

c. Control de malezas

El control de malezas puede ser manual, con lampa o azadón; también mecánicamente mediante la rastra con un tractor o tracción animal, el primer desmalezado se realiza a los 15 o 20 días después de la siembra y el segundo 20 días después del primero, normalmente se necesita de dos a tres manejos de malezas en momentos oportunos. La aplicación de herbicidas también se puede considerar en el manejo de malezas. El cultivo de frijol es afectado por las malas hierbas que luchan por los nutrientes, agua y luz; por eso debe conservar el campo libre de malezas principalmente los primeros 45 días, las labores de cultivo y deshierbo se deben evitar en la etapa de floración del cultivo (INIA, 2004; IICA, 2009).

d. Riego

El frijol es muy sensible tanto a la deficiencia como al exceso de agua, se deben aplicar entre 3 a 5 riegos a intervalos de 20 días aproximadamente. En suelos arenosos la frecuencia de riego puede ser mayor. No debe faltar agua en el suelo durante la etapa de floración y llenado de vainas, con el fin de obtener un buen rendimiento y buena calidad del grano. Generalmente la pendiente del surco es entre 1 y 1.5 por ciento, además la longitud de estos no debe superar los 100 m lineales. El caudal del riego en los surcos debe ser bajo para facilitar la infiltración rápida del agua. Abundantes riegos generan pudriciones radiculares, en consecuencia, las plantas se amarillentan, marchitan y mueren (INIA, 2010).

Salazar (1969), analizó el efecto de cuatro frecuencias de riego sobre rendimientos en frijol Canario Divex 81 120, la cantidad de agua que se aplicó en cada tratamiento era diferente y encontró que, si la frecuencia de riego es mayor, el número de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y el rendimiento eran superiores.

e. Fertilización

En el monocultivo, el frijol responde favorablemente a la aplicación de 40 unidades de nitrógeno, 60 de fósforo y 60 unidades de potasio. La mezcla de estos elementos se aplica en la totalidad al momento de la siembra (Gamarra *et al.*, 1997) o también se puede aplicar con 1/3 del nitrógeno a la siembra, para fertilizar con los 2/3 restantes al aporque (Sánchez, 1995).

Las leguminosas son importantes para mejorar las condiciones del suelo, especialmente en las laderas andinas donde se cultivan los frijoles. Esto se debe a que estos suelos provocan desnutrición y una alta fijación de fósforo. La simbiosis de frijoles y bacterias nitrificantes puede ser una práctica muy importante para el mejoramiento del suelo, basada en el conocimiento de la cantidad de nitrógeno fijado por los frijoles. (40-70 kg ha⁻¹ de N) (Camarena *et al.*, 2009). Asimismo, Graham y Rosas (1977), reportaron que existe una gran variabilidad genética en relación con la capacidad de fijación de N₂, y que los genotipos tardíos fijan más nitrógeno que los precoces.

Forero (1969), indica que los fertilizantes nitrogenados dan los rendimientos más altos y no deben exceder una cantidad adecuada que por lo general debe ser baja, pues se produciría un exceso de desarrollo que daña las plantas y reduce el rendimiento de los cultivos. Hace que las plantas sean susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. Para el fósforo, hubo una tendencia positiva en el rendimiento, lo que indica que los frijoles respondieron a la fertilización con fosfato. En la costa peruana debido al contenido de potasio en el suelo, prácticamente no hay respuesta al abonamiento potásico.

Singh (1999), menciona que el cultivo de frijol de 100 a 120 días a la cosecha y con un rendimiento de 2500 kg ha⁻¹ usualmente extrae del suelo entre 60 a 80 kg. de nitrógeno y 40 kg ha⁻¹ de fósforo. En suelos ácidos deficientes en nitrógeno y fósforo, además con niveles superiores de aluminio y manganeso, es necesario utilizar medidas correctivas apropiadas.

f. Plagas

Las plagas principales encontradas en el cultivo de leguminosas son las siguientes: gusanos de tierra (*Agrotis* spp, *Feltia* spp); gusano picador (*Elasmopalpus lignosellus*); mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*); mosquilla de los brotes o caracha (*Prodiplosis longifilia*); nematodos (*Meloidogone incognita*); perforadores de brotes y vainas (*Cydia fabivora*, *Heliothis virescens*, *Spodoptera eridanea*, *Spodoptera ochrea*, *Epinotia aporema* *Pseudoplusia includens*); pulgones (Sánchez y Vergara, 2003).

Yanac (2018), reportó las siguientes plagas en su investigación en utilizando las variedades de frijol Canario 2000, CIFAC 90105 y Laran mejorado en condiciones de La Molina: *Bemisia tabaci* (mosca blanca), *Thrips tabaci* (trips), *Empoasca Kraemeri* (lorito), *Liriomyza huidobrensis* (mosca minadora) y *Epinotia aporema* (barrenador de los brotes).

g. Enfermedades

Las enfermedades principales encontradas en el cultivo de frijol son las siguientes: chupadera (*Fusarium* spp, *Pythium* spp); pudrición gris (*Botrytis cinerea*); antracnosis (*Colletotrichum* spp); mancha chocolate (*Botrytis fabae*); oidiosis (*Erysiphe polygoni*). Alrededor de once hongos ocasionan las enfermedades más comunes en el cultivo del fríjol siendo la “roya” *Uromyces* spp, “antracnosis” *Colletotrichum* spp y la “mancha Angular” de la hoja (*Phaeoisariopsis* spp), las tres económicamente más importantes. Además, los rendimientos en granos de *Phaseolus vulgaris* en la región andina, son bajos debido a la presencia de enfermedades como “Ascochyta” ocasionada por *Phoma exigua* var. *diversispora* (Huaytalla, 1993; Ugáz *et al.*, 2000).

Existen varias especies de hongos que normalmente habitan en el suelo que son responsables de producir pudriciones radicales en frijol, entre ellos sobresalen: *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phyitium* y *Sclerotium* (Araya y Hernández, 2006). Yanac (2018), encontró las siguientes enfermedades en su investigación en el cultivo de frijol en condiciones de La Molina: antracnosis (*Colletotrychum lindemuthianum*), y mancha angular (*Paeosiaripsis griseola*).

h. Cosecha

En la cosecha las plantas se amontonan para terminar su secado y efectuar la trilla, arrancar las plantas acelera el secamiento de las plantas y el grano, la trilla puede ser manual o mecánica. Se realiza la cosecha cuando la mayoría de las plantas han comenzado a secarse, arrancando las plantas y dejarlas por algunos días en el mismo surco o en una era para acelerar el secado. (DRAT, 2003; INIA, 2010; Camarena *et al.*, 2009).

2.1.10 Importancia nutricional

El fríjol encabeza actualmente la lista de alimentos que la FAO promueve para combatir el hambre y la desnutrición en el mundo. El consumo medio de leguminosas ha alcanzado los 10 kg per cápita y en algunos países ha llegado a los 25 kg, alcanzando el 87 por ciento de este consumo total le corresponde al fríjol común (FAO, 2009).

El cultivo de frijol en Perú se considera uno de los cultivos más importantes para la producción de alimentos básicos. Su consumo es de 3 kg / persona / año, el consumo diario es de 7 gramos, llegando a los 4 kg/persona/año en las zonas rurales, es decir 11 gramos diarios de fríjol (INEI, 2012). Sin embargo, se estima que se deben consumir 12 kg de frijol anualmente para obtener una proporción significativa de nutrientes esenciales (FENALCE, 2009).

Según MINSA (2009) el frijol es nutritivo porque es rico en proteínas (20 - 22 por ciento), carbohidratos (61 por ciento) y aminoácidos esenciales como la lisina y el triptófano, que son deficientes en cultivos amiláceos como el maíz.

Tabla1: Composición nutricional del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Composición (g/100g muestra)	Promedio (%)
Humedad	13.30
Ceniza	3.75
Fibra cruda	3.25
Grasa	1.42
Proteína	21.40
Carbohidratos	56.87
Aminoácidos (mg aac/ 100mg proteína)	
Histidina	2.76
Isoleucina	8.19
Leucina	7.81
Lisina	8.88
Sulfurados*	1.45
Aromáticos**	7.20
Treonina	5.25
Valina	5.96
Arginina	6.78

Fuente: Huamán y Cortez (2001)

Sin embargo, son deficientes en los aminoácidos azufrados metionina y cisteína y cubren solo entre los requisitos mínimos de 70 - 78 por ciento y 54 - 60 por ciento de los requerimientos mínimos para adultos y niños respectivamente. Por lo tanto, una proteína de buena calidad nutricional se puede obtener a partir de fríjol como fuente de lisina complementado con cereales fuente de aminoácidos azufrados comparable con la carne, proteína de origen animal (FAO, 1983).

Además del valor nutricional, el bajo costo de los frijoles hace que se consuman en los países más pobres, y por ser muy versátil se encuentra presente en todo tipo de platos desde los más tradicionales a los más innovadores por lo que constituye una alternativa para elevar el estado de nutrición de la población (Díaz, 1999; Espinoza, 2009).

El beneficio del consumo de fríjol se asocia con un menor riesgo de enfermedades crónicas en los seres humanos, como ataques cardíacos debido a un menor colesterol, cáncer de colon, próstata y mama; además, por ser un alimento de lenta digestión y bajo índice glicémico su

consumo es recomendado para diabéticos, por su alto contenido de hierro es una opción para el 50 por ciento de menores de cinco años con deficiencia de hierro que tiene el país (INEI, 2005).

Al respecto, el CIAT trabaja en la obtención de nuevas variedades de frijoles biofortificados con alto contenido de Fe y Zn (FENALCE *et al.*, 2007), que deben ser difundidos para el beneficio de los productores y de esta forma contribuir en la lucha de reducción de la anemia en mujeres con edad fértil y la salud, vigor, inteligencia y capacidad productiva de niños y habitantes del campo de escasos recursos (Pachón *et al.*, 2009; Ramírez y Bency, 2009).

El potencial nutricional del fríjol, se ve afectado por los siguientes factores: (a) la deficiencia en aminoácidos azufrados metionina y cisteína (Wu *et al.*, 1995) (b) factores de inestabilidad térmica y toxicidad y otros efectos fisiológicos adversos (Nielsen, 1991) y (c) pobre digestibilidad proteica, situación que podría afectar la utilización de sus aminoácidos (Coelho y Sgarbieri, 1995). El poco conocimiento de todos estos temas y la falta de un adecuado manejo de las leguminosas durante su preparación o procesamiento son las principales causas que limitan el acceso de sus proteínas (Huamán y Cortez, 2001).

2.2. Líneas avanzadas MBC (Mid-altitude BCMNV resistant climbing beans)

Las líneas avanzadas MBC que se introdujeron al país en el 2009 a través de la Universidad Nacional Agrícola de La Molina encabezada por el Programa de Leguminosas y Semillas Oleaginosas (PLGO).

Estas fueron difundidas en el departamento de Cusco y Apurímac, sierra sur del Perú. Esta variedad es resistente a la antracnosis y al añublo de halo, y tolerante a *Ascochyta*.

PROFRIZA, (2000) ha identificado que los entre los progenitores de las líneas se encuentra la variedad de fríjol Kori Inti que proviene de la línea ZAV 8399 (G-11819 x G-2545 y Liborino x Poroto Sagrado) recibida del CIAT en 1984, es un fríjol voluble amarillo pequeño precoz, de hábito de crecimiento tipo IV teniendo una característica que evita el volcamiento del maíz cuando se cultiva en asocio con este cultivo. En los valles andinos de la sierra sur donde tradicionalmente se han logrado los tradicionales monocultivos de maíz, los rendimientos se han incrementado en 1.000 toneladas de grano seco. Otros progenitores fueron: la variedad Blanco Salkantay producto de una selección de plantas de hábito IVa, es

un fríjol de grano blanco, más precoz que la variedad Caballero procedente de Cajamarca, fríjol de grano blanco y grande. Fríjol Canario Bola, variedad tradicional del Ecuador, con hábito de crecimiento tipo IV de semilla grande (>60g/100 granos) y redonda, variedad que se cultiva en la sierra, asociada con maíz y el fríjol Inyumba originario de Ruanda de hábito de crecimiento tipo IV y grano blanco (Voysesst, 2000).

2.3 Antecedentes

Vega (2000), estudio la rentabilidad y el índice de rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huallaguino evaluado en la ciudad de Tingo María con cuatro tipos de soportes: soporte de maíz variedad “Marginal 28 Tropical”, soporte de colgado, soporte de espalderas y soporte de tutor individual. Se encontró que el soporte de tutor individual mostró alto rendimiento de grano de frijol con 1454,13 kg ha⁻¹, no superando al soporte de colgado con 1312,63 kg ha⁻¹, seguido por el soporte de espalderas con 1011,09 kg ha⁻¹ y ocupando el último lugar el soporte de maíz, obteniendo 555,30 kg ha⁻¹, sin embargo la rentabilidad obtenida en base a los costos directos e indirectos y el valor de producción, se obtuvo que el tipo de soporte de maíz asociado a una densidad de frijol de 60000 plantas.ha⁻¹ resultó ser el más beneficioso con 105,05 por ciento de índice de rentabilidad, debido al rendimiento individual de frijol y maíz con 470,71 y 9950,00 kg.ha⁻¹ respectivamente.

En la caracterización de 63 líneas avanzadas de fríjol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes al virus del mosaico común en la costa (La Molina) y sierra (Carhuaz) del Perú, Pumalpa (2016), empleó un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. sustentó que los resultados demostraron que la línea MBC 53 sobresalió por las características de buen vigor, las vainas en toda la planta, grano blanco, pequeño, ovalado, brillo medio y el rendimiento de 863 kg ha⁻¹, mayor que las otras líneas y el testigo. La línea MBC 111 de grano amarillo presentó excelente vigor, las vainas en la parte superior de la planta, mayor número de granos por vaina, vainas por planta y rendimiento de 1256 kg ha⁻¹. Observó la presencia de virus en el campo; sin embargo, el 78 por ciento de las líneas de fríjol blanco no presentaron síntomas, mientras en las líneas MBC 53 y MBC 80 los síntomas fueron dudosos. En el fríjol amarillo los síntomas estuvieron ausentes para MBC 109 y MBC 111; débiles para MBC 106 y MBC 110, moderados para MBC 87 y el resto de líneas fueron dudosos según CIAT (1987). En conclusión, los caracteres de mayor importancia fueron la

curvatura de vaina, la persistencia de hojas, posición de vainas, color de grano y el vigor de la planta.

Vargas (1985) estudio sobre el rendimiento y sus componentes en dos ambientes agrupo a aquellos caracteres que no tuvieron variación y se manifestaron de igual forma en ambas localidades, los caracteres fueron: hábito de crecimiento, tipo de ramificación, color de las vainas, color del hipocótilo, color del tallo principal, color de la hoja y color de la flor. Los caracteres que sufrieron cambios en cada localidad fueron: días a floración, número de vainas por planta, rendimiento de grano por planta, vigor y longitud del tallo principal o altura.

Vílchez (2015), evaluó el efecto de la fertilización potásica y de la inoculación de *Rhizobium* spp en el rendimiento de frijol var. Molinero PLV 1 – 3. Empleó un DBCA con ocho tratamientos y tres repeticiones. Para los rendimientos de grano seco var. Molinero PLV 1 - 3 no se halló diferencias significativas para los tratamientos evaluados, siendo el tratamiento T5 (NPK) con el mayor rendimiento de 2 858 Kg ha⁻¹, seguido de los tratamientos T4 (Cepa E-14 PK) con 2 746 y el tratamiento T2 (Cepa E-10 PK) con 2 676 Kg ha⁻¹ superiores a los tratamientos T3 (Cepa E-14), T7 (PK), T8 (N+) y T1 (Cepa E-10) con 2 563, 2 433, 2 384 y 2 307 Kg ha⁻¹, respectivamente. Mientras que el T6 (Testigo) registró el menor rendimiento con 2 123 Kg ha⁻¹. Asimismo, se encontró diferencias significativas para el número de nódulos, obteniendo el T4 (Cepa E-14 PK) 21 nódulos, seguido de los tratamientos T2 (Cepa E-10 PK), T3 (Cepa E-14), T1 (Cepa E-10) y T7 (PK) con 12, 7, 5 y 3 nódulos respectivamente, comparado con el T6 (Testigo) con 2 nódulos. La presencia de carbonatos y salinidad del suelo puede haber sido un factor que modifico la estructura, también la actividad biológica de los microorganismos y el bloqueo de macro y micronutrientes que requieren tanto el frijol var. Molinero PLV 1-3 y las Cepas E-14 y E-10, tratamiento T6 (Testigo) con 2 nódulos nativos que no fueron eficientes.

Yanac (2018), en los meses entre junio a diciembre del 2016 evaluó tres variedades comerciales de frijol (Canario 2000, CIFAC 90105 y Blanco Laran), describió caracteres morfológicos como: altura de planta, número de nudos por tallo, número de ramas por planta, biomasa total, peso fresco y seco del follaje, peso fresco y seco de raíz y peso fresco y seco de vainas, profundidad de raíces. A la vez analizaron también caracteres de rendimiento como: número de vainas por planta, número de lóculos por vaina, longitud de vainas, granos por vaina, peso de 100 granos, días a floración, días a madurez fisiológica, días a madurez de cosecha, índice de cosecha y rendimiento de grano seco (kg ha⁻¹). Utilizo un diseño

factorial 3 x 3 en DBCA con tres repeticiones. Resalto que los mejores resultados se obtuvieron en las tres variedades con la mayor dosis de fertilización que fue 100 – 80 - 60 kg ha⁻¹ de NPK, en rendimiento promedio: la variedad CIFAC 90105 alcanzó 3,316 kg ha⁻¹, Blanco Larán mejorado 2,414 kg ha⁻¹ y Canario 2000 con 2,376 kg ha⁻¹. En las variables peso seco del follaje, peso fresco y seco de vainas, días a floración, días a madurez fisiológica y días a madurez de cosecha, la interacción de fuente de nitrógeno y variedades de frijol, salieron significativos, realizándose el análisis estadístico de efectos simples.

En la evaluación de 25 variedades de frijol blanco en condiciones de La Molina, Nazario (1992) encontró que había una diferencia altamente significativa en el rendimiento de grano, siendo el mayor rendimiento obtenido por el testigo Blanco Larán con 2 549.25 kg ha⁻¹. La variedad CIFEM 87088 registró el menor rendimiento con 1 266.75 kg ha⁻¹, siendo el promedio del experimento de 1 782.3 kg ha⁻¹. El mayor número de vainas por planta fue alcanzado por la variedad CIFEP 87019 con 15.05 mientras que la variedad CIFEM 87014 tuvo el menor número de vainas con 6.7. El mayor número de granos por vaina fue de la variedad CIFEM 87084 con 5.675, correspondiéndole el menor valor a la variedad CIFEM 87010 con 3.55 granos vaina⁻¹. El mayor peso de 100 semillas la obtuvo la variedad CIFEM 87020 con 45.675 gramos y la variedad CIFEP 87007 el menor peso con 23.25 gramos. La variedad más precoz fue CIFEM 87089 al ser cosechada a los 91 días. La más tardía fue CIFEM 87055 con 113.75 días.

Espinoza (2009), evaluó 16 genotipos seleccionados de frijol Canario cv. Centenario en condiciones de La Molina, utilizó un DBCA con 16 tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 48 unidades experimentales. Se presentaron diferencias altamente significativas en las variables: altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina y rendimiento t ha⁻¹; y diferencias no significativas en las variables: altura de plantas y peso seco de 100 semillas. El máximo valor de rendimiento promedio de frijol Canario cv. Centenario (2307.77 kg ha⁻¹) se alcanzó con el tratamiento T3.

Lamz, *et al.* (2017) realizaron la evaluación preliminar de líneas de frijol en Melena del Sur (Cuba). Observaron que los genotipos en estudio mostraron en general diferencias significativas en cuanto a los días a la floración, días a la madurez de cosecha, el número de vainas por plantas y rendimiento. La altura de la planta y número de granos por vainas no permiten discriminar entre las líneas. Todas las líneas mostraron un ciclo biológico más corto que el cultivar comercial lo que les permite escapar de la sequía. El análisis integral de los

resultados, permitió proponer a las líneas MH 43-2, MEN 2202-16, PRO 0334-126 y MER 2222-48 como las de mejor comportamiento del grupo, por lo que pueden ser introducidas en la práctica productiva.

Mayor-Duran, *et al.* (2016) observaron la toleración a sequía de genotipos, en total fueron 54 líneas evaluadas pudiéndose observar que las líneas DAB 18, DAB 49, DAB 52 y DAB 3, presentaron mayor rendimiento con un rango de 2506.2 a 2682.3 kg ha⁻¹ en las dos condiciones de sequía evaluadas; lo cual aporta genotipos con características de importancia para ser multiplicados y distribuidos a agricultores, además de obtener líneas parentales para generar nuevos programas de mejoramiento con tolerancia a sequía.

Dorcivil, *et al.* (2010) observaron el performance agronómico de 33 líneas, así como de las variedades Morales, Verano, Salagnac 90 bajo tres regímenes de fertilización en oxisoles. La línea de frijol PR0443-151 y PR0340-3-31 tuvieron rendimientos de grano consistentemente más altos en condiciones de nutrientes no limitantes (+ N + P + K). Las líneas con baja tolerancia a N y aquellas que siempre tuvieron las mayores eficiencias de uso de N fueron PR0443- 151, VAX 3, RBF 11-33 y RBF 19-63. Líneas que fueron eficientes en la utilización de N y que respondieron a las aplicaciones de N fueron PR0443-151, IBC 309-23 y A774. PR0340-3-31, PR0443-151, A774 y VAX 3 tenían los mayores rendimientos de semillas bajo condiciones limitantes de P del suelo y expresaron una alta eficiencia de uso de P del suelo. La identificación de las líneas de frijol con altos rendimientos relativos tanto bajo limitación como sin limitación de nutrientes las condiciones, la alta eficiencia en el uso de nutrientes y la tolerancia a los niveles bajos de N y P en el suelo pueden ayudar a los programas de mejoramiento y eventual sostenibilidad de la producción de frijol en el Caribe.

Abebe, *et al.* (1998) compararon veinte líneas de frijol grano seco bajo diversas condiciones (estresadas y no estresadas), encontraron que, en un crecimiento de las líneas sin estrés, la línea G 2816 obtuvo el mejor rendimiento (2860 kg ha⁻¹) y si estas mismas líneas crecen en un ambiente estresado la línea A 422 obtendrá el mejor rendimiento (1320 kg ha⁻¹). Reportaron que la floración de estas líneas inicio aproximadamente entre 41 – 46 y 38 – 43 días después de la siembra respectivamente. Además, indican que en condiciones de Nazret (Etiopía) está la madurez fisiológica se da entre 74-90 y 73-79 dds en condiciones normales y en un ambiente estresante respectivamente.

Ríos, *et al.* (2014) realizaron la evaluación agronómica de 18 líneas avanzadas de frijol en Boyacá (Colombia). Utilizaron el diseño bloques completamente al azar, con tres replicas. Las variables evaluadas fueron: días a floración, vigor, días a madurez, incidencia de enfermedades, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento. Los genotipos MAC27, MAC13, MBC26, MBC28 y MBC37 no se diferenciaron, pero sí mostraron ser más precoces que Bola Roja y Bolívar (testigos). En días a madurez MAC27 y MBC39 fueron más tempranos que los testigos. Todos los genotipos se comportaron como resistentes a enfermedades, a excepción de MBC30 que resultó susceptible a *Uromyces phaseoli* y MBC33 a *Phoma exigua*. Referente al número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento destacaron MAC27 y LAS399, sin diferencia significativa frente a Cargamanto (testigo) pero si superando a Bola Roja y Bolívar. LAS399, MAC27 y Cargamanto produjeron rendimientos de 1300, 1038 y 950 kg/ha, respectivamente, mostrando las ventajas de su precocidad, en comparación a Bola Roja y Bolívar que son tardíos.

Ramírez y Bency (2009) evaluaron once líneas de frijol biofortificado e Inta Rojo como testigo, utilizaron un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 12 tratamientos y 4 réplicas. Los días a floración y madurez fisiológica indicaron que la línea 703 SM 15212-11-5 fue más precoz, obteniendo 35 y 71 días, respectivamente. 75 por ciento de las líneas mostraron hábito de crecimiento IIb, y las líneas 516 DFSZ 15089-22-1 y 429 DFSZ 15094-39-3, hábito de crecimiento IIIb. El rendimiento fue significativo, en donde las líneas 628 SM 15212-33-3 y 703 SM 15212-11-5 presentaron el mayor rendimiento con 517.2 y 491.5 kg ha⁻¹, respectivamente, superando a la línea 429 DFSZ 15094-39-3 en un 33 por ciento. Los componentes de rendimiento plantas cosechadas y granos por vaina no mostraron diferencias significativas; no obstante, las vainas por plantas y peso de 100 granos mostraron diferencias estadísticas.

Marín y Hoyos (2018), evaluaron el comportamiento agronómico de 10 líneas avanzadas de frijol en condiciones de clima medio a frío en Colombia. Las alturas de las plantas de las líneas evaluadas en esas condiciones variaron de 24.6 y 38.7 cm.

García *et al.* (2015) evaluaron 29 líneas de frijol, así como 5 cultivares comerciales en Maquiné (Brasil), encontraron que la altura promedio de las líneas evaluadas fue 38.74 cm respecto a la altura de planta, además encontraron diferentes subgrupos en el rendimiento entre 34 líneas de frijol, los rendimientos variaron entre 590.97 y 1221.29 kg ha⁻¹.

Loforte (2007) realizó la evaluación agronómica de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) fortificadas en los sistemas locales de producción en el municipio de Mayarí, provincia de Holguín (Cuba), evaluó 27 líneas de frijol obteniendo una media de 952.64 kg ha⁻¹.

Duran, *et al.* (2014) evaluaron 7 líneas de frijol negro en Venezuela, encontraron que la altura de planta vario entre 45.48 y 75.93 cm, además sus rendimientos obtenidos se encontraron sobre 1100 pero menos de 192 kg ha⁻¹.

Tofiño, *et al.* (2016), evaluaron el rendimiento de frijoles biofortificados, la estabilidad fenotípica y el contenido de micronutrientes en la región seca del Caribe de Colombia. La maduración fisiológica ocurrió entre 68.25 y 72.25 días, las fechas de cosecha estuvieron entre 74.13 y 87.19 días, y también mostraron rendimientos de 660 a 1450 kg ha⁻¹.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación campo experimental

El estudio se realizó en el departamento Lima, en el distrito de La Molina, se instaló en el campo experimental “Guayabo I” ubicada al interior de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), con coordenadas geográficas de $12^{\circ}05'13.41''$ Latitud sur y $76^{\circ}56'45.83''$ longitud oeste y a una altura de a 241 msnm.

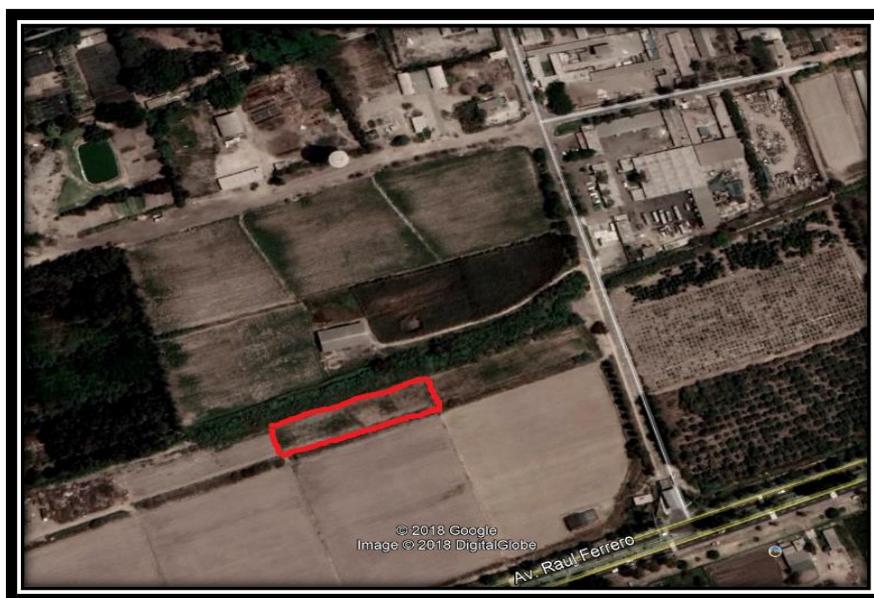


Figura 10. Ubicación geográfica lote “El Guayabo I”- UNALM

Fuente: Google Earth (2018)

3.2 Características edáficas

El análisis de caracterización de suelo se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Los resultados se presentan en la Tabla 2, donde se indica que el suelo tiene una textura franca con un porcentaje de arena, limo y arcilla de 51, 32 y 17 respectivamente. Su pH (7.92) está dentro del rango de clasificación de moderadamente alcalino. Es un suelo no

salino (C.E. < 2), el porcentaje de carbonato de calcio presente fue medio (1 – 5 por ciento), el contenido de materia orgánica es común de suelos de la costa peruana (bajo, menor a 2 por ciento), el fósforo disponible es medio (10.70 ppm), el potasio disponible es también medio (176.00 ppm), la capacidad de intercambio catiónico de este suelo según la Tabla 2 es bajo (5 – 15).

Tabla 2: Análisis de caracterización de suelo

Componente	Unidad	Valor	Método de análisis
pH	-	7.92	Potenciómetro 1:1
C.E	dS/m	0.35	Extracto de saturación 1: 1
CaCO₃	%	1.80	Gas volumétrico
M.O.	%	1.07	Walkley y Black
P disponible	ppm	10.70	Olsen modificado
K disponible	ppm	176.00	Acetato de amonio 1N/pH 7
Clase Textural	-	Franco	Triangulo estructural
Arena	%	51.00	Hidrómetro de Bouyoucos
Limo	%	32.00	Hidrómetro de Bouyoucos
Arcilla	%	17.00	Hidrómetro de Bouyoucos
CIC	-	11,20	

Fuente: LASPAF (2017)

3.3 Características climáticas

El estudio se realizó de agosto 2017 a enero 2018. Los datos climatológicos fueron proporcionados por la estación meteorológica “Alexander Von Humboldt” de la Universidad Nacional Agraria La Molina. En la Tabla 3 se observan los datos registrados meteorológicos desde la siembra hasta la cosecha del cultivo de frijol. La temperatura promedio reportada durante el presente experimento varió entre 16.5 y 23 °C, el promedio de temperatura en la investigación fue 18 °C el cual se encuentra en el mínimo requerido para el crecimiento y desarrollo normal de la planta. Camarena *et al.* (2009) indican que los mejores rangos de temperatura para los procesos de floración y llenado de vaina son 15 a 18 °C y 18 a 20 °C, además indican que temperaturas diurnas y nocturnas de 27 y 15 °C respectivamente son ideales para una máxima productividad.

La humedad relativa fluctuó entre 71.12 en el mes de enero y 82.37 en el mes de septiembre, cabe recordar que la humedad del ambiente aumenta con la temperatura al ser capaz de poder almacenar una mayor cantidad de agua en el aire, por lo tanto, la humedad relativa disminuye al estar menos saturado el ambiente porque puede almacenar una mayor cantidad de agua.

Hernández (2009) indica que la humedad relativa del aire en la primera vegetativa del cultivo de frijol, óptimamente se encuentra entre 60 y 65 por ciento, posteriormente oscila entre 65 por ciento y 75 por ciento. Además, en altos porcentajes de humedad relativa del ambiente favorecen las enfermedades.

Tabla 3: Condiciones meteorológicas de temperatura, humedad relativa y precipitación en el período agosto 2017 – enero 2018, La Molina

Año	Mes	Temperatura (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
		Max.	Min.	Promedio		
2017	Agosto	21,8	11,2	16,5	81,60	0,07
	Setiembre	23,6	11,1	17,4	82,37	0,15
	Octubre	25,3	11,7	18,5	78,23	0,07
	Noviembre	25,5	11,5	18,5	76,25	0,01
	Diciembre	27,8	13,9	20,9	76,27	0,01
2018	Enero	29,7	16,2	23	71,12	0,01
Promedio/acumulado		25,2	12,6	18,9	76,85	0,32

Fuente: Estación Meteorológica Alexander Von Humboldt (2018).

3.4 Materiales

- Líneas de frijol
- Vernier
- Wincha
- Rafia de colores
- Bolsas de papel kraft
- Pesticidas
- Carrizo (tutores)
- Camara digital

Las líneas de frijol (14 línea) presentan un tipo de crecimiento de planta tipo IV, las variedades control Blanco Molinero, y Canario Centenario son de crecimiento I y solo Molinero PLV 1-3 es de tipo III. Las líneas CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 19-1 MBC 67 y CIAT 38-1 MBC 86 así como la variedad Molinero PLVV 1-3 presentan un periodo vegetativo medio, las demás líneas y variedades control son de periodo vegetativo precoz.

Pumalpa (2016), menciona que las líneas avanzadas MBC (Mid-altitude *BCMNV* resistant climbing beans) con numeración entre el 49 y 83 presentan un grano de color blanco y los MBC 84 – 111 un color amarillento.

3.5 Tratamientos

El material en estudio, como se aprecia en la Tabla 4, está conformado por líneas de frijol provenientes del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, se tomó como testigo a la variedad Blanco Molinero, Canario Centenario y Molinero PLV 1-3.

Tabla 4: Líneas de frijol del experimento

	Líneas	Periodo vegetativo	Tipo de crecimiento de planta	Aleatorización		
				I	II	III
1	CIAT 55-4 MBC 103	Precoz	IV	111	212	314
2	CIAT 10 MBC-58	Precoz	IV	107	205	315
3	CIAT 16-1 MBC 64	Precoz	IV	114	214	311
4	CIAT 42-5 MBC 90	Medio	IV	115	209	302
5	CIAT 41-3 MBC 89	Precoz	IV	104	208	309
6	CIAT 41-7 MBC 89	Precoz	IV	112	203	301
7	CIAT 36-1 MBC 84	Precoz	IV	103	215	308
8	CIAT 12 MBC 60	Precoz	IV	101	207	316
9	CIAT 19-1 MBC 67	Medio	IV	110	202	304
10	CIAT 4 MBC 52	Precoz	IV	113	204	305
11	CIAT 27-3 MBC 75	Precoz	IV	106	216	312
12	CIAT 15 MBC 63	Precoz	IV	105	201	310
13	CIAT 35-1 MBC 83	Precoz	IV	109	206	306
14	CIAT 38-1 MBC 86	Medio	IV	102	210	303
15	Blanco molinero	Precoz	I	108	213	307
16	Canario centenario	Precoz	I	116	211	313
17	Molinero PLV 1-3	Medio	III	117	217	317

Fuente: Elaboración propia

El campo experimental (244.8 m²) se comprendía de 17 tratamientos repartidos en tres bloques, cada bloque medía 81.6 m² (unidades experimentales más caminos), dando un total de 51 unidades experimentales, cada unidad experimental tenía una extensión de 2.4 m², el cual contenía dos surcos, la distancia entre surcos fue de 0.8 m, la distancia entre plantas fue de 0.5, aproximadamente se colocaron 3 semillas por golpe.

3.6 Manejo agronómico del experimento

Preparación del terreno

La preparación del lote El Guayabo, se realizó en agosto del 2017, se inició con la limpieza del terreno de forma mecánica (con un tractor) se realizaron dos aradas en diferentes direcciones un gradeo de los terrones y finalmente el surcado a 0.8 m de distancia entre surcos y el tomo para los riegos.

Siembra

La siembra se realizó el 23 de agosto del 2017 de forma manual 2 a 3 semillas por golpe, con un total de 7 golpes por surco, en cada unidad experimental se tuvo dos surcos.

Desmalezado

Se realizaron en 3 momentos: La primera fue química y se realizó al siguiente día de la siembra utilizando linurón a una dosis de 100 ml mochila-1, la segunda y tercera labor de desmalezado fueron a los 30 y 50 dds respectivamente y fueron de forma manual con ayuda de palanas.

Riego

El riego se hizo bajo el sistema de inundación efectuando uno antes de la siembra, este riego no es el machaco, las leguminosas y otros cultivos tienen un mejor porcentaje de germinación en suelos previamente húmedo, a partir de ello cada aproximadamente 20 días hasta la etapa de madurez fisiológica, los riegos generalmente eran los jueves, día que la universidad tiene acceso al agua del canal de riego.

Control fitosanitario

Se tuvieron tres momentos de aplicación en función de la presencia de las plagas, los productos que se aplicaron Metomil (20 ml mochila-1) y Permetrina (20 ml mochila-1), los

momentos de aplicación fueron en el desarrollo vegetativo, en el estado de botón floral y la tercera en formación de vaina, para gusano barrenador de brotes (*Epinotia aporema*) y larva de *Heliothis sp.*

Tutorado

Por las características de crecimiento indeterminado, los tutores sirven de soporte para los tallos de frijol, este sistema de conducción se adapta al hábito de crecimiento del frijol, mediante esta técnica se obtiene un mayor número de vainas y buena calidad de los granos. Se realizó el día 27 después de la siembra y se utilizaron carrizos y rafias.



Figura 11. Plantas de frijol con tutores

Fuente: Elaboración propia

Cosecha

Cuando se llegó a madurez de cosecha para grano seco, se extrajo todas las plantas de cada parcela parcelas individuales y se rotulo debidamente con etiquetas, para trasladarlas al Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO) - UNALM para su posterior evaluación.

3.7 Variables evaluadas en el experimento

3.7.1. Caracteres morfo agronómica

Las siguientes variables de las flores y granos de frijol, fueron evaluadas según el Descriptor de *Phaseolus vulgaris*, del Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT)

Características de las flores

Color de estandarte: las plantas de frijol pueden presentar diferentes colores en los estandartes de flores abiertas recientemente con la siguiente escala:

1. Blanco
2. Verde
3. Lila
4. Blanco con lila al final
5. Blanco con rayas rojas
6. Lila oscuro con final purpura
7. Lila oscuro con puntos púrpura
8. Rojo carmín
9. Púrpura

Color de alas de la flor: El color de las flores de frijol recientemente abiertas tienen la siguiente escala:

- 1 Blanco
- 2 Verde
- 3 Lila
- 4 Blanco con carmín

Color de alas de la flor: El color de las flores de frijol recientemente abiertas tienen la siguiente escala:

- 1 Blanco
- 2 Verde
- 3 Lila
- 4 Blanco con carmín

Características de los granos

Forma de grano: El grano de frijol puede presentar las siguientes formas:

- 1 Redondo
- 2 Ovalado
- 3 Cuboide
- 4 Arriñonado
- 5 Truncado

Color de grano: El grano de frijol puede presentar los siguientes colores:

- 1 Negro
- 2 Café claro a oscuro
- 3 Marrón
- 4 Gris pardusco a verduzco
- 5 Amarillo verduzco a amarillento
- 6 Crema pálido a amarillo
- 7 Blanco puro
- 8 Blancuzco
- 9 Blanco teñido de purpura
- 10 Verde clorofila
- 11 Verde olivo
- 12 Rojo
- 13 Rosado
- 14 Morado

Brillo de grano El grano de frijol puede presentar los siguientes niveles de brillo:

- 3 Opaco

5 Intermedio

7 Brillante

Tamaño de grano: Se evaluó según el peso de las 100 semillas de frijol.

- Pequeños => hasta 25g/ 100 semillas
- Medianos => entre 25 y 40g/100 semillas
- Grandes => desde 40g/ 100 semillas

Días a la floración: Se determinó tomando como referencia los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 por ciento de las plantas de cada parcela presenten al menos su primera flor abierta.

Días a la madurez fisiológica: Número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que el 50 por ciento de las plantas mostraron una coloración amarillenta en las vainas.

Días a madurez de cosecha: El número de días comprendidos entre el momento de la siembra hasta el momento en que el 95 por ciento de las vainas de la parcela estuvieron maduras listas para la cosecha.

Altura de planta: Se determinó la media de la altura en centímetros de cinco plantas por surco, desde el inicio del tallo hasta el extremo superior de la planta cuando estas alcanzaron su máximo desarrollo.

Vigor de la planta: Se determinó cuando la planta se encontraba en prefloración, teniendo en cuenta el efecto que ejerce el hábito de crecimiento en el vigor de la planta. Para el efecto se utilizó una escala de:

- 1 Excelente
- 2 Buena
- 3 Intermedia
- 4 Pobre
- 5 Muy pobre

Distribución de las vainas por planta: Se considera la ubicación de la mayor cantidad de las vainas en la planta, puede ser:

- 1 Parte baja

- 2 Parte media
- 3 Parte superior
- 4 En toda la planta uniformemente

3.7.2. Rendimiento y sus componentes

Rendimiento de grano seco: Se registró el peso del grano seco cosechado por parcela, para luego transformarlos a un equivalente de (Kg/ha).

Longitud de vainas: Se determinó la longitud de las vainas de las 10 plantas tomadas representativamente de cada parcela.

Ancho de vainas: Se determinó el ancho de las vainas de las 10 plantas tomadas representativamente de cada parcela.

Número de lóculos por vaina: Se contó el número de lóculos de 20 vainas al azar de las plantas usadas anteriormente.

Número de granos por vaina: Se contó el número de granos de 20 vainas al azar de las plantas usadas anteriormente.

Peso de 100 granos: Después de pesar el rendimiento de grano de cada parcela se tomó 100 semillas al azar tres veces para registrar su peso promedio en gramos.

3.8 Diseño experimental

El diseño utilizado en la presente investigación fue el diseño en bloques completamente al azar, en él se evaluaron 17 tratamientos con tres repeticiones por tratamiento. Las pruebas estadísticas realizadas fueron: Análisis de Variancia y la prueba de Duncan al 5 por ciento para la comparación de medias entre tratamientos. Los ANVA y Duncan se obtuvieron utilizando el programa SAS versión. 9.0 (Statistical Analysis System).

El modelo aditivo lineal que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ijr} = \mu + t_i + b_j + E_{ijr}$$

Dónde:

$$i = 1,2,3 \dots t \text{ (Líneas o Genotipos)}$$

$j = 1, 2, 3, \dots, b$ (Bloques)

Y_{ijr} = Observación del i -ésimo tratamiento en el j -ésimo bloque.

u = Media general

t_i = efecto del genotipo de la i -ésima línea.

b_j = efecto del j -ésimo bloque.

E_{ijr} = efecto aleatorio del error experimental asociado a Y_{ijr}

El esquema de un análisis de varianza de un diseño de bloques completamente al azar es el siguiente:

Tabla 5: Cuadro ANVA para 17 tratamientos

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
Tratamiento (t)	$t - 1$	$\frac{1}{b} \sum_{i=1}^t y_i^2 - \frac{y_{..}^2}{tb}$	$\frac{SC_t}{t - 1}$	$F_0 = \frac{MC_t}{MC_b}$	
Bloque (b)	$b - 1$	$\frac{1}{t} \sum_{j=1}^b y_j^2 - \frac{y_{..}^2}{tb}$	$\frac{SC_b}{b - 1}$		
Error (e)	$(t - 1)(b - 1)$	$\frac{1}{b} \sum_{i=1}^t (y_i^2 - y_i - y_j - y_{..})^2$	$\frac{SC_e}{(t - 1)(b - 1)}$		
Total	$(ab) - 1$	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{tb}$			

Fuente: Elaboración propia

La prueba de Duncan se realiza en caso no se acepte la hipótesis nula de la prueba de análisis de varianza ($\alpha < 0.05$), en este caso se considera que si existe diferencia entre las medias, la prueba de Duncan nos facilita determinar entre que medias existe diferencia, es decir, la prueba ANVA puede indicar si existe o no diferencia entre las medias pero no indica entre que medias existe diferencia, las pruebas de comparación de medias si explican como las medias se comportan en diferentes subgrupos diferenciándose significativamente del resto. Para este experimento se consideró un α de 0.05, es decir, si este experimento se replica veinte veces, en 19 de estas replicas se volverá a repetir los mismos resultados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.1 Caracteres morfo agronómico

4.1.1 Características de la flor

En la Tabla 6 se observa que para la variable color de estandarte, predominó el color blanco las líneas CIAT 42 – 5 MBC 90 y Canario Centenario mostraron un color blanco con lila al final. Solo la línea CIAT 41 – 7 MBC 89 mostró un estandarte lila (Figura 12).

Tabla 6: Características evaluadas de flores de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Líneas	Color de estandarte	Color de alas
CIAT 55-4 MBC 103	Blanco	Blanco
CIAT 10 MBC-58	Blanco	Blanco
CIAT 16-1 MBC 64	Blanco	Blanco
CIAT 42-5 MBC 90	Blanco con lila	Blanco
CIAT 41-3 MBC 89	Blanco	Blanco
CIAT 41-7 MBC 89	Lila	Lila
CIAT 36-1 MBC 84	Blanco	Blanco
CIAT 12 MBC 60	Blanco	Blanco
CIAT 19-1 MBC 67	Blanco	Blanco
CIAT 4 MBC 52	Blanco	Blanco
CIAT 27-3 MBC 75	Blanco	Blanco
CIAT 15 MBC 63	Blanco	Blanco
CIAT 35-1 MBC 83	Blanco	Blanco
CIAT 38-1 MBC 86	Blanco	Blanco
BLANCO MOLINERO	Blanco	Blanco
CANARIO CENTENARIO	Blanco con lila	Blanco
MOLINERO PLV 1-3	Blanco	Blanco

Fuente: Elaboración propia

Respecto al color de alas de la flor, todas las líneas mostraron un color blanco, a excepción de CIAT 41 – 7 MBC 89 que presento flores con alas de color lila.

Según Bioversity (1982), los genotipos posiblemente responsables de los colores de los estandartes y alas son: ppT – Rk, P – tt Rk, P – T – rk rk, (estandarte blanco) y P – T – C – rkrkV – meme (estandarte lila).

Según la lista de genes de *Phaseolus vulgaris* L. (BIC Genetic Comité, 2017) se indica que el gen “P”, es un gen básico de color, y tiene la localización en Pv07. Así mismo, “p” indica la ausencia de color, es decir blanco. “Rk” o red kidney, es el alelo que no expresa colores de luz rojo, y tiene localización en Pv02. “rk” es el alelo que expresa colores de luz rojo en diferentes órganos (flores, granos, vainas). El gen “T” indica que el color de la capa de la semilla coincide con el color de la flor, está localizado en Pv09. “me”, indica el gen estructural de la enzima málica. El gen “C”, cuando está presente indica una regulación en la expresión del color, especialmente en granos, flores, vainas, pétalos, tallos, este gen está localizado en Pv04 (McClellan *et al.*, 2002; Erdmann *et al.*, 2002; Koinange *et al.*, 1996; Vallejos *et al.*, 1992; Kyle y Dickson, 1988).

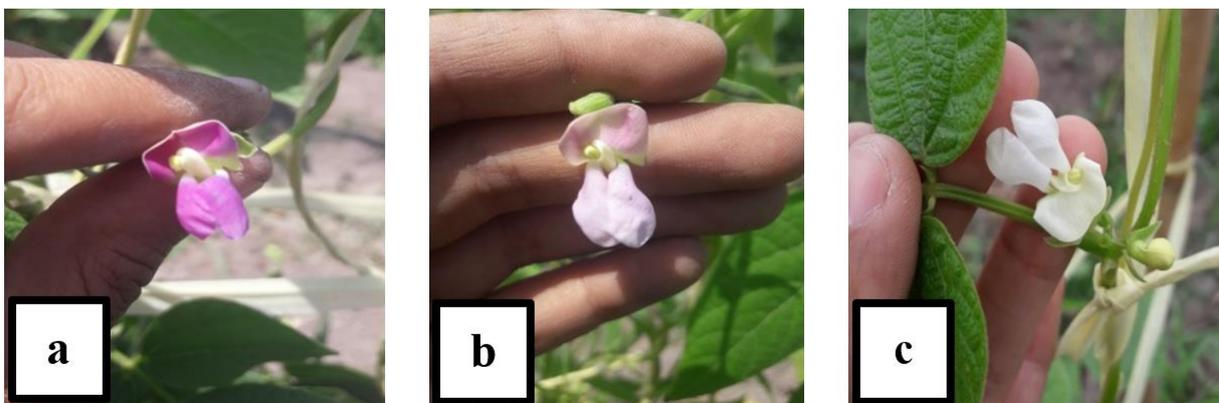


Figura 12. (a) Estandarte y alas lilas, (b) Estandarte blanco con lila al final y alas blancas, (c) Estandarte y alas blancas

Fuente: Elaboración propia.

Pumalpa (2016) realizó una evaluación de 63 líneas avanzadas MBC de frijol voluble en la costa y sierra del Perú, resistentes al virus del mosaico común, encontró que 53 de sus tratamientos presentaron alas blancas, y respecto al estandarte, 39 líneas presentaron el color blanco. En el mismo estudio se determinó que el color de alas es un carácter constante,

mientras que el color de estandarte un carácter variable para diferentes condiciones medioambientales.

4.1.2 Características del grano

Según la Tabla 7, se observa que para la variable forma de grano, solo la línea CIAT 38-1 MBC 86 fue redonda, las líneas CIAT 55-4 MBC 103, CIAT 16-1 MBC 64, CIAT 41-3 MBC 89, CIAT 36-1 MBC 84, CIAT 19-1 MBC 67, Blanco Molinero, Canario Centenario y Molinero PLV 1-3 tuvieron forma arriñonada, las otras líneas (CIAT 10 MBC-58, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 41-7 MBC 89, CIAT 12 MBC 60, CIAT 4 MBC 52, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 15 MBC 63 y CIAT 35-1 MBC 83) mostraron una forma oval bajo las condiciones de La Molina.

Respecto al color de grano, el color “blancuzco” predominó. Solo la línea CIAT 41-7 MBC 89 mostró un color negro de grano, las líneas CIAT 36-1 MBC 84 y CIAT 38-1 MBC 86 fueron de color café oscuro, las líneas CIAT 42-5 MBC 90 y CIAT 41-3 MBC 89 mostraron el color de testa café claro por ultimo las líneas que tuvieron un grano color crema amarillo fueron: CIAT 55-4 MBC 103, Canario Centenario y Molinero PLV 1-3 (Tabla 7).

En el experimento solo se obtuvieron granos clasificados como grandes o medianos, las líneas con granos grandes fueron: CIAT 55-4 MBC 103, CIAT 16-1 MBC 64, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 10 MBC-58, CIAT 41-3 MBC 89, CIAT 19-1 MBC 67, CIAT 4 MBC 52, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 35-1 MBC 83, Blanco Molinero, Canario Centenario y Molinero PLV 1-3. Las demás fueron de tamaño mediano.

Las líneas CIAT 41-3 MBC 89, CIAT 15 MBC 63 y Blanco Molinero mostraron un brillo opaco, un brillo semibrillante fue encontrado en las siguientes líneas: CIAT 55-4 MBC 103, CIAT 10 MBC-58, CIAT 16-1 MBC 64, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 12 MBC 60, CIAT 19-1 MBC 67, CIAT 4 MBC 52, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 35-1 MBC 83 y Canario Centenario (Tabla 7).

La variabilidad de los caracteres externos de la semilla se tiene en cuenta para la clasificación de las variedades de fríjol (Camarena *et al.*, 2010).

Tabla 7: Características evaluadas de granos de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Líneas	Forma	Color	Brillo	Tamaño
CIAT 55-4 MBC 103	Arriñonado	Crema amarillo	Semibrillantes	Grande
CIAT 10 MBC-58	Oval	Blancuzco	Semibrillantes	Grande
CIAT 16-1 MBC 64	Arriñonado	Blancuzco	Semibrillantes	Grande
CIAT 42-5 MBC 90	Oval	Café claro	Semibrillantes	Grande
CIAT 41-3 MBC 89	Arriñonado	Café claro	Opaco	Grande
CIAT 41-7 MBC 89	Oval	Negro	Brillantes	Mediano
CIAT 36-1 MBC 84	Arriñonado	Café oscuro	Brillantes	Mediano
CIAT 12 MBC 60	Oval	Blancuzco	Semibrillantes	Mediano
CIAT 19-1 MBC 67	Arriñonado	Blancuzco	Semibrillantes	Grande
CIAT 4 MBC 52	Oval	Blancuzco	Semibrillantes	Mediano
CIAT 27-3 MBC 75	Oval	Blancuzco	Semibrillantes	Grande
CIAT 15 MBC 63	Oval	Blancuzco	Opaco	Mediano
CIAT 35-1 MBC 83	Oval	Blancuzco	Semibrillantes	Grande
CIAT 38-1 MBC 86	Redondo	Café oscuro	Brillantes	Mediano
BLANCO MOLINERO	Arriñonado	Blancuzco	Opaco	Grande
CANARIO CENTENARIO	Arriñonado	Crema amarillo	Semibrillantes	Grande
MOLINERO PLV 1-3	Arriñonado	Crema amarillo	Brillantes	Grande

Fuente: Elaboración propia.

Pumalpa (2016), indica que las líneas avanzadas MBC (Mid-altitude *BCMNV* resistant climbing beans) con numeración entre el 49 y 83 presentan un grano de color blanco y los MBC 84 – 111 un color amarillento. Se coincide con estos datos ya que, entre los tratamientos del experimento, los parentales MBC entre 49 y 83 mostraron un color de grano “blancuzco” y los parentales MBC 84 – 111 diferentes tonalidades de color.

La misma autora indica que en su experimento respecto al color de grano 28 fueron blancuzcos, 14 amarillos y 4 cremas pálidos u oscuros. Además de las diferentes formas de granos fueron tres las que predominaron ovalado (35 líneas), truncado (6 líneas) y Arriñonado (11 líneas). El brillo de los granos de las líneas evaluadas fue intermedio (30), opaco (14) y brillante (11).

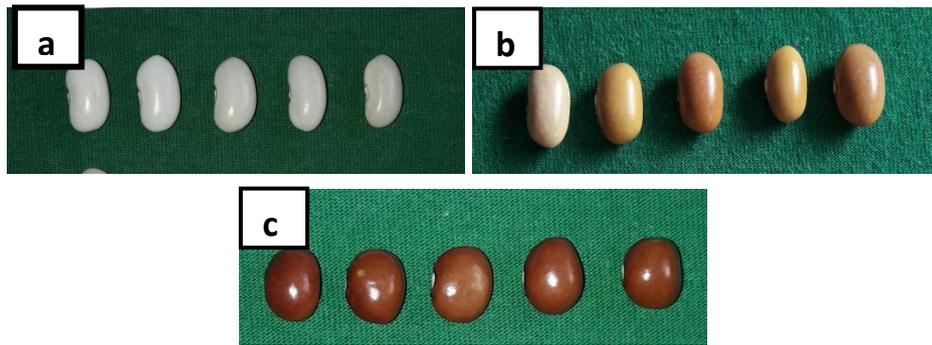


Figura 13. Forma de grano: (a) Arriñonada, (b) Oval, (c) Redondo.

Fuente: Elaboración propia.

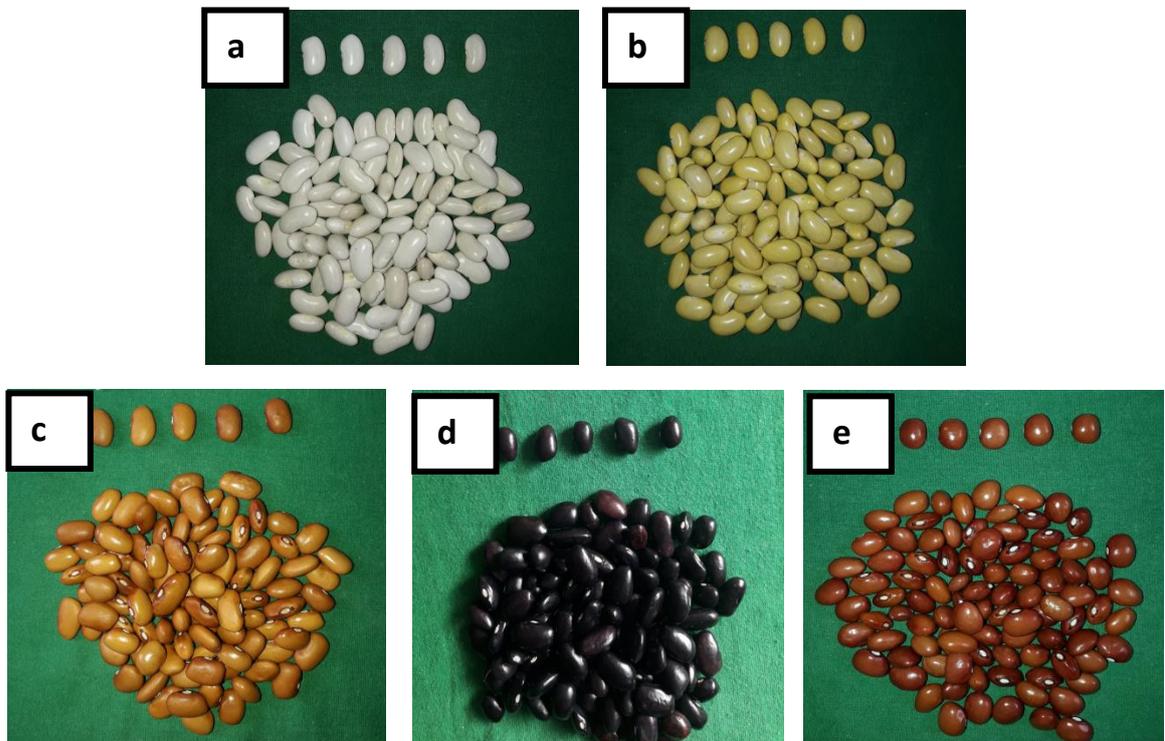


Figura 14. Color de grano: (a) Blancuzco, (b) Crema amarillo, (c) Café claro, (d) Negro, (e) Café oscuro.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Características morfológicas evaluadas con descriptores de flores y granos de líneas evaluadas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Líneas	Color de estandarte	Color de Alas	Color de grano	Forma de grano	Tamaño de grano	Brillo de grano
CIAT 55-4 MBC 103	Blanco	Blanco	Crema amarillo	Arriñonado	Grande	Semibrillante
CIAT 10 MBC-58	Blanco	Blanco	Blancuzco	Oval	Mediano	Semibrillante
CIAT 16-1 MBC 64	Blanco	Blanco	Blancuzco	Arriñonado	Grande	Semibrillante
CIAT 42-5 MBC 90	Blanco	Blanco con lila al final	Café claro	Oval	Grande	Semibrillante
CIAT 41-3 MBC 89	Blanco	Blanco	Café claro	Arriñonado	Grande	Opaco
CIAT 41-7 MBC 89	Lila	Lila	Negro	Oval	Mediano	Brillante
CIAT 36-1 MBC 84	Blanco	Blanco	Café oscuro	Arriñonado	Mediano	Brillante
CIAT 12 MBC 60	Blanco	Blanco	Blancuzco	Oval	Mediano	Semibrillante
CIAT 19-1 MBC 67	Blanco	Blanco	Blancuzco	Arriñonado	Grande	Semibrillante
CIAT 4 MBC 52	Blanco	Blanco	Blancuzco	Oval	Mediano	Semibrillante
CIAT 27-3 MBC 75	Blanco	Blanco	Blancuzco	Oval	Grande	Semibrillante
CIAT 15 MBC 63	Blanco	Blanco	Blancuzco	Oval	Grande	Opaco
CIAT 35-1 MBC 83	Blanco	Blanco	Blancuzco	Oval	Mediano	Semibrillante
CIAT 38-1 MBC 86	Blanco	Blanco	Café oscuro	Redondo	Mediano	Brillante
BLANCO MOLINERO	Blanco	Blanco	Blancuzco	Arriñonado	Grande	Opaco
CANARIO CENTENARIO	Blanco	Blanco con lila al final	Crema amarillo	Arriñonado	Grande	Semibrillante
MOLINERO PLV 1-3	Blanco	Blanco	Crema amarillo	Arriñonado	Grande	Brillante

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Días a la floración, días a madurez fisiológica y días a madurez de cosecha

En el análisis de varianza mostrado en la Tabla 9, se muestra las variables días a la floración, madurez fisiológica y madurez de cosecha, encontrándose diferencia significativa a nivel de tratamiento (líneas) en estas tres variables. El valor promedio del experimento para los días a la floración, madurez fisiológica y madurez de cosecha son 58.51, 99.20 y 122.12 respectivamente.

Tabla 9: Cuadrados medios del análisis de varianza de días a la floración, madurez fisiológica y madurez de cosecha de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Fuente	G.L.	Días a floración	Días a madurez fisiológica	Días a madurez de cosecha
		C.M. (0.05)	C.M. (0.05)	C.M. (0.05)
Bloque	2	2.902	36.726	3.941
Tratamiento	16	55.505*	93.876*	174.956*
Error	32	2.776	27.830	10.442
Total	50			
Promedio		58.51	99.20	122.12
C.V. %		2.85	5.32	2.65

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 10, según la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de confianza de 95 por ciento, los testigos Molinero PLV 1-3, Blanco Molinero, Canario Centenario y CIAT 55-4 MBC 103 se diferenciaron estadísticamente del resto obteniendo los mayores días a floración (72.00, 61.33, 61.33 y 62.67 días respectivamente), las líneas CIAT 4 MBC 52 y CIAT 35-1 MBC 83 fueron las que presentaron menores días a floración (54.67 y 54.33 días a la floración respectivamente) (Figura 14)

Tabla 10: Prueba Duncan para días a la floración, madurez fisiológica y cosecha ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Días a floración	Días a madurez fisiológica	Días a madurez de cosecha
MOLINERO PLV 1-3	72.00 a	109.67 a	127.00 c
CIAT 55-4 MBC 103	62.67 b	103.00 abc	118.67 def
BLANCO MOLINERO	61.33 bc	95.00 cd	123.00 cd
CANARIO CENTENARIO	61.33 bc	98.67 bcd	116.67 ef
CIAT 42-5 MBC 90	59.67 bcd	104.00 abc	127.00 c
CIAT 15 MBC 63	59.33 cde	96.67 cd	121.00 de
CIAT 10 MBC-58	58.33 cdef	92.67 d	119.33 def
CIAT 41-7 MBC 89	58.00 defg	100.00 abcd	118.67 def
CIAT 12 MBC 60	58.00 defg	95.67 cd	116.33 ef
CIAT 19-1 MBC 67	57.00 efgh	108.33 ab	145.33 a
CIAT 36-1 MBC 84	56.33 efgh	100.00 abcd	122.00 cde
CIAT 16-1 MBC 64	56.00 fgh	92.00 d	114.33 f
CIAT 38-1 MBC 86	55.67 fgh	105.00 abc	133.33 b
CIAT 27-3 MBC 75	55.00 gh	100.33 abcd	119.67 def
CIAT 41-3 MBC 89	55.00 gh	101.00 abcd	118.67 def
CIAT 4 MBC 52	54.67 h	92.67 d	116.33 ef
CIAT 35-1 MBC 83	54.33 h	91.67 d	118.67 def

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5 por ciento.

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a los días a la madurez fisiológica un carácter de interés agronómico, el testigo Molinero PLV 1-3 se diferenció estadísticamente del resto de tratamientos respecto a esta variable (109.67), las líneas CIAT 16-1 MBC 64 y CIAT 35-1 MBC 83 mostraron el menor promedio de días a madurez fisiológica. Por otro lado, la línea CIAT 19-1 MBC 67 mostró el mayor día de madurez a cosecha (145.33), los menores días en esta variable la mostró la línea CIAT 16-1 MBC 64 (114.33 días a madurez de cosecha) (Tabla 10) (Figura 14).

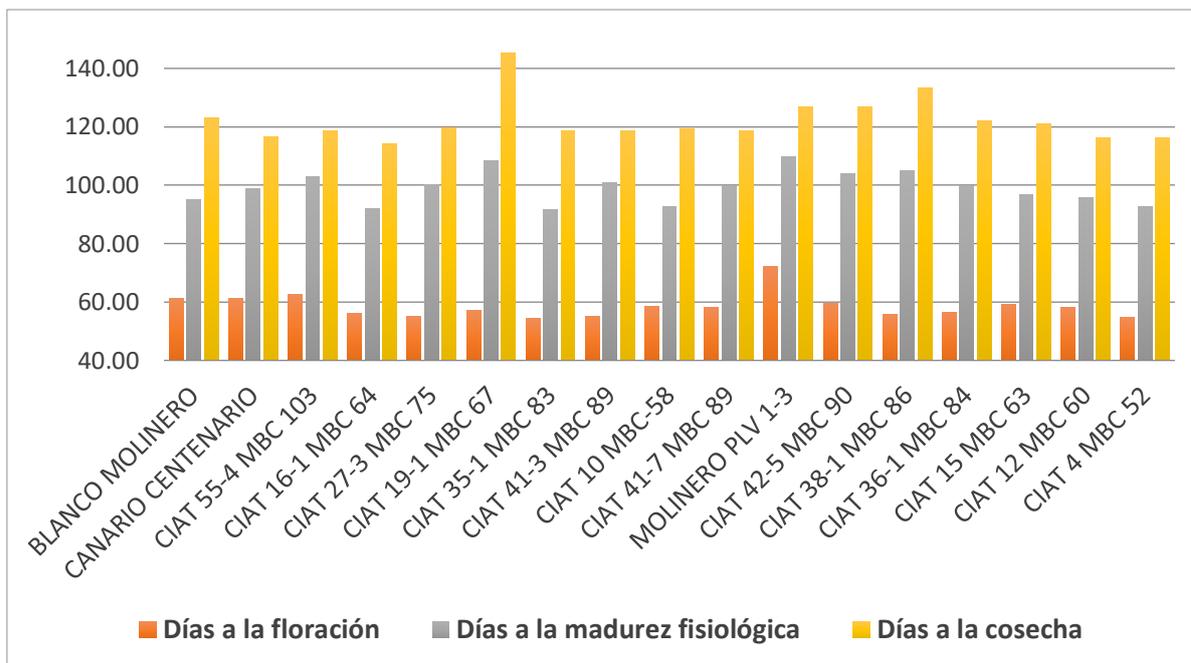


Figura 15. Días a la floración, madurez fisiológica y cosecha de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima.

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se asemejarían a los resultados obtenidos por Pumalpa (2016) quien obtuvo un promedio de 77 y 152 días en días a floración días a madurez fisiológica respectivamente en su ensayo en sierra y en los ensayos en costa 67 y 77 días a floración y a la madurez fisiológica.

Ríos (2014) evaluó 21 genotipos de líneas avanzadas mejoradas por el CIAT de las series LAS, MAC y MBC de frijol voluble, el ensayo se llevó a cabo en condiciones de Paipa, Boyacá, Colombia a una altura de 2480 msnm, precipitación media de 966 mm y humedad relativa de 74.9 por ciento. Ella encontró una fluctuación de días a floración de 85 a 132 días después de siembra, y se registraron en un rango de 167 días a 188 días a madurez de cosecha, superiores a los resultados encontrados.

Respecto a los días a la floración, Yanac (2018) indicó que la variedad Canario 2000, “CIFAC 90105 y Larán mejorado iniciaron floración a los 59.56, 60.00 y 60.89 dds respectivamente. Nazario (1992) evaluando 25 variedades de frijol Blanco, encontró que el inicio de floración de sus tratamientos se encontró entre 48.25 y 59.00 dds. Lamz *et al.* (2017), evaluando 16 líneas de frijol en Melena del Sur (Cuba), encontraron diferencia significativa en los días a la floración de estas líneas, e iniciaron floración en el intervalo de

35.00 y 44.67 dds. Mayor-Duran *et al.* (2016), evaluando 54 líneas de frijol en condiciones de estrés hídrico en Palmira (Colombia), indican que los días a la floración promedio de su experimento es 34 dds. Abebe *et al.* (1998) en Nazret (Etiopía) evaluaron 20 líneas de frijol en condiciones normales y en un ambiente estresante, y reportaron que la floración de estas líneas inicio aproximadamente entre 41 – 46 y 38 – 43 dds respectivamente. Ríos *et al.* (2014) evaluaron 21 líneas avanzadas de frijol voluble en Boyaca (Colombia), la floración de algunas líneas inició aproximadamente a los 81 días y de otras recién a los 132 dds.

Por otro lado, los días a la madurez fisiológica de las líneas de frijol según Yanac (2018) fue entre los 100.11 y 101.67 dds en condiciones de La Molina, los cuales se asemejarían a los resultados obtenidos en las líneas, Canario Centenario, CIAT 36-1 MBC 84, CIAT 41-3 MBC 89 y CIAT 41-7 MBC 89.

Para Nazario (1992), la madurez fisiológica se da aproximadamente a los 94.3 dds. Ríos *et al.* (2014) indican un alto valor de esta variable (167 – 187 dds). Ramirez y Bency (2009), indican que la madurez fisiológica se da entre 71 y 78 dds. En relación a los días a la madurez de cosecha, Yanac (2018) indica que esta variable se da entre los 112.56 y 113.22 dds.

4.1.4. Altura de planta

Según la Tabla 11, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas entre las líneas evaluadas en condiciones de La Molina, respecto al valor promedio del experimento, este fue de 91.42 cm.

Tabla 11: Cuadrados medios del análisis de varianza de la altura de planta de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Fuente	G.L.	Cuadrado medio	Significancia (0.05)
Bloque	2	183.632	n.s.
Tratamiento	16	5186.493	*
Error	32	295.180	
Total	50		
Promedio		91.42	
C.V. %		18.79	

Fuente: Elaboración propia

La altura tuvo un rango de variación en las líneas de habito de crecimiento tipo trepador desde 49.67 cm la planta más baja (CIAT 55.4 MBC 103) por atrofia en el ápice debido al ataque de plagas; hasta una altura más alta de 219.87 cm y 127.10 cm en la línea CIAT 19.1 MBC 67, IAT 36-1 MBC 84 respectivamente.

No se encontró diferencia estadística entre las líneas CIAT 41-7 MBC 89, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 4 MBC 52, CIAT 35-1 MBC 83, Molinero PLV 1-3, CIAT 41-3 MBC 89, CIAT 12 MBC 60, CIAT 10 MBC-58 y CIAT 16-1 MBC 64 (Figura 15).

Tabla 12: Prueba Duncan para altura de planta ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Altura de planta (cm)	Duncan
		$\alpha = 0.05$
CIAT 19-1 MBC 67	219.87	a
CIAT 36-1 MBC 84	127.10	b
CIAT 38-1 MBC 86	119.33	bc
CIAT 15 MBC 63	105.96	bcd
CIAT 41-7 MBC 89	99.70	bcde
CIAT 27-3 MBC 75	97.10	bcde
CIAT 4 MBC 52	96.99	bcde
CIAT 35-1 MBC 83	93.46	cdef
MOLINERO PLV 1-3	90.03	cdef
CIAT 41-3 MBC 89	83.67	def
CIAT 12 MBC 60	81.14	def
CIAT 10 MBC-58	78.44	defg
CIAT 16-1 MBC 64	67.89	efgh
CIAT 42-5 MBC 90	63.67	fghi
CIAT 55-4 MBC 103	49.67	ghi
CANARIO CENTENARIO	45.32	hi
BLANCO MOLINERO	34.68	i

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5 por ciento.

Fuente: Elaboración propia

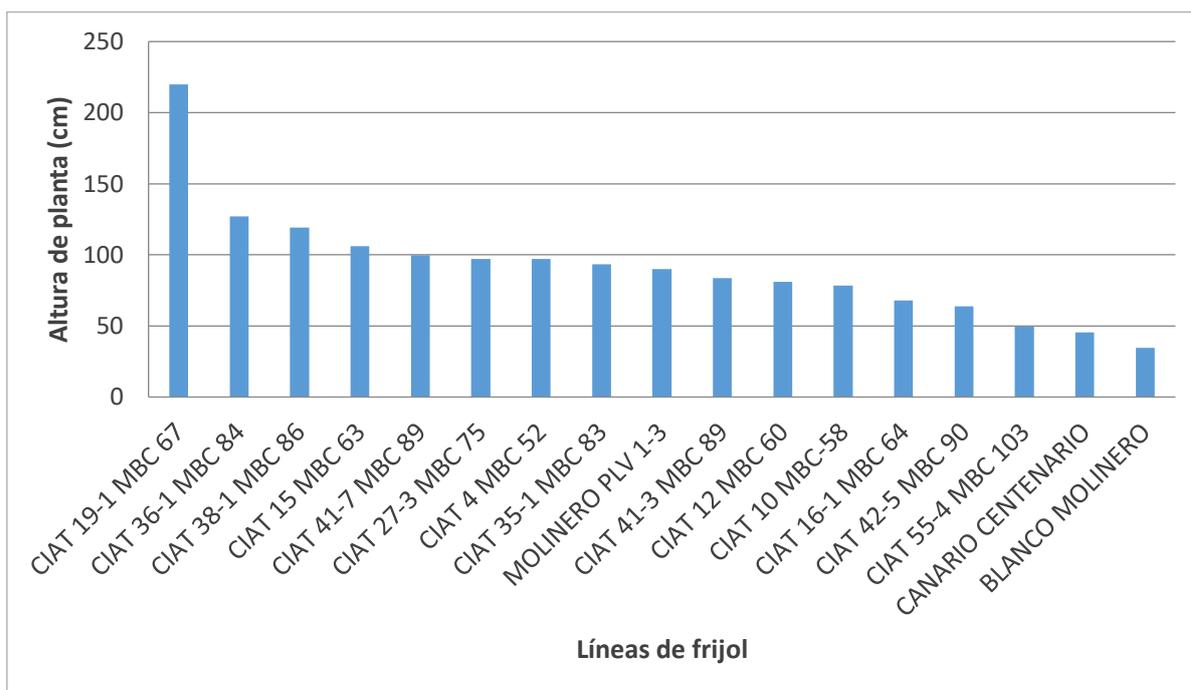


Figura 16. Altura de planta de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Fuente: Elaboración propia.

Ocaña (2016), en condiciones de La Molina encontró que la altura promedio de la variedad Canario Centenario es aproximadamente 65.24 cm con una fertilización normal y 46.38 cm sin fertilización. Pumalpa (2016), indica que en su evaluación de 63 líneas de frijol voluble la altura promedio fue de 130 cm, y esta variable varió entre 0.19 m y 2.90 m siendo el más bajo MBC 98 y el más alto MBC 67. Vilchez (2015) en condiciones de La Molina, indica que la altura de la variedad Molinero PLV 1-3 es de 86.1 cm con una fertilización 80 – 80 – 60 (NPK). Yanac (2018), evaluando tres variedades, menciona que sus alturas variaron entre 58.48 y 124.04 cm. Nazario (1992) evaluando 25 variedades de frijol Blanco en La Molina, indica que la altura promedio de su experimento fue 36.40 cm. Espinoza (2009) evaluando 16 genotipos de la variedad Canario en condiciones de la Costa central, encontró que la altura vario entre 32.24 y 49.61 cm. Lamz *et al.* (2017) no encontraron diferencia significativa entre sus 16 líneas de frijol evaluado, esta variable fluctuó entre 25.67 y 42.67 centímetros. Marín y Hoyos (2018) en Risalda (Colombia), evaluaron 10 líneas de frijol, la altura de planta se encontró entre 24.6 y 38.7 cm. García *et al.* (2015) evaluaron 29 líneas de frijol, así como 5 cultivares comerciales en Maquiné (Brasil), encontraron que la media de su

experimento fue 38.74 centímetros. Duran *et al.* (2014) evaluaron 7 líneas de frijol Negro en Venezuela, encontraron que la altura de planta vario entre 45.48 y 75.93 cm.

4.1.5. Vigor de planta

En el experimento las líneas mostraron los cuatro tipos de vigor, siendo la línea CIAT 15 MBC 63 la que mostró un vigor pobre, las líneas con vigor intermedio fueron: CIAT 55-4 MBC 103, CIAT 10 MBC-58, CIAT 16-1 MBC 64, CIAT 41-3 MBC 89, CIAT 12 MBC 60 y CIAT 35-1 MBC 83. Del mismo modo las líneas CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 41-7 MBC 89, CIAT 36-1 MBC 84, CIAT 4 MBC 52, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 38-1 MBC 86 y Blanco Molinero tuvieron un vigor “Bueno” en condiciones de La Molina. Resaltaron las líneas Canario Centenario, Molinero PLV 1-3 y CIAT 19-1 MBC 67 los que mostraron un “vigor” excelente.

Tabla 13: Vigor de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Vigor
CIAT 55-4 MBC 103	Intermedio
CIAT 10 MBC-58	Intermedio
CIAT 16-1 MBC 64	Intermedio
CIAT 42-5 MBC 90	Bueno
CIAT 41-3 MBC 89	Intermedio
CIAT 41-7 MBC 89	Bueno
CIAT 36-1 MBC 84	Bueno
CIAT 12 MBC 60	Intermedio
CIAT 19-1 MBC 67	Excelente
CIAT 4 MBC 52	Bueno
CIAT 27-3 MBC 75	Bueno
CIAT 15 MBC 63	Pobre
CIAT 35-1 MBC 83	Intermedio
CIAT 38-1 MBC 86	Bueno
BLANCO MOLINERO	Bueno
CANARIO CENTENARIO	Excelente
MOLINERO PLV 1-3	Excelente

Fuente: Elaboración propia

Pumalpa (2016), encontró que el 17 por ciento de sus líneas tuvieron un vigor excelente, seguido de las líneas con un vigor intermedio entre pobre y bueno (29 por ciento), el vigor pobre obtuvo la mayor presencia entre sus tratamientos (31 por ciento). Hernández (1975) indica que las características genéticas y fisiológicas que componen el rendimiento y los factores agronómicos están ligados a la eficiencia de la planta, por lo tanto, el vigor de una planta repercute en la producción de grano y por eso es deseable que la planta tenga un vigor de bueno a excelente. La eficiencia de la planta está determinada en parte por el tamaño de las hojas, mientras sean más grandes y se encuentren semi extendidas, mejorara la tasa fotosintética, al final todos esos fotoasimilados acumulados en el follaje se traslocarán a los frutos durante el desarrollo del grano.

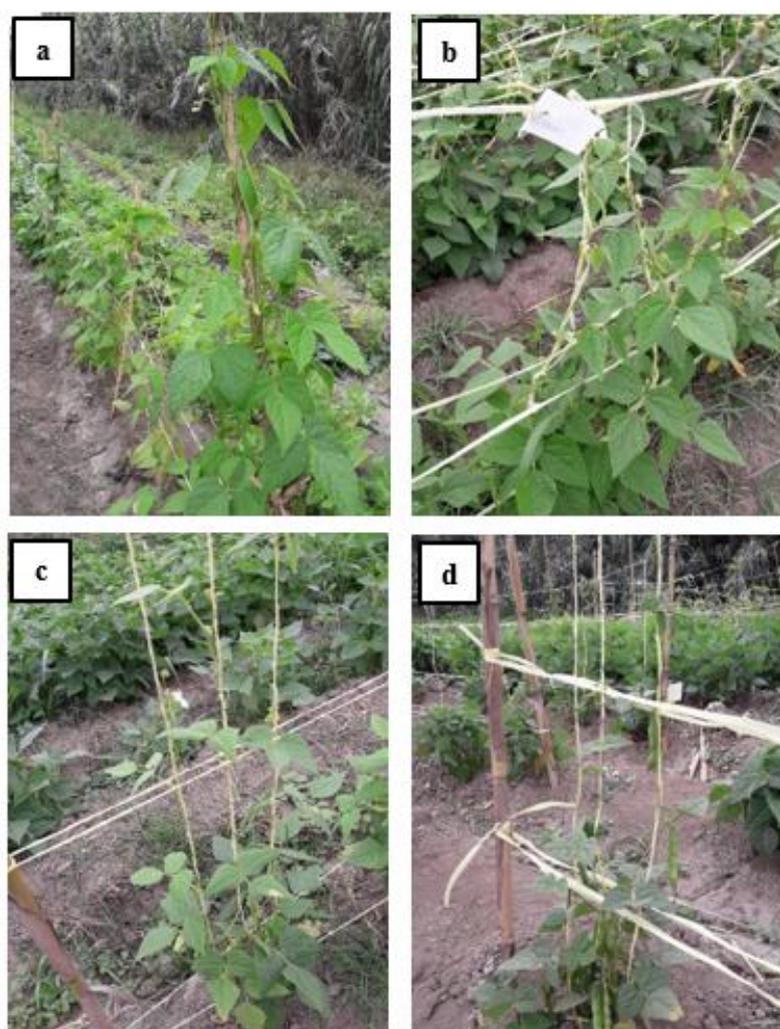


Figura 17. Vigor de planta: (a) Excelente, (b) Bueno, (c) Intermedio, (d) Pobre

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Distribución de las vainas por planta

Respecto a esta variable, en la Tabla 14 se indica que solo tres líneas mostraron la mayor concentración de vainas en la parte inferior de la planta (base) (CIAT 10 MBC-58, CIAT 16-1 MBC 64 y Canario Centenario). El resto de líneas no tuvieron una zona de concentración de vainas, estas se encontraban en toda la planta.

Pumalpa (2016) indica que entre sus tratamientos 28 líneas concentraban las vainas en la base y 25 en toda la planta.

Tabla 14: Distribución de las vainas en la planta de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Líneas	Posición de las vainas en la planta
CIAT 55-4 MBC 103	Toda la planta
CIAT 10 MBC-58	Base
CIAT 16-1 MBC 64	Base
CIAT 42-5 MBC 90	Toda la planta
CIAT 41-3 MBC 89	Toda la planta
CIAT 41-7 MBC 89	Toda la planta
CIAT 36-1 MBC 84	Toda la planta
CIAT 12 MBC 60	Toda la planta
CIAT 19-1 MBC 67	Toda la planta
CIAT 4 MBC 52	Toda la planta
CIAT 27-3 MBC 75	Toda la planta
CIAT 15 MBC 63	Toda la planta
CIAT 35-1 MBC 83	Toda la planta
CIAT 38-1 MBC 86	Toda la planta
BLANCO MOLINERO	Toda la planta
CANARIO CENTENARIO	Base
MOLINERO PLV 1-3	Toda la planta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Valores de los cuadrados medios de los componentes morfo agronómicos de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Rendimiento (kg ha-1)	Días a la floración	Días a la madurez fisiológica	Días a madurez de cosecha	Altura de planta (cm)
Bloques (CM)	104730.861	2.902	36.726	3.941	183.632
Tratamientos (CM)	524146.842*	55.505*	93.876*	174.956*	5186.493*
Promedio	911.92	58.51	99.2	122.12	91.42
C.V. %	20.84	2.85	5.32	2.65	18.79

* Significativo al 5 por ciento de probabilidad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Valores medios de los componentes morfo agronómicos de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Rendimiento (kg ha-1)	Días a la floración	Días a la madurez fisiológica	Días a la cosecha	Altura de planta (cm)	Vigor	Posición de las vainas en la planta
CANARIO CENTENARIO	2934.45 a	61.33 bc	98.67 bcd	116.67 ef	45.32 hi	Excelente	Base
MOLINERO PLV 1-3	2619.19 a	72.00 a	109.67 a	127.00 c	90.03 cdef	Excelente	Toda la planta
CIAT 42-5 MBC 90	1921.27 b	59.67 bcd	104.00 abc	127.00 c	63.67 fghi	Bueno	Toda la planta
CIAT 36-1 MBC 84	1824.54 bc	56.33 efgh	100.00 abcd	122.00 cde	127.10 b	Bueno	Toda la planta
BLANCO MOLINERO	1409.31 cd	61.33 bc	95.00 cd	123.00 cd	34.68 i	Bueno	Toda la planta
CIAT 12 MBC 60	1360.08 cde	58.00 defg	95.67 cd	116.33 ef	81.14 def	Intermedio	Toda la planta
CIAT 41-7 MBC 89	1288.87 def	58.00 defg	100.00 abcd	118.67 def	99.70 bcde	Bueno	Toda la planta
CIAT 27-3 MBC 75	1237.64 def	55.00 gh	100.33 abcd	119.67 def	97.10 bcde	Bueno	Toda la planta
CIAT 4 MBC 52	1234.91 def	54.67 h	92.67 d	116.33 ef	96.99 bcde	Bueno	Toda la planta
CIAT 10 MBC-58	1154.72 def	58.33 cdef	92.67 d	119.33 def	78.44 defg	Intermedio	Base
CIAT 41-3 MBC 89	1131.28 def	55.00 gh	101.00 abcd	118.67 def	83.67 def	Intermedio	Toda la planta
CIAT 38-1 MBC 86	986.06 def	55.67 fgh	105.00 abc	133.33 b	119.33 bc	Bueno	Toda la planta
CIAT 35-1 MBC 83	958.82 def	54.33 h	91.67 d	118.67 def	93.46 cdef	Intermedio	Toda la planta
CIAT 19-1 MBC 67	864.33 def	57.00 efgh	108.33 ab	145.33 a	219.87 a	Excelente	Toda la planta
CIAT 15 MBC 63	824.49 e	59.33 cde	96.67 cd	121.00 de	105.96 bcd	Pobre	Toda la planta
CIAT 16-1 MBC 64	768.19 f	56.00 fgh	92.00 d	114.33 f	67.89 efgh	Intermedio	Base
CIAT 55-4 MBC 103	743.92 f	62.67 b	103.00 abc	118.67 def	49.67 ghi	Intermedio	Toda la planta

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Duncan al 5 por ciento de probabilidad

Fuente: Elaboración propia

4.2. Rendimiento y sus componentes

4.2.1 Rendimiento de grano seco

El análisis de varianza (ANVA) (Tabla 17), resultó significativo estadísticamente para la variable rendimiento de grano seco, el valor promedio del experimento fue 1371.02 kg ha⁻¹, siendo el coeficiente de variación (%) de 13.67.

Tabla 17: Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento de grano seco de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Fuente	G.L.	Cuadrado medio	Significancia (0.05)
Bloque	2	54468.21	n.s.
Tratamiento	16	1178331	*
Error	32	35112.1	
Total	50		
Promedio		1371.02	
C.V. %		13.67	

Fuente: Elaboración propia

Según la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de confianza de 95 por ciento mostrada en la Tabla 18, las líneas Canario Centenario y Molinero PLV 1-3 obtuvieron los mayores rendimientos promedio (2934 y 2619 kg ha⁻¹ respectivamente), diferenciándose del resto de tratamientos (líneas). No se encontró diferencia significativa entre estos tratamientos: CIAT 12 MBC 60, CIAT 41-7 MBC 89, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 4 MBC 52, CIAT 10 MBC-58, CIAT 41-3 MBC 89, CIAT 38-1 MBC 86, CIAT 35-1 MBC 83, CIAT 19-1 MBC 67 y CIAT 15 MBC 63. Los menores valores de rendimiento por hectárea (768 y 744 kg ha⁻¹) fueron mostrados por las líneas CIAT 16-1 MBC 64 y CIAT 55-4 MBC 103 (Figura 17).

Tabla 18: Prueba Duncan para el rendimiento de grano seco ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Rendimiento (kg ha-1)	Duncan
		$\alpha = 0.05$
CANARIO CENTENARIO	2934	a
MOLINERO PLV 1-3	2619	a
CIAT 42-5 MBC 90	1921	b
CIAT 36-1 MBC 84	1825	bc
BLANCO MOLINERO	1409	cd
CIAT 12 MBC 60	1360	cde
CIAT 41-7 MBC 89	1289	def
CIAT 27-3 MBC 75	1238	def
CIAT 4 MBC 52	1235	def
CIAT 10 MBC-58	1155	def
CIAT 41-3 MBC 89	1131	def
CIAT 38-1 MBC 86	986	def
CIAT 35-1 MBC 83	959	def
CIAT 19-1 MBC 67	864	def
CIAT 15 MBC 63	824	e
CIAT 16-1 MBC 64	768	f
CIAT 55-4 MBC 103	744	f

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5 por ciento.

Fuente: Elaboración propia

Vílchez (2015), indica que la variedad Molinero PLV1-3 rinde 2858 kg ha-1 con una fertilización de 80 – 80 – 60 de NPK respectivamente, así mismo en una condición sin fertilización inorgánica alcanza un rendimiento de 2123 kg ha-1 en La Molina, el cual fue menor que nuestros valores hallados en la variedad Molinero PLV1-3. Yanac (2018), encontró que las variedades Canario 2000, CIFAC 90105 y Larán mejorado alcanzan un rendimiento de 2116.20, 2925.30 y 1804.80 kg ha-1 respectivamente. Nazario (1992) evaluando 25 variedades de frijol blanco en La Molina en condiciones

de verano, obtuvo un promedio experimental de 1782.3 kg ha⁻¹, siendo la variedad Blanco Larán la de mayor media (2549.25 kg ha⁻¹) y la de menor rendimiento la variedad CIFEM 87088 (1266.80 kg ha⁻¹). Blanco Larán la de mayor media (2549.25 kg ha⁻¹) y la de menor rendimiento la variedad CIFEM 87088 (1266.80 kg ha⁻¹).

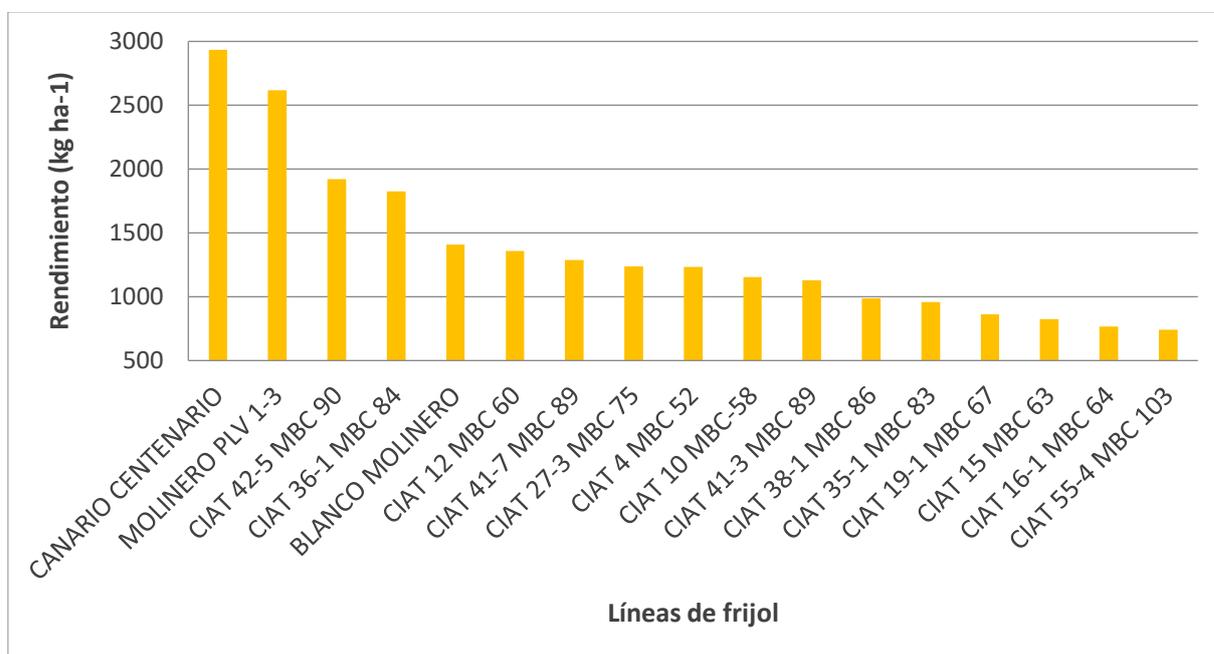


Figura 18. Rendimiento de grano seco de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Fuente: Elaboración propia.

Espinoza (2009), evaluando 16 genotipos de frijol Canario, obtuvo un rendimiento de 2246.76 kg ha⁻¹ en promedio. Lamz *et al.* (2017), obtuvo diferencias estadísticas entre sus tratamientos, pero sus medias fueron muy inferiores a las encontradas en esta investigación (521 a 1491 kg ha⁻¹) en condiciones de Melena del Sur (Colombia). Mayor-Duran *et al.* (2016), encontraron un rendimiento promedio de 1708 y 1613 kg ha⁻¹ en condiciones normales y en estrés en Cali (Colombia). Dorcinvil *et al.* (2010), evaluó líneas de frijol en suelos clasificados como oxisoles, el rendimiento medio que encontraron fue 1874 kg ha⁻¹, el máximo y mínimo valor encontrado en su experimento fue 3003 y 984, sin embargo, no encontró diferencia significativa entre ellos según la prueba LSD. Abebe *et al.* (1998), estudiaron el comportamiento de 20 líneas de frijol, encontrando un rendimiento promedio de 2330 en condiciones normales de Nazret (Etiopía). Ríos *et al.* (2014), encontraron que el rendimiento promedio de sus 21 líneas evaluadas varío entre 85 y 1300 kg ha⁻¹. Ramírez y

Bency (2009) en su estudio de líneas biofortificadas de frijol en Nicaragua, obtuvieron rendimientos entre 348.40 y 517.20 kg ha⁻¹. Garcia (s.f.) en el año 2002, evaluó siete líneas de frijol en México, encontrando diferencia entre sus tratamientos, sus medias variaron entre 784 y 1128 kg ha⁻¹. García *et al.* (2015), encontraron diferentes subgrupos entre 34 líneas de frijol en Brasil, los rendimientos variaron entre 590.97 y 1221.29 kg ha⁻¹.

Vargas y Maldonado (2018) evaluaron la tolerancia de líneas de frijol al estrés de sequía termal y suelos de baja fertilidad en Honduras, el valor promedio en condición normal fue de 3347 kg ha⁻¹, sin embargo, en condiciones de estrés esta variable descendió drásticamente hasta un valor promedio de 1158 kg ha⁻¹. Loforte (2007), evaluó 27 líneas de frijol obteniendo una media de 952.64 kg ha⁻¹. Duran *et al.* (2014) evaluaron genotipos mejorados de frijol Negro en Venezuela, obtuvieron rendimientos entre 1100 y 1920 kg ha⁻¹. Tofiño *et al.* (2016), en condiciones del Caribe seco colombiano, evaluaron 10 líneas de frijol que mostraron un rendimiento entre 660 y 1450 kg ha⁻¹. Chaves *et al.* (2018) realizaron la caracterización fenotípica por resistencia a sequía termal de 15 líneas de frijol en Palmira - Colombia, el rendimiento medio en condiciones normales fue 3210 kg ha⁻¹ y en condiciones de sequía fue 1035 kg ha⁻¹.

4.2.2 Longitud de vainas

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (líneas), como se muestra en la Tabla 19, el valor promedio del experimento fue de 10.96 centímetros respecto a la longitud de la vaina.

Tabla 19: Cuadrados medios del análisis de varianza de longitud de vainas de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Fuente	G.L.	Cuadrado medio	Significancia (0.05)
Bloque	2	0.973	n.s.
Tratamiento	16	3.123	*
Error	32	0.219	
Total	50		
Promedio		10.96	
C.V. %		4.27	

Fuente: Elaboración propia

El testigo Blanco Molinero y la línea CIAT 55-4 MBC 103 se diferenciaron estadísticamente del resto de tratamientos (líneas) alcanzando la longitud de 13.4 y 13.1 cm. El menor valor de longitud la mostró la línea CIAT 38-1 MBC 86 (9.47 cm). No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos: Molinero PLVI 1-3, CIAT 36-1 MBC 84, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 41-3 MBC 89, Canario Centenario, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 19-1 MBC 67, CIAT 10 MBC-58 que pertenecen al mismo subgrupo, además tampoco se encontró diferencia estadística entre CIAT 12 MBC 60, CIAT 4 MBC 52, CIAT 15 MBC 63, CIAT 16-1 MBC 64, CIAT 35-1 MBC 83, CIAT 41-7 MBC 89.

Tabla 20: Prueba Duncan para longitud de vaina ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Longitud de vaina (cm)	Duncan
		$\alpha = 0.05$
BLANCO MOLINERO	13.4	a
CIAT 55-4 MBC 103	13.1	a
MOLINERO PLV 1-3	11.5	b
CIAT 36-1 MBC 84	11.43	bc
CIAT 27-3 MBC 75	11.17	bcd
CIAT 41-3 MBC 89	11.13	bcd
CANARIO CENTENARIO	11.07	bcde
CIAT 42-5 MBC 90	10.97	bcde
CIAT 19-1 MBC 67	10.83	bcdef
CIAT 10 MBC-58	10.77	bcdefg
CIAT 12 MBC 60	10.57	cdefg
CIAT 4 MBC 52	10.47	defg
CIAT 15 MBC 63	10.47	defg
CIAT 16-1 MBC 64	10.23	efgh
CIAT 35-1 MBC 83	9.97	fgh
CIAT 41-7 MBC 89	9.9	gh
CIAT 38-1 MBC 86	9.47	h

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5 por ciento.

Fuente: Elaboración propia

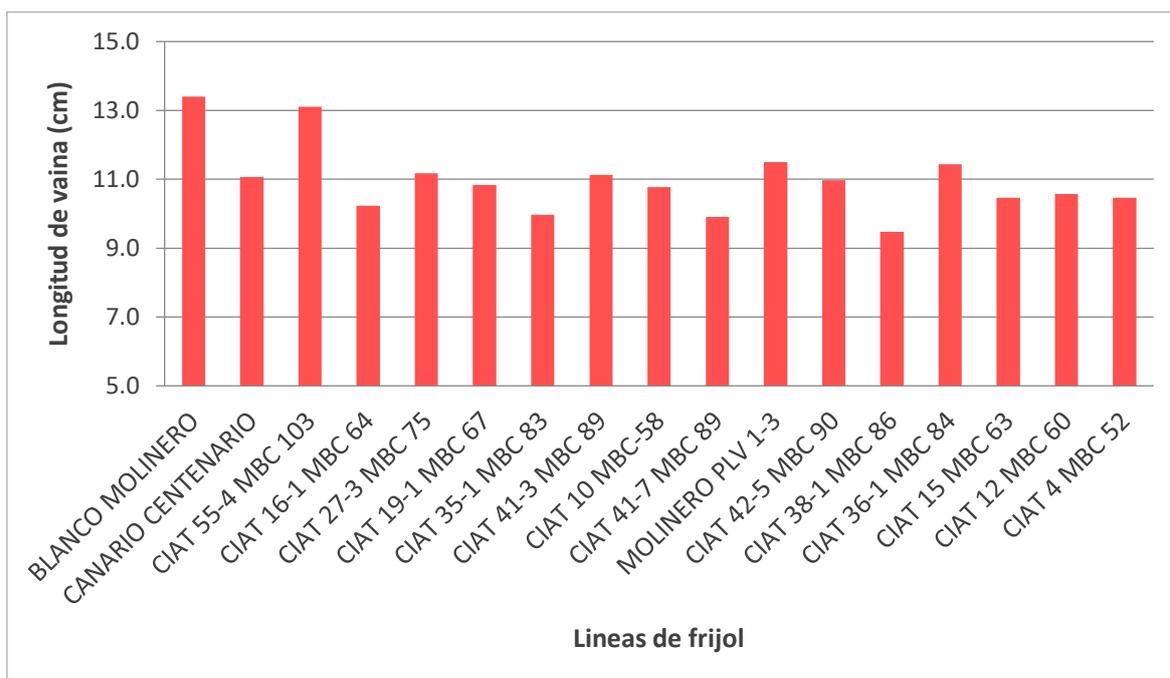


Figura 19. Longitud de vaina de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Fuente: Elaboración propia.

Pumalpa (2016), obtuvo una longitud promedio de vaina de 10.02 cm. Vílchez (2015) obtuvo una longitud de vaina promedio de 12.80 cm en la variedad Molinero PLV 1-3 con una fertilización de 80 – 80 – 60 de NPK. Yanac (2018), encontró diferencia significativa entre las tres variedades (Canario 2000, CIFAC 90105 y Larán mejorado) siendo Larán el de mayor longitud (13.80 cm). Espinoza (2009) evaluando 16 genotipos de frijol Canario Centenario obtuvo una longitud promedio de 11.74 cm en su experimento

4.2.3 Ancho de vainas

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (líneas), como se muestra en la Tabla 21, el valor promedio del experimento fue de 1.15 centímetros respecto a la longitud de la vaina y un coeficiente de variación de 4.65 por ciento

Tabla 21: Cuadrados medios del análisis de varianza de ancho de vainas de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Fuente	G.L.	Cuadrado medios	Significancia (0.05)
Bloque	2	0.002	n.s.
Tratamiento	16	0.031	*
Error	32	0.003	
Total	50		
Promedio		1.15	
C.V. %		4.65	

Fuente: Elaboración propia

La línea CIAT 41-3 MBC 89 se diferenció estadísticamente del resto de tratamientos (líneas) alcanzando un ancho de 1.40 cm. El menor valor de longitud la mostró el testigo Molinero PLV 1-3 (1.04 cm), sin embargo, no se diferenció estadísticamente de las líneas Blanco molinero, CIAT 41-7 MBC 89, CIAT 10 MBC-58, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 16-1 MBC 64, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 12 MBC 60, CIAT 4 MBC 52 y Canario centenario. Por otro lado, no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos CIAT 55-4 MBC 103, CIAT 35-1 MBC 83, CIAT 15 MBC 63, CIAT 36-1 MBC 84 y CIAT 19-1 MBC 67 por pertenecer al mismo subgrupo.

Pumalpa (2016), obtuvo un ancho promedio de vaina de 1.08 cm evaluando 63 líneas mejoradas de frijol voluble. Vílchez (2015) obtuvo un ancho de vaina promedio de 1.11cm en la variedad Molinero PLV 1-3 con una fertilización de 80 – 80 – 60 de NPK

**Tabla 22: Prueba Duncan para ancho de vaina ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol
(*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima**

Líneas	Ancho de vaina (cm)	Duncan $\alpha = 0.05$
CIAT 38-1 MBC 86	1.40	a
CIAT 41-3 MBC 89	1.29	b
CIAT 55-4 MBC 103	1.25	bc
CIAT 35-1 MBC 83	1.24	bc
CIAT 15 MBC 63	1.19	cd
CIAT 36-1 MBC 84	1.19	cd
CIAT 19-1 MBC 67	1.18	cd
BLANCO MOLINERO	1.14	de
CIAT 41-7 MBC 89	1.13	de
CIAT 10 MBC-58	1.11	de
CIAT 27-3 MBC 75	1.10	de
CIAT 16-1 MBC 64	1.09	de
CIAT 42-5 MBC 90	1.07	e
CIAT 12 MBC 60	1.05	e
CIAT 4 MBC 52	1.05	e
CANARIO CENTENARIO	1.04	e
MOLINERO PLV 1-3	1.04	e

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5 por ciento.

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Número de lóculos por vaina

Según los datos mostrados en la Tabla 23, se encontró diferencia significativa a nivel de tratamientos (líneas). El número de lóculos promedio por vaina es de 4.63

Tabla 23. Cuadrados medios del análisis de varianza del número de lóculos por vaina de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Fuente	G.L.	Cuadrado medio	Significancia (0.05)
Bloque	2	1.245	n.s.
Tratamiento	16	1.711	*
Error	32	0.215	
Total	50		
Promedio		4.63	
C.V. %		10.01	

Fuente: Elaboración propia

Respecto al número de lóculos pro vaina (Tabla 24), la línea CIAT 36-1 MBC 84 fue la que obtuvo el mejor número (6.47) diferenciándose del resto de tratamientos. El menor valor lo obtuvo la línea CIAT 16-1 MBC 64 con 3.33 lóculos por vaina, sin embargo, no se diferenció estadísticamente de las líneas CIAT 19-1 MBC 67, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 4 MBC 52 y CIAT 15 MBC 63. Al pertenecer al mismo subgrupo, las siguientes líneas no se diferenciaron entre sí: Blanco Molinero, Molinero PLVI 1-3, CIAT 12 MBC 60, CIAT 41-7 MBC 89, CIAT 10 MBC-58, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 55-4 MBC 103, CIAT 35-1 MBC 83 y Canario Centenario.

Pumalpa (2016), obtuvo un número promedio de lóculos por vaina de 4.00 evaluando 63 líneas mejoradas de frijol voluble. Vílchez (2015) obtuvo 4.80 lóculos por vaina en la variedad Molinero PLV 1-3 con una fertilización de 80 – 80 – 60 de NPK. Yanac (2018), encontró diferencia significativa entre las tres variedades (Canario 2000, CIFAC 90105 y Larán mejorado) siendo Canario 2000 el de mayor número de lóculos (4.71) y el de menor CIFAC 90105 (4.03). Espinoza (2009) evaluando 16 genotipos de frijol Canario Centenario reportó como promedio de su experimento 3.75 lóculos por vaina en condiciones de costa central.

Tabla 24: Prueba Duncan para número de lóculos por vaina ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Número de lóculos por vaina	Duncan $\alpha = 0.05$
CIAT 36-1 MBC 84	6.47	a
CIAT 41-3 MBC 89	5.67	b
CIAT 38-1 MBC 86	5.43	bc
BLANCO MOLINERO	5.13	bcd
MOLINERO PLV 1-3	5.10	bcd
CIAT 12 MBC 60	4.83	bcde
CIAT 41-7 MBC 89	4.63	cdef
CIAT 10 MBC-58	4.53	def
CIAT 42-5 MBC 90	4.50	def
CIAT 55-4 MBC 103	4.43	def
CIAT 35-1 MBC 83	4.27	def
CANARIO CENTENARIO	4.27	def
CIAT 19-1 MBC 67	4.17	efg
CIAT 27-3 MBC 75	4.17	efg
CIAT 4 MBC 52	3.97	efg
CIAT 15 MBC 63	3.83	fg
CIAT 16-1 MBC 64	3.33	g

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5 por ciento.

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Número de granos por vaina

Según la Tabla 25, el análisis de varianza del experimento DBCA indicó que se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, siendo el promedio del experimento respecto al número de granos por vaina de 4.37

Tabla 25: Cuadrados medios del análisis de varianza del número de granos por vaina de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Fuente	G.L.	Cuadrado medio	Significancia (0.05)
Bloque	2	0.948	n.s.
Tratamiento	16	2.101	*
Error	32	0.258	
Total	50		
Promedio		4.37	
C.V. %		11.64	

Fuente: Elaboración propia

La línea CIAT 36-1 MBC 84 obtuvo el mayor promedio de número de granos por vaina (6.43), la cual se diferenció estadísticamente del resto de tratamientos según la prueba de comparación de medias de Duncan al 95 por ciento. Los menores valores del experimento fueron mostrados por las líneas CIAT 15 MBC 63 y CIAT 16-1 MBC 64 con 3.33 y 3.07 granos vaina-1 respectivamente, sin embargo, no se diferenció estadísticamente de las líneas CIAT 55-4 MBC 103, CIAT 19-1 MBC 67, CIAT 27-3 MBC 75 y CIAT 4 MBC 52. No se encontró diferencia estadística entre las líneas Blanco Molinero, CIAT 41-7 MBC 89, Molinero PLVI 1-3, CIAT 12 MBC 60, CIAT 10 MBC-58, CIAT 42-5 MBC 90, Canario Centenario y CIAT 35-1 MBC 83 por pertenecer al mismo subgrupo

Tabla 26: Prueba Duncan para número de granos por vaina ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Número de granos por vaina	Duncan $\alpha = 0.05$
CIAT 36-1 MBC 84	6.43	a
CIAT 41-3 MBC 89	5.50	b
CIAT 38-1 MBC 86	5.33	b
BLANCO MOLINERO	5.00	bc
CIAT 41-7 MBC 89	4.70	bcd
MOLINERO PLV 1-3	4.60	bcd
CIAT 12 MBC 60	4.30	cde
CIAT 10 MBC-58	4.23	cde
CIAT 42-5 MBC 90	4.20	cde
CANARIO CENTENARIO	4.13	cde
CIAT 35-1 MBC 83	4.00	cde
CIAT 55-4 MBC 103	3.87	def
CIAT 19-1 MBC 67	3.83	def
CIAT 27-3 MBC 75	3.80	def
CIAT 4 MBC 52	3.77	def
CIAT 15 MBC 63	3.33	f
CIAT 16-1 MBC 64	3.07	f

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5 por ciento.

Fuente: Elaboración propia

Pumalpa (2016), obtuvo un número promedio de granos por vaina de 4.00 evaluando 63 líneas mejoradas de frijol voluble. Vílchez (2015) obtuvo 4.70 granos por vaina en la variedad Molinero PLV 1-3 con una fertilización de 80 – 80 – 60 de NPK. Yanac (2018), no encontró diferencia significativa entre las tres variedades (Canario 2000, CIFAC 90105 y Larán mejorado) sin embargo la variedad Larán mejorado obtuvo el de mayor número de granos por vaina (3.46) y el de menor promedio lo obtuvo Canario 2000 (3.24). Espinoza (2009) evaluando 16 genotipos de frijol Canario Centenario reportó como promedio de su experimento 3.71 granos por vaina en condiciones de costa central.

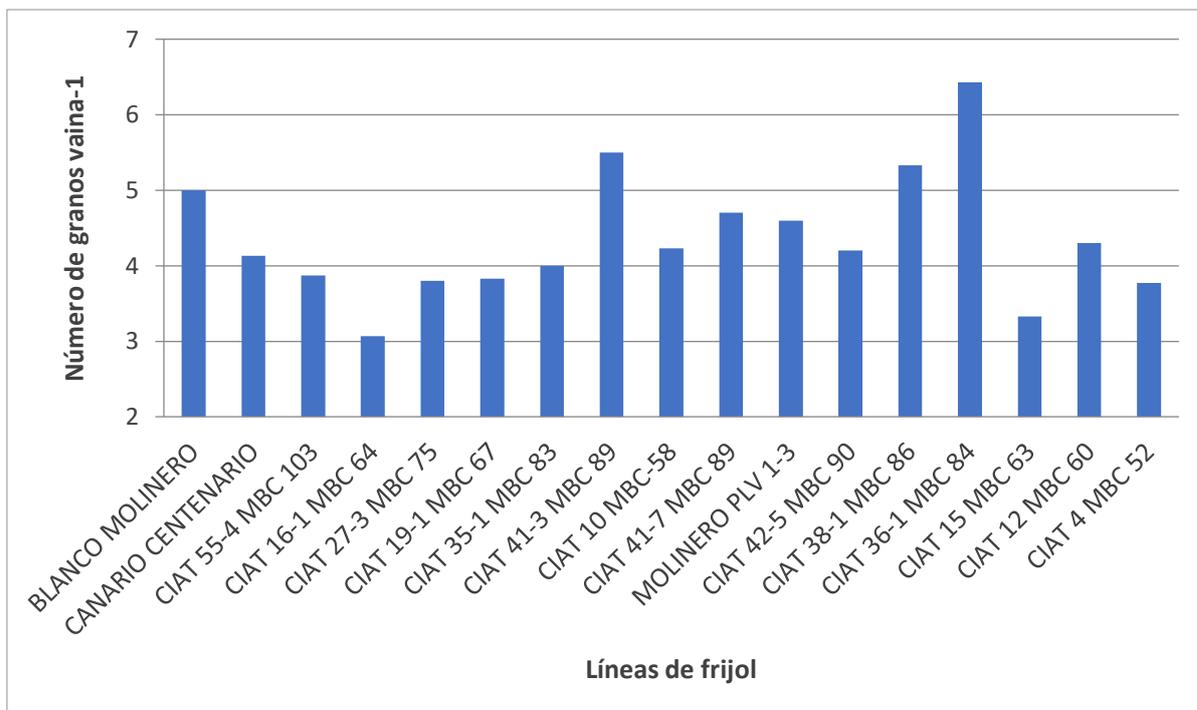


Figura 20. Número de granos por vaina de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Peso de 100 granos

Según el cuadro de análisis de varianza mostrado en la Tabla 27, se encontró diferencia estadística a nivel de tratamiento, siendo el promedio del experimento 42.95 gramos por 100 granos.

Tabla 27: Cuadrados medios del análisis de varianza del peso de 100 granos de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Fuente	G.L.	Cuadrado medio	Significancia (0.05)
Bloque	2	11.154	
Tratamiento	16	94.859	*
Error	32	9.403	
Total	50		
Promedio		42.95	
C.V. %		7.14	

Fuente: Elaboración propia

El testigo Blanco Molinero obtuvo 53.53 gramos por cada 100 granos, diferenciándose del resto de tratamientos según la prueba de comparación de medias de Duncan. Los menores valores fueron obtenidos por las líneas CIAT 12 MBC 60 y CIAT 4 MBC 52 con 35.2 g en ambos casos, pero no se diferenciaron de los tratamientos CIAT 41-7 MBC 89, Molinero PLV 1-3, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 38-1 MBC 86, CIAT 36-1 MBC 84 y CIAT 15 MBC 63. No se encontró diferencia entre las líneas Canario Centenario, CIAT 55-4 MBC 103, CIAT 16-1 MBC 64, CIAT 27-3 MBC 75, CIAT 19-1 MBC 67 y CIAT 35-1 MBC 83 (51.03, 49.67, 49.37, 46.47, 45.57 y 45.37 gramos respectivamente).

Tabla 28: Prueba Duncan para el peso de 100 granos ($\alpha = 0.05$) de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Peso de 100 granos (g)	Duncan $\alpha = 0.05$
BLANCO MOLINERO	53.53	a
CANARIO CENTENARIO	51.03	b
CIAT 55-4 MBC 103	49.67	b
CIAT 16-1 MBC 64	49.37	b
CIAT 27-3 MBC 75	46.47	bc
CIAT 19-1 MBC 67	45.57	bcd
CIAT 35-1 MBC 83	45.37	bcd
CIAT 41-3 MBC 89	42.27	cde
CIAT 10 MBC-58	41.57	cde
CIAT 41-7 MBC 89	40.3	def
MOLINERO PLV 1-3	40.1	def
CIAT 42-5 MBC 90	39.53	ef
CIAT 38-1 MBC 86	39.43	ef
CIAT 36-1 MBC 84	38.4	ef
CIAT 15 MBC 63	37.03	ef
CIAT 12 MBC 60	35.2	f
CIAT 4 MBC 52	35.2	f

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre si según la prueba de Duncan al 5 por ciento.

Fuente: Elaboración propia

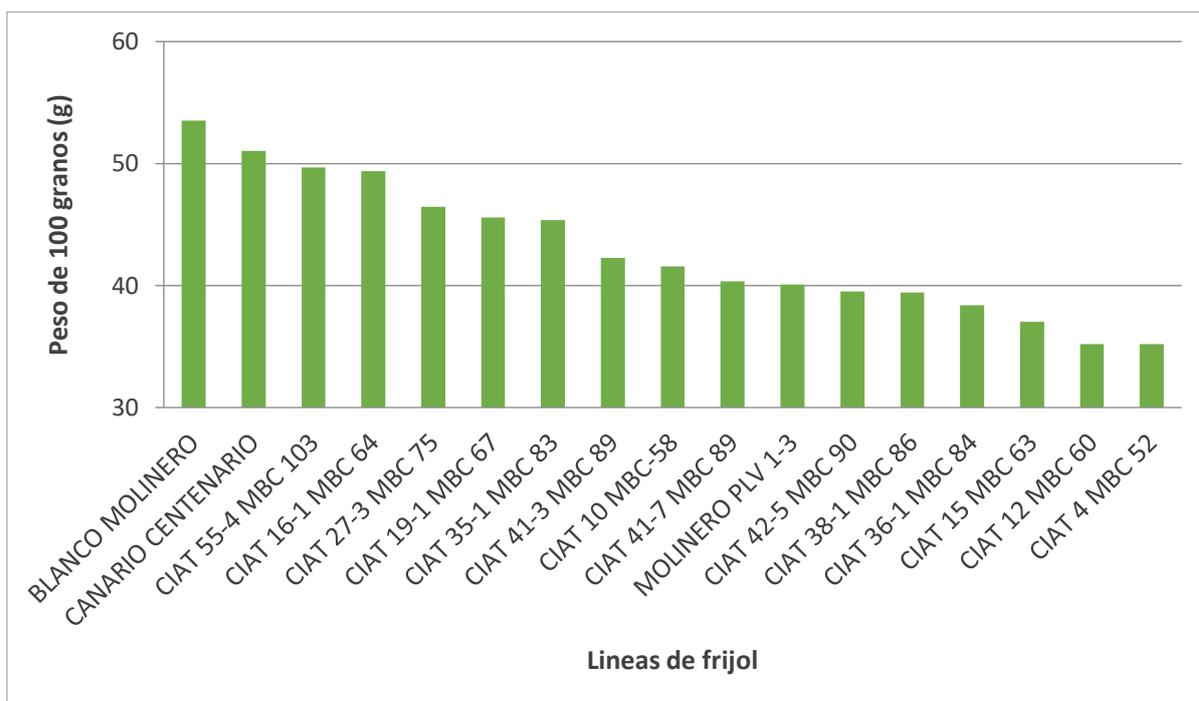


Figura 21. Peso de 100 granos de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Fuente: Elaboración propia

Este carácter se encuentra condicionado por el traslado de los nutrientes de la planta a la semilla durante la fase vegetativa de la planta, por lo tanto, depende directamente del vigor y la sanidad que presente la planta durante esa fase.

Pumalpa (2016), evaluando 63 líneas mejoradas de frijol voluble, reportó que el peso promedio de 100 granos fue de 49.58 gramos. Vilchez (2015) obtuvo un peso de 62.4 gramos pesando 100 gramos de frijol de la variedad Molinero PLV 1-3 con una fertilización de 80 – 80 – 60 de NPK. Yanac (2018), encontró diferencia significativa entre las tres variedades (Canario 2000, CIFAC 90105 y Larán mejorado) la variedad Larán mejorado obtuvo el de mayor peso de 100 granos (56.95 gramos) y el de menor promedio lo obtuvo Canario 2000 (47.50 gramos). Espinoza (2009) evaluando 16 genotipos de frijol Canario Centenario reportó como promedio de su experimento 39.27 gramos pesando 100 granos en condiciones de costa central.

Tabla 29: Cuadrados medios del rendimiento y sus componentes de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Rendimiento (kg ha-1)	Largo de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Número de lóculos por vaina	Número de granos por vaina	Peso de 100 granos (g)
Bloques (CM)	235644.861	0.973	0.002	1.245	0.948	11.154
Tratamientos (CM)	1179330.842	3.123	0.031	1.711	2.101	94.859
Promedio	911.92	10.96	1.15	4.63	4.37	42.945
C.V. %	20.84	4.27	4.65	10.01	11.64	7.14

* Significativo al 5 por ciento de probabilidad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Valores medios del rendimiento y sus componentes de las líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) evaluadas en La Molina, Lima

Líneas	Rendimiento (kg ha-1)	Largo de vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Número de lóculos por vaina	Número de granos por vaina	Peso de 100 granos (g)
CANARIO CENTENARIO	2934.45 a	11.07 bcde	1.04 e	4.27 def	4.13 cde	51.03 b
BLANCO MOLINERO	1409.31 cd	13.4 a	1.14 de	5.13 bcd	5.00 bc	53.53 a
CIAT 42-5 MBC 90	1921.27 b	10.97 bcde	1.07 e	4.50 def	4.20 cde	39.53 ef
CIAT 36-1 MBC 84	1824.54 bc	11.43 bc	1.19 cd	6.47 a	6.43 a	38.40 ef
MOLINERO PLV 1-3	2619.19 a	11.5 b	1.04 e	5.10 bcd	4.60 bcd	40.10 def
CIAT 12 MBC 60	1360.08 cde	10.57 cdefg	1.05 e	4.83 bcde	4.30 cde	35.20 f
CIAT 41-7 MBC 89	1288.87 def	9.9 gh	1.13 de	4.63 cdef	4.70 bcd	40.33 def
CIAT 27-3 MBC 75	1237.64 def	11.17 bcd	1.10 de	4.17 efg	3.80 def	46.47 bc
CIAT 4 MBC 52	1234.91 def	10.47 defg	1.05 e	3.97 efg	3.77 def	35.20 f
CIAT 10 MBC-58	1154.72 def	10.77 bcdefg	1.11 de	4.53 def	4.23 cde	41.57 cde
CIAT 41-3 MBC 89	1131.28 def	11.13 bcd	1.29 b	5.67 b	5.50 b	42.27 cde
CIAT 38-1 MBC 86	986.06 def	9.47 h	1.40 a	5.43 bc	5.33 b	39.43 ef
CIAT 35-1 MBC 83	958.82 def	9.97 fgh	1.24 bc	4.27 def	4.00 cde	45.37 bcd
CIAT 19-1 MBC 67	864.33 def	10.83 bcdef	1.18 cd	4.17 efg	3.83 def	45.57 bcd
CIAT 15 MBC 63	824.49 e	10.47 defg	1.19 cd	3.83 fg	3.33 f	37.03 ef
CIAT 16-1 MBC 64	768.19 f	10.23 efgh	1.09 de	3.33 g	3.07 f	49.37 b
CIAT 55-4 MBC 103	743.92 f	13.1a	1.25 bc	4.43 def	3.87 def	49.67 b

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente entre sí, por la prueba de Duncan al 5 por ciento de probabilidad

Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las que se efectuó el presente trabajo experimental, de los resultados se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Se encontró que 15 líneas fueron de tipo de crecimiento indeterminado trepador, de ciclo de periodo medio a precoz con 122.12 días promedio. Las flores en 16 líneas presentaron alas blancas y uno color lila, el estandarte fue blanco para 14 líneas, uno tuvo color lila y dos de color blanco con lila. El grano fue de forma arriñonada para ocho líneas, oval en igual número de líneas y una línea tuvo forma redonda. El color del grano fue mayormente blancuzco, en menor cantidad crema amarilla, café claro, café oscuro y negro. El lustre varió de opacos, semibrillante a brillante y el tamaño fue mediano para seis líneas, y once de tamaño grande.

La altura de planta promedio fue de 91.42 cm. El vigor fue intermedia en 6 líneas, buena en 7 líneas, excelente en 3 líneas y solo una línea tuvo un vigor pobre.

- Las variedades de frijol Blanco Molinero, Canario Centenario y Molinero PLV 1-3 obtuvieron resultados superiores a las líneas en los componentes de rendimiento. Además, las líneas CIAT 36-1 MBC 84, CIAT 12 MBC 60, CIAT 41-7 MBC 89, CIAT 27-3 MBC 75 y CIAT 4 MBC 52 obtuvieron rendimientos de grano seco superan el rendimiento nacional promedio ($1192.05 \text{ kg ha}^{-1}$).

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar las líneas de frijol estudiados asociados con maíz, en diferentes localidades productoras de este cultivo y en diferentes épocas de siembra, con el fin de evaluar el comportamiento de los caracteres relacionados con el rendimiento del maíz y frijol voluble.
- Multiplicar las líneas de frijol que mostraron rendimientos prometedores y buena calidad en ambientes de la sierra.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Abebe, A., Brick, M. & Kirkby, R. (1998). Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. *Field Crops Research*, 58(1), 15-23. DOI: 10.1016/s0378-4290(98)00082-3
- Acosta, A., Gallegos, J. & Adams, M. (1991). Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars under drought stress. *The Journal of Agricultural Science*, 117(2), 213-219. <https://doi.org/10.1017/S0021859600065308>
- Araya, C. M. & Hernández, J. C. (2006). Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/-bibliotecavirtual/H20-5247.pdf>
- Bayona, A. C. (2018). Aminoácidos en el rendimiento y calidad de la vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Jade bajo condiciones del valle de Cañete. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3138>
- Bean Improvement Cooperative (BIC). (2017). List of genes – *Phaseolus vulgaris* L. Consultado 12 de marzo 2018. Recuperado: <http://www.bic.uprm.edu/wpcontent/uploads/2019/10/Bean-Genes-List-2018-v2-1.pdf>
- Beebe, S. E., Rao, I., Cajiao, C. & Grajales, M. (2008). Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Science*, 48(2), 582–592. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.07.0404>

- Beebe, S. E., Skroch, P., Tohme, J., Duque, M., Pedraza, F. & Nienhuis, J. (2000). Structure of genetic diversity between common bean land races of Middle America origin based on correspondence analysis of RAPD. *Crop Science*, 40(1), 264–273. DOI: 10.2135/cropsci2000.401264x
- Beninger, C., Hosfield, H., Bassett, M. & Owens, S. (2000). Chemical and morphological expression of the B and Asp seedcoat genes in *Phaseolus vulgaris*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125(1), 52–58. DOI: 10.21273/JASHS.125.1.52
- Camarena, M., Huaranga, J. & Mostacero, N. (2009). Innovación tecnológica para el incremento de la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, CONCYTEC.
- Camarena, M., Huaranga, J. & Mostacero, N. (2010). Mejoramiento genético de especies del género *Phaseolus* mediante metodologías convencionales e innovadoras con el fin de incrementar la producción y la oferta exportable del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Castagnino, A. (2008). Manual de cultivos hortícolas innovadores. Buenos Aires, Argentina: hemisferio sur.
- Chaves, N., Araya, R. & Debouck, D. (2014). Cruzamiento natural en frijol común en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 23–33. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v25n01_023.pdf
- Chaves, N., Polanía, J., Muñoz, G., Rao, I. & Beebe, S. (2018). Caracterización fenotípica por resistencia a sequia terminal de germoplasma de frijol común. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 1-17. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v29n01_001.pdf

- Chiappe, L. E. (1992). Evaluación del potencial agrícola de la costa central. Una propuesta para incrementar la frontera de producción agrícola del frijol. (Tesis de maestría en Producción Agrícola). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1977). Guía de estudio: cruzamiento del frijol. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/11613.pdf
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1983). Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/28093.pdf
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1984). Morfología de la planta de frijol común. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/132690837.pdf>
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?id=mpgIE_jDedMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Coelho, R. & Sgarbieri, V. (1995). Methionine liberation by pepsin pancreatin hydrolysis of bean protein fractions: estimation of methionine bioavailability. *Journal of Food Biochemistry*, 18(1), 311–324. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.1994.tb00506.x>
- Cubero, J. & Moreno, M. (2004). Leguminosas de grano. Madrid, España: Editorial Mundi Prensa.
- Del Carpio, R. (1983). Informe anual del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú: UNALM.

- Díaz, J. K. (1999). Evaluación de la proteína en cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y sus relaciones con el contenido de taninos. (Tesis maestría en Nutrición). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Dorcinvil, R., Sotomayor, D. & Beaver, J. (2010). Agronomic performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in an Oxisol. *Field Crops Research*, 118(1), 264–272. pp. DOI: 10.1016/j.fcr.2010.06.003
- Duran, A., Lambert, T. & Velázquez, R. (2014). Evaluación de genotipos mejorados de frijol negro *Phaseolus vulgaris* en Barinas y Monagas, Venezuela. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(2), 63–75. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v31n2/v31n2a06.pdf>
- Erdmann, P., Lee, R., Bassett, M. & Mcclean. P. (2002). A molecular marker tightly linked to P, a gene required for flower and seedcoat color in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), contains the Ty3- gypsy retrotransposon Tpv3g. *Genome*, 45(4), 728–736. DOI: 10.1139/g02-037 .
- Espinoza, E. (1990). Manejo del cultivo de frijol. Lima, Perú. 50 pp.
- Espinoza, E. A. (2009). Evaluación de 16 genotipos seleccionados en dos densidades de frijol canario cv. Centenario (*Phaseolus vulgaris* L.) por su calidad y rendimiento en condiciones de costa central. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- FAOSTAT. Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Revisado el 22 de septiembre del 2019 de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE). (2009). Avanza proyecto de investigación adaptativa en frijol. *El Cerealista*, (Feb).

Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (FENALCE); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Fundación Para la Investigación y Desarrollo Agrícola (FIDAR). (2007). ¡Viva bien, coma fríjol!. Cota, Cundinamarca, Colombia. http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2015/02/Plegable-frijol_Rodin_impresion_jul10.pdf

Feenstra, W. (1960). Biochemical aspects of seed coat color inheritance in *Phaseolus vulgaris* L. Wageningen, The Netherlands. <https://edepot.wur.nl/183363>

Ferh, W. & Hadley, H. (1980). Hybridization of crops plants. American Society of Agronomy and Crop Science of America. Wisconsin, United States. https://pdfs.semanticscholar.org/c2e9/6f9c2bffb0b3ae5e4224bb095aefa6ae1e75.pdf?_ga=2.243634693.1638545829.1596901502-1158700999.1596901502

Ferreira, J., De Souza, J., Teixeira, A., De Lanes, F., Cecon, P. & Borém, A. (2007). Gene flow in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica*, 153(1), 165–170. DOI: 10.1007/s10681-006-9251-z

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1983). World food security: a reappraisal of the concepts and approaches. Rome, Italy.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2009). Consumo per cápita de fríjol. Roma, Italia.

Forero, M. (1969). Respuesta del frijol al abonamiento de diferentes dosis de N-P-K, en el suelo de la costa. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

Freytag, G. & Debouck, D. (2002). Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae - Papilionodeae) in North America, Mexico and Central

America. Botanical Research Institute of Texas (BRIT). Forth Worth, Texas, United States.

Gamarra, M., Puma, J., Arana, J. & Ortiz, V. (1997). Q'osqo Poroto INIA, primera variedad de frijol reventón, poroto Ñuña o numia para los valles interandinos de la sierra. Boletín Divulgativo 1-97. Cusco, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria, Proyecto Regional de Fríjol para la Zona Andina (INIA-PROFIZA).

García, A. (2003). Evaluación del comportamiento de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo flor de mayo en Zacatecas y Durango. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México. http://www.uaaan.mx/DirInv/Avances_2002/frijol/AGarciaFrijol1.pdf

García, J., De Lima, G., Pelisser, A., Favreto, R. & Paz, R. (2015). El valor genotípico en la selección de líneas de frijol. *Agrociencia*, 49(1), 559– 572. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v49n5/v49n5a7.pdf>

Gentry, H. (1969). Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. *Economic Botany*. 23(1), 55–69.

Gepts, P., Bettinger, R., Brush, S., Damania, A., Famula, T., McGuide, P. & Qualset, C. (2012). Introduction: The domestication of plants and animals: Ten Unanswered questions. In: *Biodiversity in agriculture: domestication, evolution, and sustainability* (pp. 1-8). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Goodwing, B. (1978). Maduration of been seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). Sidney, N.S.W., Australia: University of Sidney, New South Wales.

Google Earth. (2018). Imágenes satelitales de los lotes estudiados. Consultado el 23 de agosto de 2018.

- Graham, P. & Rosas, J. (1977). Growth and development of indeterminate bush and climbing cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. inoculated with Rhizobium. *The Journal of Agricultural Science*, 88(2), 503–508. <https://doi.org/10.1017/S0021859600035024>
- Hernández, J. (1975). Introducción de plantas y de germoplasma de *Phaseolus vulgaris* y de otras leguminosas de grano comestible. Cali, Colombia: Servicios sobre el Potencial del Fríjol y de otras Leguminosas de Grano Comestible en América Latina.
- Hernández, V., Vargas, M., Muruaga, J., Hernández, S. & Mayek, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común. avances y perspectivas. *Revista de Fitotecnia de México*, 36(2), 95–104. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v36n2/v36n2a2.pdf>
- Hernández, J. (2009). Cultivo de frijol. Manual de recomendaciones técnicas. San José, Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-frijol.pdf>
- Huamán M. & Cortez, W. (2001). Evaluación nutricional de cuatro variedades peruanas de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Anales Científicos*, 111-130.
- Huaranga, A. W. (2014). Informe Anual 2013 del Programa de Investigación y Proyección Social de Leguminosas de Grano y Oleaginosas. Lima, Perú: UNALM.
- Huaranga, A. W. (2016). Curso de leguminosas de grano. Lima, Perú: UNALM.
- Huaytalla, G. (1993). Selección por resistencia a la Ascochyta (*Phoma exigua*) y otras características agronómicas en poblaciones segregantes F4 y F5 en cruces en el género *Phaseolus* sp. (Tesis de maestría en Mejoramiento Genético de Plantas). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2009). Guía técnica del cultivo de frijol, en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua. Santa Lucía, Boaco. Nicaragua. <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2005). X censo nacional de población y V de vivienda. Lima, Perú. Consultado el 6 de febrero del 2018. <http://censos.inei.gob.pe/Censos2005/redatam/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2012). Consumo per cápita de los principales alimentos 2008-2009. Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares (ENAPREF). Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. Lima, Perú. Consultado el 6 de febrero del 2018. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/Libro.pdf

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2004). Frijol Canario 2000 – INIAA, variedad de frijol arbustivo para la costa del Perú. Lima, Perú: Dirección General de Investigación Agraria. <https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/frijol/Canario-2000.pdf>

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2010). Frijol INIA 404 CIFAC 90105, variedad para una agricultura orgánica. Lima, Perú. https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/frijol/INIA_404.pdf

International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). (1982). Descriptors for *Phaseolus vulgaris*. Rome, Italy. https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/160.pdf

Jarso M., Keneni, G. & Gorfu, D. (2009). Field pea improvement through hybridization. Technical Manual, no. 22. Addis Abeba, Ethiopia: Ethiopian Institute of Agricultural

Research. <http://publication.eiar.gov.et:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/129/Field%20Pea.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Koinange, E., Singh, S. & Gepts, P. (1996). Genetic control of the domestication syndrome in common-bean. *Crop Science*, 36(1), 1037–1045. <https://doi.org/10.2135/cropsci1996.0011183X003600040037x>

Kwak, M., Kami, J. & Gepts, P. (2009). The putative Mesoamerican domestication center of *Phaseolus vulgaris* is located in the Lerma-Santiago Basin of Mexico. *Crop Science*, 49(1), 554–563. DOI: 10.2135/cropsci2008.07.0421

Kyle, M. & Dickson, M. (1988). Linkage of hypersensitivity to five viruses with the B locus in *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of Heredity*, 79(4), 308–311. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a110516>

Laing, D. (1979). Adaptación del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), curso intensivo de adestramiento en producción de frijol para las investigaciones en América Latina. Cali, Colombia: CIAT.

Lamz, A., Cárdenas, R., Ortiz, R., Eladio, L. & Sandrino, A. (2017). Evaluación preliminar de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) promisorios para siembras tempranas en Melena del Sur. *Cultivos Tropicales*, 38(4), 111–118. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n4/ctr16417.pdf>

León, J. (1987). Botánica de los cultivos tropicales. (2a ed.). San José, Costa Rica: IICA. <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/7228/1/BVE18040317e.pdf>

Loforte, R. (2007). Evaluación agronómica de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) fortificadas en los sistemas locales de producción en el municipio de Mayarí, provincia de Holguín. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Centro

- Universitario Vladimir I Lenin, México). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104175.pdf>.
- López, L. (2005). Evaluación de la tolerancia a sequía en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de invernadero. (Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá).
- Marín, D. A. & Hoyos, D. L. (2018). Evaluación agronómica de líneas avanzadas de frijol arbustivo con grano grande en condiciones de clima medio y frío moderado de Colombia. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Dosquebradas, Colombia). <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/18875/1112762093.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maroto, J. (2002). Horticultura herbácea especial. (5a ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Mayor-Duran, V., Raatz, B. & Blair, M. (2016). Desarrollo de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerante a sequía a partir de cruces inter acervo con genotipos procedentes de diferentes orígenes (Mesoamericano y Andino). *Acta Agronómica*, 65(4), 431–437. <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v65n4/v65n4a15.pdf>
- McClellan, P., Lee, K., Otto, C., Gepts P. & Bassett, C. (2002). Molecular and phenotypic mapping of genes controlling seed coat pattern and color in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Heredity*, 93(1), 148–152. <https://doi.org/10.1093/jhered/93.2.148>
- Ministerio de Agricultura (MINAG); Dirección Regional Agraria de Trujillo (DRAT). Gerencia Regional de Agricultura. Agencia Agraria Trujillo. (2013). Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Boletín informativo “La Voz Agraria”, no. 6. Recuperado de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/VOZAGRARIA%20N%C2%AA>

%2006-2013_%20CULTIVO%20DE%20FRIJOL.pdf

Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (MINAGRI). (2018). Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA). Consultado el 15 de abril de 2018. <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/>

Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (MINAGRI). Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. (2018). Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2017-2018. Lima, Perú. <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-estadistico-de-produccion-agroindustrial-alimentaria-2017>

Ministerio de Salud (MINSA). Centro Nacional de Alimentación y Nutrición; Instituto Nacional de Salud. (2009). Tablas peruanas de composición de alimentos. Lima, Perú. <https://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>

Miranda, C. (1967). Infiltración genética entre *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. (Tesis de maestría, Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México)

Mogollon, O. J. (1986). Evaluación de fórmulas de producción a diversos niveles de tecnología en el trébol var. ECUA – 0006 en condiciones de una siembra de primera en la costa central. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.

Nazario J. (1992). Evaluación del rendimiento de 25 variedades de frijol blanco mediano (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de La Molina. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. 100 pp.

Nielsen, S. (1991). Digestibility of legume proteins. *Food Technology*, 45(9), 112–114.

Ocaña, J. A. (2016). Aplicación de molibdeno y cobalto en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

con dos sistemas de fertilización bajo cero labranzas. (Tesis de maestría en Producción Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2218>

Pachón, N. A., Gracia, D. & Ligarreto, G. A. (2009). Yield evaluation of fourteen populations of climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) segregating lines with anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) resistant genes. *Agronomía Colombiana*, 27(1), 7–13. <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n1/v27n1a02.pdf>

Papa, R., & Gepts, P. (2003). Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) from Mesoamerica. *Theoretical and Applied Genetics*, 106(2), 239–250. DOI: 10.1007/s00122-002-1085-z

Papa, R., Nanni, L., Sicard, D., Rau, D., and Attene, G. (2006). The evolution of genetic diversity in *Phaseolus vulgaris* L. In *Darwin's Harvest: New Approaches to the Origins, Evolution and Conservation of Crops*, eds T. J. Motley, N. Zerega, and H. Cross (New York, NY: Columbia University Press), 121–142. doi: 10.7312/motl13316-007

Pumalpa, I. D. (2016). Caracterización fenotípica de líneas avanzadas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). (Tesis de maestría en Mejoramiento Genético de Plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2757>

Proyecto Regional de Fríjol para la Zona Andina (PROFRIZA). (2000). Un cultivo ancestral avanza hacia la modernidad: tiempo de transición: 1988-1999: informe final de PROFRIZA. Cali, Colombia: Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. [https://books.google.com.pe/books?id=XonDQI_E3mQC&pg=PP4&lpg=PP4&dq=Proyecto+Regional+de+Fr%C3%ADjol+para+la+Zona+Andina.+\(2000\).+Un+cultivo](https://books.google.com.pe/books?id=XonDQI_E3mQC&pg=PP4&lpg=PP4&dq=Proyecto+Regional+de+Fr%C3%ADjol+para+la+Zona+Andina.+(2000).+Un+cultivo)

+ancestral+avanza+hacia+la+modernidad:+tiempo+de+transici%C3%B3n:+1988-1999:+Informe+final+de+PROFRIZA&source=bl&ots=x3xfxFTarr&sig=ACfU3U0ngdBfb2c-XsOxg0gO1jQixqd7oA&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjg2pTXyI7rAhXsmeAKHbbdDfEQ6AEwAXoECAoQAQ#v=onepage&q=Proyecto%20Regional%20de%20Fr%C3%ADjol%20para%20la%20Zona%20Andina.%20(2000).%20Un%20cultivo%20ancestral%20avanza%20hacia%20la%20modernidad%20tiempo%20de%20transici%C3%B3n%201988-1999%20Informe%20final%20de%20PROFRIZA&f=false

Ramírez, E. & Bency, J. (2009). Evaluación agronómica de líneas avanzadas de frijol biofortificado (*Phaseolus vulgaris* L.) en el centro norte de Nicaragua en época de postrera, 2007. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria). Managua, Nicaragua. <https://repositorio.una.edu.ni/2123/>

Ramos, F. T. (1981). Herencia de tres diferentes tipos de reacción a roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía). Bogotá, Colombia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13965>

Ríos, D., Viteri, S. & Delgado, H. (2014). Evaluación Agronómica de líneas avanzadas de frijol voluble *Phaseolus vulgaris* L. en Paipa, Boyacá. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 31(1), 42–54. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104175.pdf>

Ríos, M. J. & Quirós, J. (2002). El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): cultivo, beneficio y variedades. Medellín, Colombia: [s.n.]

Salazar, T. (1969). Efecto de cuatro frecuencias de Riego sobre los rendimientos en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.

- Sánchez, L. (1995). Caracterización agromorfológica de 15 cultivares de ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.). (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Cajamarca). Cajamarca, Perú.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2018). Datos históricos de la estación Alexander von Humboldt. Lima, Perú.
- Singh, S. (1999). Common bean improvement in the Twenty-First century. Heidelberg, Germany: Kluwer Academic Publishers.
- Singh R. & Chaudhary B. (1979). Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Ludhiana, India: Kalyani Publishers.
- Tofiño, A. P., Pastrana, I. J., Melo, A. E. & Tofiño, R. (2016). Rendimiento, estabilidad fenotípica y contenido de micronutrientes de frijol biofortificado en el Caribe seco colombiano. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, CORPOICA*, 17(3), 309–329. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num3_art:511
- Trópicos. (2019). Taxonomía de *Phaseolus vulgaris*. Consultado el 05 de enero de 2019. <http://legacy.tropicos.org/Name/13031753?langid=66>
- Ugás, R., Siura, S., Delgado, F., Casas, A. & Toledo, J. (2000). Hortalizas; datos básicos. Lima, Perú: Programa de Investigación en Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vallejos, C., Sakiyama, C. & Chase, C. (1992). A molecular-marker-based linkage map of *Phaseolus vulgaris* L. *Genetics*, 131(3), 733–740. <https://www.genetics.org/content/genetics/131/3/733.full.pdf>

- Vallejo, F. A. & Estrada, E. I. (2002). Mejoramiento genético de plantas. Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.uneditorial.net/uflip/Mejoramiento-genetico-de-plantas/pubData/source/Mejoramiento-genetico-de-plantas.PDF>
- Vallejos, C., Malandro, J., Sheehy, K. & Zimmermann, M. (2000). Detection and cloning of expressed sequences linked to a target gene. *Theoretical and Applied Genetics*, 101(7), 1109–1113. https://www.academia.edu/10244019/Detection_and_cloning_of_expressed_sequences_linked_to_a_target_gene
- Vargas, J. (2013, 14 de febrero). Manual de manejo de cultivo de frejol, Bolivia. Santa Cruz Agrícola. <http://jubovar.blogspot.com/2013/01/manual-de-manejo-del-cultivo-del-frejol.html>
- Vargas, W. (1985). Descripción varietal y evaluación del rendimiento y sus componentes en 15 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano tipo blanco en verano en la costa central y sur medio del Perú. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.
- Vargas, M. G. & Maldonado, K. F. (2018). Evaluación de la tolerancia de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) al estrés de sequía terminal y suelos de baja fertilidad. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana). Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6419/1/CPA-2018-T095.pdf>
- Vega, C. (2000). Cuatro tipos de soportes y dos densidades de siembra en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. "Huallaguino" en Tingo María. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva). Tingo María, Perú. <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/481/AGR-421.pdf?sequence=1&isAllowed=n>

- Vílchez, M. A. (2015). Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Molinero PLV 1-3 con fertilización fosfo-potásica y cepas de rhizobium sp. en La Molina. Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2090>
- Voysest, O. (1983). Variedades de fríjol en América Latina y su origen, Cali, Colombia: CIAT. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB327.V67_Variedades_de_fr%C3%ADjol_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_su_origen.pdf
- Voysest, O. (2000). Mejoramiento genético del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.): Legado de variedades de América Latina 1930-1999. Cali, Colombia: CIAT. https://books.google.com.pe/books?id=VzxXI2TL9YcC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- White, J. & Izquierdo, J. (1989). Frijol: fisiología del potencial de rendimiento y la tolerancia al estrés. Santiago, Chile: CIAT-FAO. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/digital/37683_Frijol_%20Fisiologia_%20del%20_potencial_%20de_%20rendimiento_%20y_%20tolerancia%20_al_%20estres.pdf
- Wu, W., Williams, W., Kunkel, M., Acton, J., Huang, Y., Wardlaw, J. & Grimes, L. (1995). True protein digestibility – corrected amino acid score of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43, 1295-1298. <https://doi.org/10.1021/jf00053a031>
- Yanac, L. A. (2018). Análisis del crecimiento y rendimiento de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con diferentes dosis nitrogenadas, en La Molina. (Tesis para el grado de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3304>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Área cosechada, producción y rendimiento mundial de frijol en los últimos diez años

Año	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t ha⁻¹)
2008	26 675.58	21 893.43	0.82
2009	25 495.21	21 991.44	0.86
2010	30 757.68	24 634.30	0.80
2011	30 482.86	24 069.14	0.79
2012	29 141.45	24 449.50	0.84
2013	29 337.94	24 939.53	0.85
2014	30 337.98	26 798.32	0.88
2015	30 808.22	27 613.11	0.90
2016	34 188.78	28 783.65	0.84
2017	36 458.89	31 405.91	0.86

Fuente: FAOSTAT (2018)

Anexo 2. Principales países productores de frijol del mundo en los últimos diez años

País	Producción Anual – Promedio (miles de toneladas)
India	4 321.0
Myanmar	4 252.1
Brasil	3 126.2
E.E.U.U.	1 282.3
China	1 249.7
México	1 077.9
Tanzania	979.8
Uganda	957.0
Kenia	509.1
Etiopía	439.0

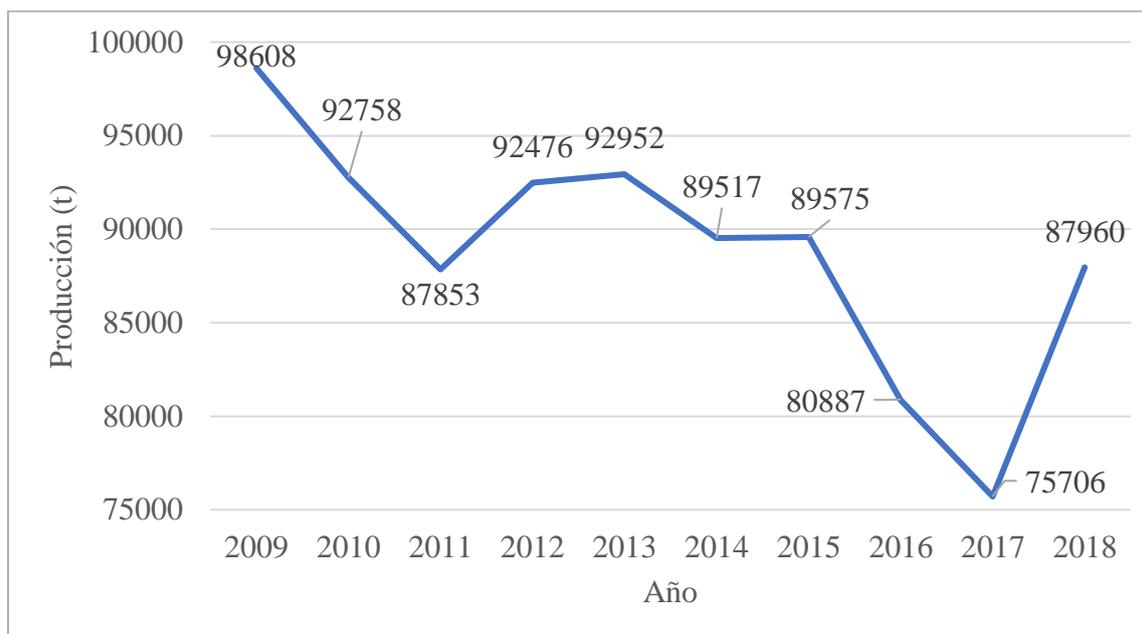
Fuente: FAOSTAT (2018)

Anexo 3. Producción nacional de frijol en los últimos 10 años

Año	Producción (t)	Área cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)	Precio en chacra(S/kg)
2009	98 608	83 800	1.18	2.75
2010	92 758	81 219	1.14	2.72
2011	87 853	78 918	1.11	2.75
2012	92 476	81 680	1.13	3.22
2013	92 952	81 230	1.14	3.52
2014	89 517	76 770	1.17	3.27
2015	89 575	78 571	1.14	3.35
2016	80 887	70 946	1.14	3.55
2017	75 706	65 988	1.15	3.60
2018	87 960	73 789	1.19	3.44

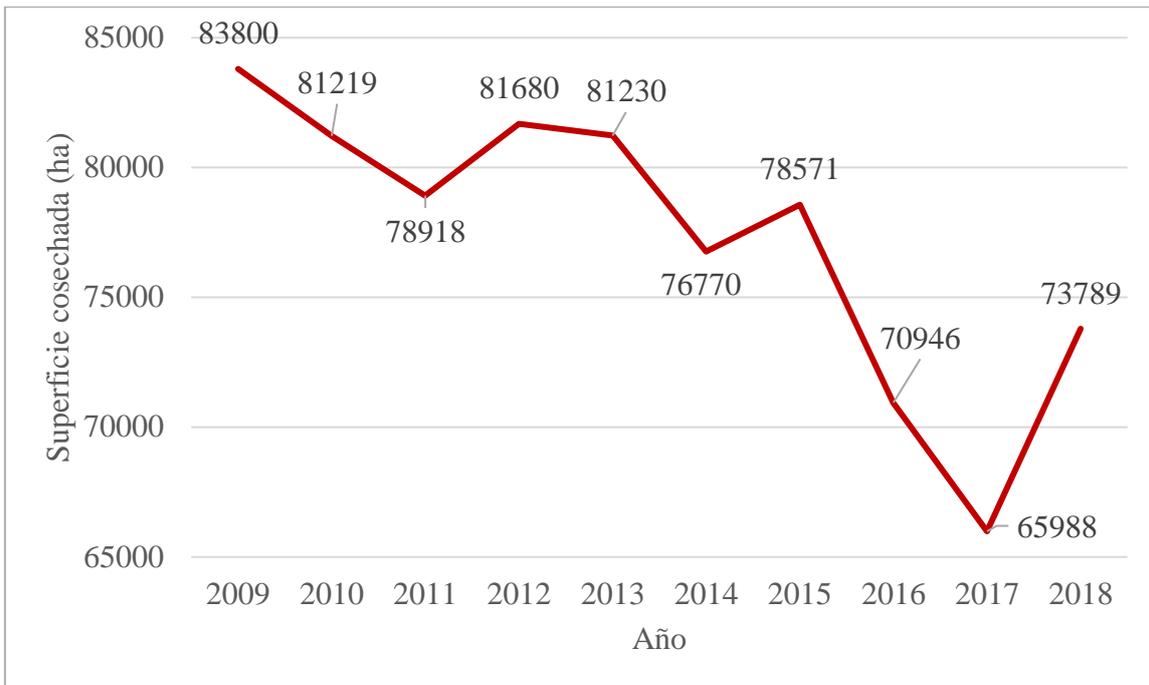
Fuente: MINAGRI (2018)

Anexo 4. Producción nacional de frijol en los últimos diez años



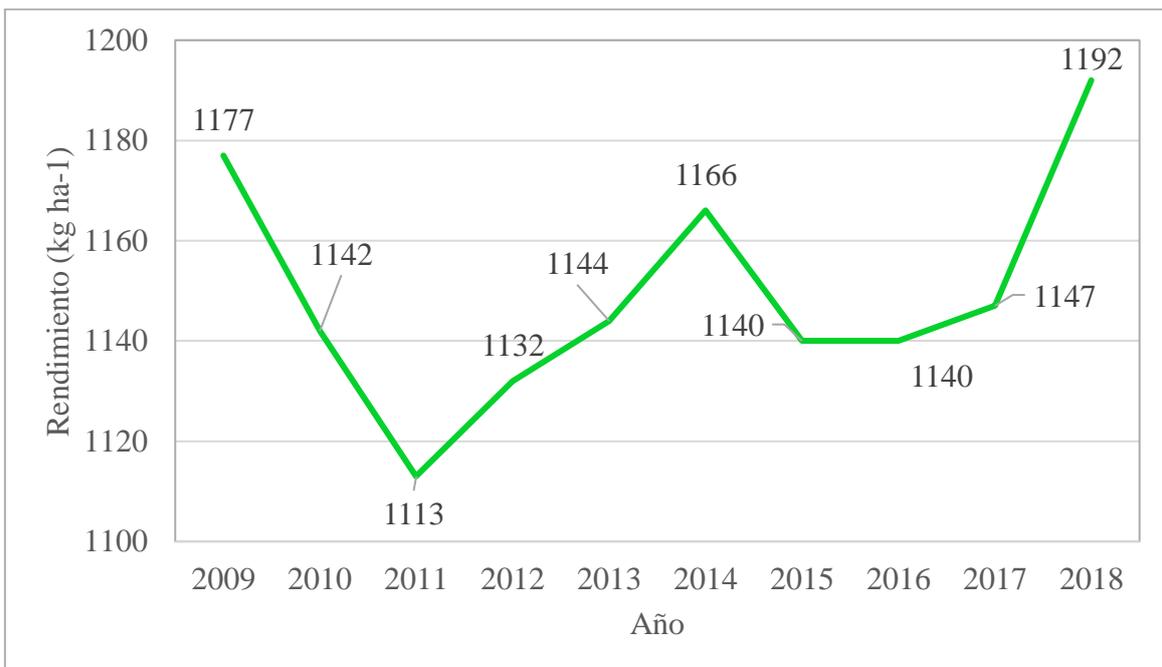
Fuente: MINAGRI (2018)

Anexo 5. Superficie cosechada nacional de frijol en los últimos diez años



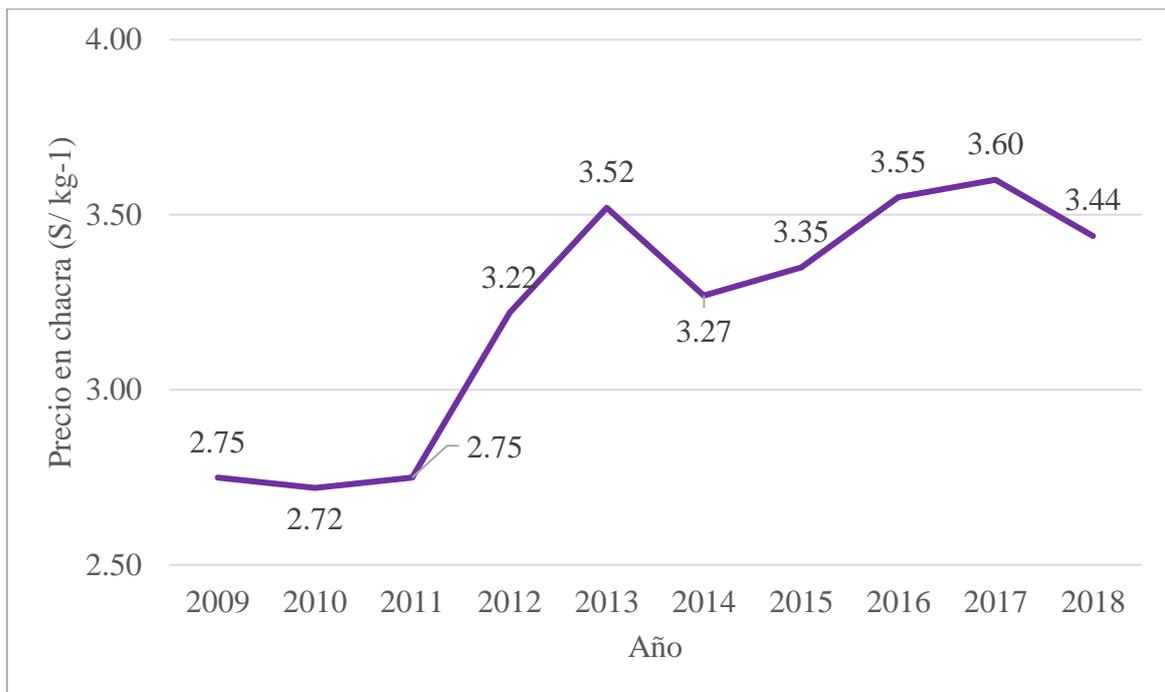
Fuente: MINAGRI (2018)

Anexo 6. Rendimiento nacional de frijol en los últimos diez años



Fuente: MINAGRI (2018)

Anexo 7. Promedio de precio en chacra nacional de frijol en los últimos diez años



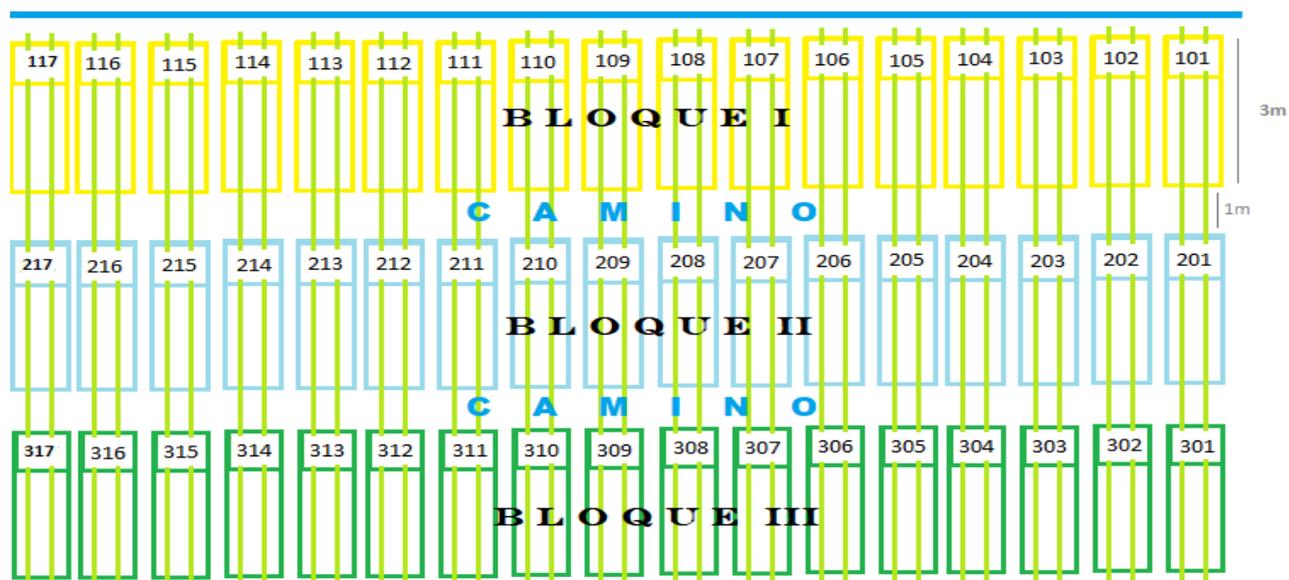
Fuente: MINAGRI (2018)

Anexo 8. Producción de frijol por departamentos campaña agrícola 2017 – 2018

Departamento	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (kg ha⁻¹)	Precio en chacra (S/ kg)
Amazonas	10 095	8 000	792	4.39
Áncash	937	1 160	1 238	4.30
Apurímac	3 800	8 111	2 135	3.59
Arequipa	3 984	8 141	2 043	4.15
Ayacucho	2 025	2 767	1 366	2.99
Cajamarca	17 130	15 163	885	2.84
Callao	0	0	0	0
Cusco	1 287	2 133	1 657	3.49
Huancavelica	5 180	8 083	1 560	2.92
Huánuco	3 544	4 500	1 270	3.77
Ica	310	480	1 552	4.99
Junín	4 566	4 761	1 043	3.18
La Libertad	2 856	4 178	1 463	3.93
Lambayeque	637	594	932	3.36
Lima	1 613	3 989	2 473	4.20
Lima Metropolitana	51	154	3 026	4.72
Loreto	4 604	4 822	1 047	1.87
Madre de Dios	173	160	929	5.78
Moquegua	22	74	3 354	4.52
Pasco	677	1 000	1 477	3.07
Piura	5 721	4 684	819	2.72
Puno	510	595	1 167	2.00
San Martín	3 287	3 267	994	4.83
Tacna	0	0	0	0
Tumbes	0	0	0	0
Ucayali	782	1 144	1 463	3.23

Fuente: MINAGRI (2018)

Anexo 9. Distribución de las unidades experimentales en el campo



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Características evaluadas de 17 líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en La Molina, Lima

Identificación	Bloque	Parcela	Días a floración (dds)	Días a Madurez fisiológica (dds)	Días a cosecha (dds)	Color estandarte	Color alas	Vigor	Distribución de vainas	Altura de planta (cm)	Vainas / Planta	Peso 100 semillas (g)	Longitud vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Loculos / Vaina	Granos / Vaina	Rend/Ha (Kg/ha)	Forma de grano	Tamaño de grano	Brillo de grano	Color de grano
CIAT 55-4 MBC 103	I	111	66	109	121	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	64.4	14.5	53.6	14.2	1.29	5	4.5	854.99	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Crema amarillo
CIAT 55-4 MBC 103	II	212	60	98	118	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	51.3	14.7	54.6	13.1	1.27	4.6	4.1	743.13	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Crema amarillo
CIAT 55-4 MBC 103	III	314	62	102	117	Blanco	Blanco	Muy pobre	Toda la planta	33.3	11.3	52.4	12.0	1.2	3.7	3	633.88	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Crema amarillo
CIAT 55-4 MBC 103	Promedio		62.67	103.00	118.67	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	49.67	13.50	53.53	13.07	1.25	4.43	3.87	744.00	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Crema amarillo
CIAT 10 MBC-58	I	107	57	91	115	Blanco	Blanco	Excelente	Base	84.1	18.1	37.6	11.4	1.12	4.6	4.5	1091.04	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 10 MBC-58	II	205	61	94	125	Blanco	Blanco	Intermedia	Base	92.4	15.7	37.4	11.3	1.15	4.6	4.3	1243.13	Oval	Grande	Brillantes	Blancuzco
CIAT 10 MBC-58	III	315	57	93	118	Blanco	Blanco	Muy pobre	Base	58.8	11	30.6	9.6	1.05	4.4	3.9	1133.33	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 10 MBC-58	Promedio		58.33	92.67	119.33	Blanco	Blanco	Intermedia	Base	78.44	14.93	35.20	10.78	1.11	4.53	4.23	1155.83	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 16-1 MBC 64	I	114	55	90	114	Blanco	Blanco	Intermedia	Base	63.6	14.2	49.1	10.3	1.12	3.3	3.1	876.99	Arriñonado	grande	Brillantes	Blancuzco
CIAT 16-1 MBC 64	II	214	55	89	115	Blanco	Blanco	Intermedia	Base	64.1	13	46.5	10.1	1.1	3.5	3.4	780.83	Arriñonado	grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 16-1 MBC 64	III	311	58	97	114	Blanco	Blanco	Intermedia	Base	75.9	12.6	41.1	10.3	1.06	3.2	2.7	646.25	Arriñonado	grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 16-1 MBC 64	Promedio		56.00	92.00	114.33	Blanco	Blanco	Intermedia	Base	67.89	13.27	45.57	10.24	1.09	3.33	3.07	768.02	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 42-5 MBC 90	I	115	58	98	121	Blanco con lila al final	Blanco	Excelente	Toda la planta	59.3	25.2	47.7	11.3	1.02	4.8	4.5	1977.03	Oval	Grande	Semibrillantes	Café claro
CIAT 42-5 MBC 90	II	209	60	99	123	Blanco con lila al final	Blanco	Intermedia	Toda la planta	47.7	17.8	49.8	10.6	1.06	4.2	3.8	1878.93	Oval	Grande	Brillantes	Café claro
CIAT 42-5 MBC 90	III	302	61	115	137	Blanco con lila al final	Blanco	Bueno	Toda la planta	84.1	23.6	51.5	11.0	1.14	4.5	4.3	1907.08	Oval	Grande	Semibrillantes	Café claro
CIAT 42-5 MBC 90	Promedio		59.67	104.00	127.00	Blanco con lila al final	Blanco	Bueno	Toda la planta	63.67	22.20	49.67	10.98	1.07	4.50	4.20	1921.01	Oval	Grande	Semibrillantes	Café claro
CIAT 41-3 MBC 89	I	104	55	111	122	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	76.4	15.1	44.3	11.2	1.29	7.3	7.3	1103.76	Arriñonado	Grande	Opaco	Café claro
CIAT 41-3 MBC 89	II	208	53	95	114	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	92.6	18.8	38	10.6	1.34	4.6	4.5	1205.21	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Café claro
CIAT 41-3 MBC 89	III	309	57	97	120	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	82.1	12.6	38.7	11.6	1.25	5.1	4.7	1084.10	Arriñonado	Grande	Opaco	Café claro
CIAT 41-3 MBC 89	Promedio		55.00	101.00	118.67	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	83.67	15.50	40.33	11.12	1.29	5.67	5.50	1131.02	Arriñonado	Grande	Opaco	Café claro
CIAT 41-7 MBC 89	I	112	56	94	118	Lila	Lila	Intermedia	Toda la planta	67.8	20.7	39.4	9.9	1.09	4.9	4.7	1206.13	Oval	Mediano	Brillantes	Negro
CIAT 41-7 MBC 89	II	203	59	110	120	Lila	Lila	Bueno	Toda la planta	138.7	31.7	40.5	10.1	1.15	4.9	4.8	1409.63	Oval	Mediano	Brillantes	Negro
CIAT 41-7 MBC 89	III	301	59	96	118	Lila	Lila	Bueno	Toda la planta	92.6	20.1	38.7	9.7	1.14	4.1	4.6	1251.38	Oval	Mediano	Brillantes	Negro
CIAT 41-7 MBC 89	Promedio		58.00	100.00	118.67	Lila	Lila	Bueno	Toda la planta	99.70	24.17	39.53	9.90	1.13	4.63	4.70	1289.04	Oval	Mediano	Brillantes	Negro
CIAT 36-1 MBC 84	I	103	59	111	124	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	130.8	24	42.4	11.9	1.22	7.3	7.3	1936.21	Arriñonado	Mediano	Brillantes	Café oscuro
CIAT 36-1 MBC 84	II	215	56	97	122	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	121.7	21.2	38.5	11.4	1.24	6	5.9	1759.03	Arriñonado	Mediano	Semibrillantes	Café oscuro
CIAT 36-1 MBC 84	III	308	54	92	120	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	128.9	20.9	37.4	11.0	1.11	6.1	6.1	1779.75	Arriñonado	Mediano	Brillantes	Café oscuro
CIAT 36-1 MBC 84	Promedio		56.33	100.00	122.00	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	127.10	22.03	39.43	11.39	1.19	6.47	6.43	1825.00	Arriñonado	Mediano	Brillantes	Café oscuro
CIAT 12 MBC 60	I	101	58	98	117	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	96.6	19.2	38.6	10.8	1.04	5.1	4	1468.75	Oval	Mediano	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 12 MBC 60	II	207	58	92	118	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	58.1	15.1	39.4	10.7	1.06	4.5	4.2	1490.63	Oval	Mediano	Opaco	Blancuzco
CIAT 12 MBC 60	III	316	58	97	114	Blanco	Blanco	Pobre	Toda la planta	88.7	14.6	33.1	10.2	1.06	4.9	4.7	1120.63	Oval	Mediano	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 12 MBC 60	Promedio		58.00	95.67	116.33	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	81.14	21.38	37.03	10.57	1.05	4.83	4.30	1360.00	Oval	Mediano	Semibrillantes	Blancuzco

Identificación	Bloque	Parcela	Días a floración (dds)	Días a Madurez fisiológica (dds)	Días a cosecha (dds)	Color estandarte	Color alas	Vigor	Distribución de vainas	Altura de planta (cm)	Vainas / Planta	Peso 100 semillas (g)	Longitud vaina (cm)	Ancho de vaina (cm)	Loculos / Vaina	Granos / Vaina	Rend/Ha (Kg/ha)	Forma de grano	Tamaño de grano	Brillo de grano	Color de grano
CIAT 19-1 MBC 67	I	110	58	110	145	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	258.3	16.1	45	10.9	1.21	4	3.6	938.04	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 19-1 MBC 67	II	202	58	110	147	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	182.2	16.8	47	10.5	1.17	4.1	3.8	969.06	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 19-1 MBC 67	III	304	55	105	144	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	219.2	15.88889	47.4	11.1	1.15	4.4	4.1	684.90	Arriñonado	Grande	Opaco	Blancuzco
CIAT 19-1 MBC 67	Promedio		57.00	108.33	145.33	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	219.87	16.30	46.47	10.83	1.18	4.17	3.83	864.00	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 4 MBC 52	I	113	54	91	115	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	96.5	14.8	40.7	10.6	1.03	4	4	1212.75	Oval	Mediano	Brillantes	Blancuzco
CIAT 4 MBC 52	II	204	53	91	116	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	107.9	17.1	46.6	10.7	1.07	4	3.6	1444.13	Oval	Mediano	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 4 MBC 52	III	305	57	96	118	Blanco	Blanco	Pobre	Toda la planta	86.6	13.3	39.5	10.1	1.05	3.9	3.7	1048.13	Oval	Mediano	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 4 MBC 52	Promedio		54.67	92.67	116.33	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	96.99	15.07	42.27	10.48	1.05	3.97	3.77	1235.00	Oval	Mediano	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 27-3 MBC 75	I	106	55	100	118	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	102.9	17.6	47.8	11.1	1.06	3.8	3.5	1516.67	Oval	Grande	Brillantes	Blancuzco
CIAT 27-3 MBC 75	II	216	54	100	122	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	103.4	16.9	45.8	11.8	1.14	4.6	4.2	1439.73	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 27-3 MBC 75	III	312	56	101	119	Blanco	Blanco	Muy pobre	Toda la planta	85.1	12.5	42.5	10.6	1.1	4.1	3.7	920.54	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 27-3 MBC 75	Promedio		55.00	100.33	119.67	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	97.10	15.16	45.37	11.16	1.10	4.17	3.80	1292.31	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 15 MBC 63	I	105	59	98	118	Blanco	Blanco	Pobre	Toda la planta	111.3	12.4	43.5	10.3	1.22	4	3.2	721.29	Oval	Mediano	Opaco	Blancuzco
CIAT 15 MBC 63	II	201	60	96	120	Blanco	Blanco	Pobre	Toda la planta	103.7	12.9	55	10.5	1.16	3.8	3.2	612.72	Oval	Mediano	Opaco	Blancuzco
CIAT 15 MBC 63	III	310	59	96	125	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	103.0	17.2	49.6	10.6	1.19	3.7	3.6	1138.08	Oval	Mediano	Opaco	Blancuzco
CIAT 15 MBC 63	Promedio		59.33	96.67	121.00	Blanco	Blanco	Pobre	Toda la planta	105.96	15.67	49.37	10.44	1.19	3.83	3.33	824.03	Oval	Mediano	Opaco	Blancuzco
CIAT 35-1 MBC 83	I	109	54	95	118	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	109.7	14.3	39.5	10.4	1.23	4.5	4.5	977.06	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 35-1 MBC 83	II	206	54	91	120	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	95.3	16.7	38.7	9.9	1.25	4.3	4.2	1176.92	Oval	Grande	Opaco	Blancuzco
CIAT 35-1 MBC 83	III	306	55	89	118	Blanco	Blanco	Pobre	Toda la planta	75.4	13.2	37	9.6	1.25	4	3.6	696.01	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 35-1 MBC 83	Promedio		54.33	91.67	118.67	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	93.46	14.17	38.40	9.97	1.24	4.27	4.10	949.99	Oval	Grande	Semibrillantes	Blancuzco
CIAT 38-1 MBC 86	I	102	55	104	133	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	118.6	18.2	35.3	9.5	1.51	5.6	5.6	983.97	Redondo	Mediano	Brillantes	Café oscuro
CIAT 38-1 MBC 86	II	210	55	100	131	Blanco	Blanco	Intermedia	Toda la planta	107.7	15.9	32.7	9.3	1.34	5.2	5	661.04	Redondo	Mediano	Brillantes	Café oscuro
CIAT 38-1 MBC 86	III	303	57	111	136	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	131.7	26.8	37.6	9.6	1.35	5.5	5.4	1313.03	Redondo	Mediano	Brillantes	Café oscuro
CIAT 38-1 MBC 86	Promedio		55.67	105.00	133.33	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	119.33	14.73	35.20	9.46	1.40	5.43	5.33	986.01	Redondo	Mediano	Brillantes	Café oscuro
BLANCO MOLINERO	I	108	62	96	124	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	39.9	21.9	51.2	13.1	1.01	5.7	5.7	1588.71	Arriñonado	Grande	Opaco	Blancuzco
BLANCO MOLINERO	II	213	61	93	121	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	33.4	17.6	49.3	14.1	1.24	4.8	4.6	1321.87	Arriñonado	Grande	Opaco	Blancuzco
BLANCO MOLINERO	III	307	61	96	124	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	30.7	15.8	52.6	13.0	1.17	4.9	4.7	1316.45	Arriñonado	Grande	Opaco	Blancuzco
BLANCO MOLINERO	Promedio		61.33	95.00	123.00	Blanco	Blanco	Bueno	Toda la planta	34.68	20.30	51.03	13.42	1.14	5.13	5.00	1409.01	Arriñonado	Grande	Opaco	Blancuzco
CANARIO CENTENARIO	I	116	61	103	119	Blanco con lila al final	Blanco	Excelente	Base	48.3	30.2	43.5	11.0	1.06	4.1	4.1	3217.38	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Crema amarillo
CANARIO CENTENARIO	II	211	60	95	115	Blanco con lila al final	Blanco	Excelente	Base	43.6	22.8	37.4	11.2	1.01	4.3	4.2	2739.25	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Crema amarillo
CANARIO CENTENARIO	III	313	63	98	116	Blanco con lila al final	Blanco	Excelente	Base	44.0	25.9	43.8	11.0	1.06	4.4	4.1	2845.40	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Crema amarillo
CANARIO CENTENARIO	Promedio		61.33	98.67	116.67	Blanco con lila al final	Blanco	Excelente	Base	45.32	18.43	41.57	11.04	1.04	4.27	4.13	2934.01	Arriñonado	Grande	Semibrillantes	Crema amarillo
MOLINERO PLV 1-3	I	117	72	109	127	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	88.6	35.4	42.8	11.7	1.01	6	4.7	2512.71	Arriñonado	Grande	Brillantes	Crema amarillo
MOLINERO PLV 1-3	II	217	71	109	127	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	91.2	29.8	36	11.9	1.01	4.7	4.6	2585.83	Arriñonado	Grande	Brillantes	Crema amarillo
MOLINERO PLV 1-3	III	317	73	111	127	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	90.3	32	41.5	10.9	1.09	4.6	4.5	2758.51	Arriñonado	Grande	Brillantes	Crema amarillo
MOLINERO PLV 1-3	Promedio		72.00	109.67	127.00	Blanco	Blanco	Excelente	Toda la planta	90.03	32.40	40.10	11.52	1.04	5.10	4.60	2619.02	Arriñonado	Grande	Brillantes	Crema amarillo

Anexo 11. ANVA días a floración

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	888.078	55.505	19.99	0
Bloques	2	5.804	2.902	1.05	0.363
Error	32	88.863	2.777		
Total	50	982.745			

Anexo 12. ANVA días a madurez fisiológica

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	1502.04	93.88	3.37	0.002
Bloques	2	73.45	36.73	1.32	0.281
Error	32	890.55	27.83		
Total	50	2466.04			

Anexo 13. ANVA días a madurez de cosecha

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	2799.29	174.956	16.76	0
Bloques	2	7.88	3.941	0.38	0.689
Error	32	334.12	10.441		
Total	50	3141.29			

Anexo 14. ANVA altura de planta

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	82944.4	5184	17.56	0
Bloques	2	367.8	183.9	0.62	0.543
Error	32	9448.6	295.3		
Total	50	92760.8			

Anexo 15. ANVA rendimiento por hectárea

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	18853290	1178331	33.55	0
Bloques	2	108934.4	54468.21	1.55	0.22
Error	32	1123587	35112.1		
Total	50	20085813			

Anexo 16. ANVA longitud de vaina

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	49.972	3.1233	14.28	0
Bloques	2	1.945	0.9727	4.45	0.02
Error	32	7	0.2188		
Total	50	58.918			

Anexo 17. ANVA ancho de vaina

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	0.491996	0.03075	10.74	0
Bloques	2	0.003541	0.001771	0.62	0.545
Error	32	0.091592	0.002862		
Total	50	0.587129			

Anexo 18. ANVA número de lóculos por vaina

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	27.37	1.7106	7.97	0
Bloques	2	2.49	1.2449	5.8	0.007
Error	32	6.87	0.2147		
Total	50	36.73			

Anexo 19. ANVA número de granos por vaina

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	33.616	2.101	8.14	0
Bloques	2	1.896	0.9482	3.67	0.037
Error	32	8.264	0.2582		
Total	50	43.776			

Anexo 20. ANVA peso de 100 granos

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Líneas	16	1517.74	94.859	10.09	0
Bloques	2	22.31	11.154	1.19	0.318
Error	32	300.9	9.403		
Total	50	1840.95			