

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**"RENDIMIENTO Y CALIDAD DE 40 ACCESIONES DE FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.) DEL CIAT PARA EXPORTACIÓN"**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

GISELA ALVAREZ SANTOS

LIMA – PERÚ

2022

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

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**"RENDIMIENTO Y CALIDAD DE 40 ACCESIONES DE FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L.) DEL CIAT PARA EXPORTACIÓN"**

Presentada por:

GISELA ALVAREZ SANTOS

Tesis para optar el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

.....
Ing. M S. Andrés Virgilio Casas Díaz
PRESIDENTE

.....
Dr. Félix Camarena Mayta
ASESOR

.....
. Mg. Sc. Cecilia Emperatriz Figueroa Serrudo
MIEMBRO

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

LIMA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

*A mi familia por la oportunidad
de darme una profesión.*

*A mis padres por su amor
y dedicación*

*A mis amigos por marcar
buenos momentos durante
cada etapa de mi vida.*

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mi patrocinador Ing. Agr. Ph.D. Felix Camarena Mayta por la facilidad que me dio para elaboración de la tesis y a mi co-asesora Ing. Mg. Sc. Amelia Huaranga Wite por sus recomendaciones que hicieron de este trabajo más provechosa.

Quisiera agradecer también al Ing. Mg. Sc. Elías Huanuqueño Coca por su apoyo, recomendaciones y su dedicada labor como profesor en esta casa de estudio, y a todos aquellos por su apoyo para la culminación de este proyecto.

ÍNDICE

| | págs. |
|---|-------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1. IMPORTANCIA DEL FRIJOL EN EL PERÚ | 3 |
| 2.2. TECNOLOGÍA, RECURSOS GENÉTICOS Y POTENCIAL EXPORTADOR | 4 |
| 2.3. IMPORTANCIA NUTRICIONAL | 7 |
| 2.4. LA BIOFORTIFICACIÓN | 9 |
| 2.5. TAXONOMÍA Y ASPECTOS BOTÁNICOS | 11 |
| 2.5.1. Clasificación | 11 |
| 2.6. MORFOLOGÍA | 12 |
| 2.6.1. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol | 12 |
| 2.7. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES | 14 |
| 2.7.1. Antecedentes | 17 |
| 2.8. REQUERIMIENTO DEL CULTIVO | 20 |
| 2.8.1. Luz | 20 |
| 2.8.2. Temperatura | 20 |
| 2.8.3. Agua | 21 |
| 2.8.4. Suelo | 21 |
| 2.9. MANEJO AGRONÓMICO | 21 |
| 2.9.1. Preparación del terreno | 22 |
| 2.9.2. Siembra, época y densidad | 22 |
| 2.9.3. Fertilización y abonamiento | 23 |
| 2.9.4. Labores culturales | 24 |
| 2.9.5. Riego | 24 |
| 2.9.6. Plagas y enfermedades | 24 |
| 2.9.7. Cosecha | 26 |
| III. MATERIALES Y METODOLOGÍA | 28 |
| 3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO | 28 |
| 3.2. ANTECEDENTES | 28 |
| 3.3. ANÁLISIS DE SUELO | 28 |
| 3.4. OBSERVACIONES METEREOLÓGICAS | 30 |
| 3.5. MATERIAL EN ESTUDIO | 30 |
| 3.6. ANÁLISIS DE MICRONUTRIENTES | 30 |
| 3.7. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO AGRÍCOLA EXPERIMENTAL | 31 |

| | | |
|---------------|---|----|
| 3.8. | MANEJO DEL EXPERIMENTO | 32 |
| 3.9. | VARIABLES EVALUADAS | 32 |
| 3.9.1. | Componentes de rendimientos morfológicos | 32 |
| 3.9.2. | Componentes de rendimiento fisiológicos | 34 |
| 3.10. | DISEÑO EXPERIMENTAL | 34 |
| IV. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 37 |
| 4.1. | RENDIMIENTO | 49 |
| 4.2. | PESO DE 100 GRANOS | 51 |
| 4.3. | NUMERO DE VAINAS POR PLANTA | 52 |
| 4.4. | ALTURA DE PLANTA | 53 |
| 4.5. | ÍNDICE DE COSECHA | 54 |
| 4.6. | LONGITUD DE VAINA (CM) | 55 |
| 4.7. | NUMERO DE LÓCULOS POR VAINA | 56 |
| 4.8. | PESO DE GRANOS POR VAINAS. | 56 |
| 4.9. | NUMERO DE GRANOS POR VAINA | 57 |
| 4.10. | FENOLOGÍA | 58 |
| V. | CONCLUSIONES | 62 |
| VI. | RECOMENDACIONES | 64 |
| VII. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 65 |
| VIII. | ANEXOS | 76 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Principales empresas exportadoras..... | 5 |
| Tabla 2: Principales mercados durante 2017 y 2018..... | 6 |
| Tabla 3: Contribución en la exportación de los principales departamentos..... | 6 |
| Tabla 4: Exportaciones de frijol y sus derivados, dentro de productos no tradicionales, durante el año 2018..... | 7 |
| Tabla 5: Carencias de micronutrientes (zinc y hierro), riesgos y consecuencias en la salud..... | 9 |
| Tabla 6: Niveles de contenidos de hierro y zinc en semillas de frijol..... | 11 |
| Tabla 7: Producción de variedades de frijol en costa del Perú en diferentes temporadas | 23 |
| Tabla 8: Análisis de caracterización de suelo para el campo de “El Guayabo” en la Universidad Nacional Agraria La Molina | 29 |
| Tabla 9: Datos meteorológicos para el distrito de La Molina, durante la campaña 2018 | 29 |
| Tabla 10: Resultado de análisis de variancia, del promedio y cuadrados medios para las variables del rendimiento y sus componentes para las 40 accesiones del CIAT, en condiciones de La Molina..... | 46 |
| Tabla 11: Prueba Tukey al 0.05 de probabilidad de las variables evaluadas en las 40 accesiones, agrupadas según líneas con mejores característica, de mayor a menor rendimiento..... | 47 |

ÍNDICE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Producción de frijol en el Perú, 2015..... | 4 |
| Figura 2: Croquis del campo experimental | 30 |
| Figura 3: Análisis factorial de coordenadas principales..... | 37 |
| Figura 4: Análisis multivariados de correlación de Pearson, a 0.05 de significancia ... | 38 |
| Figura 5: Análisis de agrupamiento por rendimiento de las 40 accesiones del CIAT y 3 variedades comerciales | 40 |
| Figura 6: Análisis de agrupamiento por días a la llegada de las etapas fenológicas: prefloración, floración, formación de vaina y llenado de vaina, de 40 accesiones del CIAT y 3 variedades comerciales..... | 41 |
| Figura 7: Análisis de agrupamiento mostrando contenido de micronutrientes de zinc y hierro en los granos. | 43 |
| Figura 8: Distribución de las variables y accesiones sobre el primero y segundo componente principal. | 44 |
| Figura 9: Promedio de rendimiento en Kg/ha, de los tratamientos, en comparación a las variables comerciales de línea blanca (Blanca Nema), línea Cranberry y línea roja (Dark Red Kidney). | 50 |
| Figura 10: Promedio de rendimiento en gr/planta de los tratamientos, en comparación a las variables comerciales de línea blanca (Blanca Nema), línea Cranberry y línea roja (Dark Red Kidney). | 50 |
| Figura 11: Desarrollo de las etapas fenológicas en días después de la siembra: Prefloración (R5), Floración (R6), Formación de vainas (R7), Llenado de vaina (R8). | 60 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1: Datos de la producción y rendimiento del frijol en grano seco del Perú, Brasil y el mundo. | 75 |
| Anexo 2: Principales variedades y mercados de exportación | 75 |
| Anexo 3: Recopilación de datos de variedades exportadas, lugar de producción, destino, y precios FOB alcanzados. | 77 |
| Anexo 4: Figura de la producción mundial de frijol en el periodo 2003-2014..... | 77 |
| Anexo 5: Figuras de países exportadores e importadores a nivel mundial, 2003-2013. 78 | |
| Anexo 6: Aporte de energía, proteínas y grasas de algunos alimentos. | 78 |
| Anexo 7: Contenido de nutrientes, incluido el hierro, en 100 gramos de porción de diferentes alimentos. | 79 |
| Anexo 8: Relación de semillas del CIAT y semillas donadas por PLGO..... | 80 |
| Anexo 9: Contenido de zinc y hierro por método de extractos en semillas de frijol. | 80 |
| Anexo 10: Contenido de zinc y hierro respecto al rendimiento de las 40 accesiones y variedades comerciales. | 81 |
| Anexo 11: Randomización de los tratamientos..... | 82 |
| Anexo 12: Cronograma de labores y aplicación en campo..... | 83 |
| Anexo 13. Valores de las variables estudiadas de las 40 accesiones y variedades comerciales. | 83 |
| Anexo 14: Valores de variables de las 40 accesiones y variedades comerciales..... | 84 |
| Anexo 15: Peso de 100 granos respecto a rendimiento..... | 84 |
| Anexo 16: Altura de planta (cm) respecto al número de vainas por planta y rendimiento..... | 85 |
| Anexo 17: Valores de índice de cosecha (IC %). | 86 |
| Anexo 18: Longitud de vaina (cm). | 87 |
| Anexo 19: Longitud de vaina respecto al periodo de tiempo para su crecimiento. | 87 |
| Anexo 20: Medias de los tratamientos evaluados en las etapas fenológicas. En días después de la siembra (DDS)..... | 88 |
| Anexo 21: Desarrollo de las etapas fenológicas en días después de la siembra: Prefloración (R5), Floración (R6), Formación de vainas (R7), Llenado de vaina (R8). 89 | |
| Anexo 22: Medias de las variables en estudio de variedades comerciales puestas en comparación..... | 90 |
| Anexo 23: Fotos de las etapas fenológicas del cultivo de frijol..... | 90 |
| Anexo 24: Foto del campo experimental, riego por gravedad. | 91 |

| | |
|---|----|
| Anexo 25: Evaluación de numero semillas por vaina y lóculos por vaina | 91 |
| Anexo 26: Fotos de granos de líneas rojas (a), blancas (b), cranberry(c), y cariocas (d). | 92 |
| Anexo 27: Análisis de zinc y hierro en semillas de frijol | 93 |
| Anexo 28: Análisis físico-químico del suelo. | 95 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional Agraria La Molina campo “Guayabo”, donde se estableció un experimento en bloques completamente al azar con 40 tratamientos y tres repeticiones, tales tratamientos fueron con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) introducido del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). El estudio se desarrolló con la finalidad de determinar el comportamiento agronómico y el rendimiento de grano de las accesiones introducidas, así como estimar el contenido de hierro y zinc en los granos. Se hizo análisis de varianza para las accesiones y una comparación numérica de las medias de variables evaluadas en el experimento y se comparó con tres variedades introducidas, pero comercialmente llamadas en el Perú: Cranberry (línea cranberry), Dark Red Kidney (línea roja) y Blanca Nema (línea blanca), materiales del Programa de Investigación Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO). Se evaluaron rendimiento de grano ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $\text{gr}\cdot\text{planta}^{-1}$) y sus componentes como peso de 100 granos, vainas por planta, altura de planta, índice de cosecha, longitud de vainas, lóculos por vaina, peso de grano por vaina, granos por vaina, prefloración (R5), floración (R6), formación de vainas (R7) y llenado de vainas (R8). Los tratamientos que mejores rendimientos obtuvieron fueron de la línea comercial cranberry y blancas como SAA 20 ($1597.2 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y SAB 681 ($1499.9 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), respectivamente; sin embargo, SMR 126 obtuvo mayor rendimiento planta con $18.1 \text{ gr}\cdot\text{planta}^{-1}$ y mayor contenido de hierro. Por otro lado, SAB 703 y SAB 701 fueron las más precoces a la floración con 39.3 y 39 días, respectivamente, diferenciándose significativamente de los demás tratamientos.

Palabras Claves: frijol común, frijol biofortificado, rendimiento, componentes agronómicos.

ABSTRACT

The present research work was carried out at the National Agricultural University La Molina where 40 common bean accessions introduced from the International Center for Tropical Agriculture (CIAT) were evaluated, in order to determine agronomic behavior and grain yield: yield of grain (Kg.ha⁻¹ and gr.plant⁻¹) and its components such as weight of 100 grains, pods per plant, plant height, crop index, pod length, locules per pod, grain weight per pod, grains per pod, pre-flowering, flowering, pod formation and pod filling; as well as estimation of the content of iron and zinc in the grains. The treatments that obtained the best yields were white and cranberry, such as SAA 20 (1597.2 Kg.ha⁻¹) and SAB 681 (1499.9 Kg.ha⁻¹), respectively; However, SMR 126 obtained higher plant yield with 18.1 gr. plant⁻¹ and with high iron content. On the other hand, the SAB 703 and SAB 701 treatments were the most precocious to flowering.

Key words: common bean; beans biofortified; yield; components agronomics.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano para consumo humano de mayor producción en el mundo, siendo originario de América. India, China, Canadá y Brasil son los más importantes productores de legumbres secas (MINAGRI, 2016). Según la FAO en el 2016 se cosecharon 29 millones de hectárea estimados con una producción de 26 millones de toneladas según FAOSTAT (2018), de los cuales según Beebe *et al.* (2017) América Latina aportaría con el 50% de la producción, y Brasil contribuye en la mitad de dicha producción según Espinoza (2009). Mientras que en el Perú es una de las leguminosas cultivadas de mayor importancia en costa, sierra y selva (MINAGRI, 2016).

La diversidad de uso en diferentes periodos de siembra del frijol, es una ventaja para el aprovechamiento comercial y de mejores precios, además este grano es el más representativo en la dinámica de exportaciones, de entre todas las menestras y granos de leguminosas (Galvez, 2013).

Por otro lado, en América Latina el CIAT fomenta variedades de frijol biofortificados con vitaminas y minerales, con tolerancia a la sequía con el propósito de contribuir con la reducción de los índices de desnutrición, la anemia ferropénica e incrementar la absorción de otros minerales que el zinc facilita (ICTA, 2017).

Además hace falta de un aprovechamiento de tecnología, como es el uso de las accesiones formadas por el CIAT y estudios de pruebas preliminares como es el comportamiento de rendimiento y su morfología; para el beneficio de los agricultores, empresas y la población en general, para ello se hace necesario la difusión de aquellas como parte de la entrega de conocimientos de la innovación tecnológica, con una visión no solo de consumo nacional sino también exportadora en un mundo donde hay una tendencia de valorar a los alimentos funcionales, entendiéndose como aquellos que mejoran la salud, capacidad física y mental de las personas, es así que sería posible aprovechar el crecimiento exportador del país y ventajas comerciales. (PROMPERU, 2016 y MINAGRI, 2015a).

Por esta razón, esta investigación tiene los siguientes objetivos:

1. Objetivo general

- Determinar las accesiones de frijol introducidas del CIAT con mejores características agronómicas y contenido mineral.

2. Objetivos específicos

- Evaluar los componentes de rendimiento de 40 accesiones introducidas del CIAT.
- Evaluar el comportamiento fenológico de las etapas de desarrollo de 40 accesiones introducidas del CIAT.
- Determinar el contenido mineral de las 40 accesiones biofortificadas con los mayores contenidos de micronutrientes de hierro y zinc.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. IMPORTANCIA DEL FRIJOL EN EL PERÚ

En América, el frijol y el pallar constituían alimentos muy apreciados en la cultura Inca, Maya y Azteca, desde hace más de 5000 años. Debouck en 1986, citado por Espinoza (2008), incluye al Perú en uno de los tres centros de origen del frijol común.

En América Latina se cultivan 15 especies de leguminosas de los cuales 13 se encuentran en el Perú, de estas, 10 ocupan áreas de siembra significativas, tales como *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *P. polyantus*, *P. acutifolius* y *P. coccineus*, especies de origen americano; las demás proceden de otros continentes, la mayoría introducidas por los españoles en el siglo XVI (Voysest, 2000).

La producción mundial del frijol creció a 1.6 por ciento anual entre los años 2003 y 2014, concentrados por India (16.4%), Myanmar (14.9%), Brasil (13.1%), Estados Unidos (5.3%), México (5.1 %), China (4.1%) y Tanzania (4.1%). El último año señalado tuvo una producción de 25.1 millones de toneladas y su consumo fueron por países que exportan, pero que a la vez importaron para complementar su demanda como es el caso de India, Brasil, México y Estados Unidos, que en conjunto participaron en el 41.9% del volumen importado a nivel mundial FIRA (2016).

La productividad promedio mundial del 2014 alcanzó los 0.83 t/ha y EE.UU se posicionó en primer lugar de producción (1.97 t/ha). Mientras en el Perú, la producción según la FAO (2019) fue de 75 736 toneladas de frijol durante el 2017. MINAGRI menciona que el Perú en el 2015 tuvo una superficie total cosechada de 211 000 ha con un rendimiento promedio de 1 166 Kg/ha, donde Lima alcanzo el mejor rendimiento promedio de 3 197 Kg/ha seguida por Moquegua con 2 777 Kg/ha e Ica con 2 349 Kg/ha, sin ser estas regiones principales productoras del cultivo (MINAGRI, 2016; 2015?).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) mostró un incremento de producción y área en el 2015, donde la más representativa fue Huancavelica con 15.2% de ritmo de crecimiento debido al incremento de áreas cosechadas. Por otro lado, Cajamarca estaría dentro de la principal región productora con un 14.5% de la producción total nacional, seguida por Piura (8.9%), Loreto (7.8%), Huánuco (7.5%), Amazonas (6.8%), Apurímac (6.1%) y Huancavelica (6%), estos para el caso principalmente de variedades canario, panamito y castilla (GESTION, 2019).

Según Camarena et al. (2000) citado por Espinoza (2008), la mayor área sembrada se encuentra en la sierra con un 46%; sin embargo, la costa ocupa el primer lugar en cuanto a la producción (47.4%). Esto debido a sus rendimientos unitarios; de esta manera, la sierra ocupa el segundo lugar (34.4%) y la selva el tercer lugar con 18% de la producción nacional. Una parte de la producción de la sierra se destina al consumo y el resto se envía a los centros urbanos de la costa; en el caso de la selva, el total de la producción se destina para el autoconsumo de la región (GESTION, 2019).

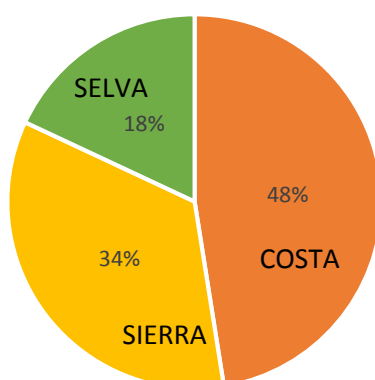


Figura 1: Producción de frijol en el Perú, 2015

FUENTE: GESTION 2019.

2.2. TECNOLOGÍA, RECURSOS GENÉTICOS Y POTENCIAL EXPORTADOR

Una de las recomendaciones dadas por Chavez et al. (1997), ha sido mejorar el nivel de producción del frijol estudiado en su investigación mediante el uso eficiente de recursos naturales, económicos y tecnológicos. En este último tema hace referencia también al IFPRI (Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias) en 1995,

que la promoción de la intensificación agrícola sostenible mediante la investigación puede abrir mercado a los países en desarrollo integrando en la economía mundial.

Los recursos genéticos vegetales son aquellas materias primas con las que cuenta un país para cubrir necesidades de alimentación y que el manejo de éstas, entendidas como todas las variedades cultivadas y silvestres, conllevaría al buen uso para procesos de investigación, preservación, producción, resguardo en contribución a la sociedad. El contenido de nutrientes como proteínas y aminoácidos esenciales como en el caso de los frijoles, hace a estos más valiosos (FAO, 2019a y Nazario, 1992).

Las exportaciones de las legumbres se realizaron a 40 países, de las cuales destacó el frijol común entre los de grano en seco (MINAGRI, 2016). A continuación, a manera de ilustración se tienen diferentes empresas dedicadas a la exportación de frijol común representada en la Tabla 1, durante el 2018, teniendo mayor participación la empresa pirurana EXPORT IMPORT CANDRES S.A.C., según el Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX) del Ministerio de Comercio del Exterior (SIICEX, 2019). En seguida, en la Tabla 2, durante el 2017 y 2018 se observan a los mercados donde ingresaron el frijol común nacional, de los cuales Colombia fue el país al que más se exporta y de mayor participación.

Tabla 1: Principales empresas exportadoras de frijol común

| Empresa | % Var 2017- | % Participacion 2018 |
|-------------------------------|----------------|-------------------------|
| EXPORT IMPORT CANDRES S.A.C. | -- | 72% |
| NEXUS LOGISTICS E.I.R.L. | -- | 9% |
| CANALES LEON KELLY PAOLA | 1.68 | 4% |
| MULTINEGOCIOS R&R E.I.R.L | -- | 3% |
| COIGT LOGISTICA INTEGRAL EIRL | -- | 2% |
| EXPORTACIONES E IMPORTACIONE | -- | 2% |
| GRAINS DEL VALLE E.I.R.L. | -- | 1% |
| EXPORT IMPORT AYLEN E.I.R.L. | -- | 1% |
| APLEX TRADING SOCIEDAD ANONIM | -- | 1% |
| Otras Empresas (27) | -- | 3% |

FUENTE: SUNAT (referente a la partida seleccionada) citado por SIICEX (2019).

Tabla 2: Principales mercados de frijol común durante 2017 y 2018

| Mercado | % Var 2018-2017 | %Part. FOB-2018 2018 | FOB-2018 (miles US\$) |
|---------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| Colombia | 31.88 | 91% | 7062.49 |
| Ecuador | 47.99 | 4% | 325.81 |
| Turquía | -- | 1% | 84.43 |
| Corea del Sur | -- | 1% | 57.63 |
| Chile | 0.53 | 1% | 56.84 |
| Islas de Cabo Verde | -0.49 | 0% | 31.88 |
| Estados Unidos | -0.68 | 0% | 29.2 |
| Panamá | 0.64 | 0% | 28.99 |
| España | -0.58 | 0% | 20.23 |
| Otros Países (6) | -- | 1% | 41.49 |

FUENTE: SUNAT citado por SIICEX (2019).

En la Tabla 3, según SUNAT, Piura es el que mayor participación tuvo en las exportaciones con 72%, seguida por Lima con 16% (SIICEX, 2019). En la Tabla 4, se observan las principales variedades de frijol y sus derivados exportadas durante el 2018, con más de 26 mil toneladas a precios de 1.3 dólares el Kilo, en promedio también se tiene tendencia que los frijoles procesados (congelados y en conservas) obtuvieron mayores precios FOB (Wilfredo, 2019).

Tabla 3: Contribución en la exportación de los principales departamentos.

| UBIGEO | FOB 2018 Mil(US\$) | Pe.Netto 2018(TN) | FOB 2017 Mil(US\$) | Pe.Netto 2017(TN) | % Var 2018-2017 | %Participación 2018 |
|--------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------------------|
| Piura | 5581 | 50 | 90 | 50 | 60.78 | 72% |
| Lima | 1223 | 97 | 153 | 97 | 6.99 | 16% |
| Lambayeque | 405 | 191 | 204 | 191 | 0.99 | 5% |
| Tumbes | 312 | 0 | 0 | 0 | -- | 4% |
| Puno | 120 | 0 | 0 | 0 | -- | 2% |
| Ancash | 58 | 0 | 0 | 0 | -- | 1% |
| Huanuco | 24 | 51 | 41 | 51 | -0.41 | 0% |
| Callao | 12 | 24 | 38 | 24 | -0.69 | 0% |
| La Libertad | 4 | 0 | 0 | 0 | -- | 0% |
| Cusco | 1 | 0 | 0 | 0 | -- | 0% |
| Arequipa | 0 | 19 | 14 | 19 | -0.98 | 0% |
| Tacna | 0 | 5 | 1 | 5 | -1 | 0% |
| TOTAL | 7739 | 5815 | 541 | 436 | 13.3 | 100% |

FUENTE: SUNAT citado por SIICEX (2019).

Tabla 4: Exportaciones de frijol y sus derivados, dentro de productos no tradicionales, durante el año 2018.

| VARIEDAD | PRECIO FOB USD \$ | KILOS | PRECIO US \$ |
|------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|
| Frijol canario | 824 581 | 426 804 | 1.93 |
| Frijol castilla | 7 372 466 | 6 050 431 | 1.22 |
| Frijol de palo | 385 126 | 399 422 | 0.96 |
| Frijolito fresco | 460 022 | 4 581 000 | 0.1 |
| Frijol garbanzo | 8 223 | 6 177 | 1.59 |
| Frijol pallares | 6 247 | 4 205 460 | 1.49 |
| Frijol varios | 7 745 294 | 5 816 062 | 1.33 |
| Frijoles de palo congelados | 2 528 775 | 1 202 406 | 2.1 |
| Frijoles de palo (conservas) | 4 768 824 | 3 424 865 | 1.39 |
| TOTAL | 23 274 977 USD \$ | 26 106 456.2 kg | prom=1.3 |

FUENTE: AGRODATA PERU, Wilfredo, K. (2019).

2.3. IMPORTANCIA NUTRICIONAL

McClellan et al. (2011) mencionado por Tofiño et al. (2016) señala que el frijón (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa más consumida a nivel mundial, con gran relevancia nutricional debido al contenido de proteína y micronutrientes. Además, la FAO (2015) indica que las verduras, hortalizas y frutas, grasas, pescados y dulces son fuentes pobres de zinc con excepción de las leguminosas. Su utilidad alimenticia según MINAGRI (2016) se ve por sus contenidos altos de proteínas (22 a 28%); “vitaminas del complejo B, como el ácido fólico, indispensable en las madres gestantes y el desarrollo humano, la Tiamina y la Niacina; minerales, principalmente: hierro, fósforo y potasio a niveles superiores al de la carne de vacuno; además de calcio, magnesio, yodo; y como menciona Camarena et al., (2009) presenta aminoácidos esenciales como isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina; su valor nutricional está en que las menestras como el frijol contienen proteínas y es una fuente de suministro de calorías, donde el consumo forma parte de la dieta de diferentes estratos, como en el Perú, en la costa como alimento de calidad nutricional y regiones de menor ingreso como una fuente proteica de bajo costo (Camarena et al., 2009).

El Anexo 6, muestra un comparativo del aporte de energías, proteínas y grasas de algunos alimentos según la FAO (2004) y se observa la importancia de las legumbres frente a otros alimentos, donde los frijoles contienen de 22.6 a 36.5 gramos de proteína frente a tubérculos y cereales que tienen desde 1.2 a 9.3 gramos de proteína, según el Anexo 7, la

FAO (1995) hizo una comparación de diferentes alimentos en cuanto a energía, proteína, grasa, calcio y hierro en una porción de alimento de 100 gramos, los frijoles obtuvieron un alto contenido de proteínas, calcio y hierro en comparación al resto, incluso las fuentes alimenticias animales obtuvieron desde 17.7 gramos para el caso del bacalao, y carnes desde 19.0 a 25.3 gramos de proteína como valores de comparación.

El Ministerio de Salud (MINSA, 2017) hace referencia a la deficiencia de zinc en el desarrollo neurológico y cognitivo como un impacto negativo en el desarrollo cultural, social y económico de los pueblos; por otro lado, la Institución Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias con sus siglas IFPRI en el año 1995 suma a esto la deficiencia de Hierro, donde la malnutrición inhibe el crecimiento y aumenta el riesgo de morbilidad, afectando el desarrollo cognitivo, desfavoreciendo la capacidad y productividad en los adultos.

La Sociedad Peruana de Nutrición (Sopenut) indica que un promedio de 600 mil niños de tres años que tenían anemia, de los cuales más de la mitad vivían en Lima, el déficit de hierro en el cuerpo humano había sido la principal causa de esta dolencia (Perú 21, 2018).

Rubio *et al.* (2007) indica un punto a favor para las leguminosas, con respecto al de Zinc, los vegetales, a excepción de las leguminosas, no son alimentos que presenten contenidos altos en zinc. Por todo ello, verduras, hortalizas, frutas, grasas, pescados y dulces son fuentes pobres de zinc, como se puede observar en el Anexo 6.

A continuación en la Tabla 5 se muestran los efectos de las carencias de micronutrientes, su prevalencia en factores de riesgo y las consecuencias para la salud, donde la OMS y la FAO lo puntualizan en una publicación del 2017: "Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes":

Tabla 5: Prevalencia mundial de las carencias de micronutrientes (zinc y hierro), riesgos y consecuencias en la salud

| Hierro | |
|------------------------------|--|
| Prevalencia de la carencia: | “Se estima que hay 2.000 millones de casos de anemia en todo el mundo. En los países en desarrollo, las tasas de prevalencia se estiman en alrededor de 50% en mujeres embarazadas y niños menores de 2 años, 40% en niños en edad escolar y 25 a 55% en otras mujeres y niños. Se calcula que la carencia de hierro es responsable de cerca de 50% de todos los casos de anemia.” |
| Factores de riesgo: | “Bajo consumo de carne/pescado/aves, cereales y leguminosas.” |
| Consecuencias para la salud: | “Reducción del desarrollo cognoscitivo. Reducción del desempeño laboral y menos resistencia física. Alteración del metabolismo del yodo y la vitamina A. Aumento del riesgo de mortalidad materna y mortalidad infantil.” |
| Zinc | |
| Prevalencia de la carencia: | “Datos insuficientes, pero es probable que la prevalencia de la carencia sea de moderada a alta en los países en desarrollo, especialmente en África, Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental |
| Factores de riesgo: | “Bajo consumo de productos de origen animal. Malabsorción e infección con parásitos intestinales. Diarrea, especialmente persistente. Trastornos genéticos.” |
| Consecuencias para la salud: | “Resultados desfavorables de la gestación. Alteraciones del crecimiento (retardo en el crecimiento). Disminución de la resistencia a las enfermedades infecciosas.” |

FUENTE: OMS y FAO (2017).

2.4. LA BIOFORTIFICACIÓN

El CIAT a través del Programa HarvestPlus utiliza técnicas de fitomejoramiento convencional y biotecnología moderna, a través de un proceso llamado biofortificación con el objetivo de desarrollar variedades nuevas y más nutritivas de cultivos de alimentos básicos que constituyen la dieta habitual de las personas. El cultivo se puede adaptar a las zonas agroecológicas y los agricultores pueden replantarlas y compartir libremente logrando la difusión con bajo costo (Palmer, 2016 y Gallego *et al.*, 2016).

La biofortificación es un método que usa técnicas de fitomejoramiento para aumentar el contenido de nutrientes en los cultivos, mediante prácticas de mejoramiento convencional varietal a través de cruces de variedades de la misma especie para producir mejores alimentos y combatir la deficiencia de micronutrientes (hierro y zinc) en el organismo humano (CIAT BLOG, 2016). Por lo tanto, los investigadores se han enfocado en el desarrollo de variedades de frijol con altos niveles de hierro y zinc con el objetivo de proveer a los consumidores un aporte adicional y significativo de sus requerimientos diarios de hierro sin cambiar su dieta, además de asegurar la disponibilidad de los materiales para generar el impacto necesario (HarvestPlus, 2014).

La vitamina A, hierro y zinc son los tres micronutrientes que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha identificado como aquellos de los que más carencia existe en las dietas a nivel mundial. La biofortificación, al aplicarse de la mano con estrategias como la diversificación dietética, la suplementación y la fortificación comercial es un método clave y costo-efectivo para que los países puedan lograr la meta de Hambre Cero para el 2030 (Palmer, 2016 y Gallego *et al.*, 2016).

Es así que el potencial para el desarrollo de la oferta exportable del frijol se relacionaría por oportunidades de mercados internacionales de América Latina, Europa y Asia; el corto periodo vegetativo; adaptabilidad a diferentes suelos y regiones del país; alto contenido nutricional y a bajos precios; posibilidad de procesamiento como producto no tradicional a destinos como Estados Unidos (MINAGRI, 2015?).

Medida de contenido de hierro y zinc en frijol.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en el 2013 citado por Tofiño-Rivera *et al.* (2016) indica que los valores de referencia según el contenido de hierro en fríjol varían de 50 a 80 ppm. Los valores inferiores o iguales a 50 ppm se consideran bajos, mientras que los valores por encima de 80 ppm se consideran biofortificados. Por otra parte, los niveles de zinc varían entre 20 y 36 ppm y los valores en las variedades regulares de fríjol son generalmente inferiores o iguales a 20 ppm, según Brigide *et al.* (2014) citado por Tofiño-Rivera *et al.* (2016). A continuación, un resumen:

Tabla 6: Niveles de contenidos de hierro y zinc en semillas de frijol.

| Nivel | Zinc | Hierro |
|------------------------|-------------|---------------|
| Regular o Bajo | < 20 ppm | < 50 ppm |
| Rango | 20 y 36 ppm | 50 a 80 ppm |
| Biofortificados | >25 ppm | >80 ppm |

FUENTE: Tofiño-Rivera et al. (2016).

2.5. TAXONOMÍA Y ASPECTOS BOTÁNICOS

2.5.1. Clasificación

Según Soukup (1970), Marechal (1978) y Delgado (1985), citados por Camarena et al. (2009) clasifican al género *Phaseolus* L. de la siguiente manera:

| | |
|-----------|--------------------------------|
| Orden | : Rosales |
| Familia | : Fabaceae |
| Tribu | : Phaseoleae |
| Sub Tribu | : Phaseolinae |
| Género | : <i>Phaseolus</i> |
| Especie | : <i>Phaseolus vulgaris</i> L. |

Nombre Común: Frijol, frejol, caraota, poroto, friosol, fagiol, feijao, judia, bean, habichuela y alubia. La planta es anual, herbácea e intensamente cultivada desde los trópicos hasta las zonas templadas. Dentro de sus características variables se tiene un sistema radicular bien desarrollado, compuesto de una raíz principal y raíces secundarias, los tallos delgados y débiles de altura variable, el eje central de aquel está formado por nudos y entrenudos; el tamaño de planta depende de la forma de los tallos, si presenta una inflorescencia terminal, la planta será de crecimiento determinado (variedades enanas o erectas), si el tallo no produce esta inflorescencia y las inflorescencias aparecen en las axilas, la planta será de crecimiento indeterminado (variedades guiadoras o trepadoras). Las inflorescencias se producen en racimos terminales; las flores son hermafroditas de polinización mayormente autógama. Las ramas son completamente vegetativas porque todas las yemas que se desarrolla en el complejo axilar producen hojas trifoliadas, estas son alternas. El fruto es una vaina de tamaño variado (6 a 22 cm de largo) con dos valvas. Los frutos van alternando en la sutura placentar y por lo tanto van alternando en las dos valvas. Las semillas son reniformes, ovales, oblongas y de pesos, y colores muy variados,

no poseen albumen y las reservas se encuentran en los cotiledones (Chambi, 2007 citado por Butron, 2015 y CIAT ,1982).

2.6. MORFOLOGÍA

Según el CIAT (1982) el cultivo de frijol se diferencia en dos hábitos de crecimiento, siendo determinado (Tipo de crecimiento I, erecto o arbustivo) cuando el tallo principal y las ramas laterales terminan en una inflorescencia desarrollada y se detiene su crecimiento mientras que los indeterminado (tipo de crecimiento II, III y IV), erecto arbustivo, postrado no trepador, semipostrados, fuertemente trepadores el tallo continua su crecimiento durante la floración, además de tener mayor nudos y entrenudos y por ende mayor numero ramas e inflorescencias, entre otros órganos.

2.6.1. Etapas de desarrollo del cultivo de frijol

El desarrollo de la planta está afectado por dos importantes factores: el genotipo y el ambiente, según el CIAT (1986) y están diferenciadas en dos fases sucesivas: la fase vegetativa y la fase reproductiva, codificadas y delimitadas en 10 etapas por eventos fisiológicos importantes:

A. Fase vegetativa

Esta fase empieza desde que la semilla se coloca en ambiente favorable para la germinación y termina cuando se presentan los primeros botones florales y comprende cinco etapas.

a. Germinación (V0)

La semilla tiene humedad suficiente para el comienzo de la germinación en el primer riego, aquella absorbe agua y ocurren los fenómenos de división celular y las reacciones bioquímicas que liberan los nutrimentos de los cotiledones, termina la etapa cuando queda a nivel del suelo del empuje y crecimiento del hipocotilo. Además, se obtiene una buena población cuando hay una germinación del 80% (IICA, 2009).

b. Emergencia (V1)

Los cotiledones aparecen a nivel del suelo, se despliegan y el epicotilo empieza a desarrollarse donde las hojas primarias también se despliegan completamente.

En un cultivo la etapa comienza cuando la etapa V1 curre en el 50% de la población esperada con los cotiledones a nivel del suelo.

c. Hojas primarias (V2)

Las hojas primarias y opuestas, aparecen desplegadas, empiezan un desarrollo rápido formándose tallo, ramas y la primera hoja trifoliada aun sin desplegarse, los cotiledones pierden su forma se arquean y arrugan. Esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

d. Primera hoja trifoliada (V3)

Esta hoja está completamente desplegada, es decir con los foliolos en un solo plano y los cotiledones caen. Cuando el 50% de las plantas de un cultivo presenta la característica señalada, se inicia la etapa.

e. Tercera hoja trifoliada (V4)

La tercera hoja trifoliada se despliega en un solo plano, las yemas de los nudos inferiores generalmente se desarrollan produciendo ramas. La etapa en un cultivo inicia cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

B. Fase reproductiva

Esta fase comprende cinco etapas donde para un cultivo cada etapa inicia cuando el 50% de la población presenta las características respectivas.

f. Prefloración (R5):

El primer botón floral aparece en los cultivares de habito de crecimiento determinado (Tipo I) y el primer racimo para los de habito de crecimiento indeterminado (Tipo II, III y IV). Para el primer grupo, el tallo y las ramas terminan su crecimiento formando una inflorescencia y para el segundo grupo aquellos continúan en crecimiento.

g. Floración (R6)

Se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta. La flor es fecundada, la corola se marchita y la vaina inicia su crecimiento.

h. Formación de vainas (R7)

La planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o recién desprendida. Se observa principalmente un crecimiento longitudinal de las vainas. Finaliza cuando las valvas alcanzan la dimensión y peso final y empieza el llenado de vaina.

i. Llenado de vainas (R8)

La planta empieza a llenar la primera vaina, se observan abultamientos en las vainas al mirarlas por las suturas.

j. Maduración (R9)

La decoloración y el secado de la primera vaina comienza cuando el contenido de humedad baja hasta el 15 %, en donde el grano adquiere su coloración típica.

2.7. RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES

Según Laing (1979) citado por Ramirez (2008), el rendimiento es el resultado de la integración de diferentes procesos entre los que figura, la floración, la formación de vainas, el llenado de semillas, etc.

Bruno (1990) indica que la determinación directa del rendimiento se obtiene con la evaluación de características como peso de semillas, número de semillas por planta y número de vainas por planta, estos como caracteres directos. Además, menciona que existen otros componentes indirectos como son la precocidad de la planta produciendo sus primeras flores, la superficie foliar, la aptitud de nodulación de la raíz y la resistencia a la sequía o al frío. Solórzano (1994) citado por Camarena et al. (2009) menciona que hay una influencia entre sus componentes sobre el rendimiento, sobre todo por tamaño de vaina, vaina por planta, semilla por vaina y peso de semillas.

Un incremento de aquellas características sería directamente proporcional al del rendimiento, pero la relación directa por ejemplo de las variables altura de planta y rendimiento aun no es demostrada (Camarena et al. 2009). Por otro lado White e Izquierdo (1989) indican que se puede determinar el rendimiento o buscar mejoras en ello, potenciando uno de los componentes, sin embargo surge una compensación entre los componentes, (efecto de compensación de dos componentes), es decir si aumentase el peso de semillas (g) disminuiría el valor de número de semillas (en m²), esto debido a factores

ambientales y genéticos, donde, Pumalpa (2016) menciona que las variables cuantitativas son más afectadas por el ambiente.

CIAT (1989), indica que las características cualitativas serían heredables y también el hecho de que las variedades o genotipos sean cultivados en una misma localidad de origen. Ellos explican que los frijoles indeterminados son las que menor eficiencia tienen para la realización de fotosíntesis, por el hecho de la disposición de hojas, las determinadas presentarían mejor rendimiento a pesar de tener pequeñas las hojas, pues estas estarían mejor dispuestas para la toma de la luz lo cual recompensaría y sería más eficiente a pesar de tener menor tiempo de crecimiento. Con respecto a la longitud de vaina, estaría determinado por el periodo de tiempo de crecimiento de aquellas, independientemente del hábito de crecimiento y la precocidad del cultivo, ello conllevaría a una tendencia de mayores rendimientos.

Davis (1985) y Marquez (1991) citados por Pumalpa (2016) complementan dos ideas sobre los resultados de la obtención de la variación del rendimiento, que son afectados por los genes y de los componentes de rendimiento condicionados por el medio ambiente. Este encontró, por ilustrar un ejemplo, que las variables lóculos por vaina y granos de vaina coincidieron con un promedio de 4 y rango de 2 a 6 granos por vaina, las variables influenciadas por factores genéticos propio de cada variedad, a su vez aquellas variables influirían en el número de vaina que según Tapia (1987) citado por Pumalpa (2016), estos junto a factores ambientales determinan el rendimiento.

La relación de la magnitud de los componentes número de vainas/planta y número de semillas/vaina son indirectamente proporcionales, ya que cada una se establece en diferentes etapas de desarrollo de la planta que según el CIAT (1988) citado por Camarena et al. (2009) estarían determinadas por problemas de estrés. Este último autor además indica que la relación de número de lóculos y semillas por vaina son producto de factores genéticos y que al disminuir los valores de estas dos variables aumentaría el número de vainas por planta, que a la vez es determinante para la obtención de mayores rendimientos. Es preciso mencionar que las vainas infértiles y lóculos vacíos podrían ser debido a la tardanza en la floración, y esto por temperatura promedio baja (12.5 – 17.9 °C) (CIAT, 1979). Por otro lado, menciona que la longitud de vaina se inicia con la formación de vainas en la etapa R7 y termina en la etapa R8 en llenado de vaina, cuando las valvas

alcanzan su máxima dimensión, mientras los pesos de los granos van aumentando a medida que la vaina se desarrolla.

El índice de cosecha (*IC*) es un indicador de que la variedad muestra un buen rendimiento, donde las plantas llegan a acumular mayor cantidad de materia seca en la semilla en relación a la biomasa de la planta, entonces serán más eficientes (CIAT, 1987). Sin embargo, el CIAT en 1984 indica que esta variable indicaría solo su eficiencia de acumular materia seca en el grano, independientemente al rendimiento. Según Camarena et al. (2009), el rango va de 0.5 a 0.6, índices más bajos indicaría pobre formación de vainas y semillas en relación con el desarrollo vegetativo.

Maurer (1989) y Espinosa (1987), citado por Nazario (1992) señalan que el periodo crítico de la deficiencia de agua en el frijol es en la floración, si en caso sufre de escasez de agua por treinta días a la siembra, se puede recuperar con suficiente agua, sin embargo, no puede rendir potencialmente.

Según San Román (2019), en un estudio de rendimiento de frijol, indica que las variedades blancas con precocidad en la etapa de floración se debieron a caracteres genéticos además de factores ambientales como el grado de disponibilidad de nutrientes, lo que demuestra que la buena fertilización podría afectar positivamente en la precocidad de la floración. Además, indica que la mayor acumulación de materia seca y de nutrientes absorbidos se da en la floración (R6), de lo cual la planta expresaría niveles aceptables de productividad y la disponibilidad de estos nutrientes contribuiría al desarrollo de la planta con periodo vegetativo más precoz.

La Unidad de Recursos Genéticos (URG) del CIAT clasifica por tamaños a los granos de frijol determinados por el peso de 100 semillas: pequeños los que pesan hasta 25 gramos, medianos los que pesan de 25 a 40 gramos y granos grandes los que va de 41 a 75 gramos, estos tamaños determinarían la aceptabilidad en el mercado para su comercio donde los mejores serían los granos más grandes (Camarena et al., 2009).

La floración vendría a ser la etapa fenológica que más correlación tendría sobre el rendimiento (CIAT, 1989; Segovia, 1999).

2.7.1. Antecedentes

Galvez (2013) en un ensayo preliminar de rendimientos de 13 variedades del CIAT y del programa de leguminosas (PLGO) de frijol de líneas rojas sembradas en surco a doble hilera, durante el mismo periodo de siembra del experimento llevado a cabo en costa central encontró 1309.9 Kg/ha de rendimiento y 41.13 días a la floración en promedio y 1574.7 Kg/ha de rendimiento y 45.67 días a la floración en líneas Cranberry (material del PLGO). Además, el promedio de altura de las plantas fue de 26 cm con valor máximo de 38.5 cm (Ica Cerinza) y el mínimo de 20.4 cm (Rojo Argentino), y el promedio de granos por vaina de 2.82 donde los máximos fueron alcanzados por la variedad Cranberry con 3.48 granos y AND 1088 con 3.45 este último con 1025.30 Kg/ha de rendimiento. A su vez encontró un valor máximo de 4.4 y 3.6 promedio de vainas totales por planta. Para la variable de peso de 100 semillas encontró a la única variedad Cranberry utilizada en su experimento con menor peso alcanzado de 39.47 g.

Melendez (2007) en una comparación de frijol común blanco tipo alubias y panamitos, materiales del CIAT y el PLGO sembradas en costa central en la campaña de junio a octubre encontró un rendimiento de 0.9 y 1 t/ha para cada tipo y un promedio de 10.8 cm de longitud de vainas. Además, no encontró significancia para número de granos por vaina ni para número de lóculos por vaina para los dos tipos. Las etapas de floración llegaron a los 69.7 días, donde el valor mínimo fue alcanzado por la variedad Blanco Laran con 59 días.

Yanac (2018) en un estudio de rendimiento de frijol blanco con diferentes dosis de fertilización nitrogenada, con riego por goteo llevado durante julio a diciembre encontró rendimientos de 2 283.1 Kg/ha en promedio y en cuanto a floración encontró que a menor días a la floración (57.78 días) mayor rendimiento (2702 Kg/ha) para una dosis mayor de nitrógeno (100 Kg/ha), encontró también un promedio de 4.47 lóculos por vaina siendo el representativo CANARIO 2 000 con 4.7 lóculos para la variable en dicho experimento.

Nazario (1992) encontró en una comparación de 25 variedades de frijol de grano blanco provenientes del CIAT de hábito tipo II y III, con rendimientos promedio de 1.78 t/ha con 4 riegos, un promedio 53 días para llegar al estado de floración. Un índice de cosecha de 50.7%. Por otro lado, Nicho (2008) en un ensayo morfo agronómico de cultivares de frijol

panamito en costa central, no encontró diferencias significativas y obtuvo un valor promedio de 47.7% en índice de cosecha (*IC*).

Ramírez (2008), en un estudio de rendimiento de frijol canario, explicó que los bajos valores obtenidos para índice de cosecha fueron debido a factores genéticos y ambientales. Por su parte, Vilchez (2015) evaluó el efecto de la fertilización fosfopotásica y la inoculación de rhizobium en el rendimiento en una variedad de frijol de líneas blancas, este no encontró diferencias significativas para el índice de cosecha; sin embargo, explicó que sus componentes de rendimiento con diferencias significativas fueron los que afectaron esta variable, el valor alcanzado por este componente fue de 54.2% en promedio. Este mismo autor encontró diferencia significativa entre los bloques y los tratamientos para la variable altura de planta, que explico cómo influencia el genotipo y su comportamiento frente a las condiciones ambientales, que implicaría su adaptación de las accesiones.

Pumalpa (2016) encontró alto coeficiente de variación para rendimiento (gramos/planta), vainas por planta y altura de planta con 39.59%, 64.6%, 38.64% en un estudio de rendimiento de frijol blanco y amarillo en costa y sierra, aquellos valores explicado por las acciones génicas y ambientales que varían a los componentes de rendimiento, como cuando la longitud de entrenudos afecta a la altura de planta porque está relacionado directamente a ella. Para rendimiento encontró un valor promedio de 10.3 g/planta.

Segovia (1999), en una evaluación de 16 variedades de frijol de granos rojos pequeños provenientes del CIAT en costa central, Cañete, encontró un rendimiento máximo de 2 833 Kg/ha y un mínimo de 1 453 Kg/ha con diferencias significativas y un promedio de 2.11 t/ha. También encontró relación positiva entre número de vaina por planta con influencia alta (0.64) en el rendimiento en Kg/ha.

Rojas y Huaranga (2019), en una evaluación de líneas promisorias de frijol común bajo condiciones de costa central, durante los meses de noviembre a febrero, con materiales procedentes del CIAT, de grupos de granos rojos (RJ), alubias (ALU), cranberry(CBR), cariocas (CAR) y panamito (PAN), determinaron características cuantitativas y cualitativas, de los cuales el rendimiento gramos por planta alcanzaron un promedio máximo de 8.12 gramos para granos rojos, 5.82 g para cariocas, 5.42 g para Cranberry y el menor valor fue de 2.44 gramos en frijol panamito. En el ensayo los frejoles de grano rojo

obtuvieron mayor cantidad de vainas por planta (6.22 vainas) que las Cranberry (3.9 vainas), cariocas (3.30), alubias (3.83) y panamito (2.55 vainas). El valor de granos por vaina del grupo Cranberry alcanzó 6.5 granos, seguida por los de grano rojo (3.38), a continuación, las cariocas (3.36), luego las alubias (3.26) y finalmente panamito (2.32). Para longitud de vaina encontraron valores desde 4.60 a 12.48 cm, para grupos de grano rojo y grupo de grano Cranberry, respectivamente. En lóculos por vaina también encontraron un valor mayor para el grupo de CBR con promedio de 4.4 lóculos, sobresaliendo la accesión SAB 629 con 5 lóculos, aquel grupo además fue la última en florear con 61 días en promedio. Finalmente encontraron una correlación significativa entre los parámetros vainas por planta, longitud de vaina, lóculos por vaina, grano por vaina y peso de semillas para los frijoles rojos; para las cariocas encontraron correlación altamente significativa para longitud de vaina y vainas por planta, y para el grupo de frijol Cranberry encontraron correlaciones altamente significativas para los parámetros altura de planta, lóculos por vaina y granos por vaina.

Ramirez (2008) en un ensayo preliminar de rendimiento de líneas promisorias de frijol tipo canario en condiciones de la UNALM llevado de setiembre a enero, encontró rendimiento promedio de 1507.88 Kg/ha, además presentaron buenas características en el número de vainas y altura por planta. Los resultados indicaron poca influencia del número de semillas por vaina en el rendimiento, se encontró una asociación positiva de esta variable, pero con influencia baja al rendimiento, esa tendencia poco definida fue explicada por la poca influencia de factores externos y su alta estabilidad. Este mismo autor encontró precocidad en floración por factores externos, donde la deficiencia de agua por el tiempo prolongado sin riego y temperaturas promedios y máximos altos, y obtuvo de 52 a 62 días a la floración, factores que explicaron la precocidad de las etapas en general. Según CIAT (1979), la temperatura afectaría al rendimiento ya que la fase sensible del cultivo sería la floración.

Lopez y Ligarreto (2006) evaluaron el rendimiento de 12 genotipos promisorios de frijol voluble tipo Bola roja y Reventón para las zonas frías en Colombia. El trabajo se estableció en Bogotá a 2556 msnm y humedad relativa de 80% esto demostró que el carácter número de vainas por planta es el de mayor importancia sobre la determinación de rendimiento en comparación con los caracteres el peso de 100 granos y numero de granos por vaina, y que

el efecto directo de la variable fue enmascarado por factores genéticos sobre la determinación del rendimiento.

2.8. REQUERIMIENTO DEL CULTIVO

El frijol crece según la latitud desde el nivel del mar a los 3 400 msnm y su periodo vegetativo va de 240 a 285 días de según las variedades con un rendimiento promedio nacional de 1 166 Kg/ha (MINAGRI, 2015?). Mientras que el CIAT (1972) citado por Yanac (2018) indica que hay variedades precoces o tardías que considera desde 70 a 270 días de cultivo. Camarena et *al.* (2009) menciona que el cultivo es muy susceptible a factores climáticos como la humedad del suelo, la temperatura, los vientos fuertes además a las plagas y enfermedades. Por ello que los factores expuestos generan fluctuaciones de rendimiento entre años; sin embargo, señala que la fisiología, así como la precocidad, la variación en el grado de crecimiento de tallos, el tamaño de los diferentes órganos y muchas otras características, son determinadas en gran medida por factores genéticos donde los factores ambientales solo los condicionan hasta cierto punto.

2.8.1. Luz

Es un cultivo que esta favorecida por días cortos, es decir con mayores horas de oscuridad por fotoperiodos inferiores de 12 horas con largos periodos de oscuridad, por el contrario, los días largos atrasarían la floración y madurez, retardando así la maduración de dos a seis días (Camarena et *al.*, 2009, MINAGRI, 2015? y FAO, 2003?).

2.8.2. Temperatura

Según Chiappe et *al.*, (2003) citado por Camarena et *al.*, (2009) menciona que son sensibles a altas temperaturas (mayor a 30°C) y las mínimas están en relación a la etapa fenológica, así tenemos para la germinación va de 8 a 10°C; 15°C en floración y 18 a 20°C para la madurez.

El frijol crece bien en una temperatura promedio entre 15 a 27° C, las temperaturas bajas retardan el crecimiento y las altas causan su aceleración. (FAO, 2003?). Laing (1978) señala que a más de 28°C provoca caída de vainas en formación o aborto de flores, maduración temprana y semillas pequeñas.

El rendimiento sería afectado por bajas temperaturas, donde tardaría en llegar a la floración y presentar vainas infértiles, como consecuencia tardaría en llegar a su maduración fisiológica (CIAT, 1979).

2.8.3. Agua

El frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua. Los momentos esenciales de requerimiento del agua son en la germinación, la floración y el llenado de vaina con una exigencia de riego de 500 a 700 mm de lámina de agua distribuidas durante las etapas mencionadas y desarrollo de las vainas. Por ello, el manejo es más crítico en variedades precoces de habito determinado que en las indeterminadas (Camarena et al., 2009).

2.8.4. Suelo

Se adapta a diferentes tipos de suelos con preferencia a los de textura moderadamente gruesa como el franco arenoso y a textura media como el franco limoso, con tolerancia a los moderadamente finos como suelos franco arcilloso. Deben ser bien aireados, con pendiente de terreno menor a 8% y buen drenaje. Prefiere suelos moderada y ligeramente ácidos (pH 5.6 – 6.5), así también los que presentan una reacción neutra (pH 6.6 – 7.3). Los suelos pesados o arcillosos son frecuentemente fríos y húmedos ocasionando el crecimiento lento de la planta (Camarena et al., 2009 y MINAGRI. 2015?).

Según Doorembos y Kassam (1979) citado por Yanac (2018), el frijol es sensible a la salinidad y tiene los siguientes efectos en la reducción de rendimientos con diferentes niveles de C.E: 0% a 1 mmhos/cm; 10% a 15 mmhos/cm; 25% a 2.3 mmhos/cm; 50% a 3.6 mmhos/cm y 100% a 6.5 mmhos/cm. Además, el cultivo tolera de 8 a 10% de saturación de sodio con una conductividad eléctrica no más de 1 mmhos/cm, ya que los rendimientos por encima de estos niveles disminuyen significativamente (Rodríguez y Maldonado, 1983 citado por Yanac (2018).

2.9. MANEJO AGRONÓMICO

Una buena preparación del suelo, selección de buena semillas y buen manejo de factores externos darán condiciones adecuadas para la germinación, un buen desarrollo por lo tanto buenos rendimientos (IICA, 2009).

2.9.1. Preparación del terreno

El constante uso de implementos agrícolas genera riesgo de comprimir la parte inferior de la capa arable, cual se arriesgaría la etapa de germinación. Los suelos de mejor retención de agua y de buena fertilidad minimiza el impacto del manejo y clima (Camarena et al., 2009).

Se realiza una labranza a una profundidad de 20 a 25 cm dependiendo la textura del suelo, con el objetivo de obtener el lugar adecuado para la germinación de las semillas y desarrollo de sus raíces, además de destruir malezas, mejorar el drenaje y la capacidad del suelo de almacenar agua y aire, elementos necesarios para la fijación de nitrógeno (Camarena et al., 2009).

2.9.2. Siembra, época y densidad

Según la FAO (2003?), la época de fecha de siembra dependerá de varios factores entre ellas el inicio de épocas de lluvias, si es de secano. Sin embargo, se debe de tener en cuenta que se debe de programar la cosecha en periodos secos.

Se considera que en el país es posible la siembra de las variedades durante todo el año, de aquellas la mayoría en costa se siembra las de tipo I y II y en la sierra y selva los de tipo IV. Podemos observar en el Tabla 7 algunas variedades de frijol y la época de siembra en costa del Perú (Camarena et. al, 2009).

La distancia de siembra dependerá de la topografía del terreno, en terrenos planos la distancia entre surcos es de 1m y la distancia entre planta es de 0.2 metros. Se pondrá más de una semilla por golpe si no se conoce la semilla a utilizar (Ríos, 2002 citado por FAO, 2003?).

Tabla 7: Producción de variedades de frijol en costa del Perú en diferentes temporadas

| Variedad | Época de siembra |
|--------------------|------------------------------|
| Canario | Marzo – Junio |
| Blanco Larán | Febrero-junio/Agosto-October |
| Bayo Mochica | Setiembre-October |
| Cristal Blanco | Abril-Mayo |
| Cambridge countess | Abril-Mayo |
| BLANKID | Abril-Mayo |
| DARK 54 | Abril-Mayo |
| Royal Red | Abril-Mayo |
| RAA 15 | Abril-Mayo |
| Into can | Abril-Mayo |

FUENTE: Camarena et al. (2009).

2.9.3. Fertilización y abonamiento

A pesar de ser, el frijol, fijador de nitrógeno y su alta adaptabilidad en diferentes tipos de suelos necesita de principales nutrientes como son los macronutrientes tales como nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre y micronutrientes como zinc, boro, molibdeno, hierro y cobre (Camarena et al., 2009). El cultivo absorbe cantidades altas de N, K y Ca y en menor cantidad S, Mg y P (FAO, 2003?)

Para el nitrógeno lo más utilizado es la urea, esta debe ser enterrada cuando se incorpora al suelo además de aplicación de riego, la actividad se realiza en la siembra o en la etapa de la tercera hoja trifoliada (V3). El exceso de la fertilización puede provocar el tumbado del cultivo y la susceptibilidad a enfermedades además de alto desarrollo de área foliar (Camarena et al., 2009).

La respuesta a la fertilización fosforada es máxima en las primeras etapas del crecimiento y disminuye en la etapa de fructificación. Se pueden utilizar fosfato mono amónico, el cual acidifica el suelo y es ideal para suelos neutros y alcalinos (Camarena et al., 2009).

En el caso de potasio, en la costa existe lo suficiente para satisfacer las necesidades. Se recomienda hacer un análisis de suelos antes de la aplicación de fertilizantes. Es recomendable también utilizar 40 a 60 Kg/ha (dos sacos de urea de 50 Kg) y 40 Kg /ha de

ácido fosfórico (dos sacos de superfosfato de 50 Kg) o cuatro sacos de abono compuesto 20-20-20. (Forero, 1967 citado por Espinoza, 2009).

Para el caso de elementos menores, Zn, Cu, Fe y Mn tienden a ser absorbidas en épocas tardías, por ello en caso de bajos niveles de Zn en el suelo, es recomendable aplicaciones foliares en prefloración con productos de un solo elemento y de concentración de más de 5% tomando en cuenta la dosis de la etiqueta (Hernández, 2009).

2.9.4. Labores culturales

El cambio de surco o aporque se debe de realizar antes del primer riego a los 20 o 30 días emergidos las plantas, con el objetivo de alejar el agua de riego del cuello de la planta, incorpora abono orgánico o fertilizantes, controla malezas y evita el compacto superficial del suelo (Camarena et al., 2009).

2.9.5. Riego

La etapa crítica del riego es en la etapa de floración, si existiese un déficit de agua, aquello retardaría el crecimiento y alarga el periodo la formación de vainas, provocando reducción de los rendimientos y de la calidad del grano. El momento de riego dependerá de la humedad del suelo, pero a mayor frecuencia (cada 11-22 días) mayor rendimiento, los cultivares más precoces necesitarán más frecuencia que las tardías. Los riegos son muy importantes antes de la prefloración y al terminar a floración (Camarena et al., 2009). También Nazario (1992) indica que los buenos rendimientos se obtienen cuando se llega una buena conducción de riego oportuno en las etapas de crecimiento.

2.9.6. Plagas y enfermedades

Las principales plagas presentes en el cultivo son los siguientes:

Gusanos de tierra como *Feltia* sp., *Spodoptera* sp., que son picadores de tallo y que separan este de la raíz, *Elasmopalpus lignoselus* ataca a plantas jóvenes, cortan a la planta a nivel de cuello de la raíz; favorecidos por suelos arenosos de baja humedad y altas temperaturas. Su control se realiza por riegos pesados o control químico al pie de la planta con Foxim un organofosforado (CEPED, 2009 citado por Ñopo, 2018).

Bellotero de vainas (*Heliotis virescens*), las larvas se van alimentando de las vainas y granos, en cuales son perforados. Es posible encontrar excrementos y hojas pegadas por el orificio ocasionado. Estas larvas están relacionadas a condiciones de sequía (Hernández, 2009). Cuando después de la floración va formándose el fruto y se observa una larva por planta se puede aplicar dimetoato (organofosforados) más cipermetrina o piretroides tales como Permetrina (CEPED, 2009 citado por Ñopo, 2018 y Hernández, 2009).

Mosca minadora (*Liriomiza huidobrensis*) colocan sus huevos en las hojas donde al eclosionar atacan reduciendo el poder fotosintético, el daño muestra minas, galerías o túneles de color verde claro. Se recomienda colocar trampas amarillas para el monitoreo con evaluaciones de cada tres días (Hernández, 2009). Y para el control químico, mediante aspersiones foliares de arseniato de plomo con melaza al 1%. Para las larvas y los adultos Vyate 24 L al 0.5%, Padan 50 PS al 0.1% con mezcla de Sherpa 250 CE a dosis de 30 cc/20 litros de agua, Baytroidal al 0.4%. (Shigari, 2011 y PLGO, 2000 citado por Ñopo, 2018).

La cigarrita verde (*Empoasca kramberi*) ataca las plantas de todas las edades provocando clorosis o amarillamiento del follaje, las hojas se encrespan con los bordes hacia abajo; los áfidos (*Mysus persicae*) ocasionan encrespamiento, desecación y achaparramiento de las plantas; la arañita roja (*Tetranychus* sp.) invade la cara inferior de las hojas ocasionando amarillamiento y marchitamiento. Se pueden controlar aplicando dimetoato más cipermetrina.

Gorgojo de los granos *Zabrotes* sp. y *Acanthoselides obtectus*; atacan a granos almacenados en estado de larvas o adultos perforándolos y disminuyendo su calidad, la primera prefiere zonas cálidas y la segunda zonas templadas (Hernández, 2009). Además el PLGO de la UNALM, citado por Ñopo (2018), mencionan a *Callosobruchus chinensis*, *Callosobruchus maculatus* y *Zabrotes subfasciatus* los que afectan la calidad en almacenamiento, los ataques se previenen secando las semillas hasta obtener bajo contenido de humedad, el almacenado a una temperatura inferior de 10° C, se puede colocar pastilla de fosforo de aluminio, tratar semillas con producto químico como el Malation, Metamidofos o Diclorvos (organofosforados) (Hernández, 2009).

En cuanto a las babosas, necesitan un ambiente húmedo para desarrollarse. Esta plaga presente en el cultivo desde su estado de plántula hasta la floración y requieren de mucha humedad ambiental y son de hábito nocturno, se alimentan de hojas en ocasiones también de las vainas y de día se esconden bajo las hojarascas y las malezas. Su control está en eliminar maleza y aplicación de cebo toxico en el borde de las parcelas (CIAT, 1992).

Las principales enfermedades son:

Chupadera (*Rizhoctonia* sp, *Fusarium* sp), Agrios (2008) mencionado por Garrido, R. (2016), señala que ocasiona muerte en plántula, lesiones de tallo, pudrición en vainas, la gravedad de la infección dependerá de la humedad y temperatura del suelo, lo cual podría causar una pérdida de hasta el 50% en los rendimientos según la Red de Innovación Agrícola (2012). Para su control se recomienda rotación de cultivos y desinfección de la semilla con Benlate a una dosis de 2 a 3 gramos por kilogramos de semilla.

El Oídium (*Erisiphe polygoni*) se caracteriza por la presencia de manchas blanquecinas en las hojas y circulares que se extienden cubriendo la hoja, se presenta en un ambiente húmedo con presencia de sol, por ello es recomendable sembrar en verano o primavera. Su control químico es aplicando azufre de contacto (CIAT, 1980).

Roya del tallo (*Uromyces phaseolus*), hongo que produce manchas amarillas redondas con producción de esporas, los cuales se encargan de diseminar las enfermedades, crítico en la etapa R6, R7 y R8 en follajes y vainas, causando defoliación, reduciendo el rendimiento. Para su control se debe eliminar rastrojos de la siembra anterior, utilizar variedades tolerantes y aplicación de Clorotalonil (Rosas, 2003).

Antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*) donde el periodo crítico es desde la etapa V4: en follajes y vainas. Las infecciones en las vainas son más frecuentes aparecen como canchales hundidos. Para su control se debe rotar de cultivo y usar semillas certificadas, tratarlas con Benomilo a dosis de 100g/100 Kg de semilla (Rosas, 2003).

2.9.7. Cosecha

Según la variedad alcanzan su peso seco máximo a los 30 a 35 días después de la floración con una humedad de entre 35 a 39%. El frijol estará listo para la cosecha cuando el grano

alcanza de entre 18 a 20% de humedad, es decir cuando empiezan a cambiar de color con vainas y hojas amarillas y secas. Generalmente, la cosecha se hace manualmente con arranque de la planta y el traslado a un lugar de secado hasta el momento oportuno de la trilla (Camarena et *al.*, 2009).

III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se efectuó en campo entre setiembre y diciembre del 2018 en terrenos del campo “El Guayabo” perteneciente al Programa de Investigación y Proyección de Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO) de la Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud: 12° 05' 06''

Longitud: 76°57'07''

Altitud: 237 m.s.n.m.

3.2. ANTECEDENTES

En el año 2017 se realizó una campaña en agosto y se cosechó en diciembre, donde se tenían 70 accesiones, de las cuales solo 40 accesiones se seleccionaron de acuerdo a su evaluación agronómica, las cuales se utilizaron para este experimento.

Historial del campo

Según los registros del fundo de la UNALM, el campo de “El Guayabo”, antes de la instalación del experimento tenía el siguiente historial:

2017: en descanso.

2018: área con cultivo de frijol, cosechado en agosto.

3.3. ANÁLISIS DE SUELO

El muestreo estuvo basado en el protocolo del Laboratorio de Análisis de Suelos de la UNALM.

Los resultados mostrados en la Tabla 8 corresponden a un suelo textural franco, presenta una C.E de 2.34 dS/m clasificándose como suelo ligeramente salino, indicaría que habría problema de sales en el suelo. El contenido de carbonato de calcio fue de 1.70%, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) indica que fue bajo (12.00 meq/100g), es decir necesita de aporte de fertilizantes: sin embargo, está en el límite del rango medio mostrando una fertilidad potencial similar.

Tabla 8: Análisis de caracterización de suelo para el campo de “El Guayabo” de la Universidad Nacional Agraria La Molina

| CARACTERÍSTICAS | 30 cm |
|--|-------|
| pH (1:1) | 7.46 |
| C.E (1:1) dS/m | 2.34 |
| CaCO ₃ % | 1.7 |
| M.O % | 1.66 |
| P ppm | 22.7 |
| K ppm | 418 |
| % Arena | 49 |
| % Limo | 30 |
| % Arcilla | 21 |
| CIC (meq/100g) | 12 |
| Ca ⁺² (meq/100g) | 9.02 |
| Mg ⁺² (meq/100g) | 1.53 |
| K ⁺ (meq/100g) | 0.97 |
| Na ⁺ (meq/100g) | 0.47 |
| Al ⁺³ + H ⁺ (meq/100g) | 0 |
| Suma de cationes | 12 |
| Suma de bases | 12 |
| % Sat. De Bases | 100 |

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelos UNALM 2018.

El pH de 7.46 clasificado como suelo moderado donde los macronutrientes están disponibles, pero podría haber inconveniente en la disponibilidad de micronutrientes; con contenido bajo de materia orgánica (1.66%). El contenido de fósforo disponible fue alto o adecuado (22.7 ppm) y el de potasio disponible alto (418 ppm). Es así que los niveles indicarían una respuesta media a la fertilización de fosforo y potasio, y alta respuesta en cuanto a la fertilización nitrogenada (5% de la M.O, que indica bajo contenido de nitrógeno total).

3.4. OBSERVACIONES METEREOLÓGICAS

Las variables meteorológicas que se registran en la Tabla 9 corresponden al periodo en que se realizó el experimento, donde la temperatura va aumentando su valor al finalizar el año, sin embargo, se mantiene dentro del rango para un buen desarrollo del cultivo, por otro lado, porcentaje de humedad va disminuyendo al final del año.

Tabla 9: Datos meteorológicos para el distrito de La Molina, durante la campaña 2018

| MES | TEMPERATURA | | | HUMEDAD RELATIVA PROM. (%) |
|-----------|-------------|------|-------|----------------------------|
| | Max | Min. | Prom. | Prom. |
| Setiembre | 27.9 | 11.6 | 16.7 | 79.6 |
| Octubre | 27.9 | 11.9 | 17.8 | 78.4 |
| Noviembre | 27.9 | 13.1 | 19.2 | 75.6 |
| Diciembre | 28 | 13.3 | 21 | 74.6 |

FUENTE: Estación meteorológica automática del SENAMHI.

3.5. MATERIAL EN ESTUDIO

Los materiales genéticos del estudio fueron representados por cuarenta accesiones de frijol provenientes del CIAT, salvaguardadas por el Programa de Investigación Leguminosas de Grano y Oleaginosas (PLGO). Ver Anexo 8.

3.6. ANÁLISIS DE MICRONUTRIENTES

Se realizaron análisis de zinc y hierro en tejidos vegetales para las semillas de 40 accesiones y tres variedades comerciales, en el laboratorio de Análisis de Suelos de la UNALM. Para ello, se requirieron 50 gramos de las semillas enteras, una vez trillada y mezcladas las semillas de las unidades experimentales correspondiente a un mismo tratamiento.

En el Anexo 9, se aprecia los resultados sombreadas de celeste, que presentan altos de contenido del micronutriente según Tofiño-Rivera *et al.* (2016) descrita en la Tabla 6, donde solo las accesiones SAB 626 y SAB 704 de línea cranberry y blanca, que obtuvieron 15 y 24 ppm de zinc, respectivamente no alcanzaron los niveles altos de zinc, y solo 6 accesiones de líneas rojas presentan alto contenido de hierro como BFS 89, BFS 142, SCR

68, SMR 113, SMR 126, SER 343. Por otro lado, las variedades comerciales obtuvieron mejor valor para zinc y hierro en general, lo cual se observa en el Anexo 10.

3.7. CARACTERISTICAS DEL CAMPO AGRÍCOLA EXPERIMENTAL

- Dimensión de cada unidad experimental

Largo de surco: 2 metros

Distancia entre surco: 0.8 m

Numero de golpes por surco: 7

Numero de semillas/golpe: 4

Numero de semillas/surco: 28

Área: 1.6 m²

- Dimensión de bloque

Sub bloque (conformado por 20 unidades experimentales):

Largo: 29 m

Ancho: 2 m

Área: 30.4 m²

Bloque (I, II, III):

Largo: 29 m

Ancho: 4.8 m

Área: 139.2 m²

Entre bloques y sub bloques: 0.8 m

Área total: 487.2 m²

A continuación, se muestra la disposición de las unidades experimentales en el campo. Se obtuvieron 120 en total, donde en cada bloque están randomizados con los 40 tratamientos (ver anexo 11):

Figura 2: Croquis del campo experimental

| TRATAMIENTOS O UNIDADES EXPERIMENTALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BLOQUES | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|
| 120 | 119 | 118 | 117 | 116 | 115 | 114 | 113 | 112 | 111 | 110 | 109 | 108 | 107 | 106 | 105 | 104 | 103 | 102 | 101 | I |
| 140 | 139 | 138 | 137 | 136 | 135 | 134 | 133 | 132 | 131 | 130 | 129 | 128 | 127 | 126 | 125 | 124 | 123 | 122 | 121 | |
| 220 | 219 | 218 | 217 | 216 | 215 | 214 | 213 | 212 | 211 | 210 | 209 | 208 | 207 | 206 | 205 | 204 | 203 | 202 | 201 | II |
| 240 | 239 | 238 | 237 | 236 | 235 | 234 | 233 | 232 | 231 | 230 | 229 | 228 | 227 | 226 | 225 | 224 | 223 | 222 | 221 | |
| 320 | 319 | 318 | 317 | 316 | 315 | 314 | 313 | 312 | 311 | 310 | 309 | 308 | 307 | 306 | 305 | 304 | 303 | 302 | 301 | III |
| 340 | 339 | 338 | 337 | 336 | 335 | 334 | 333 | 332 | 331 | 330 | 329 | 328 | 327 | 326 | 325 | 324 | 323 | 322 | 321 | |

3.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Este aspecto se desarrolló según a la necesidad del cultivo, siguiendo los siguiente pasos: preparación de terreno, limpieza del terreno y surqueo, siembra, abonamiento, aporque según el estado de desarrollo del cultivo, control de malezas, control preventivo de plagas y enfermedades, aplicación de productos químicos y orgánicos para el control, riego por gravedad donde los más importantes fueron el riego antes de la prefloración (7.5 días antes de la prefloración) y después de la floración (12 días después de la floración) , cosecha, trilla y limpieza (ver Anexo 12).

3.9. VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas en el experimento se realizaron para cada unidad experimental según lo recomendado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el programa de Leguminosas de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

3.9.1. Componentes de rendimientos morfológicos

Para la evaluación de estas variables se cosecharon 5 plantas de cada unidad experimental a la madurez fisiológica dejando secar por dos a tres semanas. A excepción de las variables peso total de 100 granos y rendimiento se usaron todas las plantas de la unidad experimental (parcela).

- **Rendimiento**

Rendimiento del total cosechado de la parcela o unidad experimental expresados en kilogramos por hectárea (Kg/ha), después de la trilla.

- **Rendimiento planta**

Se pesaron los granos totales de las plantas y se dividieron por la cantidad para obtener el rendimiento por planta. Se expresó en gramos por planta (gr/planta).

- **Peso de 100 granos**

Se contó y pesó 100 granos de semilla del total de las plantas cosechadas por unidad experimental.

- **Numero de vainas por planta**

Se tomaron al azar 5 plantas de la unidad experimental y se registró el número de vainas generadas al momento de madurez de cosecha.

- **Altura de planta**

Se evaluó en la madurez de cosecha, eligiendo 5 plantas al azar del surco central. Medidas desde el cuello de planta hasta el ápice del tallo principal. Expresados en centímetros.

- **Índice de cosecha**

Con la toma de muestra de 5 plantas por unidad experimental, se obtuvieron datos de peso total de las 5 plantas y el peso de grano con la cual se determinó el índice de cosecha como se muestra en la formula siguiente:

$$\%IC = Ps/Pt*100$$

Donde:

IC: relación de índice de cosecha

Ps: peso seco del grano

Pt: peso total de la planta

Se estimó mediante la relación de rendimiento agronómico y biomasa total de las muestras cosechadas.

- **Longitud de vainas**

Se tomaron al azar 10 vainas de la unidad experimental y se midió con centímetro sin incluir el pedicelo.

- **Número de lóculos por vaina**

Se contó el número total de lóculos por vaina de las 5 plantas extraídas al azar del surco central, evaluado en la madurez de cosecha.

- **Peso de granos por vaina**

Se pesaron las semillas de 10 vainas elegidas de cada una de las 5 plantas cosechadas al momento de madurez de cosecha, y se dividió para obtener el peso de cada una de ellas, expresadas en gramos.

- **Numero de granos por vaina**

Se tomaron al azar 10 vainas y se contabilizó el número de semillas por vaina. Por unidad experimental.

3.9.2. Componentes de rendimiento fisiológicos

Se evaluó al total de las plantas de las unidades experimentales, cuando el 50% del total evaluada presentaba dicha etapa, fueron anotados según los días después de la siembra (DDS):

- **Prefloración (R5):** se registró el número de días a la siembra cuando el 50% de las plantas de la unidad experimental mostraron los primeros botones florales
- **Floración (R6):** cuando se observó la primera flor. En el 50% de las plantas de la unidad experimental se registró el número de días después a la siembra.
- **Formación de vainas (R7):** se registró el número de días a la siembra cuando el 50% de las plantas de la unidad experimental mostró la primera vaina.
- **Llenado de vainas (R8):** se registró el número de días a la siembra cuando el 50% de las plantas de la unidad experimental cesaron su crecimiento y empezaron a llenarse las vainas, donde se observaron abultamientos de las semillas.

3.10. DISEÑO EXPERIMENTAL

A. Unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada por un surco de 2 m (28 semillas en 7 golpes) con tres repeticiones. La unidad efectiva para la cosecha fue cada surco. Las parcelas tuvieron bordes compartidos a fin de no tener un lote tan grande. En total se obtuvieron 120 unidades experimentales.

B. Análisis estadístico

En el experimento se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar. Con 40 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 120 unidades experimentales.

Las pruebas estadísticas realizadas fueron el análisis de varianza (ANVA) y prueba de Tukey con un nivel de significación de 0.05.

El modelo aditivo lineal para el experimento fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : observación del rendimiento de la unidad experimental

μ : efecto medio del rendimiento

D_i : efecto de la accesión i -ésima

B_j : efecto del bloque j -ésima

ε_{ij} : efecto del error experimental en el i -ésimo accesión y la j -ésimo bloque.

Cada tratamiento a evaluar fue una accesión de frijol.

C. Análisis de datos:

Antes del análisis de datos se llegó a usar el factor de corrección, con la ayuda del programa R y paquete “RandomForest” y fue determinada por la siguiente formula:

$$F_f = \frac{28 - 0,3 * F}{28 - F}$$

Donde:

F_f : factor falla, determinada por la falla (F)

F: falla encontrada por unidad experimental, por exceso o defecto del número de planta.

Coefficiente: 0.3 predeterminado.

Cantidad de número de plantas ideal: valor de 28, cantidad usada en el experimento

Se usó el programa R versión 3.5.1 un lenguaje de programación útil para el análisis de varianza y diferencias de medias con el paquete ‘agricolae’, con los paquetes “GGplot2”, “FactorMiner” se construyó el análisis de componentes principales e Infoestat versión 2013 para análisis de conglomerado o *clusters*, usando la distancia euclidiana como coeficiente recomendado para datos cuantitativos por la IPGRI, según Franco e Hidalgo (2003).

En seguida, los datos de las 40 accesiones fueron analizados a través del software YUPANA que usa la programación R con el paquete ‘agricolae’ desarrollados por QUIPO.ORG S.A., una plataforma de herramienta web interactiva para el análisis de datos usados en la investigación agropecuaria e industrial. Con los datos cuantitativos de las

variables de rendimiento se construyó una libreta de campo y se procedió a exportar a la plataforma de YUPANA para la evaluación de la distribución de datos, se realizó pruebas de comparación Tukey a 5% de significancia, y se calculó el coeficiente de correlación de Pearson, para ver el grado de asociación entre los descriptores o variables cuantitativo.

Finalmente, se hizo una comparación numérica entre los datos de las medias obtenidas de los 40 tratamientos y las tres variedades comerciales para las variables rendimiento usando figuras en el programa de Microsoft Excel 2013.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el análisis de componentes principales (PCA), se observa en la Figura 3 que tienden a formar tres grupos grandes y una de cariocas representados por dos accesiones. Se ubican en una determinada zona del plano, las accesiones que presentan mayor contribución positiva con el primer componente principal se ubica muy cercanos entre sí y están representadas por el grupo de líneas rojas, superpuestas con accesiones de líneas blancas, en relación negativa fueron algunas accesiones superpuestas como los grupos de líneas rojas, cranberry y blancas. El grupo de líneas blancas y cranberry, superpuestas por algunas accesiones de líneas rojas, presentaron mayor contribución al segundo componente, además están alta y positivamente relacionadas entre sí y en forma negativa fueron el grupo de líneas cariocas, superpuestas con algunas accesiones rojas y blancas. Además en el análisis de componentes principales (PCA), la figura sugiere que las líneas blancas son las que más rendimiento presentaron y a la vez las más dispersas entre sí, de igual forma las más precoces fueron líneas de grano cranberry y blancas, y que el grupo de granos rojos fueron los que más contenido de hierro y zinc en sus semillas obtuvieron.

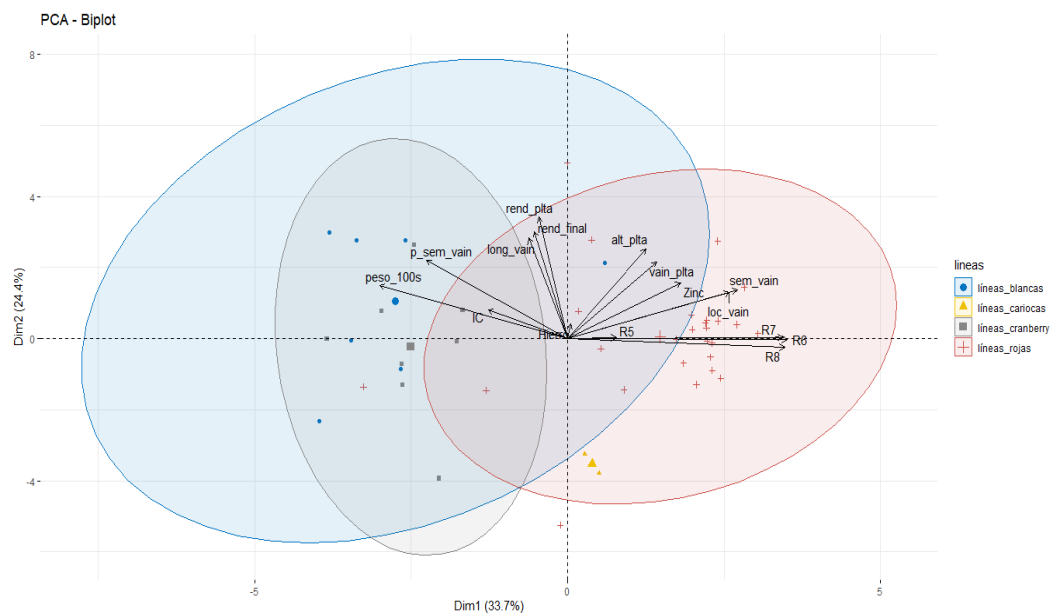


Figura 3: Análisis factorial de coordenadas principales.

La variable longitud de vaina, según el análisis de PCA, fue expuesta como el componente más vinculado positivamente al rendimiento, también lo fueron las variables peso de granos por vaina, peso de 100 granos, pero con baja influencia. Mientras que las variables altura de planta, vaina por planta, días a la prefloración; floración; formación de vaina y llenado de vaina, contenido de hierro y zinc estuvieron altamente relacionados, y positivamente entre si y al primer componente.

Por otro lado, según la Figura 4 sugiere que el peso de 100 granos, vainas por planta, altura de planta, índice de cosecha (IC), peso de granos por vaina, y el contenido de zinc tuvieron influencia pero con baja significancia sobre el rendimiento como se observa en el Análisis Multivariados de correlación de Pearson a 0.05 de significancia, mientras que la longitud de vaina obtuvo correlación con alta significancia, y las demás variables, y componentes se mostraron independientes o no significativos sobre el rendimiento, como se ve a continuación con aquellos cuadros que no presentan color:

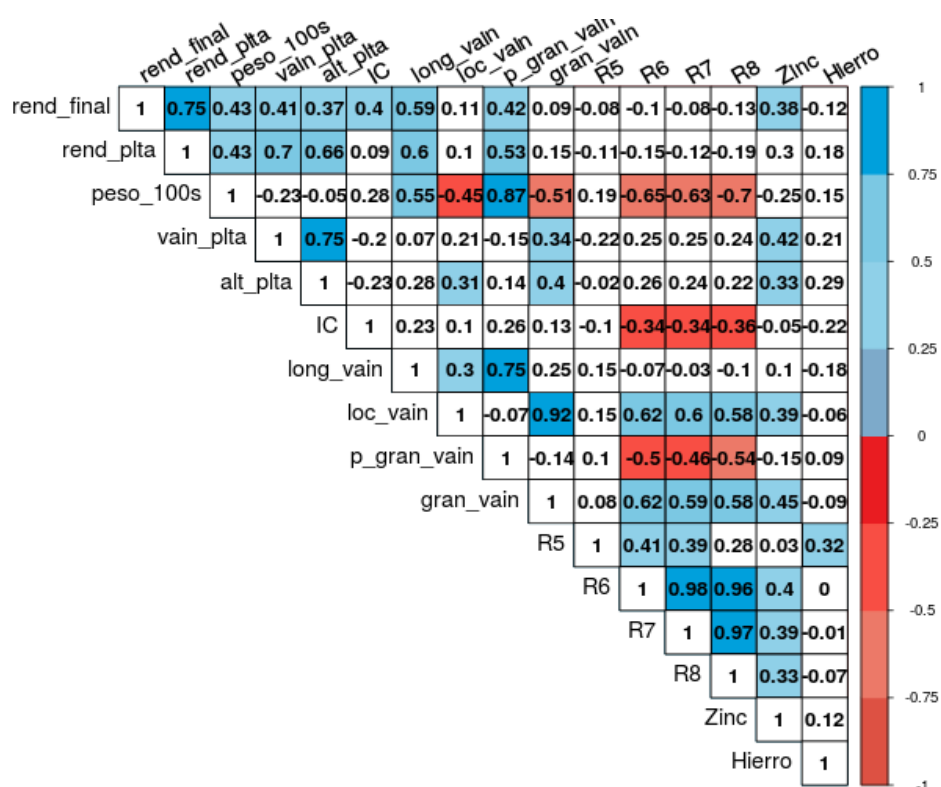


Figura 4: Análisis multivariados de correlación de Pearson, a 0.05 de significancia

NOTA: Significación a alfa 0.05 según Calzada (1982), Mencionado por Nicho (2008):

- 0.2 a 0.3 : muy bajo
- 0.4 a 0.5 : bajo
- 0.6 a 0.7 : alto
- 0.8 a 1.0 : muy alto

Del análisis multivariado, Figura 4 se puede inferir que la floración (R6), formación de vaina (R7) y llenado de vaina (R8) estuvieron muy relacionados directa y positivamente entre sí, de igual manera los siguientes componentes de rendimiento:

Lóculos por vaina con granos por vaina, lo cual demostraría que hubo tendencia de llenado de semillas de todos los lóculos y coincidiendo con Pumalpa (2016) que explica que están afectados por factores genéticos de las accesiones.

Número de vainas por planta con altura de vaina, según el CIAT (1984) indica que a mayor cantidad de nudos y entrenudos se obtendrá mayor longitud del tallo y por tanto más oportunidad de desarrollo de inflorescencias y se puede deducir mayor producción de vainas.

La figura 4 señala que el rendimiento estaría determinado con alta significancia por la longitud de la vaina que a mayor tamaño de las semillas (peso de 100 granos), mayor peso de granos por vaina, pero con menor cantidad de lóculos (por ende, menor granos por vaina). Pues, se observa que están altamente correlacionados positivamente la longitud de vaina con peso de granos por vaina, y esta con peso de 100 granos, y negativamente peso de 100 granos con lóculos por vaina y con granos por vaina, coincidiendo con Camarena et al. (2009); la longitud de vaina determinaría el peso de semillas por vaina, deduciendo que el peso de 100 semillas también sería afectado, pues a mayor desarrollo longitudinal de las vainas mayor peso alcanzaría los granos, ya que al iniciarse la formación de vaina tendrá unos días en terminar su crecimiento hasta la llegada de su siguiente etapa, quiere decir que si se inicia antes de la etapa, mayor será la longitud alcanzada por la vaina y mayor peso tendrá, los granos de la vaina. El CIAT (1989) también propone que la longitud de vaina estaría determinada sobre todo por el tiempo o periodo de duración del crecimiento de la vaina y de las semillas, independientemente de la precocidad del cultivo. Camarena et al. (2009) indican que el rendimiento es afectado por todos sus componentes, pero no necesariamente de manera directa ya que existe el efecto de compensación entre ellos, esta situación condicionados por genes y factores ambientales, por ello que la relación entre algunas variables a pesar de ser directas es negativa, como peso de 100 granos con granos por vaina, por ilustrar un ejemplo. Además, se aprecia que, de las etapas fenológicas antes mencionadas, mientras fueron más tardíos obtuvieron menor tamaño de semillas (peso de 100 granos), con alta significación, vale decir que a medida que alcanzaron la precocidad

obtuvieron mayor tamaño de semillas, de las etapas reproductivas en general, ya que como se indicó antes, tendría mayor tiempo en concluir la dimensión longitudinal de la vaina. Observamos también una correlación negativa entre índice de cosecha (*IC*) y el periodo vegetativo (etapa reproductiva), el primero determinaría solo la eficiencia como capacidad de acumular materia seca en las semillas o granos indiferente a la precocidad, tiempo de fotosíntesis y acumulación de fotosintatos, pero no estaría ligado a los demás componentes de rendimiento ya que la prueba de Tukey muestra en general que obtuvieron altos valores para esta variable, independiente al tipo de accesión evaluado. Si bien, los rendimientos muestran dependencia con los componentes vainas por planta y altura de planta, estas fueron independientes o no significativos con *IC* y precocidad, sin afectar el aumento o disminución de estas en el rendimiento. Por otro lado, la correlación negativa indicada al inicio del párrafo, sugiere también que las plantas precoces que tienen hábito determinado de menor altura, tendrían mayor *IC*, pues el CIAT (1989) explicó por la posibilidad de la eficiencia de hacer fotosíntesis por su cantidad de hojas mejor dispuestas para la recepción de la luz para frijoles de tipo determinados, y esta situación recompensaría en comparación a las determinadas que tendrían mayor tiempo de crecimiento.

En el siguiente dendograma (Figura 5) a una distancia de 5.0, valor escogido de manera que se formen grupos con una tendencia a guardar una característica en común, como es el rendimiento se observan cuatro grupos, donde el primero (grupo A) son de mayor valor absoluto sin diferenciarse estadísticamente entre ellos según el análisis Tukey referida en la Tabla 11, donde destacó la accesión SAA 20 (1597.2 Kg/ha) de línea blanca, se encuentran también las accesiones SAA 21 y SAB 703 de las misma línea, asimismo se tiene en el mismo grupo a SMR 126, SMR 113, SER 337, SER 328, BFS 14 estas de líneas rojas y a SAB 681, SAB 582 de líneas cranberry. El segundo grupo (grupo B) obtuvieron los menores valores absolutos representadas de líneas cariocas como SMC 45 (591.5 Kg/ha) y SMC 47 (640.1 Kg/ha) y otras como SCR 68, SCR 58 y SAB 629 con valores menores a 830 Kg/ha. El conglomerado o grupo A presentó un promedio de 1264.7 Kg/ha y 13.14 gr/planta el grupo D un promedio de 1038.0 Kg/ha y 9.7 gr/planta, donde el rendimiento de las accesiones de este grupo fueron más parecidos a la variedad comercial Blanca nema el grupo C presentó 911.1 Kg/ha y 8.3 gr/planta en promedio, donde los rendimientos del grupo fueron más parecidos a la variedades comerciales Cranberry y Dark Red Kidney y el grupo B que presentó un promedio de 647.7 Kg/ha y 5.3 gr/planta fue el de menor rendimiento frente a los otros. No hubo diferencias estadísticas entre las accesiones de cada

grupo, que se podría explicar por la posibilidad de un germoplasma similar o descendientes de un genotipo común, sugiriendo la obtención de accesiones mejoradas por método de introducción.

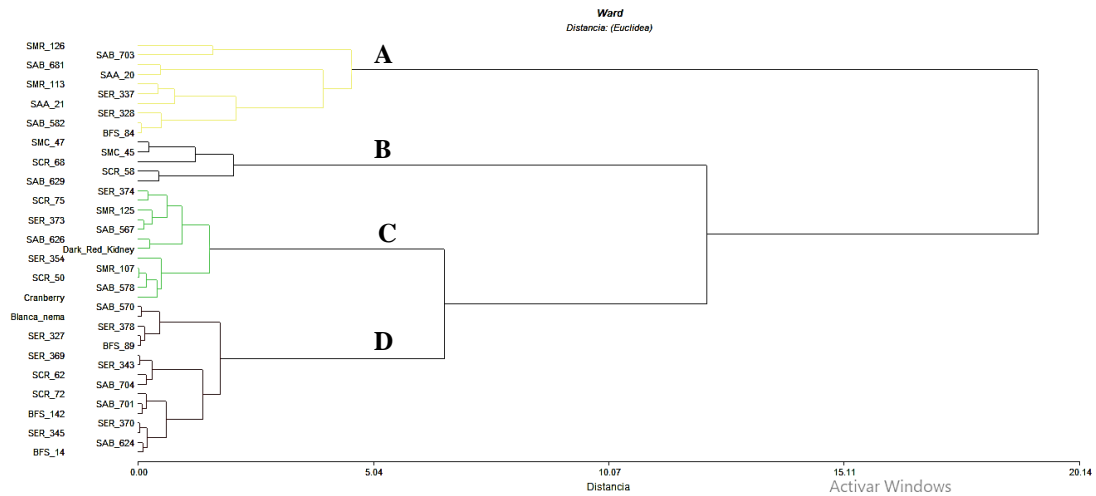


Figura 5: Análisis de agrupamiento por rendimiento de las 40 accesiones del CIAT y 3 variedades comerciales

A continuación, Figura 6, a 14.3 de distancia euclidiana se formaron tres grupos y se observa la tendencia a agruparse por accesiones precoces (conglomerado A*) y los tardíos (conglomerado B* y C*), en base a días a sus etapas fenológicas estudiadas, donde las variedades comerciales Blanca Nema, Cranberry y Dark Red Kidney tuvieron similar comportamiento con el primer grupo. El conglomerado A* representado por las accesiones SAB 701 y SAB 703, que se diferencian estadísticamente de las demás para la etapa de floración según la prueba Tukey (Tabla 11), presentó un promedio de 40.8 días a la floración con un rendimiento promedio de 1100 Kg/ha y 10.4 gr/planta, además obtuvo mayor rendimiento que los otros dos grupos. El grupo B* llegó en 45 días a la floración en promedio, con rendimientos bajos y promedio de 688.2 Kg/ha y 5.7 gr/planta. El grupo C* fue el más tardío y llegó a 51 días a la floración, sin embargo con promedio de rendimiento de 1042.5 Kg/ha y 10.1 gr/planta, superiores al del segundo grupo.

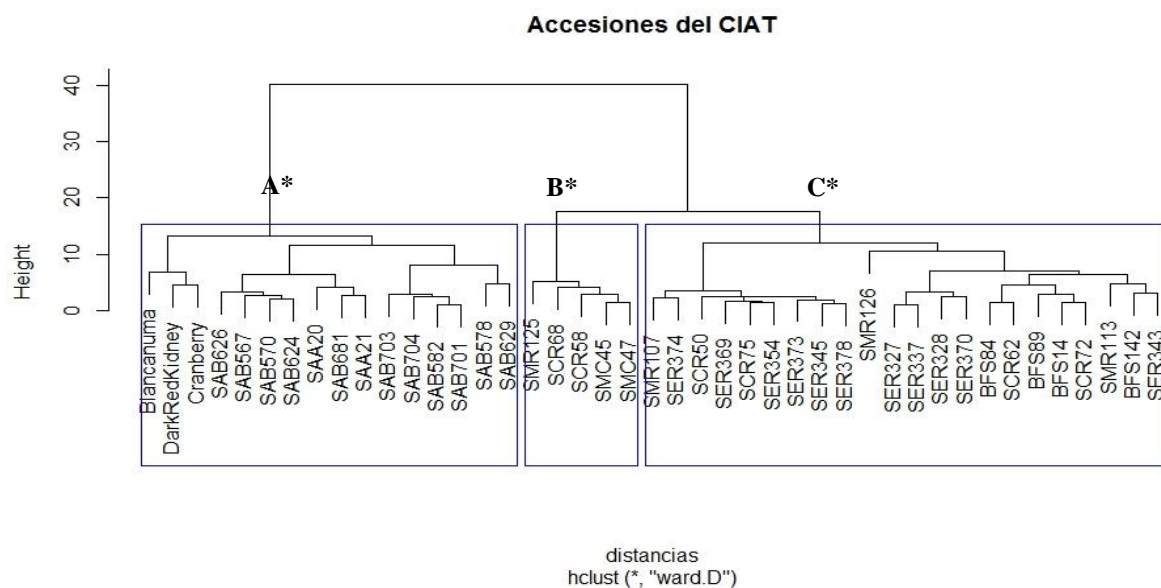


Figura 6: Análisis de agrupamiento por días a la llegada de las atapas fenológicas: prefloración, floración, formación de vaina y llenado de vaina, de 40 accesiones del CIAT y 3 variedades comerciales.

En cuanto a sus características de contenido de hierro y zinc, la accesión SMR 126 de grano rojo, presentó el mayor valor de 133 ppm para hierro y zinc con 27 ppm, destacando como único y diferente frente a los demás grupos, sugerido por la Figura 7, marcada de color celeste (grupo VI) con método de agrupamiento jerárquico. Además, hay una tendencia de agrupación de líneas rojas y otras de líneas blancas, donde se incluyen las variedades comerciales. Si bien a una distancia de 5.45, las accesiones SMR 113, BFS 142 y SER 343 de líneas rojas del grupo II obtuvieron altos contenidos de zinc (desde 34 a 44ppm) y hierro (desde 103 a 138 ppm) con altos rendimientos promedios (1109.7 Kg/ha y 10.97 gr/planta) el grupo obtuvo 48 días a la floración mayor al grupo VI determinada por la accesión SMR 126 con rendimiento 1017.7 Kg/ha y 18gr/planta con 45 días a la floración y altos contenidos de los micronutrientes indicado al inicio de párrafo. Es así que el grupo VI y II serían las más recomendables en cuanto a contenido de los micronutrientes y su rendimiento.

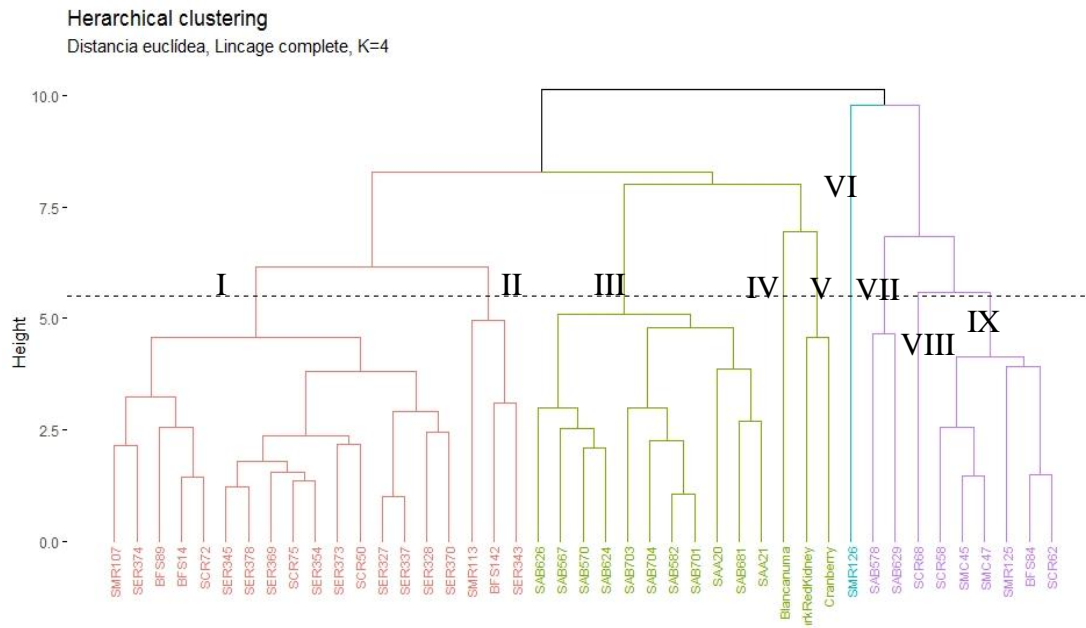


Figura 7: Análisis de agrupamiento mostrando contenido de micronutrientes de zinc y hierro en los granos.

A continuación en la Figura 8, se ve los detalles de las accesiones en el análisis de PCA, en el primer cuadrante, donde se encuentran aquellas de líneas rojas con mayor contenido de hierro y zinc (SMR 126) además de ser las más tardías, en el segundo y tercer cuadrante están los que obtuvieron menor rendimiento perteneciente a líneas cariocas y otras como blancas y cranberry, por último en el cuarto cuadrante están aquellas que obtuvieron mayor valor en rendimiento como las líneas cranberry y líneas blancas, de las que destacaron SAB 681 y SAA 20 para cada línea respectivamente, además se ubican las accesiones más precoces como SAB 701 y SAB 703.

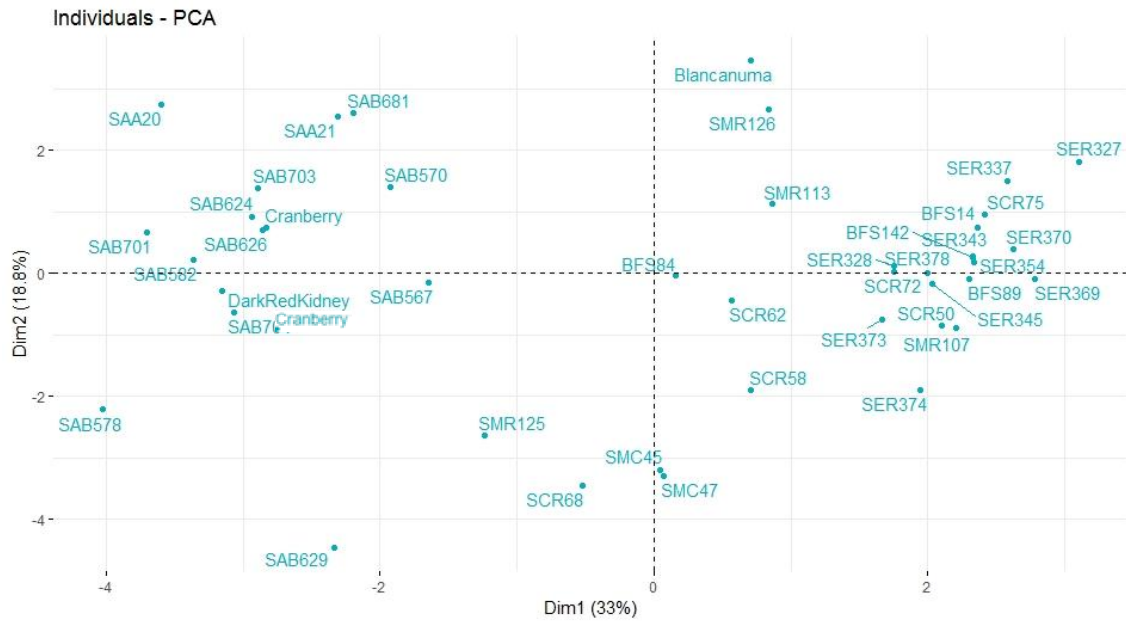


Figura 8: Distribución de las variables y accesiones sobre el primero y segundo componente principal.

En la siguiente Tabla 10, se aprecia el análisis de varianza, las medias, el coeficiente de variación, donde los tratamientos son diferentes y significativas estadísticamente, para todas las variables y componentes de rendimiento con excepción para índice de cosecha (*IC*), evidenciándose la gran variabilidad de estas accesiones, vale decir que estas son diferentes entre una y otras. Si bien el índice de cosecha es estadísticamente igual entre sus valores, son afectadas por los otros componentes de rendimiento que sí tienen significancia estadística. Pumalpa (2016) menciona los componentes de rendimientos junto a factores genéticos y ambientales (los mismos que afectan a los componentes) determinan el rendimiento.

Los coeficientes de variación altos como el de rendimiento por planta y sus componentes (altura de planta y vainas por planta) son explicados por los datos muy dispersos o muy variables frente al promedio alcanzado, esto evidenciaría una continua segregación de sus caracteres heredables de estas semillas del CIAT, que aún no logra definirse o adaptarse al medio. Entonces las diferencias que se puede dar entre las variedades o accesiones se deben en gran medida a factores genéticos y ambientales, determinados sobre todo por el primer factor (Camarena et al., 2009; Pumalpa, 2016). Sin embargo, al ser variables

cuantitativas podría deberse a factores externos que deben probarse con la repetición de varias siembras en diferentes condiciones.

En la Tabla 11 se observan en resultados de las variables con prueba Tukey a 0.05 de significancia, agrupadas según líneas blancas, cranberry, rojas y cariocas, de mayor a menor rendimiento, además están resaltadas aquellos valores mayores al promedio, y en el caso de la variable floración están resaltadas aquellas más precoces.

Tabla 10: Resultado de análisis de variancia, del promedio y cuadrados medios para las variables del rendimiento y sus componentes para las 40 accesiones del CIAT, en condiciones de La Molina

| Fuentes de variación | G.L | Rto (Kg/ha) | Rto planta (gr/planta) | Peso de 100 granos (gr) | Vainas por planta | Altura de planta (cm) | IC (%) | Longitud de vaina (cm) |
|----------------------|-----|----------------|------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--------------|------------------------|
| BLOQUES | 2 | 29852 n.s | 0.868 n.s | 14.45 n.s | 2.168 n.s | 64.78 n.s | 100.09 n.s | 0.2182 n.s |
| ACCESIONES | 39 | 138424*** | 23.594 *** | 258.61 *** | 14.766 *** | 93.45 *** | 57.21 n.s | 2.6096 *** |
| ERROR TOTAL | 78 | 44899 | 4.939 | 12.49 | 3.353 | 30.57 | 43.83 | 0.3445 |
| PROMEDIO | | 1017.23 | 9.64 | 36.26 | 8 | 24.76 | 50.13 | 10.45 |
| C.V (%) | | 26.98 | 34.34 | 26.61 | 33.25 | 29.04 | 13.98 | 9.95 |

... continuación

| Fuentes de variación | G.L | Lóculos por vaina | Peso de grano por vaina (gr) | Granos por vaina | Prefloración (DDS) | Floración (DDS) | Formación de vaina (DDS) | Llenado de vaina (DDS) |
|----------------------|-----|-------------------|------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|
| BLOQUES | 2 | 0.5891* | 0.0421 n.s | 0.1448 n.s | 21.775* | 10.53 n.s | 12.66 n.s | 11.01 n.s |
| ACCESIONES | 39 | 0.8976 *** | 0.4175 *** | 0.8536 *** | 10.154* | 87.98 *** | 77.26*** | 62.63*** |
| ERROR TOTAL | 78 | 0.1586 | 0.0498 | 0.2319 | 5.467 | 6.43 | 4.47 | 4.91 |
| PROMEDIO | | 4.84 | 1.6 | 4.3 | 34.5 | 47.0 | 49.58 | 58.54 |
| C.V (%) | | 13.22 | 25.63 | 15.35 | 7.83 | 12.26 | 10.77 | 8.35 |

Significación estadística: * (0.01<p<0.05), ** (p<0.01), ***(p<0.001)

No significación estadística: N.S.

C.V. = Coeficiente de variabilidad.

Rto: rendimiento

DDS: Días después de la siembra

Tabla 11: Prueba Tukey al 0.05 de probabilidad de las variables evaluadas en las 40 accesiones, agrupadas según líneas con mejores características, de mayor a menor rendimiento

| LINEAS | Accesión | Rendimiento (kg/ha) | Rendimiento planta (gr/planta) | Peso de 100 granos (gr) | Vainas por planta | Altura de planta (cm) | I.C (%) |
|-----------|----------|---------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|---------|
| blancas | SAA 20 | 1597.2 a | 12.6 abcde | 54.7 a | 6.6 bcd | 25.0 bc | 66.9 a |
| blancas | SAB 703 | 1341.4 abc | 17.1 ab | 53.1 abc | 11.6 ab | 19.5 bc | 50.5 ab |
| blancas | SAB 582 | 1169.5 abcd | 10.8 abcdef | 47.2 abcde | 7.7 bcd | 20.7 bc | 51.8 ab |
| blancas | SAA 21 | 1143.8 abcd | 12.4 abcde | 52.6 abc | 7.0 bcd | 24.2 bc | 53.9 ab |
| blancas | SAB 704 | 1002.8 abcde | 8.9 cdef | 41.9 cdefghi | 7.1 bcd | 20.8 bc | 51.9 ab |
| blancas | SAB 578 | 967.5 abcde | 7.6 cdef | 48.0 abcd | 6.2 bcd | 20.3 bc | 47.1 ab |
| cranberry | SAB 681 | 1499.9 ab | 12.2 abcde | 54.5 ab | 7.0 bcd | 27.2 bc | 52.2 ab |
| cranberry | SAB 624 | 1099.4 abcde | 9.2 cdef | 52.4 abc | 5.4 cd | 23.9 bc | 54.1 ab |
| cranberry | SAB 701 | 1065.4 abcde | 9.9 bcdef | 52.3 abcd | 6.8 bcd | 21.1 bc | 52.8 ab |
| cranberry | SAB 570 | 1000.4 abcde | 10.8 bcdef | 43.0 bcdefgh | 6.1 bcd | 22.0 bc | 51.0 ab |
| cranberry | SAB 567 | 884.0 bcde | 8.7 cdef | 40.6 defghij | 5.5 cd | 21.6 bc | 55.3 ab |
| cranberry | SAB 626 | 802.3 bcde | 8.0 cdef | 44.0 abcdefg | 4.6 d | 18.5 bc | 52.3 ab |
| cranberry | SAB 629 | 737.5 cde | 6.3 def | 35.7 efghijk | 5.4 cd | 19.5 bc | 38.9 b |
| rojas | SER 337 | 1250.1 abcd | 13.0 abcd | 34.2 fghijkl | 10.2 abcd | 30.0 bc | 47.9 ab |
| rojas | SMR 113 | 1245.2 abcd | 14.2 abc | 33.4 ghijkl | 11.3 abc | 33.0 ab | 48.5 ab |
| rojas | SER 328 | 1204.4 abcd | 10.0 bcdef | 32.0 hijkl | 8.5 bcd | 26.4 bc | 49.6 ab |
| rojas | BFS 84 | 1177.8 abcd | 11.0 abcdef | 31.7 hijkl | 10.3 abcd | 28.5 bc | 54.2 ab |
| rojas | BFS 14 | 1084.8 abcde | 9.0 cdef | 29.4 jkl | 8.1 bcd | 25.4 bc | 50.2 ab |
| rojas | BFS 142 | 1081.9 abcde | 9.8 bcdef | 28.0 kl | 11.6 ab | 23.7 bc | 52.3 ab |
| rojas | SER 370 | 1068.4 abcde | 9.0 cdef | 29.7 jkl | 9.6 bcd | 22.8 bc | 48.5 ab |
| rojas | SCR 72 | 1067.3 abcde | 9.5 cdef | 28.9 kl | 9.3 bcd | 25.0 bc | 50.9 ab |
| rojas | SER 345 | 1063.6 abcde | 9.1 cdef | 30.4 ijkl | 8.4 bcd | 25.2 bc | 51.1 ab |
| rojas | BFS 89 | 1036.6 abcde | 10.0 bcdef | 30.7 ijkl | 10.3 abcd | 28.8 bc | 48.4 ab |
| rojas | SER 327 | 1027.3 abcde | 10.1 bcdef | 32.0 hijkl | 7.5 bcd | 30.3 bc | 48.0 ab |
| rojas | SER 378 | 1023.4 abcde | 10.4 bcdef | 32.1 hijkl | 8.3 bcd | 29.4 bc | 50.6 ab |
| rojas | SMR 126 | 1017.7 abcde | 18.1 a | 45.4 abcdef | 15.9 a | 50.5 a | 41.6 b |
| rojas | SER 369 | 1004.8 abcde | 9.5 cdef | 31.0 ijkl | 8.0 bcd | 25.9 bc | 48.0 ab |
| rojas | SER 354 | 1004.2 abcde | 8.1 cdef | 31.6 hijkl | 6.9 bcd | 24.2 bc | 46.4 ab |
| rojas | SER 343 | 1002.1 abcde | 9.4 cdef | 32.3 hijkl | 8.1 bcd | 25.8 bc | 47.5 ab |
| rojas | SCR 62 | 969.5 abcde | 9.2 cdef | 30.6 ijkl | 8.9 bcd | 27.1 bc | 50.8 ab |
| rojas | SMR 125 | 940.0 abcde | 8.3 cdef | 32.4 ghijkl | 8.6 bcd | 24.3 bc | 55.8 ab |
| rojas | SCR 50 | 939.2 abcde | 7.6 cdef | 29.9 jkl | 6.8 bcd | 21.7 bc | 44.0 b |
| rojas | SMR 107 | 938.4 abcde | 7.7 cdef | 31.1 ijkl | 7.8 bcd | 25.5 bc | 45.8 ab |
| rojas | SCR 75 | 926.5 abcde | 9.7 cdef | 31.9 hijkl | 7.8 bcd | 26.4 bc | 48.9 ab |
| rojas | SER 374 | 904.8 abcde | 9.2 cdef | 31.0 ijkl | 9.1 bcd | 23.8 bc | 48.1 ab |
| rojas | SER 373 | 899.0 abcde | 8.5 cdef | 28.1 kl | 8.2 bcd | 23.6 bc | 49.7 ab |
| rojas | SCR 58 | 829.9 bcde | 6.1 def | 29.8 jkl | 6.7 bcd | 23.9 bc | 52.3 ab |
| rojas | SCR 68 | 439.7 e | 3.9 f | 24.3 kl | 4.6 d | 13.7 c | 50.9 ab |
| cariocas | SMC 47 | 640.1 de | 5.2 ef | 23.8 l | 5.8 bcd | 21.7 bc | 47.3 ab |
| cariocas | SMC 45 | 591.5 de | 5.2 ef | 24.8 kl | 6.5 bcd | 19.5 bc | 49.3 ab |

... continuación

| LINEAS | Accesión | Longitud de vaina (cm) | Loculos por vaina | Peso de granos por vaina (gr) | Granos por vaina | Floración (DDS) |
|-----------|----------|------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|
| blancas | SAA 20 | 11.9 ab | 4.7 abc | 2.1 abcde | 4.0 abc | 40.0 hi |
| blancas | SAB 703 | 11.4 abcd | 4.4 abc | 2.0 abcdef | 3.7 abc | 39.3 i |
| blancas | SAB 582 | 10.7 abcdefgh | 3.8 bcd | 1.8 abcdefg | 3.5 abc | 40.0 hi |
| blancas | SAA 21 | 12.3 a | 4.9 abc | 2.4 a | 4.3 a | 40.3 hi |
| blancas | SAB 704 | 10.7 abcdefg | 4.2 abcd | 1.6 bcdefghi | 3.8 abc | 40.7 hi |
| blancas | SAB 578 | 10.0 bcdefgh | 3.0 d | 1.6 bcdefghi | 2.7 bc | 40.3 hi |
| cranberry | SAB 681 | 11.4 abcd | 4.9 abc | 2.1 abcde | 4.0 abc | 43.0 efghi |
| cranberry | SAB 624 | 11.4 abcd | 4.7 abc | 2.2 abcd | 4.0 abc | 41.3 hi |
| cranberry | SAB 701 | 10.9 abcde | 3.8 bcd | 2.1 abcde | 3.6 abc | 39.0 i |
| cranberry | SAB 570 | 11.2 abcd | 5.2 a | 2.2 ab | 4.5 a | 42.3 ghi |
| cranberry | SAB 567 | 10.9 abcde | 5.2 a | 2.2 abcd | 4.4 a | 41.3 hi |
| cranberry | SAB 626 | 11.7 abc | 5.3 a | 2.2 abcd | 4.5 a | 40.7 hi |
| cranberry | SAB 629 | 9.1 efghi | 3.6 cd | 1.3 fghi | 2.6 c | 42.3 ghi |
| rojas | SER 337 | 11.3 abcd | 5.3 a | 1.7 abcdefgh | 4.9 a | 52.0 abcd |
| rojas | SMR 113 | 10.4 abcdefgh | 5.0 ab | 1.6 bcdefghi | 4.6 a | 42.7 fghi |
| rojas | SER 328 | 10.2 bcdefgh | 5.0 ab | 1.3 fghi | 4.4 a | 50.7 abcdefg |
| rojas | BFS 84 | 9.7 defghi | 4.9 abc | 1.4 efghi | 4.5 a | 45.7 bcdefghi |
| rojas | BFS 14 | 10.9 abcdef | 5.2 a | 1.4 defghi | 4.7 a | 51.7 abcd |
| rojas | BFS 142 | 9.6 defghi | 5.0 ab | 1.3 ghi | 4.4 a | 50.7 abcdefg |
| rojas | SER 370 | 10.3 bcdefgh | 5.3 a | 1.3 fghi | 5.1 a | 51.7 abcd |
| rojas | SCR 72 | 10.6 abcdefgh | 5.4 a | 1.3 ghi | 4.3 a | 50.7 abcdefg |
| rojas | SER 345 | 10.3 bcdefgh | 5.0 ab | 1.4 defghi | 4.6 a | 53.3 abc |
| rojas | BFS 89 | 9.5 defghi | 5.0 ab | 1.3 ghi | 4.4 a | 52.0 abcd |
| rojas | SER 327 | 11.2 abcd | 5.5 a | 1.7 abcdefgh | 5.1 a | 54.0 ab |
| rojas | SER 378 | 10.8 abcdefg | 5.2 a | 1.5 cdefghi | 4.5 a | 51.0 abcdef |
| rojas | SMR 126 | 11.2 abcd | 4.7 abc | 2.2 abc | 4.5 a | 45.0 cdefghi |
| rojas | SER 369 | 10.5 abcdefgh | 5.3 a | 1.5 bcdefghi | 4.9 a | 55.7 a |
| rojas | SER 354 | 10.6 abcdefgh | 5.3 a | 1.5 bcdefghi | 4.6 a | 53.0 abcd |
| rojas | SER 343 | 10.4 abcdefgh | 5.3 a | 1.5 bcdefghi | 4.7 a | 51.7 abcd |
| rojas | SCR 62 | 10.1 bcdefgh | 5.1 a | 1.4 efghi | 4.6 a | 47.3 abcdefghi |
| rojas | SMR 125 | 8.9 ghi | 4.4 abc | 1.2 ghi | 4.0 abc | 41.3 hi |
| rojas | SCR 50 | 11.1 abcd | 5.3 a | 1.5 cdefghi | 4.5 a | 52.7 abcd |
| rojas | SMR 107 | 9.9 cdefghi | 4.7 abc | 1.4 efghi | 4.3 a | 54.3 a |
| rojas | SCR 75 | 11.4 abcd | 5.4 a | 1.6 bcdefgh | 4.9 a | 53.0 abcd |
| rojas | SER 374 | 9.6 defghi | 4.6 abc | 1.3 fghi | 4.1 abc | 54.0 ab |
| rojas | SER 373 | 10.3 bcdefgh | 5.2 a | 1.4 efghi | 4.6 a | 51.3 abcde |
| rojas | SCR 58 | 10.1 bcdefgh | 5.1 a | 1.4 defghi | 4.5 a | 48.3 abcdefgh |
| rojas | SCR 68 | 8.0 i | 4.5 abc | 1.0 hi | 4.0 abc | 45.3 cdefghi |
| cariocas | SMC 47 | 8.9 fghi | 4.8 abc | 1.3 ghi | 4.4 a | 44.7 defghi |
| cariocas | SMC 45 | 8.8 hi | 4.6 abc | 0.9 i | 4.2 ab | 45.7 bcdefghi |

Nota: valores resaltados son referidos a aquellos mayores al promedio

A continuación, se presentan los resultados detallados de las variables:

4.1. RENDIMIENTO

El rendimiento promedio de grano seco fue de 1017 Kg/ha y presentó un rango entre 1597.2 Kg/ha y 439.7 Kg/ha. Del mismo modo para rendimiento planta que presentó valores desde 18.1 gr/planta a 3.9 gr/planta con promedio de 9.64 gr/planta.

En la Tabla 10, se presenta un coeficiente de variabilidad de 26.98% que indica fuera de rango, donde según Calzada (1982) valores de 25% sería lo aceptable para experimentos en el área agrícola, determinados por factores genéticos, ambientales y su interacción, es decir que aún no se han adaptado a factores externos de clima, suelo, etc. en este experimento. El CIAT (1989) indica que las accesiones tendrían alta heredabilidad de sus características cuando se siembran en la misma localidad de origen y para el caso del experimento las accesiones están siendo introducidas de otra región diferente al país. Por otro lado, la prueba Tukey realizado a 0.05 de significancia muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, es decir, las 40 accesiones tienen diferencias en el rendimiento obtenido. Del mismo modo para la variable rendimiento planta con 34.34% de variabilidad y diferencias significativas entre los tratamientos.

La accesión SAA 20 (1597.2 Kg/ha) de línea blanca diferente significativamente a las demás accesiones, según la prueba de Tukey, SAB 681 (1499.9 Kg/ha) de línea cranberry, y SER 337 (1250.1 Kg/ha) de línea roja superaron al rendimiento nacional promedio (1.17 t/ha) en 36.5%, 28% y en 6.8%, respectivamente. Asimismo, el rendimiento promedio de las accesiones estudiadas fue mayor a la productividad promedio mundial del 2014 (0.83 t/ha) y al de EE.UU (1.97 t/ha), según FIRA (2016).

Por otro en la Figura 9, se aprecia que las accesiones de líneas blancas SAA 20 y SAB 703 (1341.4 Kg/ha) superaron a la variedad comercial puesta en comparación, Blanca Nema (1013.5 Kg/ha), y a lo obtenido por Melendez (2007), que encontró 1 t/ha como máximo rendimiento, sin embargo, no al de Nazario (1992) que encontró como promedio 1.78 t/ha donde el máximo llegó a 2.55 t/ha, estas de grano blanco. Del mismo modo, se tiene para líneas cranberry a SAB 681 que superó a la variedad comercial Cranberry (884.7 Kg/ha) que se puso en comparación; pero no encontrado por Galvez (2013) en líneas cranberry

(1.6 t/ha) pero si a su promedio alcanzado de 1.3 t/ha. Finalmente, las accesiones de líneas rojas no superaron a lo conseguido por de Segovia (1999) que encontró un promedio de 2.11 t/ha de grano rojo, pero si al de la variedad comercial puesta en comparación en el presente experimento de líneas rojas Dark Red Kidney que obtuvo 843 Kg/ha. Estos resultados se pueden deber a factores ambientales tales como el estado fisicoquímico del suelo, factores de clima, temperatura y humedad, y factores genéticos de los materiales usados, y como menciona Nazario (1992) que el rendimiento es afectado debido al manejo del cultivo que permiten expresar sus mejores características.

Para la variable rendimiento planta (gr/planta), se obtuvo que el mayor valor alcanzado fue por SMR 126 (18.1 gr/planta) de línea roja, con diferencia significativa, superando al promedio encontrado (9.64 gr/planta), y estos valores encontrados por Rojas y Huaranga (2019) en una evaluación de accesiones de frijol del CIAT, donde obtuvo el mayor rendimiento para granos rojos con valor de 8.12 gramos, asimismo para líneas frijoles cariocas obtuvo el promedio más bajo de 5.82 gramos que supero solo en 0.52 gramos a lo obtenido en el experimento de las accesiones SMC 45 y SMC 47. El rendimiento más bajo para esta variable fue de 3.89 por la accesión SCR 68 de línea roja, usadas en el experimento (Figura 10).

En general, las variedades comerciales puestas en comparación, no superaron numéricamente en rendimiento a las accesiones evaluadas.



Figura 9: Promedio de rendimiento en Kg/ha de los tratamientos, en comparación a las variables comerciales de línea blanca (Blanca Nema), línea Cranberry y línea roja (Dark Red Kidney).

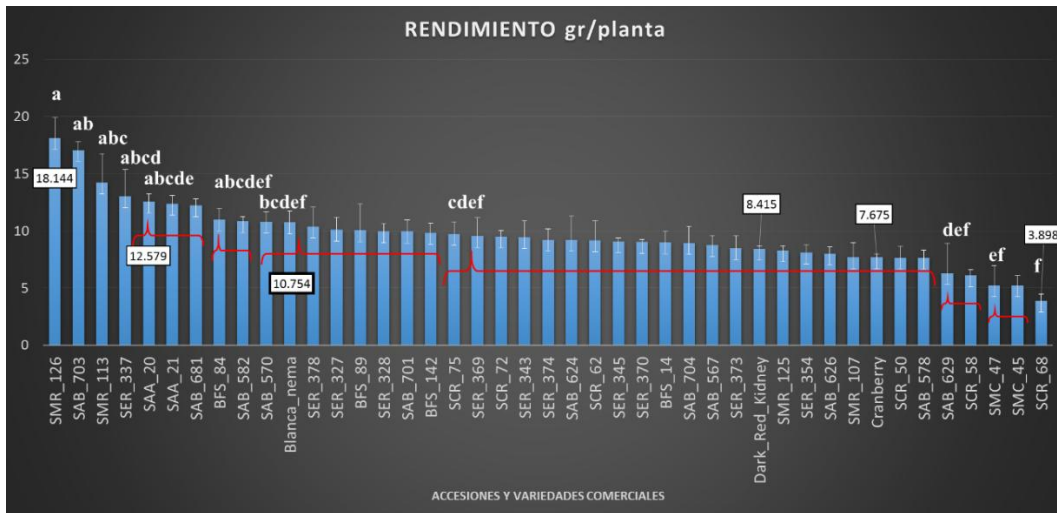


Figura 10: Promedio de rendimiento en gr/planta de los tratamientos, en comparación a las variables comerciales de línea blanca (Blanca Nema), línea Cranberry y línea roja (Dark Red Kidney).

4.2. PESO DE 100 GRANOS

El peso promedio de 100 semillas fue de 36.3 gramos, con un rango desde 23.8 g hasta 54.7 g (Tabla 11). Las accesiones SCR 68, SMC 45 y SMC 47 presentaron granos pequeños, mientras que el 32.5% de las accesiones presentaron granos grandes mayores a 41 gramos y finalmente el 60% presentó granos medianos desde 25 hasta 40 gramos.

En el análisis de varianza para esta variable se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 26.61% valor ligeramente fuera de rango según Calzada (1982).

De acuerdo a la prueba de Tukey con 0.05 de significancia (Tabla 11), SAA 20 (línea blanca) y SAB 681 (línea cranberry) presentaron los mayores valores absolutos para la variable en estudio, con 54.7g y 54.5g diferenciándose estadísticamente de SMC 47 (23.8) de menor valor. Además, SMR 126 en líneas rojas con 45.3g, fue el que mayor valor absoluto diferente estadísticamente a las demás, de la misma línea, mas no con SER 337 con valor de 34.2g.

La prueba de correlación, que se observa en el Figura 4, indica que la variable tiene una influencia baja en el rendimiento de grano seco. Lo cual explica que a mayor peso de 100

semillas o a mayor tamaño de semillas tienden a incrementarse el rendimiento. Se puede añadir que esta variable es una característica varietal, es decir afectado por factores genéticos; sin embargo, también puede estar influenciada por factores ambientales. De igual manera Ramírez (2008) encontró una asociación positiva de esta variable con una influencia baja de 17.83% al rendimiento. En el experimento, al parecer no fue influenciada por el medio ya que se mantuvieron las accesiones según los datos señalados por el CIAT en su característica de tamaño de semillas, que fueron grandes y medianos.

Comparando numéricamente los promedios de los pesos según el Anexo 15, se tiene que la variedad comercial Dark Red Kidney (59.5g) superó al promedio de todas las accesiones, asimismo SAB 681 fue similar a la variedad Cranberry, siendo las ultimas de la misma línea comercial.

Galvez (2013) encontró en una comparación de líneas, a la variedad Cranberry con menor peso alcanzado siendo esta de 39.47 g. valor superado por los datos promedio de las accesiones de línea cranberry del experimento (46.7g).

4.3. NUMERO DE VAINAS POR PLANTA

El número de vainas por planta promedio fue de 8.0 unidades y presentó un rango entre 4.6 y 15.9 unidades.

En el análisis de varianza para esta variable se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 10). El coeficiente de variabilidad según el análisis ANVA fue de 33.3%, valor fuera de rango según Calzada (1982). Esta alta variabilidad podría ser debida sobre todo a factores genéticos, por la diversidad de materiales genéticos en estudio con diferentes características agronómicas y su falta de adaptación a la zona del experimento. Sin embargo, se hizo la prueba de Tukey con 0.05 de significancia y se encontraron diferencias entre sus valores, de lo cual el valor absoluto de la accesión con mayor número de vainas por planta fue de SMR 126 con 15.9 unidades diferenciándose estadísticamente de las demás, observar Tabla 11 y Anexo 16.

La prueba de correlación entre el rendimiento en Kg/ha y la variable número de vainas por planta, que se observa en la Figura 4, obtuvo una asociación directa y positiva con una

influencia baja, por otro lado Segovia (1992) encontró una influencia baja en el rendimiento (41%), por su parte Pumalpa, (2016) afirma que esta variable sería el de mayor importancia asociado al rendimiento afectados por factores genéticos, en el caso del experimento esta alta relación se daría solo sobre rendimiento planta (gr/planta) como se ve en la Figura 4.

Las accesiones estudiadas en el experimento incluyendo las de líneas rojas superaron a lo encontrado por Galvez (2013) para líneas rojas con valores máximos de 4.4 y 3.6 unidades en promedio de vainas totales por planta. La accesión SMR 126 con 15.9 vainas también superó en más de 100% a la cantidad encontrada por Rojas y Huaranga (2019). Las accesiones en general superaron numéricamente a lo alcanzado por la línea comercial Dark Red Kidney (4.8 vainas) puesto en comparación en este experimento (Anexo 16).

4.4. ALTURA DE PLANTA

Según las Tablas 10 y 11, se observa que los promedios de altura de planta en centímetros son de 24.76 cm con variaciones entre 50.5 y 13.7 cm, dando para SMR 126 y SCR 68, respectivamente.

Según el análisis de varianza existe diferencia significativa entre los bloques y los tratamientos evidenciándose la influencia del genotipo y su comportamiento frente a las condiciones ambientales, que implicaría su adaptación de las accesiones (Nazario, 1992).

El coeficiente de variabilidad fue de 29.04% considerado como fuera de rango para esta característica según Calzada (1982). Explicada por la variedad de accesiones estudiadas con diferentes tipos de crecimiento (habito de crecimiento determinado e indeterminado). Esta alta variación explicado además por las acciones génicas y ambientales que varían a otro componente de rendimiento (longitud de entrenudos) relacionado directamente a la altura de planta (Pumalpa, 2016).

De acuerdo a la prueba de Tukey con 0.05 de significancia. Se encontró que el valor absoluto con mayor valor promedio fue de SMR 126, línea roja, con 50.5 cm diferenciándose estadísticamente con las demás accesiones.

La prueba de correlación entre el rendimiento en Kg/ha y el valor de la altura indica una asociación directa y positiva pero con una influencia baja sobre ella, según los datos de la Figura 4, ya que las de mayor altura podrían presentar hábitos de crecimiento indeterminado, las cuales siguen creciendo y formando más flores aun después de la floración respecto a las de hábito arbustivo determinado; sin embargo según Camarena et al. (2009), la relación directa de las dos variables aun no ha sido demostrada. El CIAT (1989) también sugiere que los frijoles altos, es decir indeterminadas, son los que menor eficiencia tienen para la fotosíntesis por la disposición de las hojas y tamaños, como se explicó en el análisis multivariado de la Figura 4, lo cual no necesariamente tendría mayor rendimiento.

Comparando líneas rojas de frijol, tenemos que la variedad comercial Dark Red Kidney con promedio 22.5 cm (Anexo 16) fue superado por SMR 126. Por otro lado, este superó al promedio encontrado por Galvez (2013), quien determinó un promedio de 26 cm de altura donde su máximo fue de 38.5 cm (Ica Cerinza) y el mínimo de 20.4 cm (Rojo Argentino).

4.5. ÍNDICE DE COSECHA

Los valores promedio para esta variable fue de 50.13%, los cuales se encontraron entre 38.9% y 66.9%, siendo el menor valor para SAB 629 y el mayor para SAA 20.

Según el análisis de varianza, no existen diferencias significativas entre los bloques tampoco para los tratamientos evidenciándose homogeneidad entre los tratamientos para esta variable, lo cual nos indica igual comportamiento de las características genéticas de las 40 accesiones. El coeficiente de variabilidad fue 13.98%, valor dentro de rango según Calzada (1982), y según la prueba de Tukey a 0.05, la accesión SAA 20 es diferente estadísticamente a los valores más bajos obtenidos como SCR 50, SMR 126 y a SAB 629.

De la prueba de correlación, Figura 4, la variable *IC* muestra poca o nula relevancia entre las demás variables estudiadas. Se observa también que, a menor tiempo en llegar a las etapas fenológicas, presentó mayor índice de cosecha, esta variable tuvo una correlación positiva con baja influencia sobre el rendimiento (Kg/ha) coincidiendo en general con Camarena et al. (2009) y el CIAT (1987), quienes indican que a mayor índice presentará mayor rendimiento. Estos resultados también coinciden con lo encontrado por San Román

(2019), donde un buen manejo de disponibilidad de nutrientes ayudaría a favorecer la precocidad y la buena acumulación de materia seca, dándose así buena productividad.

Comparando las líneas blancas de frijol, tenemos a la variedad comercial Blanca Nema que en promedio obtuvo valor de 52.0 % (Anexo 17) fue superado numéricamente por SAA 20 (línea blanca con 66.9%), es decir fue más eficiente para producir el producto comercial donde el 66.9 % de su biomasa lo destinó para la formación de sus granos.

Nazario (1992) encontró en una comparación de 25 variedades de frijol de grano blanco un índice de cosecha de 50.7%, por otro lado, Nicho (2008) y Vilchez (2015) tampoco encontraron diferencias significativas y obtuvo un valor promedio de 47.7% y 54.2% en promedio respectivamente, valores inferiores al promedio general y al valor de la accesión SAA 20 encontrado en el experimento.

4.6. LONGITUD DE VAINA (CM)

En el análisis de varianza para esta variable se encontró diferencias significativas entre las accesiones. El promedio de la longitud de vainas fue de 10.45 cm. El coeficiente de variabilidad de 9.95% valor dentro de rango según Calzada (1982) (Tabla 10).

De acuerdo a la prueba de Tukey con 0.05 de significancia hubo diferencias estadísticas entre sus valores. La accesión SAA 21 de línea blanca con 12.27 y SCR 68 de línea roja con 8 cm presentaron el mayor y menor valor absoluto diferenciándose estadísticamente (Tabla 13). Rojas y Huaranga (2019), encontraron valores promedios desde 7.60 cm para líneas de grupo de panamito y 11.33 cm para líneas de grupo Cranberry, y para el grupo de grano rojo 9.16 cm, valor superado por la accesión de línea roja SCR 68.

La prueba de correlación, que se observa en el Figura 4, indica una asociación directa y positiva, pero con muy baja influencia sobre el rendimiento.

En una comparación numérica de promedios de líneas blancas de frijol, tenemos que la variedad comercial Blanca Nema con promedio 12.94 cm superó a SAA 21 (frijol de línea blanca) y a las demás accesiones de líneas blancas (Anexo 18). Melendez (2007) encontró

10.8 cm de longitud de vainas, valor superior al promedio obtenido en el experimento, sin embargo, menor que la accesión SAA 21 en 1.49 cm.

Como se comentó al inicio del capítulo en el análisis multivariado, se ve que hay una tendencia del crecimiento de la longitud de vaina con respecto al periodo de tiempo que se da durante las etapas de crecimiento de vainas y semillas como indica el CIAT (1989). Es decir, a mayor tiempo que toma la vaina en crecer hay tendencia de mayor rendimiento.

4.7. NUMERO DE LÓCULOS POR VAINA

Los valores para el número de lóculos por vaina variaron entre 3 a 5.5, siendo el menor para SAB 578 y el mayor para SER 327, se obtuvo una media de 4.85 lóculos por vaina.

Según el análisis de varianza, existe diferencias significativas entre los bloques evidenciándose heterogeneidad del terreno y de un diseño estadístico eficiente. Entre los tratamientos existen diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad es de 13.22% considerado como aceptable para esta característica según Calzada (1982).

De acuerdo a la prueba de Tukey, con significación 0.05 se encontró diferencias estadísticas entre las accesiones, donde el valor absoluto con mayor número de lóculos promedios por vaina fue SER 327 de líneas rojas con valor 5.5 que superó en 1.66 lóculos a las líneas rojas evaluadas por Rojas y Huaranga (2019). También superó a la variedad comercial de las líneas rojas de frijol Dark Red Kidney que en promedio obtuvo 3.9 lóculos (Anexo 22), y la mayoría de las accesiones por Yanac (2018) de 4.7 lóculos por vaina en líneas blancas.

4.8. PESO DE GRANOS POR VAINAS.

El peso promedio de semillas por vaina fue de 1.6g y presentó un rango entre 0.9g y 2.4g. (Tabla 10 y 11).

En el análisis de varianza, lo cual se observa en la Tabla 10, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 25.63% valor levemente mayor a lo aceptable según Calzada (1982).

De acuerdo a la prueba de Tukey con 0.05 de significancia, se encontró diferencias estadísticas, la accesión SAA 21 como el mayor valor con 2.4g, seguida de SAB 570 (2.23g) y SMR 126 (2.19g) estas estadísticamente iguales.

La prueba de correlación entre el rendimiento y el peso de semillas que se observa en la Figura 4, indica una correlación con baja influencia sobre el rendimiento. Además, una alta asociación al peso de 100 semillas, y con longitud de vainas, concordando con Solórzano (1994) citado por Camarena et al. (2009), porque hay una gran influencia del tamaño de vainas sobre las semillas por vainas y en el peso de las semillas y que juntos afectarían al rendimiento.

Comparando numéricamente los promedios de los pesos, tenemos que SAA 21 supera en 20% a la variedad comercial Blanca Nema, utilizado en este experimento (Anexo 22).

4.9. NUMERO DE GRANOS POR VAINA

El número de granos por vaina promedio fue de 4.3 unidades y presentó un rango entre 2.63 y 5.07 como se puede observar en la Tabla 11.

En el análisis de varianza (Tabla 10), para esta variable se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variabilidad fue de 33.25% valor fuera de rango según Calzada (1982). De acuerdo a la prueba de Tukey con 0.05 de significancia, se encontraron valores absolutos de SER 327 y SER 370, ambos con 5.07 granos diferenciándose estadísticamente solo de los que alcanzaron los menores valores, SAB 578 (2.7 granos) y SAB 629 (2.6 granos).

La prueba de correlación entre el rendimiento en Kg/ha y el número de granos por vaina, que se observa en el Figura 3, indica una nula influencia, similar a lo encontrado por Ramirez (2008) con baja influencia (17.83%), por otro lado, Segovia (1999) más bien encontró una alta correlación entre aquellas variables con influencia de 47%.

Gálvez (2013) encontró un promedio de 2.82 granos por semillas en frijol de granos rojos donde sus genotipos Cranberry y AND 1088 alcanzaron el valor de 3.48 y 3.45 respectivamente sin embargo ocupando el 4° y 10° pesto en relación al rendimiento

respectivamente, ello también demostró ser inferior a las accesiones de líneas rojas (SER 327 y SER 370) y cranberry del experimento, y al promedio encontrado (ver Tabla 11).

El promedio encontrado también fue superior a las variedades comerciales puesta en comparación numérica donde Dark Red Kidney obtuvo solo 2.8 granos. Ver Anexo 22.

La relación de número de lóculos y granos por vaina tienen una relación directa y positiva con influencia muy alta entre sí (véase Figura 4) que a la vez es determinante para la obtención de mayores rendimientos según Punalpa (2016). Los lóculos vacíos encontrados podrían deberse por la ineficiente o falta de recursos de fotoasimilados en la distribución. De la misma figura encontramos que tanto el lóculo y grano por vaina están correlacionados (positivamente y con alta significancia) al tiempo del periodo vegetativo (etapa reproductiva), lo cual la CIAT (1989) explicaría que las variedades de habito indeterminado, que serían las más tardías, tendrían menor eficiencia a asimilar los fotosintatos y por ende las vainas y granos no recibirían lo suficiente de aquello.

4.10. FENOLOGÍA

Según los datos de análisis de varianza en las cuatro fases fenológicas estudiadas, tienen una diferencia significativa entre tratamientos con excepción la etapa de prefloración (R5). Además de una baja variabilidad de los datos con coeficientes de 7.83, 12.26, 10.77 y 8.35 para prefloración (R5), floración (R6), formación de vaina (R7) y llenado de vaina (R8) respectivamente, valores aceptables y altamente confiables según Calzada (1982) y un promedio de 34.5, 47.0, 49.58, 58.54 días después de la siembra para cada etapa respectivamente. Ver Tabla 10.

De acuerdo a la prueba de Tukey con 0.05 de significancia, la etapa de prefloración (R5) no presenta significancia entre las 40 accesiones, es decir todos los tratamientos presentan igual valor estadísticamente para esta variable. Ver Anexo 20.

La etapa de floración representada por R6, según la prueba de Tukey presentaron diferencias estadísticas, las accesiones más precoces fueron SAB 701 y SAB 703 de 39 y 39.3 días después de la siembra (DDS) respectivamente, por otro lado, las accesiones SER

369 y SMR 107 presentaron mayores valores absolutos de 55.6 y 54.3 DDS respectivamente. Ver Figura 11 y Anexo 20.

Cabe mencionar que habría una aceleración de los procesos fisiológicos, como los que encontró Ramírez (2008) por falta de riego oportuno y temperatura promedio más altas a lo observado en el presente experimento, que explica la precocidad de las etapas en general, por otro lado la buena conducción del manejo del cultivo podría afectar positivamente en la precocidad de la floración así como factores genéticos, como indica San Roman (2019) en un estudio de rendimiento de frijol con diferentes fuentes de abono, que la buena fertilización afecta positivamente en la precocidad de la floración. Además, como se comentó anteriormente las más precoces tienden a ser los de hábito determinado, como las accesiones de líneas blancas y cranberry, y las de hábito indeterminado como las accesiones de líneas rojas serían las más tardías. Ver hábitos de crecimiento a mayor detalle en el Anexo 8.

En la etapa de formación de vainas (R7) en la prueba de Tukey, los que presentaron mayores precocidades absolutas fueron SAB 703, SAA 20 y SAB 704 con 43 DDS, sin diferencias estadísticas. Mientras que SER 369 y SER 378 presentaron mayor valor absoluto con 57.3 y 56.7 días a la formación de vainas. Ambos grupos diferenciándose estadísticamente (observar Anexo 20 y 21).

En la etapa de llenado de vainas (R8) en la prueba de Tukey, SAB 703 con valor 52 DDS fue el que presentó menor valor, difiriéndose estadísticamente en 13.1 días con los que presentan mayor valor de días a la siembra cuales fueron SER 374, SMR 107, SER 369, SER 374 y SER 378. Ambos grupos diferenciándose estadísticamente.

Comparando los promedios de la Tabla 11, de la etapa de floración R6 de accesiones de líneas similares y las variedades comerciales representadas en la Figura 11, tenemos:

Para la accesión SAB 701 de línea cranberry, la etapa fenológica de floración con 39 días presentó el menor tiempo, a diferencia de la variedad comercial Cranberry, cual se demoró 5.3 días más en llegar a la etapa. Galvez (2013) en una comparación de líneas rojas muestra que la variedad Cranberry demora 45.67 días a llegar a dicha etapa. Rojas, L.A &

Huaringa, A.W. (2019?), encontraron en accesiones del CIAT durante noviembre a febrero, que las Cranberry fueron ultimas en florear con 61 días.

La accesión SAB 703, es el siguiente que tiene menor tiempo para el grupo de líneas blancas con 39.3 días a la floración, siendo más precoz en 12 días, que la variedad comercial Blanca Nema (51.3 DDS). Aquella accesión fue más precoz que a lo conseguido por Nazario (1992) en un estudio de líneas blancas con promedio 53 días a la floración, y a lo hallado por Melendez (2007) en una comparación de líneas blancas (69.7 días a la floración con rendimiento de 1 t/ha), donde el valor mínimo fue alcanzado por la variedad Blanco Laran con 59 días a la floración. SAB 703 también fue menor a lo encontrado por Rojas, L.A & Huaringa, A.W. (2019?), que encontraron en accesiones del CIAT y sus testigos, un promedio de 54 días a la floración, también obtuvo en frijoles de grupo de alubias (ALU), canario y caraotas un promedio mayor de 50 días a la floración.

Tenemos que, para las líneas rojas, la accesión SMR 125 presentó 41.3 días a la floración con bajo rendimiento, pero la siguiente más precoz fue SMR 113 que presentó 42.7 días a la floración con un rendimiento alto del grupo de granos rojos con 1245.2 Kg/ha, y fue más precoz que la variedad comercial Dark Red Kidney en 0.6 días. Sin embargo, Galvez (2013) en la comparación de líneas rojas encontró un promedio de 41.13 días a la floración con 1809.0 Kg/ha de rendimiento promedio en el experimento, siendo precoz en solo 1.57 días, pero con mayor rendimiento. Sin embargo, SMR 125 y SMR 113 fueron más precoces a las accesiones del CIAT de granos rojos encontrados por Rojas, L.A; Huaringa, A.W. (2019), con 50 días a la floración, en un experimento realizado de noviembre a febrero en condiciones de costa central.

Al observar y comparar los resultados del Tabla 11, se puede apreciar el grupo de líneas blancas y cranberry tienen tendencia de presentar precocidad y altos rendimientos, ratificada en la Figura 3.

A continuación, vemos en la Figura 11, el desarrollo de las etapas fenológicas en comparación numérica a las variedades comerciales evaluadas en el presente experimento, y señala dentro del cuadro algunos valores de a los días de floración.

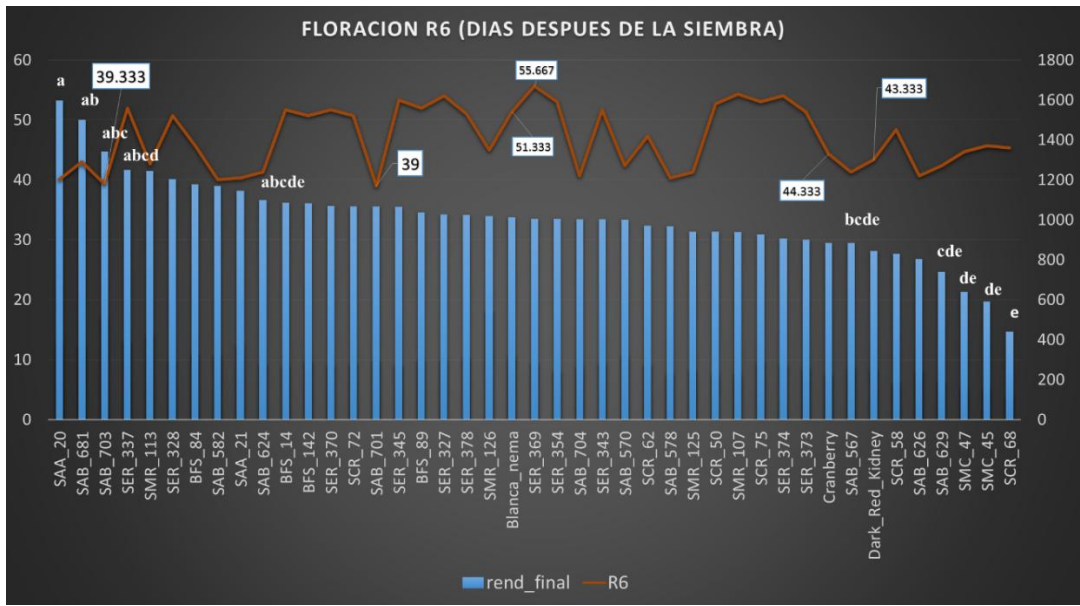


Figura 11: Desarrollo de la etapa fenológica en días después de la siembra: Floración (R6).

V. CONCLUSIONES

Las accesiones de frijol introducidas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical, para las condiciones desarrolladas y evaluadas en el presente experimento y en base a los resultados podemos concluir:

1. Las accesiones evaluadas de líneas cranberry y blancas fueron las que obtuvieron los valores más altos para esta variable, además fueron una de las más precoces en llegar al día de floración. Donde la línea SAA 20 de línea blanca (1597.2 Kg/ha) presentó el mejor valor absoluto para rendimiento, seguida de las accesiones SAB 681 (línea cranberry), SAB 703 (línea blanca) y SER 337 (línea roja) con mejores valores para rendimiento con 1499.9, 1341.4 y 1250.1 Kg/ha respectivamente.
2. En relación a los componentes agronómicos: Las accesiones SAB 681, SAA 21 y SMR 126 obtuvieron los mejores resultados para las variables, excepto para dos variables como fue el número de vainas por planta (en SAB 681 y SAA 21); número de granos por vaina (en SAB 681), lóculos por vaina (en SMR 126), altura de planta (en SAA 21) e índice de cosecha (para SMR 2126). Las demás accesiones obtuvieron más de dos variables que no destacaron en cuanto a valores mayor o igual a sus promedios, teniendo en cuenta que se encontraron diferencias significativas en las variables las cuales por ser cuantitativas están afectadas por factores ambientales, genéticos y la interacción de estas.
3. Las líneas blancas, cranberry fueron las más precoces en llegar a su etapa fenológica, de las cuales SAB 701 y SAB 703, fueron las más precoces con 39 y 39.3 días a la floración respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente de SAA 20 ni SAA 21 que obtuvo valor de 40.0 y 40.3 respectivamente.

4. Las líneas SMR 126, SMR 113, BFS 142, BFS 89, SER 343 y SCR 68, todas de líneas rojas, obtuvieron los mejores resultados de zinc y hierro juntos, donde los cuatro primeros también presentaron altos valores absolutos de rendimiento y los dos primeros fueron más precoces del grupo y con valores altos para rendimiento planta.

5. La mejor accesión se determinará para el objetivo que se quiere alcanzar y con sus mejores combinaciones de los componentes de rendimiento.

VI. RECOMENDACIONES

Las líneas cranberry y blancas son los mejores a recomendar con mejores características agronómicas, y las rojas en contenido de hierro y zinc.

Las accesiones SAA 20, SAB 681, SAB 703, SAA 21, SAB 701, SMR 126, SMR 113 serían los tratamientos a recomendar fisiológicamente, donde las dos últimas además contienen altos valores de micronutrientes de zinc y hierro.

Investigar en diferentes épocas de cosechas y diferentes densidades para obtener las expresiones de sus mejores características de cada accesión y estabilidad de cada variable estudiada.

Finalmente, los datos cuantitativos son determinados por factores genéticos, pero con gran influencia de factores ambientales que los varía, es decir que a medida que se proyecte más ensayos en diferentes épocas de siembra, se puede distinguir la estabilidad de las variables tomadas en el experimento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA AGRARIA TRUJILLO (AAT). (2013). Cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Gerencia Regional de Agricultura. Trujillo, PE. Vol 8. N° 06.
- ANDINA. (2014). Primera exportación de frijol Alubia salió desde Cajamarca rumbo a Europa. Ed. Empresa Peruana de Servicios Editoriales S.A. Andina. Agencia Peruana De Noticias. Consultado 12 Jul. 2019. Tomado de la web: <https://andina.pe/agencia/noticia-primera-exportacion-frijol-alubia-salio-desde-cajamarca-rumbo-a-europa-518177.aspx>
- ALFONSO, Y. (2015). Respuesta agronómica de accesiones de frijol fortificado sembrado en época tardía. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. 28p.
- ALVARADO, E.H. (2018). Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015. (Tesis. Ing. Agrónomo), Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque-Perú.
- AROLDO, D. (2010). Evaluación de seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), bajo condiciones de cultivo tradicional en localidades de Chimaltenango y Sololá. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. 94 p.
- BEEBE, S; RAMIREZ-VILLEGAS, J; ÁLVAREZ, P; RICAURTE, J; MORA, A; GUERRERO, A.F; ROSAS, JC; RODRÍGUEZ, J.M; MAURITS VAN DEN BERG. (2017). Modelación del frijol en Latinoamérica: Estado del arte y base de datos para parametrización. Joint Research Centre (JRC). Technical Reports. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Consultado 16 Dic. 2018. Tomado de la web: http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC110112/modelacion_de_frijol_en_latinoame%CC%81rica_20180202_final_online.pdf

- BRUNO, J. (1990). Leguminosas Alimenticias. Ed. Fraele. S.A., Lima - Perú.
- BUTRON, DM. (2015). Aplicaciones de bocashi y té de compost en el rendimiento de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Canario en condiciones del valle de Siguas-Arequipa. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa. UNSA. Arequipa-Perú. 78 p. Disponible en la web: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/383/M-21591.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CALZADA, J. (1982). Métodos estadísticos para la investigación. 5ta edición. Lima-Perú.
- CAMARENA, F.; HUARINGA, A.; MOSTACERO, E. (2009). Innovación fitotécnica para el incremento de la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Edición, Agrum. Concytec. Universidad Nacional Agraria La Molina. Ed. 1.
- CHAVEZ, M.; GARCÉS, S.; MUÑAQUI, JE.; SIFUENTES, P. (1997). Evaluación de la cadena de exportación de frijol castilla al mercado de la Unión Europea 1997. Ciclo optativo de profesionalización. Finanzas en Agronegocios.
- CIAT BLOG. (2016). Lanzan nuevas variedades de fríjol para mejorar la alimentación de los colombianos y responder al cambio climático (en línea). Consultado 12 Feb. 2019. Tomado de la web: <https://blog.ciat.cgiar.org/es/lanzan-nuevas-variedades-de-frijol-para-mejorar-la-alimentacion-de-los-colombianos-y-responder-al-cambio-climatico/>
- CIAT (1980). Problemas de producción del frijol: Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 412 p.
- CIAT. (1982). Etapas de Desarrollo de la planta de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L). Cali.CO. 26 p.
- CIAT. (1986). Etapas de desarrolla de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Cali, CO. 34 p.
- CIAT. (1979). Frijol, Informe Anual del Programa de Frijol. Cali, CO. 115p. (en línea). Consultado 18 Ago. 2019. Tomado de la web: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/14304.pdf

- CIAT. (1989). Problemas de Producción del Frijol en los Trópicos. 798p. (en línea). Consultado 18 Ago. 2019. Tomado de la web: <https://core.ac.uk/download/pdf/132664941.pdf>
- CIAT. (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonhoven, Aart Pastor, Marcial A. Cali, CO. 56 p.
- CIAT. (1992). Manejo Integrado de Plagas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de frijol. CIAT-BID-PRFRIJOL. 380 pgs. (en línea). Consultado 12 Feb. 2019. Tomado de la web: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/SB_327_U5_Vol.1.pdf
- DEBOUCK, D.G; HIDALGO, R. (1984). Morfología de la Planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. 2da Ed. Cali, CO. 49 p. Tomado de la web: <https://books.google.com.pe/books?id=AtOLF2NhJogC&pg=PA4&dq=EL+FRIJO L&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjT1Jievd3jAhVFx1kKHaYEBcYQ6AEIUjAJ#v=onepage&q=EL%20FRIJOL&f=false>
- ESPINOZA, E. (2009). Evaluación de 16 genotipos seleccionados en dos densidades de siembra de frijol canario cv. Centenario (*Phaseolus vulgaris* L.) Por su calidad y rendimiento en condiciones de costa central. Tesis mg. Scientiae. Especialidad de Producción Agrícola. 179 pgs.
- FAO y OMS. (2017). Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes. Consultado el 12 Jul. 2019. 388 p. Tomado de la web: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255541/9789243594019-spa.pdf;jsessionid=BB9DB3AF1EEFFE99D98ED57CB3033DB0?sequence=1>
- FAO. (1995). Contenido de nutrientes en alimentos seleccionados. Consultado el 12 de Julio de 2019. Tomado de la web: <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s1x.htm#TopOfPage>
- FAO. (2003?). Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de fríjol voluble. Introducción a las BPA. (en línea). Consultado 31 Jul. 2019. Disponible en la web: <http://www.fao.org/3/a1359s/a1359s02.pdf>

- FAO. (2004). Guía de nutrición de la familia. Nutrientes en los alimentos. Consultado el 12 de Julio de 2019. Tomado de la web: <http://www.fao.org/3/y5740s/y5740s16.pdf>
- FAO. (2019a). El papel de la FAO en los recursos genéticos. Consultado el 12 de Set. de 2019. <http://www.fao.org/genetic-resources/es/>
- FAO. (2019b). FAOSTAT. Data Crops. Consultado 30 Jul. 2019. Tomado de la web: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- FERNANDEZ, O; LÓPEZ, M; SCHOONHOVEN, A. (1985). Frijol. Investigación y producción: Etapas de desarrollo en la planta de frijol. Programa de las Naciones Unidas (PNUD); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. p. 61-78. Tomado de la web: <http://biofort.com.gt/biofortificados-en-guatemala/frijol-de-alto-contenido-mineral/>
- FIRA. (2016). Panorama Agroalimentario. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Boletín informativo. Consultado 07 Mar. 2019. Disponible en la web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200638/Panorama_Agroalimentario_Frijol_2016.pdf
- FRANCO, T. L; HIDALGO, R. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Filogenéticos. Boletín técnico no. 8. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. Disponible en la web: https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/An%C3%A1lisis_estad%C3%ADstico_de_datos_de_caracterizaci%C3%B3n_morfol%C3%B3gica_de_recursos_fitogen%C3%A9ticos_894.pdf
- GALLEGO, S; OSPINA, B; NUTTI, M; TALSMA, E.F. (2016). Tecnologías poscosecha con cultivos biofortificados. CIAT. Cali, CO. 1p. Disponible en la web: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/79080>
- GALVEZ, H. (2013). Ensayo preliminar del rendimiento de trece variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*. L) de grano rojo en costa central. Tesis. Ing. Agrónomo. 95 p. La Molina-Perú.

- GESTION. (2016). Legumbres: ¿Cuánto se produce en Perú y en qué regiones? Consultado el 12 de Julio de 2019. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/legumbres-produce-peru-regiones-146863-noticia/>
- GESTION. (2019). El potencial exportador de los alimentos nutritivos peruanos. Ed. El Comercio S.A. Consultado el 12 de Julio de 2019. Disponible en: <https://gestion.pe/gestion-tv/potencial-exportador-alimentos-nutritivos-peruanos-258265>
- HARVESTPLUS. (c2014). Preguntas frecuentes (en línea). Consultado 12 Feb. 2019. Tomado de la web: <http://lac.harvestplus.org/preguntas-frecuentes/>
- HERNANDEZ, JC. (2009). Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Manual de recomendaciones técnicas del cultivo de frijol. Costa Rica. (en línea). Consultado 01 Ago. 2019. 79 pgs. Tomado de la web: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9533.pdf>
- IICA. (2009). Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del Departamento de Boaco, Nicaragua. 22 p. (en línea) Consultado 16 Mar. 2019. Tomado de la web: <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
- ICTA. (2017). Variedad de frijol arbustivo Biofortificada con hierro y zinc. Guatemala. Disciplina de divulgación. Investigación para el desarrollo agrícola. (en línea). Consultado 16 Dic. 2018. Tomado de la web: <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Frijol/ICTA%20Chorti%20ACM%20Varieda%20de%20frijol%20arbustivo%20biofortificado%20con%20hierro%20y%20zinc,%202017.pdf>
- IFPRI. (1995). Instituto Internacional de Investigaciones Sobre Políticas Alimentarias. Visión de la alimentación, la agricultura y el medio ambiente en el año 2020. Ed. 2020 Visión.
- INIA. (2009). Informe nacional sobre el estado de los recursos filogenéticos para la agricultura y la alimentación. Perú: segundo informe sobre el estado de los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura. (en línea). Consultados 01 Ago. 2019. Disponible en la web: <http://www.fao.org/3/i1500e/Peru.pdf>

- LAING, DR 1978. Adaptabilidad y estabilidad en el comportamiento de plantas de frijol común. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 23 p. (en línea). Consultados 01 Ago. 2019. Disponible en la web: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/69890>
- LOPEZ, J.E; LIGARRETO, G.A (2006). Evaluación por rendimiento de 12 genotipos promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Bola roja y Reventón para las zonas frías de Colombia. Agron. Colom. Vol 24(2). (en línea). Disponible en la web: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/20027>
- LÓPEZ, K. (2019). Consolidando los esfuerzos de la biofortificación en Guatemala. Consolidando los esfuerzos de la biofortificación en Guatemala. Plataforma BIO FORT Rev 16.10.18. Disponible en la web: <http://www.incap.int/index.php/es/noticias/1139-la-biofortificacion-de-semillas-una-alternativa-a-la-reduccion-de-la-desnutricion>
- LOZANO, F; GOMEZ, J; BENITES, O; DE MENDIBURU, F. (2018). Yupana: herramienta web interactiva para el análisis de datos en la investigación agropecuario e industrial [Internet]. Perú: Quipo.org; 2018. Disponible en: www.quipo.org
- MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN, MAGA. (S.F). La biofortificación de semillas, una alternativa a la reducción de la desnutrición. Consultado 09 Jul. 2019. Disponible en la web: <http://mail.incap.int/index.php/es/noticias/1139-la-biofortificacion-de-semillas-una-alternativa-a-la-reduccion-de-la-desnutricion> .
- MARIA DEL SOCORRO, L; LIGARRETO, G; MORENO, JS; MARTINEZ, O. (2001). Selección de variables cuantitativas y clasificación de 22 accesiones de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Corpoica. Vol 3. N°2.
- MARTIN, M; ARAGÓN, P; GÓMEZ, C. (2002). Análisis Químico de Suelos y Aguas. Manual de Laboratorio. Universidad Politécnica de Valencia.
- MELLENDEZ, D. (2007). Evaluación de comportamiento agronómico de variedades de frijol blanco (*Phaseolus vulgaris* L.) En siembra de invernadero en costa central. Tesis Ing. Agrónomo. 54 p.

- MINAGRI. (2015a). Informe de Seguimiento Agroeconomico - ISA. Ed. I Trimestres 2015. Dirección general de seguimiento y evaluación de políticas – DGESEP. Consultado 01 Ago. 2019. Disponible en la web: file:///C:/Users/CONTABILIDAD/Downloads/isa_primer_trimestre281015.pdf
- MINAGRI. (2015b). Menestras. Consultado el 12 de Jul. 2019. Disponible en la web: <http://minagri.gob.pe/portal/33-sector-agrario/menestras>
- MINAGRI. (2015?) Programa Presupuestal 0089. Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios. Ficha Técnica N° 05. Requerimientos Agroclimáticos del Cultivo de Frijol. Revisado 12 Mar. 2018. Disponible en la web: <http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha05-frijol.pdf> .
- MINAGRI. (2016). Leguminosas de grano. “Semillas nutritivas para un futuro sostenible”. 75 p. 1era. Ed. (en línea). Consultado 15 Set. 2018. Tomado de la web: <http://minagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- MINSA. (2017). Plan Nacional para la reducción y control de la anemia Materno Infantil y la Desnutrición Crónica Infantil en el Perú: 2017-2021. Documento técnico. Consultado el 11 de Julio de 2019. Disponible en la web: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/4189.pdf>
- NAZARIO, JC. (1992). Evaluación de Rendimiento de 25 Variedades de Frijol Blanco Mediano (*Phaseolus vulgaris* L.) en Condiciones de la Molina. Tesis Ing. Agrónomo. 101 p.
- NICHO, PE. (2008). Ensayo morfo agronómico de 14 cultivares de frijol panamito (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agrónomo. Lima – Perú. 52 p.
- ÑOPO, L.M. (2018). Ensayo del rendimiento de doce variedades promisorias de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) bajo condiciones de la Molina. Tesis. Ing. Agrónomo. Lima. Perú. UNALM. 63 p.
- OSWALDO, V. (2000). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Legado de variedades de América Latina 1930-1999. CIAT. N° 321.
- PALMER, N. (2016). Científicos de biofortificación ganan el Premio Mundial de la Alimentación. Ciat Website. (en línea). Consultado 12 Feb. 2019. Tomado de la

web: <https://blog.ciat.cgiar.org/es/cientificos-de-biofortificacion-ganan-el-premio-mundial-de-la-alimentacion/>

PERU 21. (2018). Redacción Perú 21. Sociedad Peruana de Nutrición informa que existen 600 mil niños con anemia en el Perú. Consultado 12 Feb. 2019. Disponible en la web: <https://peru21.pe/peru/anemia-sociedad-peruana-nutricion-revela-existen-600-mil-ninos-enfermedad-fotos-408928-noticia/>

PROMPERU. (2016). Programa DOC. Análisis Situacional del Sector Exportador. Consultado el 12 de Julio de 2019. Disponible en la web: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/capacitacion/1An%C3%A1lisis%20situacional%20del%20sector-TALLER%20PROMOCI%C3%93N%20ses.1.pdf>

PROYECTO RED DE INNOVACION AGRICOLA. (2012). Guía de Identificación y Manejo Integrado de enfermedades en frijol en América Latín. Consultado 19 de Julio de 2019. Disponible en la web: http://www.fao.org/hn/l/images/doc/Enfermedades_Frijol.pdf

PUMALPA, ID. (2016). Caracterización fenotípica de líneas avanzadas de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). consultado el 20 de Julio de 2019. Disponible en la web: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2757>

RAMIREZ, E; BENCY, J. (2009). Evaluación agronómica de líneas avanzadas de frijol biofortificado (*Phaseolus vulgaris* L.) En el centro norte de Nicaragua en época de postera, 2007. Trabajo de graduación. Facultad de Agronomía.

RAMIREZ, J. (2008). Ensayo preliminar de rendimiento de líneas promisorias de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo canario en condiciones de la UNALM.

RAMOS, E. (2017). Canadá se convirtió en el país que más frijol Castilla compró a Perú. Agencia Peruana De Noticias. Consultado 11 Jul.2019. Tomado de la web: <https://agraria.pe/noticias/canada-se-convirtio-en-el-pais-que-mas-frijol-castilla-compr-13387>

RAMOS, E. (2018). Exportación de frijol canario llega a valores de US\$ 594 mil. Agencia Peruana De Noticias. Consultado 12 Jul. 2019. Tomado de la web: <https://agraria.pe/noticias/exportacion-de-frijol-canario-llega-a-valores-de-us-594-mil>

[17686?fbclid=IwAR0MxIZAwbD_fKBmMuitfUTX506v3zJwbwS9ZXMO4KGaCm4oI7dIPXSFXk4](https://www.facebook.com/IwAR0MxIZAwbD_fKBmMuitfUTX506v3zJwbwS9ZXMO4KGaCm4oI7dIPXSFXk4)

RAMOS, E. (2018). Exportaciones de frijol castilla alcanzaron valores de US\$ 1.8 millones durante el primer trimestre. Despachos a ritmo regular. Agencia Peruana De Noticias Consultado 12 Jul. 2019. Tomado de la web: <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-de-frijol-castilla-alcanzaron-valores-de-us-18-16523>

RAMOS, E. (2019). 2018: Exportación de frijol canario cerró en US\$ 7.3 millones. Agencia Peruana De Noticias. Consultado el 11 Jul. 2019. Tomado de la web: <https://agraria.pe/noticias/2018-exportacion-de-frijol-canario-cerro-en-us-73-millones-18353?fbclid=IwAR1MNzFf0Od0pX0JmoPs4YEyrgKev7aHEMbJGodnKoTXR18bvOZAcZ49IRg>

ROJAS, LA; HUARINGA, AW. (2019). Líneas promisorias de frijol común (*P. vulgaris* L.) bajo condiciones de costa central.

ROSALES-SERNA, R; OCHOA, R; ACOSTA, JA. (2001). Fenología y rendimiento del frijol en el altiplano de México y su respuesta al fotoperiodo. Agrociencia, Vol 35. p, 513-523. México.

ROSAS, J. C. (2003). El Cultivo del Frijol Común en América Tropical. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 2da Ed. Imprenta Litocom, Tegucigalpa, Honduras. 57 p.

RUBIO, C; GONZÁLES, D; MARTÍN-IZQUIERDO, RE; REVERT, C; RODRIGUEZ, I; HARDISSON, A. (2007). Alimentos funcionales. El zinc: oligoelemento esencial. Área de Toxicología. Universidad de La Laguna. Área de Toxicología. Universidad de La Laguna. Consultado 12 Jul. 2019. Tomado de la web: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112007000100012

SAGARPA. (2014). Solicitud de permiso para liberación experimental al ambiente del organismo genéticamente modificado frijol. INIFAP en campos del Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias en el estado de Guanajuato durante el ciclo agrícola primavera-verano 2014.

- SAN ROMAN, T.A. (2019). Rendimiento de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) con cuatro fuentes de abonos orgánicos en el distrito Nuevo Imperial, Cañete. Tesis Ing Agrónomo. 94 p. (en línea). Disponible en la web: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4023/san-roman-suarez-teodoro-ascension.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SEGOVIA, R. (1999). Evaluación de la adaptación y rendimiento de 16 variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de grano rojo pequeño en Costa Central del Peru. Tesis Ing. Agrónomo. 46 p.
- SENAMHI. (2019). Red de Estaciones. Red de Estaciones a nivel nacional. Revisado 12 Feb. 2019 Disponible en <https://www.senamhi.gob.pe/?p=datos-historicos>.
- SHIGARI, W. (2011). Inicio de control químico de la mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis* B.), en cultivo de Haba var. “Roja UNCP” mediante evaluación de Extrusión de huevos en la E.E.A. El Mantaro. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Del Centro Del Perú. Jauja. Perú. 58 p.
- SIICEX. (5 de Setiembre, 2019). Producto. Frijoles. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, MINAGRI. Recuperado http://www.siicex.gob.pe/siicex/portal5ES.asp?_page_=194.17100#anclafecha
- TOFIÑO-RIVERA, AP; PASTRANA-VARGAS, IJ; MELO-RÍOS, AE; BEEBE, S. (2016). Rendimiento, estabilidad fenotípica y contenido de micronutrientes de fríjol biofortificado en el Caribe seco colombiano. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria. Colombia. 17(3):309-329.
- VILCHEZ, AK. (2015). Rendimiento de Frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.) Var. Molinero Plv 1-3 Con Fertilización Fosfopotásica y cepas de *Rhizobium Sp.* En La Molina. Tesis Ing. Agronomo. UNALM. Lima - Perú. 87 p.
- VOYSEST, O. (2000). Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): legado de variedades de América Latina 1930 – 1999/ Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2000. 195p.illus. (publicación CIAT; n° 321). Revisado 12 Feb. 2019 Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54161?show=full>
- WHITE, J.W; IZQUIERDO, J. (1989). Frijol: Fisiología del potencial del Rendimiento y la Tolerancia al Estrés. Consultado 16 Ago. 2019. Tomado de la web: <http://ciat->

library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Digital/37683_Frijol_%20Fisiologia_%20del%200_potencial_%20de_%20rendimiento_%20y_%20tolerancia%20_al_%20estres.pdf

WILFREDO, K. (2019). La mejor información sobre Comercio Exterior Agropecuario del Perú. Agrodata Perú. Consultado el 11 Juli. 2019. Disponible en la web: <https://www.agrodataperu.com/category/exportaciones/todos-exportacion>

YANAC, LA. (2018). “Análisis del crecimiento y rendimiento de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Con diferentes dosis nitrogenadas, en la Molina. Tesis. Ing. Agrónomo. UNALM. Lima. 112 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Datos de la producción y rendimiento del frijol en grano seco del Perú, Brasil y el mundo.

| | | | Unit/year | Flag Description | 2014 Value | 2015 Value | 2016 Value | 2017 Value |
|--------------|-------------------|------------------|-----------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Brazil [21] | Production [5510] | Beans, dry [176] | tonnes | Official data | 3294586 | 3088926 | 2615832 | 3033017 |
| Brazil [21] | Yield [5419] | Beans, dry [176] | hg/ha | Calculated data | 10342 | 10780 | 10123 | 10850 |
| Peru [170] | Production [5510] | Beans, dry [176] | tonnes | Official data | 89517 | 89575 | 80887 | 75736 |
| Peru [170] | Yield [5419] | Beans, dry [176] | hg/ha | Calculated data | 11660 | 11401 | 11401 | 11478 |
| World [5000] | Production [5510] | Beans, dry [176] | tonnes | Aggregate, may include official, semi-official, estimated or calculated data | 26798315 | 27613113 | 28783645 | 31405912 |
| World [5000] | Yield [5419] | Beans, dry [176] | hg/ha | Calculated data | 8833 | 8963 | 8419 | 8614 |

FUENTE: FAO 2019. Data Crops. FAOSTAT. Elaboración propia.

Anexo 2: Principales variedades y mercados de exportación

| CULTIVOS | Mercados de Exportación |
|---------------------------|--|
| Canario | EE.UU. |
| Larán | Venezuela, España, Portugal |
| Dark Red Kidney | Reino Unido, Italia, Francia, Países Bajos, Alemania, España, Japón. |
| Light Red Kidney | Canadá, Francia, Portugal, Japón, |
| Caraota | Brasil, Japón |
| Marrow (caballero) | España, Italia, Alemania, Austria, Corea |
| Caupí Black Eye | Portugal, EE.UU. Grecia, Reino Unido, Argelia, Bélgica, España, Emiratos Arabes, Israel. |
| Frijol de Palo | EE.UU. Puerto Rico, Bahamas, Portugal, Venezuela, Reino Unido. |

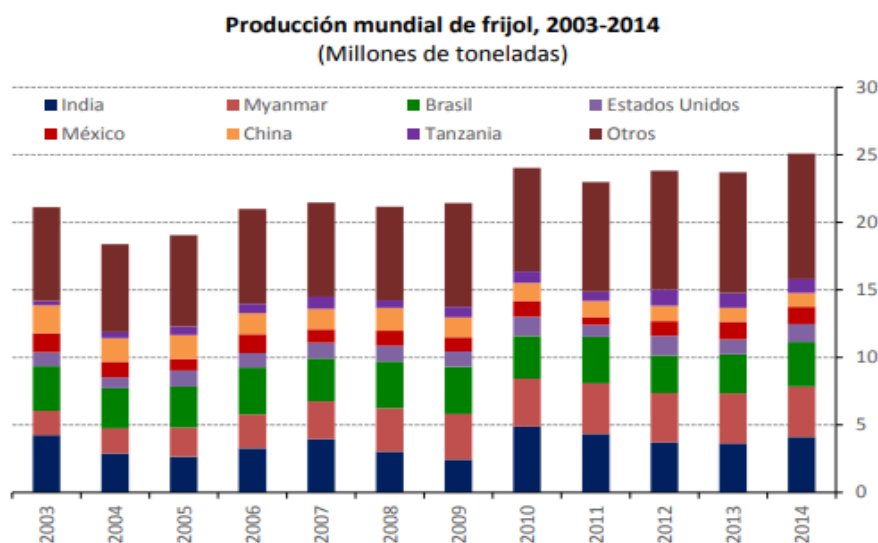
FUENTE: MINAGRI (2015).

Anexo 3: Recopilación de datos de variedades exportadas, lugar de producción, destino, y precios FOB alcanzados.

| VARIEDAD | ORIGEN | DESTINO | AÑO | PRECIO FOB |
|-----------------|-----------|--|------|-----------------|
| Frijol alubia | Cajamarca | España, Alemania | 2014 | No especificado |
| Frijol canario | Abancay | EE.UU, Japón, España, Italia, Chile | 2016 | No especificado |
| Frijol castilla | Perú | Canadá, Italia, Reino Unido, España, Emiratos Árabes Unidos, Panamá Italia, Reino Unido, España, | 2017 | US\$ 7.412.138 |
| Frijol canario | Perú | Estados Unidos y Canadá, España Reino Unido Italia | 2018 | US\$ 7.372.466. |
| Frijol canario | Perú | EE.UU. Chile, Croacia Japón, España, Italia y | 2017 | US\$ 7.412.138 |

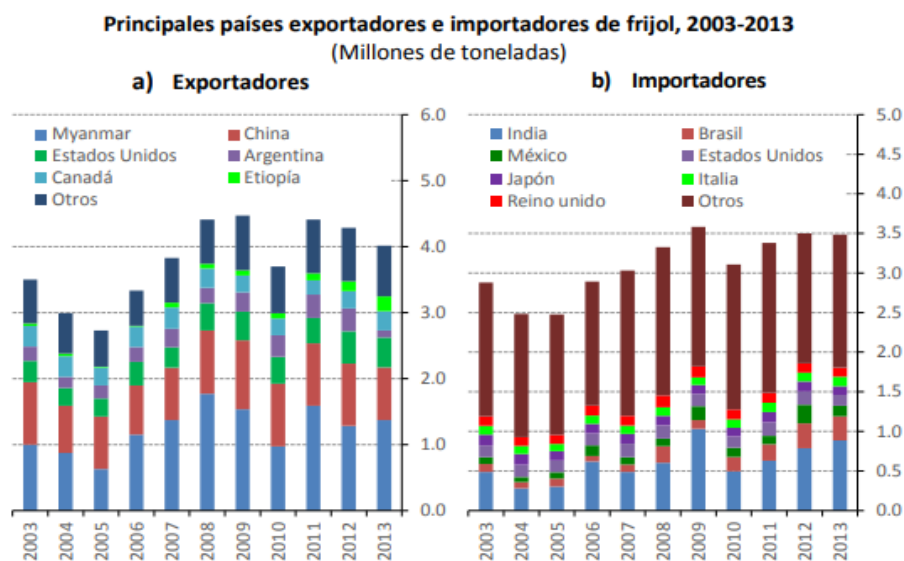
FUENTE: Agencia Agraria de Noticias (2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019). Elaboración propia.

Anexo 4: Figura de la producción mundial de frijol en el periodo 2003-2014.



FUENTE: FAO citado por FIRA (2016)

Anexo 5: Figuras de países exportadores e importadores a nivel mundial, 2003-2013.



FUENTE: FAO citado por FIRA (2016)

Anexo 6: Aporte de energía, proteínas y grasas de algunos alimentos.

| ALIMENTOS | % PC | en 100 g de parte comestible | | | |
|---|------|------------------------------|-----------|-------|---------------------|
| | | Energía | Proteínas | Grasa | Hidratos de Carbono |
| | | kcal | g | g | g |
| Cereales | | | | | |
| Pan, blanco | 100 | 261 | 7,7 | 2,0 | 53,1 |
| Maíz | | | | | |
| ▶ integral, harina | 100 | 353 | 9,3 | 3,8 | 70,4 |
| ▶ refinada, harina | 100 | 368 | 9,4 | 1,0 | 80,4 |
| ▶ gruesa, papilla* | 100 | 105 | 2,6 | 0,3 | 23,0 |
| ▶ fina, papilla* | 100 | 54 | 1,4 | - | 12,1 |
| Arroz, pulido | | | | | |
| ▶ crudo | 100 | 361 | 6,5 | 1,0 | 81,5 |
| ▶ cocido* | 100 | 123 | 2,2 | 0,3 | 27,9 |
| Raíces ricas en almidón y frutas | | | | | |
| Casava, yuca o mandioca | | | | | |
| ▶ fresca | 74 | 149 | 1,2 | 0,2 | 35,6 |
| ▶ seca o harina | 100 | 344 | 1,6 | 0,5 | 83,3 |
| ▶ fresca, hervida* | 100 | 149 | 1,2 | - | 36,1 |
| Plátanos, crudos | 66 | 135 | 1,2 | 0,3 | 31,9 |
| Papas, crudas | 80 | 79 | 2,1 | 0,1 | 17,4 |
| Camote, crudo | 80 | 105 | 1,7 | 0,3 | 23,9 |
| Legumbres | | | | | |
| Frijoles y arvejas, secas y crudas | 100 | 333 | 22,6 | 0,8 | 58,9 |
| Garbanzos crudos*** | 100 | 349 | 18,2 | 6,2 | 57,7 |
| Lentejas crudas*** | 100 | 326 | 24,0 | 1,3 | 57,4 |
| Frijol de soja, seco y crudo | 100 | 416 | 36,5 | 20,0 | 22,5 |
| Semillas oleaginosas | | | | | |
| Cacahuete o maní seco, crudo** | 100 | 632 | 23,7 | 49,7 | 22,4 |
| Nueces*** | 100 | 498 | 12,8 | 50,1 | 23,1 |
| Semilla de girasol, cruda | 100 | 605 | 22,5 | 49,0 | 18,5 |

FUENTE: FAO (2004).

Anexo 7: Contenido de nutrientes, incluido el hierro en 100 gramos de porción de diferentes alimentos.

| Alimento | Energía (kcal) | Proteína (g) | Grasa (g) | Calcio (mg) | Hierro (mg) |
|---|-------------------|-----------------|--------------|----------------|----------------|
| Semillas comestibles | | | | | |
| Frijol Mung seco | 347 | 23,9 | 1,1 | 132 | 6,7 |
| Lenteja seca | 338 | 28,1 | 1,0 | 51 | 9,0 |
| Maní seco | 567 | 25,8 | 49,2 | 92 | 4,6 |
| Productos cereales (ítems ayuda alimentaria) | | | | | |
| Harina de maíz fortificada con soja | 392 | 13,0 | 1,5 | 178 | 4,8 |
| Avena en hojuelas | 363 | 13,0 | 7,0 | 70 | 4,0 |
| Sémola de sorgo fortificada con soja | 360 | 16,0 | 1,0 | 40 | 2,0 |
| Raíces feculentas y frutas | | | | | |
| Yuca fresca (26) | 149 | 1,2 | 0,2 | 68 | 1,9 |
| Patata, Irlandesa (20) | 79 | 2,1 | 0,1 | 7 | 0,8 |
| Batata (amarilla) (19) | 105 | 1,7 | 0,3 | 22 | 0,6 |
| Verduras | | | | | |
| Zanahoria | 43 | 1,0 | 0,2 | 27 | 0,5 |
| Berenjena | 26 | 1,1 | 0,1 | 36 | 0,6 |
| Hojas verde oscuro (espinaca) | 22 | 2,9 | 0,4 | 99 | 2,7 |
| Frutas | | | | | |
| Aguacate o palta | 161 | 2,0 | 15,3 | 11 | 1,02 |
| Limón | 29 | 0,6 | 0,3 | 26 | 0,60 |
| Guayaba | 51 | 0,8 | 0,6 | 20 | 0,30 |
| Carne | | | | | |
| Carne de conejo | 122 | 20,4 | 3,40 | 12 | 1,8 |
| Carne de ganado | 115 | 22,0 | 1,90 | 4 | 1,9 |
| Hígado de vaca | 123 | 19,7 | 3,10 | 7 | 7,1 |
| Carne de cerdo | 114 | 22,0 | 1,90 | 3 | 1,0 |
| Carne de cabra (con grasa) | 161 | 19,5 | 7,90 | 10 | 2,0 |
| Cecina | 225 | 25,3 | 12,00 | 14 | 4,1 |
| Pollo | 139 | 19,0 | 7,00 | 15 | 1,5 |
| Pescado | | | | | |
| Bacalao | 82 | 17,7 | 0,4 | 24 | 0,4 |
| Pescado seco, salado | 225 | 47,0 | 7,5 | 343 | 2,8 |
| Sardinas (enlatadas en aceite) | 238 | 24,1 | 13,9 | 330 | 2,7 |

FUENTE: FAO (1995).

Anexo 8: Relación de semillas del CIAT y semillas donadas por PLGO.

| TRAT. | Accesión | Hab | Color semilla | Tamaño semilla | Observación |
|---|----------|-----|---------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 1 | BFS 14 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, baja fertilidad, sequía |
| 2 | BFS 84 | 2 | Sd | M | Líneas rojas, baja fertilidad, sequía |
| 3 | BFS 89 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, baja fertilidad, sequía |
| 4 | BFS 142 | 2 | Rojo oscuro | M | Líneas rojas, baja fertilidad, sequía |
| 5 | SMC 45 | 2 | carioca rd | P | Líneas cariocas, sequía minerales |
| 6 | SMC 47 | 2 | carioca rd | M | Líneas cariocas, sequía minerales |
| 7 | SCR 50 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía c3 |
| 8 | SCR 58 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía c3 |
| 9 | SCR 62 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía c3 |
| 10 | SCR 68 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía c3 |
| 11 | SCR 72 | 2 | oscuro, claro | M | Líneas rojas, sequía c3 |
| 12 | SCR 75 | 2 | Sd | M | Líneas rojas, sequía c3 |
| 13 | SMR 107 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía minerales |
| 14 | SMR 113 | 2 | Rojo opaco | M | Líneas rojas, sequía minerales |
| 15 | SMR 125 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía minerales |
| 16 | SMR 126 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía minerales |
| 17 | SER 327 | 2 | Sd | M | Líneas rojas, sequía |
| 18 | SER 328 | 2 | Rojo | G | Líneas rojas, sequía |
| 19 | SER 337 | 2 | Rojo | G | Líneas rojas, sequía |
| 20 | SER 343 | 2 | Sd | M | Líneas rojas, sequía |
| 21 | SER 345 | 2 | Rojo | G | Líneas rojas, sequía |
| 22 | SER 354 | 2 | Sd | M | Líneas rojas, sequía |
| 23 | SER 369 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía |
| 24 | SER 370 | 2 | oscuro, claro | M | Líneas rojas, sequía |
| 25 | SER 373 | 2 | Sd | M | Líneas rojas, sequía |
| 26 | SER 374 | 2 | oscuro, claro | M | Líneas rojas, sequía |
| 27 | SER 378 | 2 | Rojo | M | Líneas rojas, sequía |
| 28 | SAA 20 | 1 | Blanco | G | Líneas blancas sequía |
| 29 | SAA 21 | 1 | Blanco | G | Líneas blancas sequía |
| 30 | SAB 567 | 1 | Cranberry | M | Líneas cranberry, sequía |
| 31 | SAB 570 | 1 | Cranberry | M | Líneas cranberry, sequía |
| 32 | SAB 624 | 1 | Cranberry | M | Líneas cranberry, sequía |
| 33 | SAB 626 | 1 | cranberry mt | M | Líneas cranberry, sequía |
| 34 | SAB 629 | 1 | cranberry mt | M | Líneas cranberry, sequía |
| 35 | SAB 681 | 1 | Cranberry | M | Líneas cranberry, sequía |
| 36 | SAB 701 | 1 | Cranberry | M | Líneas cranberry, sequía |
| 37 | SAB 582 | 1 | Blanco | M | Líneas blancas sequía |
| 38 | SAB 578 | 1 | Blanco | M | Líneas blancas sequía |
| 39 | SAB 703 | 1 | Blanco | M | Líneas blancas sequía |
| 40 | SAB 704 | 1 | Blanco | M | Líneas blancas sequía |
| Semillas de variedades comerciales donadas por el PLGO | | | | | |
| Cranberry | | | | grano línea cranberry | |
| Dark Red Kidney | | | | grano línea roja | |
| Blanca numa o nema | | | | grano línea blanca | |

FUENTE: PLGO de la UNALM. 2018. Elaboración propia.

Leyenda: M: mediano, G: grande, rd: redondo.

Anexo 9: Contenido de zinc y hierro por método de extractos en semillas de frijol.

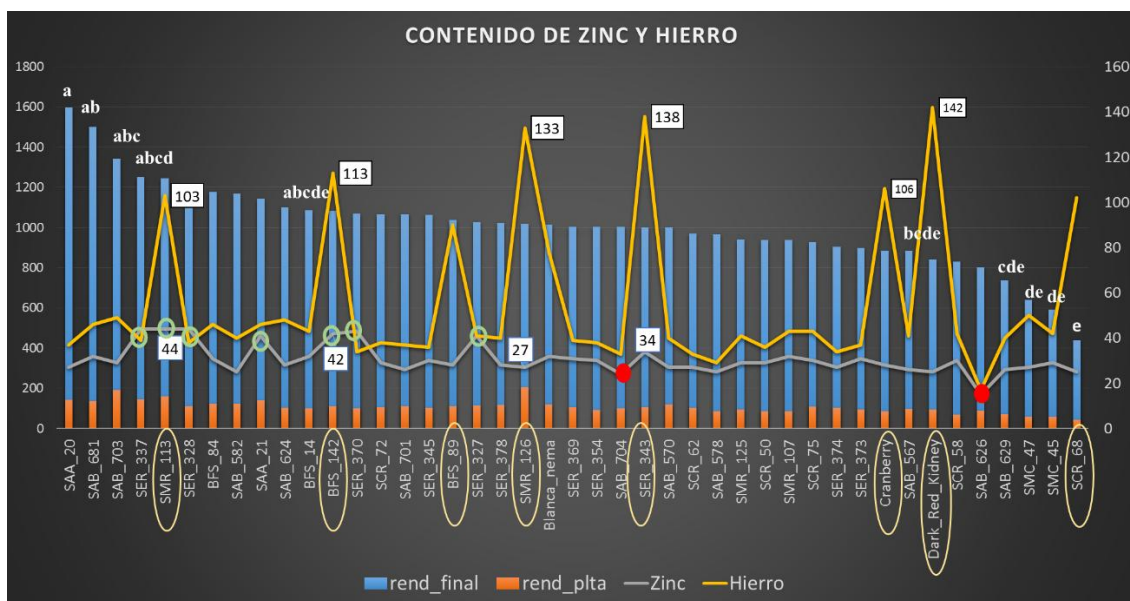
| TRAT. | DESCRIPCION | Accesiones | Zn ppm | Fe ppm |
|-------|------------------------------|----------------|--------|--------|
| T1 | líneas rojas/baja fertilidad | BFS 14 | 32 | 43 |
| T2 | líneas rojas/baja fertilidad | BFS 84 | 31 | 46 |
| T3 | líneas rojas/baja fertilidad | BFS 89 | 28 | 90 |
| T4 | líneas rojas/baja fertilidad | BFS 142 | 42 | 113 |
| T5 | líneas cariocas | SMC 45 | 29 | 42 |
| T6 | líneas cariocas | SMC 47 | 27 | 50 |
| T7 | líneas rojas | SCR 50 | 29 | 36 |
| T8 | líneas rojas | SCR 58 | 30 | 42 |
| T9 | líneas rojas | SCR 62 | 27 | 33 |
| T10 | líneas rojas | SCR 68 | 25 | 102 |
| T11 | líneas rojas | SCR 72 | 29 | 38 |
| T12 | líneas rojas | SCR 75 | 30 | 43 |
| T13 | líneas rojas | SMR 107 | 32 | 43 |
| T14 | líneas rojas | SMR 113 | 44 | 103 |
| T15 | líneas rojas | SMR 125 | 29 | 41 |
| T16 | líneas rojas | SMR 126 | 27 | 133 |
| T17 | líneas rojas | SER 327 | 41 | 41 |
| T18 | líneas rojas | SER 328 | 44 | 38 |
| T19 | líneas rojas | SER 337 | 44 | 39 |
| T20 | líneas rojas | SER 343 | 34 | 138 |
| T21 | líneas rojas | SER 345 | 30 | 36 |
| T22 | líneas rojas | SER 354 | 30 | 38 |
| T23 | líneas rojas | SER 369 | 31 | 39 |
| T24 | líneas rojas | SER 370 | 43 | 34 |
| T25 | líneas rojas | SER 373 | 31 | 37 |
| T26 | líneas rojas | SER 374 | 27 | 34 |
| T27 | líneas rojas | SER 378 | 28 | 40 |
| T28 | líneas blancas | SAA 20 | 27 | 37 |
| T29 | líneas blancas | SAA 21 | 41 | 46 |
| T30 | líneas cranberry | SAB 567 | 26 | 41 |
| T31 | líneas cranberry | SAB 570 | 27 | 40 |
| T32 | líneas cranberry | SAB 624 | 28 | 48 |
| T33 | líneas cranberry | SAB 626 | 15 | 17 |
| T34 | líneas cranberry | SAB 629 | 26 | 40 |
| T35 | líneas cranberry | SAB 681 | 32 | 46 |
| T36 | líneas cranberry | SAB 701 | 26 | 37 |
| T37 | líneas blancas | SAB 582 | 25 | 40 |
| T38 | líneas blancas | SAB 578 | 25 | 29 |
| T39 | líneas blancas | SAB 703 | 29 | 49 |
| T40 | líneas blancas | SAB 704 | 24 | 33 |

Variedades comerciales:

| LINEAS | Zinc | Hierro |
|-----------------|------|--------|
| Blanca nema | 32 | 78 |
| Cranberry | 28 | 106 |
| Dark Red Kidney | 25 | 142 |

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelos UNALM 2018.

Anexo 10: Contenido de zinc y hierro respecto al rendimiento de las 40 accesiones y variedades comerciales.



Anexo 11: Randomización de los tratamientos.

| TRATAMIENTO | DESCRIPCION | Bloque I | Bloque II | Bloque III |
|--------------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|
| T1 | BFS 14 | UE 101 | UE 224 | UE 302 |
| T2 | BFS 84 | UE 102 | UE 231 | UE 307 |
| T3 | BFS 89 | UE 103 | UE 239 | UE 330 |
| T4 | BFS 142 | UE 104 | UE 221 | UE 319 |
| T5 | SMC 45 | UE 105 | UE 211 | UE 338 |
| T6 | SMC 47 | UE 106 | UE 207 | UE 331 |
| T7 | SCR 50 | UE 107 | UE 235 | UE 314 |
| T8 | SCR 58 | UE 108 | UE 206 | UE 308 |
| T9 | SCR 62 | UE 109 | UE 223 | UE 322 |
| T10 | SCR 68 | UE 110 | UE 205 | UE 335 |
| T11 | SCR 72 | UE 111 | UE 225 | UE 305 |
| T12 | SCR 75 | UE 112 | UE 219 | UE 340 |
| T13 | SMR 107 | UE 113 | UE 202 | UE 315 |
| T14 | SMR 113 | UE 114 | UE 204 | UE 325 |
| T15 | SMR 125 | UE 115 | UE 228 | UE 334 |
| T16 | SMR 126 | UE 116 | UE 234 | UE 309 |
| T17 | SER 327 | UE 117 | UE 240 | UE 321 |
| T18 | SER 328 | UE 118 | UE 216 | UE 306 |
| T19 | SER 337 | UE 119 | UE 201 | UE 333 |
| T20 | SER 343 | UE 120 | UE 232 | UE 339 |
| T21 | SER 345 | UE 121 | UE 237 | UE 310 |
| T22 | SER 354 | UE 122 | UE 212 | UE 332 |
| T23 | SER 369 | UE 123 | UE 236 | UE 316 |
| T24 | SER 370 | UE 124 | UE 203 | UE 312 |
| T25 | SER 373 | UE 125 | UE 230 | UE 301 |
| T26 | SER 374 | UE 126 | UE 215 | UE 337 |
| T27 | SER 378 | UE 127 | UE 238 | UE 318 |
| T28 | SAA 20 | UE 128 | UE 222 | UE 324 |
| T29 | SAA 21 | UE 129 | UE 227 | UE 317 |
| T30 | SAB 567 | UE 130 | UE 213 | UE 311 |
| T31 | SAB 570 | UE 131 | UE 229 | UE 304 |
| T32 | SAB 624 | UE 132 | UE 220 | UE 323 |
| T33 | SAB 626 | UE 133 | UE 218 | UE 326 |
| T34 | SAB 629 | UE 134 | UE 214 | UE 303 |
| T35 | SAB 681 | UE 135 | UE 233 | UE 320 |
| T36 | SAB 701 | UE 136 | UE 226 | UE 328 |
| T37 | SAB 582 | UE 137 | UE 209 | UE 336 |
| T38 | SAB 578 | UE 138 | UE 217 | UE 329 |
| T39 | SAB 703 | UE 139 | UE 210 | UE 313 |
| T40 | SAB 704 | UE 140 | UE 208 | UE 327 |

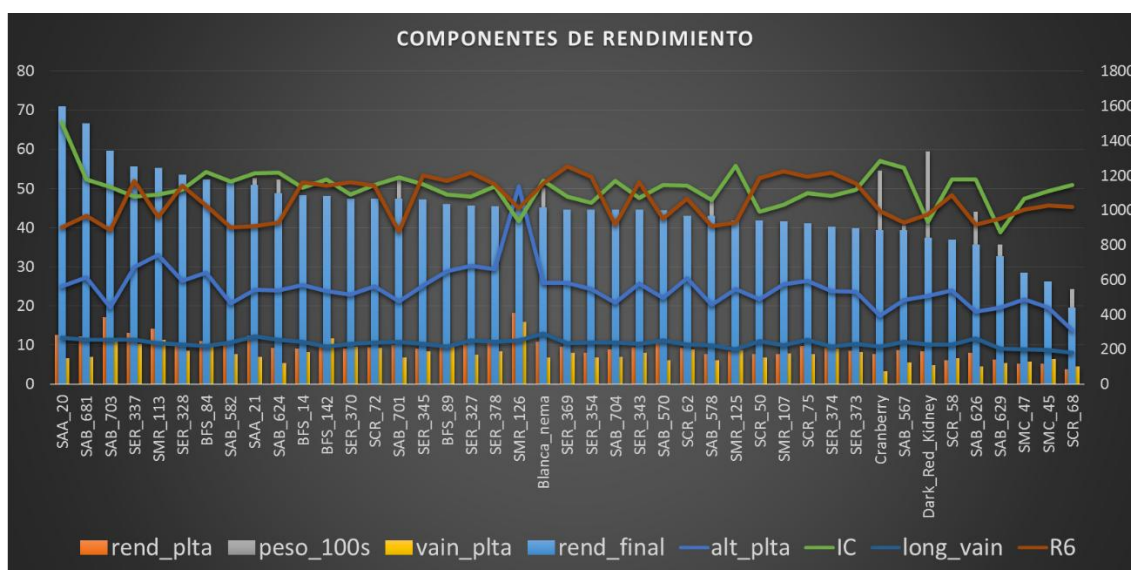
FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 12: Cronograma de labores y aplicación en campo.

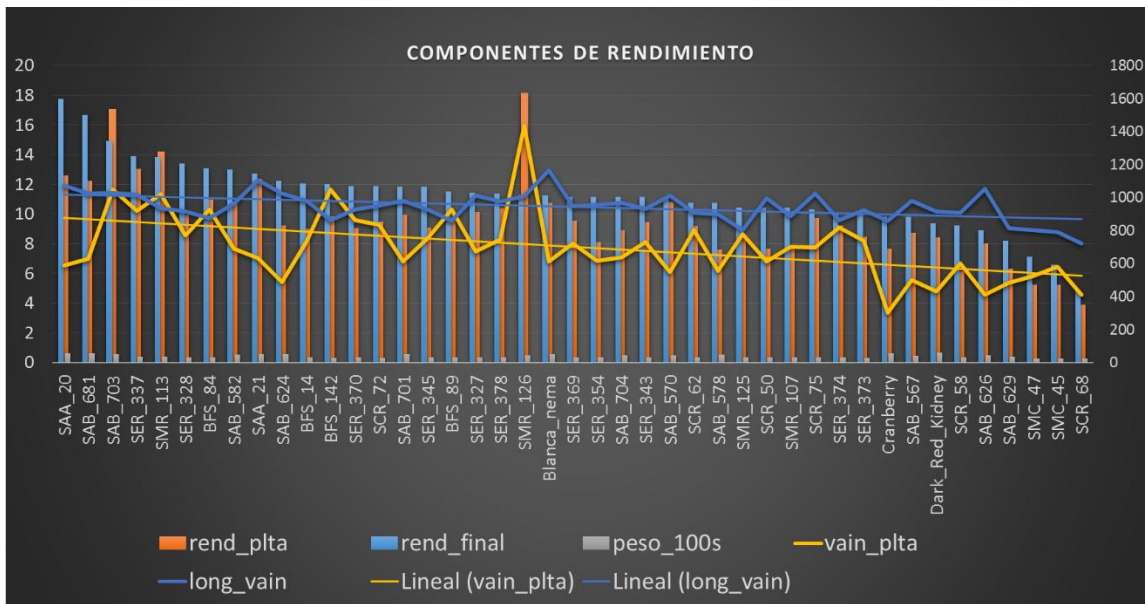
| FECHA | DDS | LABOR | PRODUCTO | DOSIS |
|------------|-----|-------------------------------------|-----------|------------|
| 16/08/2018 | -29 | RIEGO DE ENSEÑO | - | - |
| 06/09/2018 | -8 | 1er RIEGO | - | - |
| 14/09/2018 | 0 | SIEMBRA | - | - |
| 15/09/2018 | 1 | HERBICIDA | AFALON | 100 cm/20L |
| 27/09/2018 | 13 | 2do RIEGO | - | - |
| 03/10/2018 | 19 | APLICACIÓN QUIMICA PARA LEPIDOPTERO | FENKILL | 40 cm/20L |
| | | | CICLON | 20 cm/20L |
| | | | GRAMOXONE | - |
| | | | ABAMEC | 20 cm/20L |
| 03/10/2018 | 19 | FOLIAR | 20-20-20 | 100 g/20L |
| 11/10/2018 | 27 | 3er RIEGO | - | - |
| 15/10/2018 | 31 | APLICACIÓN QUIMICA PARA LEPIDOPTERO | FENKILL | 40 cm/20L |
| | | | SPIDER | 20 cm/20L |
| | | | TIFFON | 40 cm/20L |
| 15/10/2018 | 31 | FOLIAR | 20-20-20 | 100 g/20L |
| 15/10/2018 | 31 | XTRACTO DE QUIO | - | 50 cm/20L |
| 17/10/2018 | 33 | ABONADO | 80-40-60 | 10 g/golpe |
| 30/10/2018 | 46 | APLICACIÓN QUIMICA PARA LEPIDOPTERO | FENKILL | 40 cm/20L |
| | | | TAJANTE | 20 cm/20L |
| 30/10/2018 | 46 | ABONO FOLIAR | - | 20-20-20 |
| 08/11/2018 | 55 | 4to RIEGO | - | - |
| 16/11/2018 | 63 | APLICACIÓN QUIMICA PARA LEPIDOPTERO | - | - |
| 21/11/2018 | 68 | 5to RIEGO | - | - |

FUENTE: datos tomados del campo. Elaboración propia

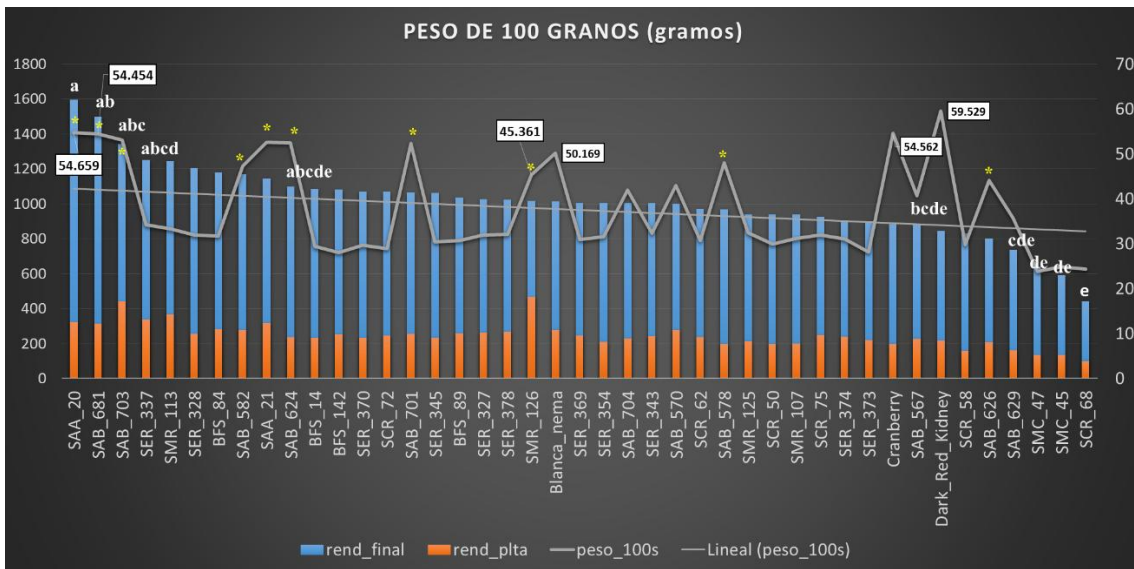
Anexo 13. Valores de las variables estudiadas de las 40 accesiones y variedades comerciales.



Anexo 14: Valores de variables de las 40 accesiones y variedades comerciales.

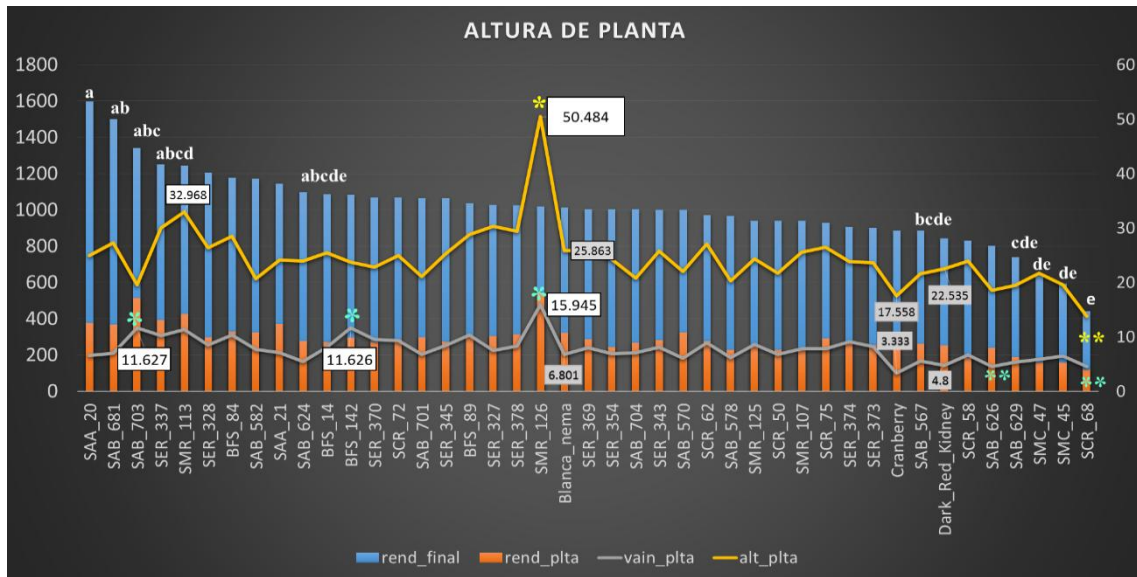


Anexo 15: Peso de 100 granos respecto a rendimiento



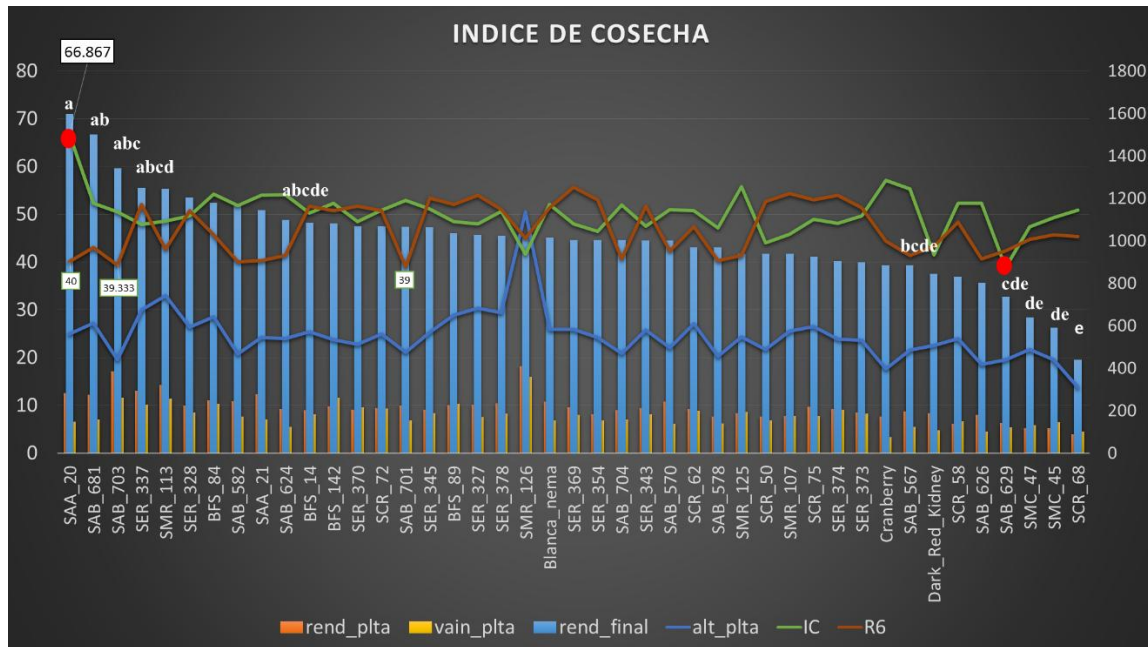
*valores iguales estadísticamente

Anexo 16: Altura de planta (cm) respecto al número de vainas por planta y rendimiento.

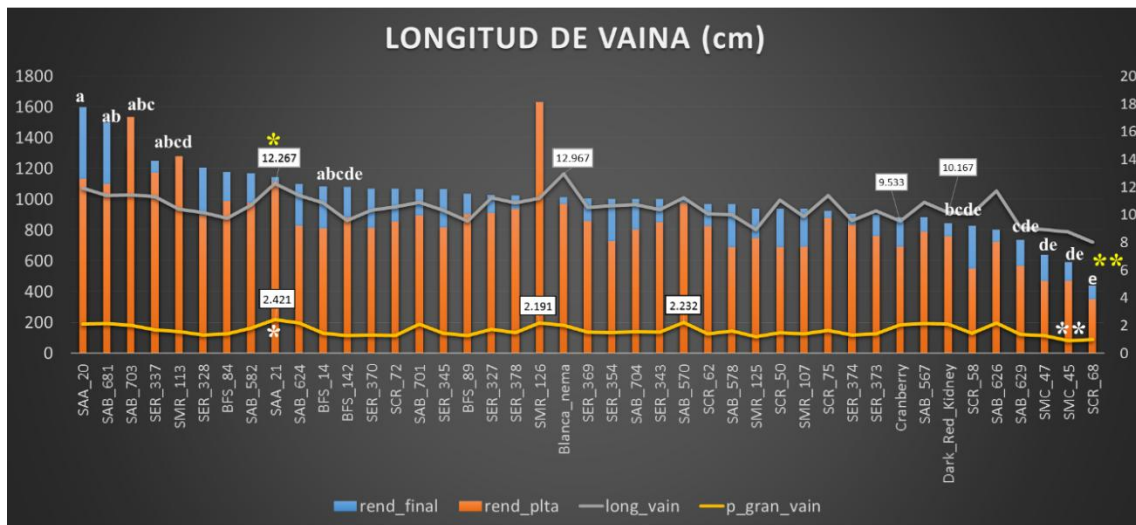


*/** Diferentes estadísticamente

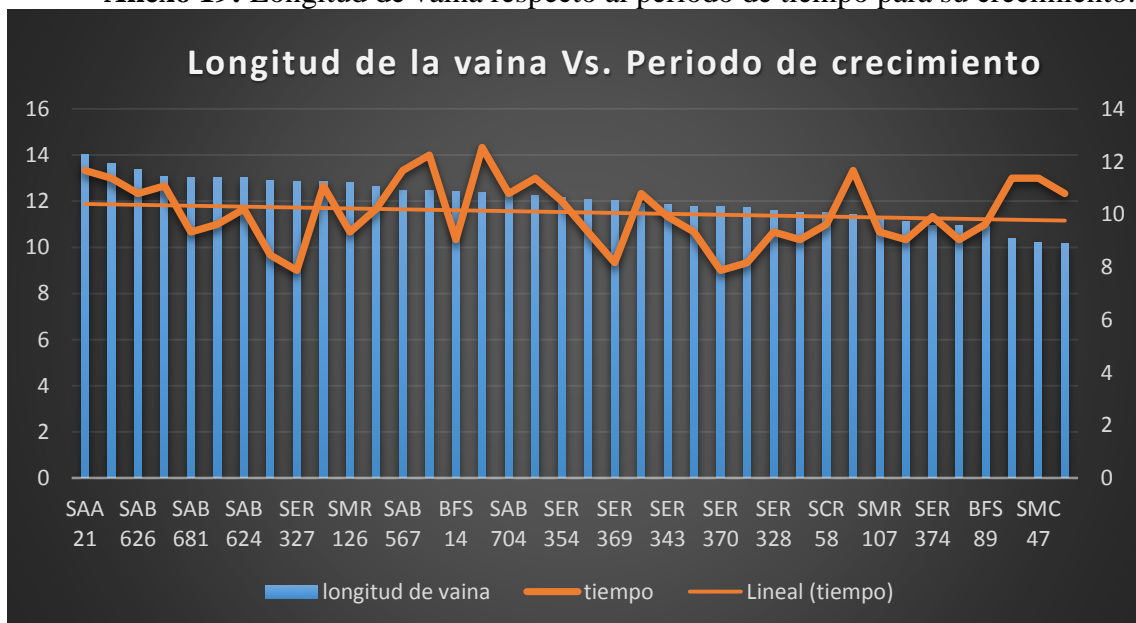
Anexo 17: Valores de índice de cosecha (IC %).



Anexo 18: Longitud de vaina (cm).



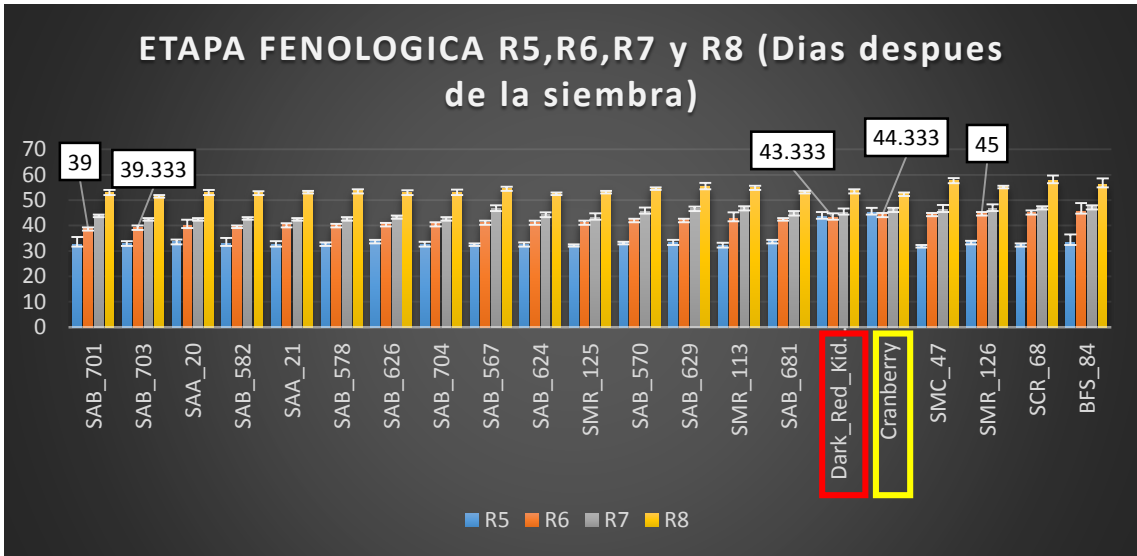
Anexo 19: Longitud de vaina respecto al periodo de tiempo para su crecimiento.



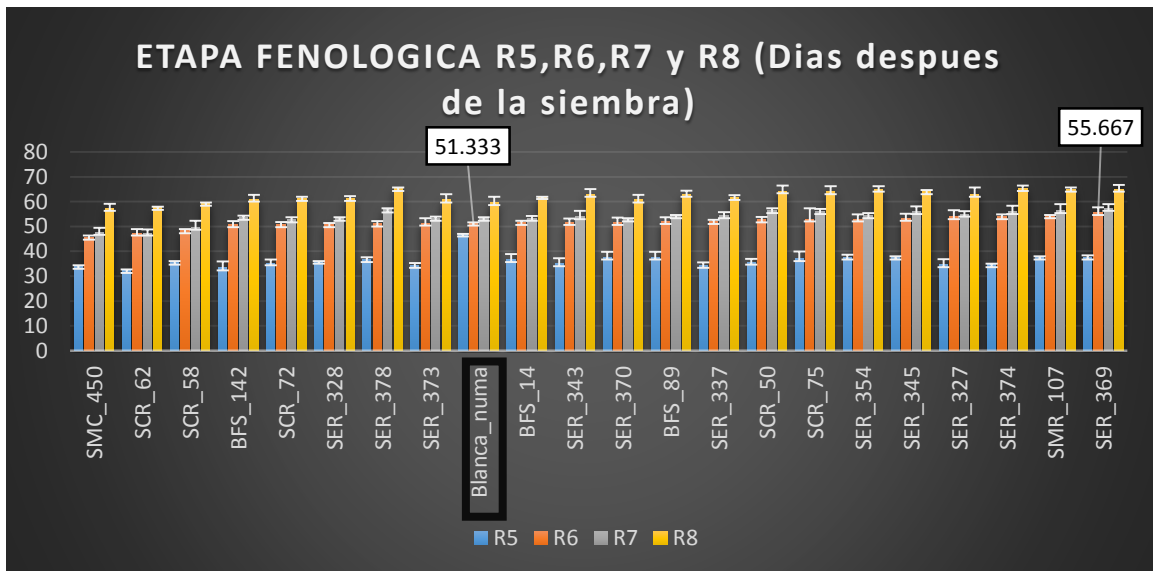
Anexo 20: Medias de los tratamientos evaluados en las etapas fenológicas en días después de la siembra (DDS).

| líneas | TRAT. | DESCRIP. | Prefloración R5 | | Floración R6 | | Formacion de vaina R7 | | Llenado de vaina R8 | |
|------------------------|-------|----------|--------------------|----|-----------------|----------|--------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | | mean | sg | mean | sg | mean | sg | mean | sg |
| líneas blancas | T28 | SAA 20 | 33.7 | a | 40.0 | hi | 43.0 | h | 53.0 | gh |
| líneas blancas | T29 | SAA 21 | 32.7 | a | 40.3 | hi | 43.0 | h | 53.7 | fgh |
| líneas blancas | T37 | SAB 582 | 33.0 | a | 40.0 | hi | 43.3 | h | 53.0 | gh |
| líneas blancas | T38 | SAB 578 | 33.0 | a | 40.3 | hi | 43.0 | h | 53.7 | fgh |
| líneas blancas | T39 | SAB 703 | 33.0 | a | 39.3 | i | 43.0 | h | 52.0 | h |
| líneas blancas | T40 | SAB 704 | 32.7 | a | 40.7 | hi | 43.0 | h | 53.0 | gh |
| líneas cariocas | T5 | SMC 45 | 34.0 | a | 45.7 | bcdefghi | 47.7 | cdefgh | 57.3 | bcdefgh |
| líneas cariocas | T6 | SMC 47 | 32.3 | a | 44.7 | defghi | 46.3 | gh | 57.7 | bcdefgh |
| líneas cranberry | T30 | SAB 567 | 33.0 | a | 41.3 | hi | 46.7 | fgh | 54.7 | efgh |
| líneas cranberry | T31 | SAB 570 | 33.7 | a | 42.3 | ghi | 45.7 | h | 55.0 | defgh |
| líneas cranberry | T32 | SAB 624 | 32.7 | a | 41.3 | hi | 44.3 | h | 53.0 | gh |
| líneas cranberry | T33 | SAB 626 | 34.0 | a | 40.7 | hi | 43.7 | h | 53.0 | gh |
| líneas cranberry | T34 | SAB 629 | 33.3 | a | 42.3 | ghi | 46.7 | fgh | 55.3 | defgh |
| líneas cranberry | T35 | SAB 681 | 34.0 | a | 43.0 | efghi | 45.0 | h | 53.7 | fgh |
| líneas cranberry | T36 | SAB 701 | 32.7 | a | 39.0 | i | 44.3 | h | 53.0 | gh |
| líneas rojas | T10 | SCR 68 | 32.7 | a | 45.3 | cdefghi | 47.3 | defgh | 57.7 | bcdefgh |
| líneas rojas | T11 | SCR 72 | 35.3 | a | 50.7 | abcdefg | 52.7 | abcdefg | 61.3 | abcde |
| líneas rojas | T12 | SCR 75 | 37.0 | a | 53.0 | abcd | 56.0 | ab | 64.0 | ab |
| líneas rojas | T13 | SMR 107 | 37.7 | a | 54.3 | a | 56.3 | ab | 65.0 | a |
| líneas rojas | T14 | SMR 113 | 32.3 | a | 42.7 | fghi | 47.0 | efgh | 55.0 | defgh |
| líneas rojas | T15 | SMR 125 | 32.7 | a | 41.3 | hi | 43.3 | h | 53.7 | fgh |
| líneas rojas | T16 | SMR 126 | 33.7 | a | 45.0 | cdefghi | 46.7 | fgh | 55.7 | defgh |
| líneas rojas | T17 | SER 327 | 34.7 | a | 54.0 | ab | 55.0 | ab | 63.0 | abc |
| líneas rojas | T18 | SER 328 | 36.0 | a | 50.7 | abcdefg | 53.3 | abcdef | 61.3 | abcde |
| líneas rojas | T19 | SER 337 | 34.3 | a | 52.0 | abcd | 54.3 | abc | 61.7 | abcde |
| líneas rojas | T20 | SER 343 | 35.0 | a | 51.7 | abcd | 54.0 | abcd | 63.0 | abc |
| líneas rojas | T21 | SER 345 | 37.7 | a | 53.3 | abc | 56.0 | ab | 64.0 | ab |
| líneas rojas | T22 | SER 354 | 37.7 | a | 53.0 | abcd | 54.3 | abc | 65.0 | a |
| líneas rojas | T23 | SER 369 | 37.7 | a | 55.7 | a | 57.3 | a | 65.0 | a |
| líneas rojas | T24 | SER 370 | 37.7 | a | 51.7 | abcd | 53.0 | abcdefg | 60.7 | abcdef |
| líneas rojas | T25 | SER 373 | 34.3 | a | 51.3 | abcde | 53.3 | abcdef | 60.7 | abcdef |
| líneas rojas | T26 | SER 374 | 34.7 | a | 54.0 | ab | 56.0 | ab | 65.3 | a |
| líneas rojas | T27 | SER 378 | 36.7 | a | 51.0 | abcdef | 56.7 | a | 65.3 | a |
| líneas rojas | T7 | SCR 50 | 35.7 | a | 52.7 | abcd | 56.3 | ab | 64.3 | ab |
| líneas rojas | T8 | SCR 58 | 35.7 | a | 48.3 | bcdefgh | 49.7 | bcdefgh | 59.3 | bcdefg |
| líneas rojas | T9 | SCR 62 | 32.3 | a | 47.3 | bcdefghi | 47.3 | defgh | 57.7 | bcdefgh |
| líneas rojas/bf | T1 | BFS 14 | 36.7 | a | 51.7 | abcd | 53.3 | abcdef | 62.0 | abcd |
| líneas rojas/bf | T2 | BFS 84 | 33.3 | a | 45.7 | bcdefghi | 47.3 | defgh | 56.0 | cdefgh |
| líneas rojas/bf | T3 | BFS 89 | 37.7 | a | 52.0 | abcd | 54.3 | abc | 63.0 | abc |
| líneas rojas/bf | T4 | BFS 142 | 33.3 | a | 50.7 | abcdefg | 53.7 | abcde | 61.0 | abcde |
| MEDIA: | | | 34.5 | | 47 | | 49.58 | | 58.54 | |

Anexo 21: Desarrollo de las etapas fenológicas en días después de la siembra:
 Prefloración (R5), Floración (R6), Formación de vainas (R7), Llenado de vaina (R8).













...CONTINUACION



Anexo 22: Medias de las variables en estudio de variedades comerciales puestas en comparación.

| VARIEDAD | Blanca nema | Cranberry | Dark Red Kidney |
|---------------------------------------|--------------------|------------------|------------------------|
| LINEA | blanca | cranberry | roja |
| Rendimiento (Kg/ha) | 1013.5 | 884.6 | 843.0 |
| Rendimiento planta (gr/planta) | 10.8 | 7.7 | 8.4 |
| Peso de 100 granos (gr) | 50.2 | 54.6 | 59.5 |
| Vainas por planta | 6.8 | 3.3 | 4.8 |
| Altura de planta (cm) | 25.9 | 17.6 | 22.5 |
| IC (%) | 52.0 | 57.0 | 41.4 |
| Longitud de vaina (cm) | 13.0 | 9.5 | 10.2 |
| Lóculos por vaina | 5.2 | 4.5 | 3.9 |
| Peso de granos por vaina (gr) | 2.0 | 2.0 | 2.1 |
| Semilla por vaina | 4.7 | 3.9 | 2.8 |
| Prefloración (DDS) | 47.0 | 45.3 | 43.7 |
| Floración (DDS) | 51.3 | 44.3 | 43.3 |
| Formación de vaina (DDS) | 53.3 | 46.3 | 45.3 |
| Llenado de vaina (DDS) | 59.7 | 52.7 | 53.7 |
| Zinc (ppm) | 32 | 28 | 25 |
| Hierro (ppm) | 78 | 106 | 142 |

Anexo 23: Fotos de las etapas fenológicas del cultivo de frijol

| | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|--|-------------------------|---|----------------------------------|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
|  | V0 Germinación |  | V1 Emergencia |  | V2 Hojas primarias |  | V3 Primera hoja trifoliada |  | V4 Tercera hoja trifoliada |
|  | R5 Prefloración |  | R6 Floración |  | R7 Formación de vainas |  | R8 Llenado de vainas |  | R9 Maduración |

Anexo 24: Foto del campo experimental, riego por gravedad.



Anexo 25: Evaluación de numero semillas por vaina y lóculos por vaina



Anexo 26: Fotos de granos de líneas rojas (a), blancas (b), cranberry(c) y cariocas (d).



Anexo 27: Análisis de zinc y hierro en semillas de frijol



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : GISELA ALVAREZ SANTOS
PROCEDENCIA : LIMA
MUESTRA DE : EXTRACTOS DE SEMILLA DE FRIJOL
REFERENCIA : H.R. 68255
BOLETA : 2970
FECHA : 31/05/19

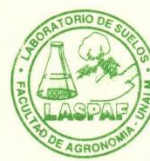
| Nº LAB | CLAVES | Zn ppm | Fe ppm |
|--------|---------|--------|--------|
| 1488 | BFS 14 | 32 | 43 |
| 1489 | BFS 84 | 31 | 46 |
| 1490 | BFS 89 | 28 | 90 |
| 1491 | BFS 142 | 42 | 113 |
| 1492 | SMC 45 | 29 | 42 |
| 1493 | SMC 47 | 27 | 50 |
| 1494 | SCR 50 | 29 | 36 |
| 1495 | SCR 58 | 30 | 42 |
| 1496 | SCR 62 | 27 | 33 |
| 1497 | SCR 68 | 25 | 102 |
| 1498 | SCR 72 | 29 | 38 |
| 1499 | SCR 75 | 30 | 43 |
| 1500 | SMR 107 | 32 | 43 |
| 1501 | SMR 113 | 44 | 103 |
| 1502 | SMR 125 | 29 | 41 |
| 1503 | SMR 126 | 27 | 133 |
| 1504 | SER 327 | 41 | 41 |
| 1505 | SER 328 | 44 | 38 |
| 1506 | SER 337 | 44 | 39 |
| 1507 | SER 343 | 34 | 138 |
| 1508 | SER 345 | 30 | 36 |

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

... Continuación



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES




INFORME DE ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE : GISELA ALVAREZ SANTOS
PROCEDENCIA : LIMA
MUESTRA DE : EXTRACTOS DE SEMILLA DE FRIJOL
REFERENCIA : H.R. 68255
BOLETA : 2970
FECHA : 31/05/19

| Nº LAB | CLAVES | Zn ppm | Fe ppm |
|--------|---------|--------|--------|
| 1509 | SER 354 | 30 | 38 |
| 1510 | SER 369 | 31 | 39 |
| 1511 | SER 370 | 43 | 34 |
| 1512 | SER 373 | 31 | 37 |
| 1513 | SER 374 | 27 | 34 |
| 1514 | SER 378 | 28 | 40 |
| 1515 | SAA 20 | 27 | 37 |
| 1516 | SAA 21 | 41 | 46 |
| 1517 | SAB 567 | 26 | 41 |
| 1518 | SAB 570 | 27 | 40 |
| 1519 | SAB 624 | 28 | 48 |
| 1520 | SAB 626 | 15 | 17 |
| 1521 | SAB 629 | 26 | 40 |
| 1522 | SAB 681 | 32 | 46 |
| 1523 | SAB 701 | 26 | 37 |
| 1524 | SAB 582 | 25 | 40 |
| 1525 | SAB 578 | 25 | 29 |
| 1526 | SAB 703 | 29 | 49 |
| 1527 | SAB 704 | 24 | 33 |
| 1528 | T1 1 | 28 | 106 |
| 1529 | T2 2 | 32 | 78 |
| 1530 | T3 3 | 25 | 142 |


Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 28: Análisis físico-químico del suelo.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION



Solicitante : GISELA ALVAREZ SANTOS

Departamento : LIMA

Distrito : LA MOLINA

Referencia : H.R. 65711-163SC-18

Bolt.: 2083

Provincia : LIMA

Predio :

Fecha : 13/11/18

| Número de Muestra | | pH (1:1) | C.E. (1:1) dS/m | CaCO ₃ % | M.O. % | P ppm | K ppm | Análisis Mecánico | | | Clase Textural | CIC | Cationes Cambiables | | | | | Suma de Cationes | Suma de Bases | % Sat. De Bases |
|-------------------|--------|-------------|-----------------------|------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|-----------|--------------|-------------------|-------|---------------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|
| Lab | Claves | | | | | | | Arena % | Limo % | Arcilla % | | | Ca ⁺² | Mg ⁺² | K ⁺ | Na ⁺ | Al ⁺³ + H ⁺ | | | |
| 15023 | | 7.46 | 2.34 | 1.70 | 1.66 | 22.7 | 418 | 49 | 30 | 21 | Fr. | 12.00 | 9.02 | 1.53 | 0.97 | 0.47 | 0.00 | 12.00 | 12.00 | 100 |

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Av. La Molina s/n Campus UNALM - Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe