



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ  
GALLO**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**“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**

**Para optar el título de:  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:  
Bach. EDWIN HERNÁN ALVARADO HEREDIA**

**LAMBAYEQUE – PERÚ  
2018**

# **TESIS**

**“ENSAYO DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE NUEVE VARIEDADES DE  
LEGUMINOSAS DE GRANO (*Phaseolus vulgaris* L.), EN LA LOCALIDAD DE  
CUGUIT, PROVINCIA DE CUTERVO 2015”**

**Para optar el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

---

**EDWIN HERNÁN ALVARADO HEREDIA**  
**AUTOR**

---

**Ing. M. Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTACRUZ**  
**ASESOR**

**APROBADO POR:**

---

**Ing. M. Sc. VICTORINO SAAVEDRA PALACIOS**  
**PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**Dr. AMÉRICO CELADA BECERRA**  
**SECRETARIO DEL JURADO**

---

**Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES**  
**VOCAL DEL JURADO**

**Abril, 2018**

## DEDICATORIA

A **Dios**, el amigo fiel que nunca falla, el amigo incondicional que ilumina mi camino y me acompaña día a día. A él por permitirme concluir este proyecto de manera satisfactoria.

**A mis padres** por su permanente amor y apoyo, ejemplo de superación en base al trabajo y esfuerzo.

**A mis hermanos**, por su amor fraternal, paciencia, permanente apoyo y por permitirme compartir a su lado alegrías desbordantes y momentos de felicidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sincero agradecimiento al **Ing. M. Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ** docente de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”, por brindarme el asesoramiento correspondiente para concluir con éxito la redacción del presente trabajo de investigación a nivel de tesis.

Mi agradecimiento a los miembros del jurado **Presidente: Ing. M. Sc. Victorino Saavedra Palacios, Secretario: Dr. Américo Celada Becerra, Vocal: Dr. Ricardo Chavarry Flores**), docentes de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo”, por sus aportes y recomendaciones en la redacción del informe final.

Un agradecimiento especial para el **Ing. Mg. Adolfo Padilla Pérez**, docente de la Universidad Nacional “Pedro Ruíz Gallo” por su valiosa colaboración en la culminación de la presente tesis.

Agradezco infinitamente a los docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en especial a quienes dictaron los cursos afines al presente trabajo, por brindarnos sus enseñanzas y compartir sus experiencias vividas.

## INDICE

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>12</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
1.1. Formulación del problema científico	15
1.1.1. Principal	15
1.1.2. Específicos	15
1.2. Objetivos	15
1.2.1. General	15
1.2.2. Específicos	15
1.3. Hipótesis	16
1.3.1. General	16
1.3.2. Específicos	16
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes	17
2.2. Base teórica	21
2.2.1. Aspectos generales	21
2.2.2. Origen del frijol	21
2.2.3. Distribución, importancia y situación actual	22
2.2.4. Botánica	24
2.2.5. Morfología	25
2.2.6. Fisiología	27
2.2.7. Especies de importancia en el género Phaseolus	27
2.2.8. Etapas del desarrollo de la planta	39
2.2.9. Habito de crecimiento	43
2.2.10. Factores ambientales que inciden en la producción	45
2.2.11. Sanidad del cultivo	49
2.2.12. Factores de la calidad de la semilla	53
2.2.13. Componentes del rendimiento	54
2.3. Variables	56
2.3.1. Variable independiente	56

2.3.1.1. Adaptación	56
2.3.2. Variable dependiente	56
2.3.2.1. Rendimiento	56
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>57</b>
3.1. Área experimental	57
3.1.1. Localización y ubicación geográfica	57
3.1.2. Duración del trabajo de investigación	57
3.1.3. Características climatológicas de la zona en estudio	57
3.1.3.1. Temperatura	58
3.1.3.2. Humedad relativa	58
3.1.3.3. Precipitación	58
3.1.4. Características edáficas del campo experimental	59
3.2. Disposición experimental	60
3.2.1. Tratamiento en estudio	60
3.2.2. Diseño experimental	61
3.2.3. Características del campo experimental	62
3.3. Material experimental	63
3.3.1. Variedades de leguminosas de grano en estudio	63
3.3.2. Equipos, insumos, herramientas y materiales	63
3.3.2.1. Equipos	63
3.3.2.2. Insumos	63
3.3.2.3. Herramientas	63
3.3.2.4. Materiales	64
3.4. Conducción experimental	64
3.5. Características evaluadas	65
3.6. Análisis estadísticos	67
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	<b>68</b>
4.1. Prueba de los supuestos de análisis de variancia	68
4.1.1. Contraste de normalidad de los datos	68
4.1.2. Prueba de homogeneidad de varianza	69
4.2. Rendimiento en grano seco (kg/ha)	71

4.3. Peso de 100 semillas (gramos/100 semillas)	73
4.4. Numero de granos por vaina	75
4.5. Longitud de vaina (cm)	76
4.6. Numero de vainas por planta	78
4.7. Altura de planta (cm)	80
4.8. Porcentaje de germinación (%)	82
4.9. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados	83
4.10. Regresiones del rendimiento en grano y las variables evaluadas	84
4.11. Regresión múltiple	86
4.12. Análisis multivariado	88
4.13. Dendograma	91
4.14. Otros parámetros de evaluación – cronograma fisiológico	94
4.14.1. Días al inicio de emergencia	94
4.14.2. Hábito de crecimiento	94
4.14.3. Días al inicio de floración	95
4.14.4. Días al 50 % de floración	95
4.14.5. Valor agronómico	96
4.14.6. Días a la madurez fisiológica	96
4.14.7. Días a la madurez total	96
4.14.8. Color de vaina	97
4.14.9. Reacción a enfermedades	98
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>100</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>101</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>107</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Principales características morfológicas de ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) y ( <i>Phaseolus. Coccineus</i> L.)	30
Cuadro N° 02: Principales especies cultivadas del género <i>Phaseolus</i> : Altitud, temperatura, precipitación, ciclo de desarrollo y rendimiento en sus lugares de cultivo.	33
Cuadro N° 03: Codificación de las etapas de desarrollo de la planta de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) según la escala propuesta por el CIAT.	42
CUADRO N° 04: Datos climatológicos estación meteorológica SENAMHI - Cutervo 2015.	59
Cuadro N° 05. Tratamientos en estudio.	60
Cuadro N° 06: Forma general del análisis de varianza	67
Cuadro N° 07: Análisis de varianza regresión rendimiento en kg/ha vs germinación.	71
Cuadro N° 08: Análisis de la varianza para rendimiento en grano seco (Log rdto).	72
Cuadro N° 09: Rendimiento en grano seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.	72
Cuadro N° 10: Análisis de la varianza para peso de 100 semillas (SC tipo III).	74
Cuadro N° 11: Peso de 100 semillas seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.	74
Cuadro N° 12: Análisis de la varianza para número de granos por vaina	75
Cuadro N° 13: Número de granos por vaina seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.	76
Cuadro N° 14: Análisis de la varianza para longitud de vaina (SC tipo III)	77
Cuadro N° 15: Longitud de vaina seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.	78
Cuadro N° 16: Análisis de la varianza para número vainas por planta	79



Cuadro N° 17: Número vainas por planta seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.	79
Cuadro N° 18: Análisis de la varianza para altura de planta (SC tipo III)	81
Cuadro N° 19. Altura de planta seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.	81
Cuadro N° 20: Análisis de la varianza para porcentaje de germinación (SC tipo III).	82
Cuadro N° 21: Porcentaje de germinación seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.	83
Cuadro N° 22. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados.	84
Cuadro N° 23: Análisis de varianza rendimiento vs longitud de vaina.	85
Cuadro N° 24: Análisis de varianza rendimiento en kg/ha vs vainas por planta	86
Cuadro N° 25: Regresión paso a paso: Rendimiento en kg/ha vs peso 100 semillas, granos/vaina.	87
Cuadro N° 26: Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación.	89
Cuadro N° 27: Días al inicio de emergencia.	94
Cuadro N° 28: Habito de crecimiento.	94
Cuadro N° 29: Días al inicio de floración.	95
Cuadro N° 30: Días al 50 % de floración.	95
Cuadro N° 31: Valor agronómico.	96
Cuadro N° 32: Días a la madurez fisiológica.	96
Cuadro N° 33: Días a la madurez total.	97
Cuadro N° 34: Color de vaina.	97
Cuadro N° 35: Reacción a enfermedades y plagas.	98

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Prueba de normalidad para rendimiento de grano en frijol.	69
Gráfico N° 02: Prueba de varianzas iguales: Rendimiento de grano en frijol kg/ha vs Tratamientos.	70
Gráfico N° 03: Rendimiento en grano seco.	73
Gráfico N° 04: Peso de 100 semillas.	74
Gráfico N° 05: Número de granos por vaina.	76
Gráfico N° 06: Longitud de vaina.	78
Gráfico N° 07: Número vainas por planta.	80
Gráfico N° 08: Altura de planta.	81
Gráfico N° 09: Porcentaje de germinación.	83
Gráfico N° 10: Regresión del rendimiento en grano vs longitud de vaina.	85
Gráfico N° 11: Regresión del rendimiento en grano vs vaina por planta.	86
Gráfico N° 12: Gráfico de residuos para rendimiento en kg/ha.	88
Gráfico N° 13: Gráfico de sedimentación para las variables evaluadas	90
Gráfico N° 14: Gráfico de puntuación rendimiento kg/ha. Reacción a enfermedades.	91
Gráfico N° 15: Dendograma para los tratamientos en estudio.	92
Gráfico N° 16: Dendograma para los tratamientos en estudio. Distancia de coeficiente de correlación.	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Componentes de la flor. CIAT, 2012.	38
Figura N° 02: Componentes del androceo y gineceo. CIAT, 2012.	39

## **ANEXOS: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANAVA)**

ANAVA N° 1: Rendimiento en kg/ha	107
ANAVA N° 2: Rendimiento modificado en kg/ha	107
ANAVA N° 3: Peso de 100 semillas (gr)	108
ANAVA N° 4: Numero de granos por vaina	108
ANAVA N° 5: Longitud de vaina (cm)	109
ANAVA N° 6: Numero de vainas por planta	110
ANAVA N° 7: Altura de planta (cm)	110
ANAVA N° 8: Porcentaje de germinación	111

## **ANEXOS: LISTA DE LÁMINAS FOTOGRÁFICAS**

Foto N° 1: Siembra del experimento	112
Foto N° 2: Manejo del experimento (riego por aspersión)	112
Foto N° 3: Mapa de la provincia de Cutervo.	113

## **ANEXOS: ANÁLISIS DE SUELOS**

ANEXO N° 1: Análisis de suelos: Estación Experimental Agraria Vista Florida – Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2015)	114
--	-----

## RESUMEN

Se realizó un trabajo de investigación a nivel de tesis en la localidad de Cuguit, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, ubicada geográficamente dentro de las coordenadas 5°40'39" de latitud sur y 78° 10' 36" de longitud oeste, altura de 1,800 m.s.n.m, distancia de 15 km de la ciudad de Cutervo, en el terreno del Sr. Luis Vega Coronel, desde el 20 de junio al 26 de setiembre del 2015. La temperatura promedio durante los meses de conducción experimental fueron de 25.75, 19.75 y 22.50 °C para la temperatura máxima, mínima y media, respectivamente, la humedad relativa 70.25 % y la precipitación 54.23 mm en promedio.

La investigación tuvo como objetivo principal, determinar la variedad de leguminosas de grano que se adaptó mejor en el ensayo realizado para lograr un mayor rendimiento en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo, durante la campaña agrícola 2015. Se evaluó la interacción del rendimiento y otras características biométricas de nueve variedades de leguminosas de grano; así como, se ha seleccionado la variedad de mayor rendimiento que hacen atractivo a los pequeños agricultores de la provincia de Cutervo, las labores de cultivo fueron propias para el cultivo experimental de leguminosas de grano en la sierra norte del Perú.

El diseño experimental fue Bloques Completos al Azar (BCA) con nueve tratamientos y tres repeticiones. Los mejores rendimientos se obtuvieron con la variedades Negro 77, Capsula, Alubia 3011, Bayo mochica y Larán Mejorado, con rendimientos de 930.95, 910.71, 628.57, 615.48 y 607.72 kg/ha respectivamente, mientras que la variedad Canario 2000 fue el menos rendidor con solo 480.95 kg/ha.

Según la metodología Stepwise (regresión múltiple) se encontró que las variables que más influyeron en el rendimiento fueron: Número de vainas por planta y longitud de vaina, con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 82.75\%$ . Existió suficiente variabilidad significativa en todos los atributos evaluados, como lo confirman los resultados del análisis multivariado.

**PALABRAS CLAVES:** “ENSAYO ADAPTACIÓN - RENDIMIENTO NUEVE VARIEDADES - LEGUMINOSAS GRANO (*Phaseolus vulgaris* L.), LOCALIDAD CUGUIT, PROVINCIA CUTERVO 2015”

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) es una leguminosa de grano, que se siembra en el mundo, en América Latina se tiene la más alta producción y consumo. Además esta leguminosa representa para la población de escasos recursos económicos una fuente barata de proteínas (20– 23%) y por su contenido de carbohidratos (59–60%), porque esta clase consume menos proteínas de otras fuentes y además que este cultivo es un excelente mejorador del suelo. Espinoza, (2009).

PROMPEX, (2003), menciona que la demanda internacional de leguminosas de grano o comúnmente llamadas menestras se ha incrementado en los últimos años lo que motiva cada vez más, desarrollar y promover el uso de tecnologías que de mayor competitividad y un mejor aprovechamiento de las condiciones agroclimáticas que ofrece la costa y diferentes zonas de sierra y selva del Perú.

La producción en el Perú de frijol grano seco (incluye principalmente a las variedades canario, panamito y castilla) creció a una tasa promedio anual de 2.4% desde el 2001 al 2015, así la producción se elevó de 86,600 toneladas (t) a 107,100 toneladas (t). Esto como resultado del incremento de áreas cosechadas (92,900 ha al 2015) y rendimientos (1.2 t/ha), cuyas tasas de crecimiento promedio anual fueron de 1.3% y 1.1%, respectivamente. Las regiones que registraron un mayor ritmo de crecimiento de la producción fueron Huancavelica (15.2%), Huánuco (6.7%), Junín (5.4%) y Piura (4.9%), debido principalmente al incremento de áreas cosechadas. En el 2015, este cultivo ocupó el octavo lugar dentro del ranking de cultivos transitorios, según su superficie cosechada. No obstante, el valor de producción de esta legumbre, a precios del 2007, alcanzó la suma de S/ 179 millones, que representó cerca del 1% del VBP Agrícola. La principal región productora en el 2015 fue Cajamarca, con 14.5% del total de la producción nacional. Luego se ubicaron Piura (8.9%), Loreto (7.8%), Huánuco (7.5%), Amazonas (6.8%), Apurímac (6.1%) y Huancavelica (6%). Minagri, (2015).

En el Perú, se cultivan 12 especies de legumbres de grano y más de 80 clases comerciales, distribuidas en las tres regiones y en los 24 departamentos del país, desde el nivel del mar hasta más de 3 200 msnm. De las especies cultivadas, los frijoles y el pallar son originarios del Perú y otros países de América; en tanto que la arveja, el haba, la lenteja y el garbanzo, entre otros, se han adaptado a nuestro medio y constituyen cultivos tradicionales en diversas regiones del país. Castañeda y Carlos de Kristov, (2008).

El manejo adecuado de las menestras requiere de un determinado conocimiento de las características del cultivo y de las condiciones y factores medioambientales que influyen en la productividad y calidad de cada una de las especies y variedades disponibles PROMENESTRAS, (1999).

Con el propósito de aportar conocimientos básicos sobre adaptación y rendimiento de leguminosas de grano en el ámbito de intervención de la provincia de Cutervo, se ejecutó el proyecto de investigación titulado: “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo, 2015”. En ese sentido, se realizó el análisis del objeto en estudio.

## **1.1. Formulación del problema científico**

### **1.1.1. Principal**

¿Cuál es la adaptación y el rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo durante la campaña agrícola 2015?

### **1.1.2. Específicos**

1. ¿Cómo es la interacción del rendimiento y las otras características biométricas de nueve variedades de leguminosas de grano en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo.
2. ¿Cuál es la variedad de leguminosas de grano de mayor rendimiento que hacen atractivo a los pequeños agricultores de la provincia de Cutervo.

De acuerdo al problema planteado, el presente trabajo estuvo orientado a cumplir los siguientes objetivos

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

Determinar la variedad de leguminosas de grano que se adaptó mejor en el ensayo realizado para lograr un mayor rendimiento en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo, durante la campaña agrícola 2015.

### **1.2.2. Específicos**

1. Evaluar la interacción del rendimiento y otras características biométricas de nueve variedades de leguminosas de grano en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo.

2. Seleccionar la variedad de leguminosas de grano de mayor rendimiento que hacen atractivo a los pequeños agricultores de la provincia de Cutervo.

### **1.3. Hipótesis**

#### **1.3.1. General**

**H<sub>i</sub>:** La realización del estudio de adaptación de nueve variedades de leguminosas de grano, permite identificar la variedad de mayor rendimiento en la localidad de Cuguit, en la provincia de Cutervo 2015.

#### **1.3.2. Específicos**

**H<sub>1</sub>:** La interacción del rendimiento y otras características biométricas, explican en buena medida el comportamiento de adaptación de nueve variedades de leguminosas de grano en el distrito de Cutervo.

**H<sub>2</sub>:** La selección de la variedad de mayor rendimiento presenta características de grano que las hacen atractivos para los pequeños agricultores de la provincia de Cutervo



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

De La Fe Montenegro Carlos F. y otros, (2016), realizaron en el municipio Santa Cruz del Norte en Cuba, con el propósito de evaluar la respuesta agronómica de 12 cultivares de frijol común, introducidos en la colección del Programa de la Innovación Agropecuaria Local (PIAL) que se desarrolla en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). El estudio realizado obedeció a la necesidad de contar con mejores cultivares de los diferentes cultivos, capaces de sustituir a los ya existentes, por su respuesta a las condiciones específicas de cada zona del país. Entre otros resultados se observó que los cultivares en estudio mostraron, en general, diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en cuanto al número de vainas por planta (NVP), número de granos por vainas (NGV), peso de 100 granos (P100G) y rendimiento en kg/ha. El largo y ancho del grano mostraron respuestas diferentes entre los mismos, por lo que pueden constituir caracteres empleados para la caracterización del germoplasma de frijol. En el análisis integral de los resultados, los cultivares Hg-8, R-5, R-11, R-6 y R-4 resaltaron como los de mejor respuesta agronómica del grupo evaluado.

Ramírez, (2014), En una investigación realizado en el sector Charcape, distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Chepén del valle Jequetepeque, región La Libertad; a cincuenta minutos de la ciudad de Guadalupe y temperatura ambiental de 20 a 28 °C, sin precipitaciones. Se utilizaron las variedades Jamapa, Lapar MD 821, Dark 54, Seq 45, Waf 78 y Alubia. Los objetivos del estudio fueron establecer las condiciones agro climáticas del sector Charcape que influyeron en la capacidad productiva de las seis variedades de frijol, así como establecer las características agronómicas de las variedades y seleccionar la mejor por su productividad. Se empleó el diseño de bloques completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones. Se determinó: hábito de crecimiento, precocidad, días a madurez fisiológica, número de plantas cosechadas, vainas por planta, rendimiento por unidad experimental, altura de plantas, peso de grano, días a madurez de cosecha,

valor agronómico y reacción a enfermedades. La evaluación estadística se realizó en base al análisis de varianza y a la prueba de Comparación Múltiple de Tuckey al 0.05 de significancia. Las variedades que mejor se adaptaron al sector Charcape en el valle Jequetepeque fueron Iapar, Dark 54 y Jamapa que presentaron un potencial de rendimiento de: 2.20, 2.19 y 2.08 t/ha. Los factores agroclimáticos que incidieron significativamente en el potencial productivo y la adaptación del frijol fueron la fertilidad, la temperatura y la humedad.

CIAT, (2012), El frijol es caracterizado por sus valores nutritivos y por ser la dieta común de más de 400 millones de personas, menciona que los rendimientos se correlacionan positivamente con la adaptación, en lo que se considera que la temperatura es uno de sus componentes de mayor importancia en nuestro medio. Así mismo se asociaron negativamente con la susceptibilidad a plagas y enfermedades, lo cual también se considera un factor importante en la selección de variedades para la zona. Según el color de grano, demostraron mayor adaptabilidad, resistencia a plagas y enfermedades y rindieron más los de color negro y bayo, se comportaron contrariamente los de grano café, blancos y rojos.

Zañartu, (2011). Las legumbres de grano son un componente singular y creciente importancia en la dieta de poblaciones rurales y urbanas, debido a su alto contenido de proteínas (22 a 30%), carbohidratos, vitaminas, minerales y fibra. Por esta razón se constituyen en uno de los alimentos más completos y saludables para el consumo humano.

El frijol es una leguminosa de crecimiento rápido y considerada en los países en vías de desarrollo, como la leguminosa alimenticia de mayor consumo es la principal fuente proteica para la población de menores recursos económicos, cuyos niveles de proteína oscilan entre el 18 y 25%. Es la especie más importante y la de mayor consumo en nuestro país, pues aporta el 36% de la producción nacional, seguido de arveja con 20% y haba 18%. Espinoza, (2009).

Pasapera, (2005), al efectuar un estudio comparativo de frijol en la zona de Cutervo, Valle de Yatún, encontró que Larán Mejorado con 3,143.075 kg, fue superior en 81.31% al testigo, Criollo común y al resto de genotipos. Caballero Peruano también tuvo un buen comportamiento, rindiendo 2,344.325 kg/ha, pero con rendimientos comparables con el testigo, que rindió 1733.500 kg/ha. Caballero Peruano, Larán Mejorado y criollo común tuvieron los más altos valores en vainas totales por planta, con 15.20, 14.45 y 13.40 vainas, respectivamente. Con respecto al porcentaje de vainas llenas, destacó Larán Mejorado con un 97.685%, siendo 5.87%, superior al testigo, Larán Mejorado y Caballero Peruano, tuvieron 69.42, 58.20, 55,12 y 53,15 gramos por peso de 100 granos siendo mayores que el testigo Criollo común, que tuvo 49.10 gramos. Larán mejorado fue relativamente intermedio en precocidad, necesitando de 94.0 días para alcanzar la madurez fisiológica, mientras que los más tardíos fueron Caballero Peruano y el Testigo Criollo común, que necesitaron de 97.0 y 95.0 días, para alcanzar la madurez fisiológica.

En el año 2003 el rendimiento promedio nacional de grano seco de frijol permanece casi en forma constante (940 kg/ha), el área total cultivada permanece constante con ligeras variaciones. Por lo tanto, se hace necesario la evaluación de nuevas líneas que sean más rendidoras y con buenas características agronómicas que sean atractivas para la siembra por todos los agricultores, de esta manera incrementar las áreas sembradas y elevar la producción. León, (2006).

Lázaro, (2003). Al efectuar una evaluación de adaptabilidad y rendimiento de 10 genotipos introducidos de frijol (*Phaseolus vulgaris*. L.) de exportación en la parte media del Valle Yatún-Cutervo, encontró variabilidad genética significativa en el material evaluado, encontrándose que: SC 91212087 (CARIOCA), Gryphon (NAVY), HR-20 (NAVY) y Perola del Grupo CARIOCA, con 1162.433, 1073.547, 1065.080 y 1025.660 kg/ha, respectivamente fueron los de mayor rendimiento, debido a su mejor adaptación, ya que presentaron valores altos en sus componentes de rendimiento. Cambridge Counters-3 NAVY y Cambridge Counters (TESTIGO) NAVY, con 1007.140 y 972.223, tuvieron buen comportamiento.

Mientras que a Alubia Cerrillos (TESTIGO), quedó rezagado con solo 338.623 kg/ha, Con respecto a subconjuntos de frijol, encontró que Navy y Carioca, fueron en promedio los mejores tipos, superando a los grupo Alubias.

El frijol es la leguminosa más cultivada a nivel mundial y participa con el 57% de la oferta mundial de leguminosas. Los principales productores de frijol seco son India, Brasil, China, Estados Unidos, México, Indonesia y Argentina .Trejo, (2001).

Bukasov (1981) y (Kramer, (1996), el frijol crece en climas fríos y cálidos; con variedades trepadoras y enanas, siendo la primera la más común con una gran variedad de colores: amarillos, blancos, negros, colorados, jaspeados; y de tamaños grandes, pequeños, matahambres y chatos.

El frijol es una de las primeras plantas domesticadas en América, su presencia se remonta a unos 8000 años, tanto en Mesoamérica como en los andes centrales, su cultivo se extendía en la mayoría de poblaciones prehispánicas y fue uno de los principales alimentos, conjuntamente con el maíz, la papa y la yuca. Machado, (1996).

Sus granos contienen proteínas (22% - 28%), vitaminas, minerales y fibra soluble (pectinas). La diversidad de períodos vegetativos y la adaptación de algunas variedades facilitan su producción durante todo el año, con lo cual, es posible aprovechar las ventajas comerciales con mejores precios. Schwartz, (1996).

El frijol, como especie presenta una alta variabilidad, la que se expresa en los tipos de plantas y frutos que posee. En el caso de poroto verde, la diversidad de la especie se manifiesta en dos tipos generales bajo cultivo: formas tableadas y formas cilíndricas. Los porotos tableados son tradicionales en Sudamérica, México y España; los cilíndricos son preferidos en Europa, Estados Unidos y Asia. Además de la forma, los porotos verdes se clasifican, sobre todo los cilíndricos, según su longitud y ancho o diámetro. Faiguenbaum, (1993).

## **2.2. Base teórica**

### **2.2.1. Aspectos generales**

Las leguminosas, cuyo grano es una fuente de alimentación proteica de gran importancia en la dieta alimenticia de la población de bajos recursos económicos, este grano contiene 22% de proteínas de alta digestibilidad, es un alimento de alto valor energético, contiene alrededor de 70% de carbohidratos totales y además aporta cantidades importantes de minerales (Ca, Mg, Fe), Vitaminas A, B1-Tiamina, B2-Rivoflavina, C-ácido ascórbico, también es importante, porque al ser una leguminosa tiene la cualidad de realizar la actividad simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (*Rhizobium phaseoli*) y así contribuye gratuitamente a mejorar la fertilidad de los suelos (CIAT, 2012).

### **2.2.2. Origen del frijol**

El frijol (*Phaseolus vulgaris L*) es originario de América, en zonas distribuidas desde México hasta Argentina. Aquí se desarrollaron dos grandes centros de domesticación, lo que explica la importancia para los Latinoamérica. Valladolid, (1993).

DEBOUCK, (1986), su origen según basado en argumentos botánicos, morfológicos, ecológicos, arqueológicos y últimamente bioquímicos, es americano con tres centros de origen:

- Mesoamericano: Sudoeste de EE.UU, México, Guatemala, Costa Rica y Oeste de Panamá.
- Nor-Andino: Ande oriental de Colombia.
- Sur –Andino: Perú, Norte de Chile y Argentina.

El origen americano de frijol común ha sido mucho tiempo discutido, Wittmarck en 1,988 (cita por BAUDET, 1977) fue el primero en reconocerlo basándose en

descubrimientos de grano de *P.vulgaris* L. en antiguas sepulturas en las cercanías de Lima.

Respecto, las excavaciones han demostrado la existencia del frijol común desde 8000 años en el Perú, 7000 años en México y 2000 años en el sudoeste de EE.UU, refiriéndose al descubrimiento más reciente (KAPLAN, 1981).

En el Perú se ha encontrado restos con una antigüedad de 2000 años A.C. en Huaca Prieta y frijoles completamente domesticados en el valle de Nazca con 2,500 años A.C.

En el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1994), menciona que el frijol, el nombre científico es *Phaseolus vulgaris* asignado por Linneo en 1,875, es el género *Phaseolus*. El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies y de las cuales cinco se cultivan: *Phaseolus vulgaris* L. (frijol), *Phaseolus coccineus* L. (frijol ayocote), *Phaseolus acutifolius* A. Gray var. *Latifolius Freemanm* (frijol tepary), *Phaseolus polyanthus* Greenman (frijol de toda la vida), *Phaseolus lunatus* L. (pallar).

### **2.2.3. Distribución, importancia y situación actual**

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1990), dice las leguminosas han sido cultivadas desde tiempos prehistóricos (10,000 años a.c.) encontrándose actualmente un gran número de especies distribuidos en los diferentes países.

VOYSEST, (1993), indica que el género *Phaseolus* tiene una antigüedad de 5,300 a.c y comprende aproximadamente a 180 especies todas provenientes del nuevo mundo.

CAMARENA et al., (2002), indica que en el caso del Perú la mayor área sembrada se encuentra en la sierra (46%), seguido por la costa (36%) y luego la selva (18%).

La costa ocupa el primer lugar en cuanto la producción (47.4%) esto debido a su rendimientos unitarios, 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.

ANGELES, (1990) y CAMARENA, (1995), dice que el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), es la especie más importante dentro del grupo las leguminosas de grano y es considerada como alimento básico de la población.

El género americano *phaseolus* comprende 50 especies, de las cuales cuatro son de importancia económica: *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus acutifolius*, siendo de estos el frijol común, *Phaseolus vulgaris*, el de mayor interés económica por ser un cultivo en regiones templadas y tropicales.

DIAZ, (1999), recomienda el consumo del frijol por ser una fuente importante de proteína vegetal de bajo costo que puede ser combinada eficazmente con los cereales, obteniéndose así una mezcla de alto valor nutritivo.

Su importancia alimenticia radica en su alto contenido proteico (21.9%) y su alto contenido de carbohidratos (60.9%).

FAO, (1983), dice dentro de las leguminosas de grano, el frijol es una de la más importantes por su contenido proteico (20.5%), que en mezcla balanceada con cereales es comprable con la proteína de origen animal, como la carne. También es rico en aminoácidos esenciales (Lisina y Triptofano); por lo que constituye una alternativa para elevar el estado de nutrición de población.

CHIAPE, (1992), indica el cultivo de frijol en el Perú es considerado como uno de cultivos de mayor importancia en la producción de alimento básico.

Aproximadamente el 60% de la producción es consumida en la Costa Central, teniendo con mayor frecuencia por el grano de amarillo.

MINAG, (2000) citado por CAMARENA et al., (2002), en el Perú su potencial de rendimiento alcanza los 3,000 kg/ha con tipos arbustivos y de 4000 con tipos indeterminados.

FAOSTAT, (2003), indica que el área cultivada con el frijol en nuestro país alcanza los 70,000 has con una producción de 65,000 Tm. y con rendimiento de 928.6 kg/ha.

QUIÑÓNEZ, (1995), señala que el cultivo de frijol tiene importancia económica y social en nuestro país, por varias razones: Es una fuente barata de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales. Mejora la calidad de suelo, por que fija nitrógeno. Es común en la alimentación humana, ya sea como grano seco o como grano verde.

La producción nacional va en descenso siendo el año 1999 un valor de 70 382 al año 2003 con 52 391Tm, ocupando el 1er.lugar el departamento de Cajamarca con 12 131, siguiendo Arequipa con 731 para el año 2003 (León, 2006).

En cuanto el rendimiento nacional para el 2003, se observa que permanece casi en forma constante con un ligero incremento, en comparación a los años anteriores, ocupando el 1er. Lugar el departamento de Moquegua con 2 889kg/ha, siguiendo Tacna con 2 250kg/ha, observándose que este rendimiento es superior a los anteriores (León, 2006).

## **2.2.4. Botánica**

### **Clasificación**

MARECHAL, (1988), señala la siguiente clasificación para el frijol común:

REINO	:	Vegetal
Clase	:	Dicotiledoneae
Sub – clase	:	Rosidae



Orden	:	Fabales
Familia	:	Leguminosa (Papilionaceae)
Sub – familia	:	Litoidea (papilionoidas)
Tribu	:	Phaseoleae
Sub Tribu	:	Phaseolinae
Género	:	Phaseolus
Especie	:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.
Nombre Común:		Frijol, frejol, caraota, poroto, friosol, fagiol, feijao, judia, bean, habichuela y alubia.

### 2.2.5. Morfología

ESPINOZA, (2009), describe las siguientes partes morfológicas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Es una planta anual, herbácea, de días cortas, con diferentes hábitos de desarrollo (arbustivo, semipostrado), que varía su altura de 50 a 90cm. según la variedad y condiciones del suelo. Es de crecimiento determinado. El porte de la planta está determinado por la forma y la posición de los tallos.

#### Raíz

La raíz del frijol alberga bacterias simbióticas (*Rhizobium*) que tienen propiedad de fijar en el terreno el nitrógeno del aire (nitrógeno atmosférico).

#### Tallos y ramas

Es el eje principal de la planta de forma cilíndrica angulosa, formado por nudos, entrenudos y de yemas axilares. Puede ser erecto, semipostrado y postrado dependiendo al hábito de crecimiento de la variedad de frijoles.

Crecimiento indeterminado (plantas trepadoras o guiadoras) y crecimiento determinado (presentan un a inflorescencia terminal).

## **Hojas**

Existen dos hojas: primarias o unifoliadas que son simples, son alternas trifoliadas (compuestas de tres folíolos con los extremos acuminados) y pubescentes de forma acorazonada.

## **La inflorescencia**

La posición de la inflorescencia en racimo puede ser axilar o terminal.

Las terminales se dan en los frijoles con hábito de crecimiento Tipo I.

## **La flor**

Es una típica papilionácea (amariposada), perfecta (órganos masculinos y órganos femeninos están en la misma flor) y completa (posee corola y cáliz), flor hermafrodita. Cáliz.- Consta de 5 pétalo libres, uno de ellos el más grande se denomina “estandarte”, dos medianos se denominan “alas” y dos más pequeños se unen y forman la llamada “quilla”.

Fórmula floral del frijol es : **K(5), C3 + A(9) + 1, G1**

C3 + (2) quiere decir que 3 de los pétalos están libres y 2 soldados; A (9) + 1 quiere decir que los 10 estambres, 9 están soldados y 1 es libre.

## **Fruto o vaina**

Es una vaina con dos valvas, por la que se considera como una legumbre, de tamaño variable que pueden medir 6 a 12 cm. de largo.

Son vainas de tamaño variado que contienen de 3 a 5 semillas, según la variedad y forma alargada y ovalada.

## **Semillas**

Se originan del óvulo fecundado, son de diferentes formas desde cilíndricas a esféricas y de brillo, de variados colores desde blanco, negro, crema a negro, según

la variedad. Presentan las siguientes partes: La cubierta (testa), el hilum y el microfilo.

#### **2.2.6. Fisiología**

La fisiología del frijol está determinada por el factor genético y el ciclo vegetativo que depende de la variedad.

Las condiciones ambientales, densidad de planta, tipo de suelo, pueden influir en las características de hábito de crecimiento.

La semilla del frijol germina a menor o mayor velocidad, según la temperatura y la humedad que presenta el suelo.

El ciclo vegetativo es de 90 a 120 días, dependiendo de la temperatura y la sensibilidad a la duración del día.

El frijol por ser una planta leguminosa utilizan el nitrógeno atmosférico en un proceso simbiótico con bacterias nitrificantes de *Rhizobium* (*Rizobium phaseoli*) que es beneficioso para la agricultura.

#### **2.2.7. Especies de importancia en el género Phaseolus**

CIAT, (2012), menciona que las principales evidencias de su origen son la diversidad de los materiales que existen en esta región y los hallazgos arqueológicos que prueban de su cultivo en Perú y México.

La especie más importante del género por su consumo y por ende su cultivo es el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), siguiéndole en importancia el “frijol lima” (*Phaseolus lunatus* L) que en nuestro país se le conoce como “Pallar”.

Existen otras especies que son cultivadas en menor escala como *Phaseolus coccineus* L., *Phaseolus acutifolias* A. Gray y *Phaseolus polyanthus* Greenman, pero su importancia radica en ser fuentes potenciales de algunas características

heredables como resistencia o tolerancia a algunas enfermedades o plagas, tolerancia a la sequía, etc.

Las siguientes descripciones son un extracto de los artículos publicados por Debouck, (1994) y el CIAT, (2012) y complementado por Mora, (1997) para el caso de *Phaseolus vulgaris* L.

### ***Phaseolus vulgaris* L**

Es uno de los cultivos alimenticios más antiguos, en el Perú se han hallado evidencias de su domesticación que datan de 800 años (Cueva de Guitarreros, Ancash), como también en México (Tehuacan) con 700 años.

#### **De acuerdo a esta evidencia se han sugerido dos centros de domesticación:**

*Los Andes sudamericanos y Centroamérica*, en los cuales se han determinado 6 tipos de razas por sus características ancestrales y adaptativas, siendo 3 son de origen andino. Diversas evidencias botánicas, arqueológicas y bioquímicas sustentan la domesticación múltiple e independiente de poblaciones a lo largo del continente americano.

Entre las pruebas que lo certifican se encuentran la distribución de la faseolina (principal proteína de almacenamiento de la semilla) y el análisis de la isoenzimas. De los diversos tipos de faseolina encontrados (M, S, T, B, C, H, K, A y CH), los materiales centroamericanos presentan principalmente faseolina de tipo S, mientras que los genotipos sudamericanos, presentan el tipo T.

En Colombia se han encontrado faseolinas de tipo B, los cuales se caracterizan por tener semillas pequeñas, esta zona ha sido señalada como un centro intermedio de domesticación.

La diseminación de esta especie hacia los otros continentes ocurrió después del descubrimiento de América, cultivándose primero en Europa para luego pasar hacia Asia y posteriormente al África.

En los lugares donde se cultiva es conocida con los nombres de “frijol”(término más difundido con que se conoce desde México hasta Panamá y las Antillas, incluido el Perú), “Frejol” (Ecuador), “Poroto”(Argentina, Chile y Uruguay), “Habichuela”(Puerto Rico), “Feijao” (Brasil), “Alubia o Judias” (España), “Loubia” (Arabia), “Haricot” (Francia), “Bohne” (Alemania), “Fassolia” (Grecia), “Fagliolini”(Italia), “Maharagwe” (Kenia y Tanzania), “Madesu”(Zaire), “Ebijanjaló” (Uganda), “Monjeta”(Cataluña, España) y “ Bean “ (países de habla inglesa).

Actualmente el frijol es entre las leguminosas, el grano alimenticio más importante en la alimentación en Centro y Sudamérica y los países ubicados en la región central y oriental del África, lugares en los cuales se le ha llegado a denominar la “carne de los pobres”, por ser la mayor fuente de proteínas en gran parte de las regiones citadas.

El frijol es consumido de diferentes formas, siendo el consumo de granos secos el más común, también es utilizado en forma de grano fresco, en forma de habichuela y en el África se consume las hojas como fuente de vitamina A.

Se puede encontrar genotipos de hábito de crecimiento determinado, postrado y trepador, pero nunca formas perennes, algunas de las características más importantes de esta especie pueden observarse en el cuadro N° 01 y 02.

Asimismo esta especie es de amplia distribución en el mundo, pero por lo general no se adapta bien en los trópicos húmedos, en las zonas templadas se le puede encontrar desde altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 3,000 msnm.

Por otro lado, el frijol común es muy susceptible a problemas fitosanitarios y medio ambientales, como por ejemplo la antracnosis y la sequía, razón por la cual se hace necesario la búsqueda y conservación de genotipos que aporten características de resistencia o tolerancia en las demás especies cultivadas del género.

**Cuadro N° 01: Principales características morfológicas de (*Phaseolus vulgaris* L.) y (*Phaseolus. Coccineus* L.).**

Características morfológicos	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Phaseolus coccineus</i>
<b><u>Planta</u></b>		
Periodo vegetativo	Anual	Perenne
Sistema radicular	Superficialmente	Tuberoso
Tipo de germinación	Fasciculado Epigea	Hipogea
Hábito de crecimiento	Determinado pequeño a indeterminado	Determinado a indeterminado
<b><u>Inflorescencia</u></b>		
Tamaño de racimos (cm)	70 a 30	10 a 60
Largo de pedúnculo (cm)	5 a 15	10 a 35
Forma y largo de bracteola.	1 a 10	2 a 35
<b><u>Flor</u></b>		
Color	Violeta a blanco	Rojo a blanco
Tamaño de la flor	Mediana	Grande
Posición del estigma	Introrso	Extrorso
Forma y largo de bractéola	Espatulado e igual al cáliz	Ovalado y variable
N° de nervaduras de la bractéola	6 a 9	5 a 7
Abertura de las alas	Cerrada	Cerrada
Pilosidad en el estandarte	Ausente	Presente
Polinización preponderante	Autógama	Alógama
<b><u>Vaina</u></b>		
Forma	Larga y angosta	Corta y ancha
Forma del corte transversal	Ovalado	Comprimido
N° de lóculo por vaina	5 a 14	5 a 10
<b><u>Grano</u></b>		
Tamaño	Mediano a pequeño	Grande
Forma de hilum	Circular	Elíptica alargada
Peso de 100 semillas (g).	20 a 50	90 a 120

Adaptado de: Miranda Colin (1967), Gepts (1980) y Debouck (1986).

### ***Phaseolus coccineus* L**

Conocido en otros países como “scarlet runner bean”, “ayocote”, “haricot”, “Espagne”, su domesticación probablemente ocurrió primero en México, encontrándose su forma silvestre en Centroamérica desde la zona de Chihuahua (México) hasta panamá, en alturas comprendidas entre los 1400 a 2800 msnm.

Esta especie se caracteriza por poseer granos de gran tamaño, abundantes inflorescencia y otras características. Es una especie pluriannual de gran vigor vegetativo con tallos que pueden alcanzar varios metros (excepto en algunos cultivares arbustivos) y posee raíces reservantes que le permiten sobrevivir a estaciones frías.

En los lugares donde se cultiva, se consume como grano seco o también como habichuela, además sus raíces son utilizadas en algunos casos como medicina natural y sus flores también son consumidas.

Últimamente se está empezando a utilizar como planta ornamental en algunas zonas de Europa y en los Estados Unidos, la razón, son sus abundantes y llamativas inflorescencias.

En Centroamérica su cultivo se realiza asociado al maíz (genotipos trepadores), y en conjunto con otras especies como *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus polyanthus*, esto además de que su cosecha se realiza en diferentes épocas, son las razones por las que no se puede estimar con precisión su rendimiento.

En el caso de los cultivares arbustivos se han observado rendimientos de 400 a 1,000 Kg/ha, en las variedades trepadoras se especula que estos rendimientos pueden ser mucho mayores.

Por otro lado, en Gran Bretaña se ha llegado a obtener 23 t/ha, pero de vainas verdes, lo cual nos hace suponer el gran potencial de rendimiento de esta especie.

Hoy en día, en sus lugares de origen, su cultivo se ve seriamente amenazado, con el consecuente riesgo de una posible erosión genética, las razones son diversas, entre las cuales se puede mencionar a los cambios en las variedades de maíz (variedades de tallos cortos y más precoces), el uso cada vez mayor de fertilizantes

artificiales como la urea, la utilización de herbicidas en el cultivo del maíz y la competencia de cultivos más rentables como la col, cebolla, ajo, arveja, entre otros.

Esta posible reducción de su cultivo es preocupante, en la medida que esta especie, puede servir como posible fuente de características deseables para el mejoramiento del frijol, entre las cuales se pueden mencionar la resistencia y tolerancia a algunas enfermedades como la *ascochyta* y la *antracnosis* y su tolerancia a altas precipitaciones.

Un ejemplo de ello, es su utilización como sustituto del frijol común en algunas zonas del África oriental, su característica germinación hipogea le permite evitar el ataque de la mosca *Ophiomyia phaseoli* (Tryon).

### ***Phaseolus acutifolius* A. Gray**

Esta especie ha sido cultivada desde tiempos remotos en Centroamérica, hallazgos arqueológicos revelan su cultivo hace más de 5,000 años en México.

A principios de siglo se le cultivó ampliamente en los Estados Unidos, actualmente es utilizado por los nativos norteamericanos (Arizona, Nuevo México) y en algunas zonas de Centroamérica.

Es conocido con los nombres de "frijol tepari", "tepari bean", "frijol piñuelero", entre otros apelativos.

Las formas cultivadas actualmente se distribuyen desde el sur de Estados Unidos hasta Costa Rica, en altitudes que van desde los 50 m.s.n.m hasta los 1900 msnm (Cuadro N° 02).



**Cuadro N° 02: Principales especies cultivadas del género *Phaseolus*: Altitud, temperatura, precipitación, ciclo de desarrollo y rendimiento en sus lugares de cultivo**

<b>Especie</b>	<b>Altitud (m)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Precipit.Pluv. (mm/año)</b>	<b>Ciclo desarrollo (días)</b>	<b>Rdto. (Kg/ha)</b>
Phaseolus coccineus	1400-800	12-22	400-2600	90-365	400-4000
Phaseolus autifolius	50-1900	20-32	200-400	60-110	400-2000
Phaseolus lunatus	50-2800	16-26	0-2800	90-365	400-5000
Phaseolus polyanthus	800-2600	14-24	1000-2600	110-365	300-3500
Phaseolus vulgaris	50-3000	14-26	400-1600	70-330	400-5000

*Fuente: Debouck (1,994).*

Se caracteriza por tener las semillas más pequeñas de todas las especies cultivadas del género *Phaseolus* (10 a 20 g/100 semillas en las variedades cultivadas y de 2 a 5 gramos/100 semillas en las silvestres), no existiendo mucha variabilidad dentro de esta especie.

Es una planta anual, de hábito generalmente postrado, siendo algunos genotipos de hábito trepador, mayormente autógama, su hábitat natural son las zonas áridas, por lo cual su gran potencial se encuentra en su alta tolerancia a la sequía y a las altas temperaturas, que son precisamente los problemas que caracterizan a la costa peruana y además presenta alta tolerancia para algunas enfermedades.

En sus zonas de origen es cultivado para la obtención de semillas, las cuales se pueden consumir secas o verdes, estas contienen un alto contenido de proteínas (17 a 27%) y carbohidratos.

Las semillas de esta especie se caracterizan por mantener su poder germinativo en muchos casos hasta por 3 años en condiciones normales de almacenamiento.

Los rendimientos son muy variables, de 200 a 900 kg/ha dependiendo de la densidad y de las lluvias.

En el caso de la utilización de fertilizantes se pueden obtener de 1,000 a 2,000 Kg/ha, pudiendo alcanzar hasta 4,000 kg/ha (4 ton/ha).

Actualmente su cultivo se ha ido abandonando paulatinamente, debido a varios factores, entre los cuales se pueden mencionar, la creciente disponibilidad de agua de riego en sus hábitat naturales, compitiendo en espacio con cultivos introducidos, otra causa es la pérdida de costumbre de su consumo entre los habitantes de estas zonas, y por último la escasa demanda en los mercados.

### ***Phaseolus lunatus* L.**

Es la especie más importante después del frijol común, su origen puede estar en la zona norte del Perú, se han hallado restos que nos indican que se ha cultivado hace más de 5,000 años (Chilca), también hay indicios de que los pobladores Mochicas y Nazcas lo utilizaron en su alimentación, debido a su alto valor nutritivo.

Esta es una especie perenne (excepto en algunos cultivares modernos), de germinación epigea y raíces fibrosas.

Sus semillas son fácilmente distinguibles por su forma de media luna (a excepción de algunos cultivares antillanos, que son esféricos), es una planta mayormente autógama, pero la polinización cruzada puede llegar a darse hasta en un 32%, existiendo variedades de hábito determinado, postrado y trepador.

En forma general se distinguen dos grupos de cultivares, los de granos grandes (54 a 280 g. por 100 semillas) conocidos en nuestro medio como "pallares", estos tienen

su origen y mayor distribución en el Perú, y los de granos pequeños (24 a 70 g por 100 semillas) o también llamados "Sievas", los cuales fueron domesticados a partir de una forma silvestre posiblemente en Centroamérica, pero en tiempos más recientes.

Los cultivares de granos grandes pueden encontrarse en el Perú desde los 50 hasta los 2,750 m.s.n.m. y en las partes altas de Bolivia (Chuquisaca y Cochabamba). Esta planta tiene usos muy variados, puede consumirse en forma de granos secos o también verdes, en algunos lugares de Asia se consumen, también las hojas y en el África (Madagascar) se la utiliza como forraje.

En las formas arbustivas, como es el caso de algunos cultivares sembrados en el Perú, en condiciones de monocultivo, se pueden obtener rendimientos de alrededor de los 2,000 kg/ha, es posible que en los cultivares indeterminados se pueda obtener cosechas de 3,000 kg/ha.

En algunos lugares del Perú este cultivo está siendo desplazado por otras especies como la "zarandaja" *Lablab purpureus* L. Sweet y el Frijol de palo" *Cajanus cajan* L. Mills.

Asimismo esta especie tiene cierta tolerancia a la sequía, y parece tener menos problemas sanitarios que el frijol común, siendo las variedades de semillas grandes, las más adaptadas a condiciones de aridez.

### ***Phaseolus polvanthus* Greenman**

Esta especie es conocida en nuestro medio como "frijol de toda la vida", y es considerada la menos evolucionada de las especies cultivadas del género, la razón puede estar en que esta especie ha sido domesticada en tiempos más recientes, en comparación a las demás.

Algunos años atrás era considerada la subespecie *polyanthus* de *Phaseolus coccineus*, ahora se le ha dado el rango de especie a raíz de la reciente identificación de su forma ancestral en Guatemala, lugar que se presume sea su centro de origen.

Su cultivo se da en países como México, Guatemala, Costa Rica, Jamaica y República Dominicana, y en Sudamérica desde Venezuela hasta el Perú (Apurímac), en alturas comprendidas entre los 800 y 2,600 m.s.n.m, lugares en donde tradicionalmente es consumida como granos verdes debido a su mejor digestibilidad, esto no excluye el consumo de los granos secos.

Sólo son conocidas formas perennes en esta especie, las cuales pueden vivir de 2 a 3 años, comportándose como anual en zonas áridas.

Su germinación es epigea, de raíces fasciculadas y fibrosas, pudiendo presentar flores lilas o blancas, las cuales tienen estigma de posición terminal.

Su periodo de floración puede considerarse largo (de 2 a 5 meses), las formas cultivadas poseen las semillas de mayor tamaño (70 a 100 gr por 100 semillas) en tanto que las silvestres son más pequeñas (16 a 25 gr por 100 semillas). Además esta especie presenta resistencia a algunas enfermedades como la *Ascochyta*.

Es casi imposible determinar rendimientos, debido a que esta especie es frecuentemente cultivada en asociación con maíz y otros frijoles como *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus coccineus* y en extensiones muy pequeñas destinadas al consumo familiar.

GIACONI, (1989), indica que este sistema se justifica en las variedades de crecimiento indeterminado, mas no en las de crecimiento determinado, siendo utilizado en cultivos como frijol, arveja, tomate, entre otros.

FRANCIS et. al., (1997), llegaron a la conclusión que un frijol del tipo voluble, sin soporte puede reducir su rendimiento en un 80%, especialmente si hay un exceso de humedad. Señalan además, que hasta la fecha no hay ningún sistema que pueda igualar el rendimiento obtenido por espalderas, el cual siendo costoso y problemático en la cosecha, tiene un gran potencial para soportar bien el cultivo.

FERNÁNDEZ, (1995), indica en un trabajo realizado en Chiquián (Ancash), comparando diferentes híbridos del género *Phaseolus* de tipo voluble, se concluyó que la utilización de tutores aumentaba los rendimientos significativamente, aparte de mejorar la labor de cosecha y no permitiendo el contacto de las vainas con el suelo, lo cual evitaba de esta forma el contagio de enfermedades por este medio.

### **Estructura de la flor de frijol**

La flor de *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus coccineus* es una típica flor papilionácea, de simetría bilateral y con las siguientes características (CIAT, 2012):

- a. Un pedicelo glabro o sub glabro con pelos uncinulados, y en su base una pequeña bráctea no persistente, unilateral, es decir la bráctea pedicelar.
- b. El cáliz es gamosépalo, campanulado, con cinco dientes triangulares dispuestos, como labios, en dos grupos, en la siguiente forma: dos en la parte alta completamente soldados y tres más visibles en la parte baja. En la base del cáliz hay dos bractéolas verdes con o sin pigmentación, con numerosas nervaduras, que persisten hasta poco después de la floración; de un tamaño variable en comparación con la longitud del cáliz. (Figura N° 01).
- c. La corola es pentámera y papilionacea y con tres pétalos no soldados. En ella se pueden distinguir:
  - *El estandarte*, este puede ser glabro o pubescente, de forma simétrica, con un apéndice ancho y difuso en la cara interna. También puede ser de color blanco, rosado, púrpura, o rojo, pero nunca de color amarillo o verde.
  - *Dos alas, casi siempre del mismo color que el estandarte*. En general las alas son más oscuras que las otras partes de la corola, pero puede ocurrir

también lo contrario, que el estandarte sea de un color más intenso que las alas.

- La *quilla*, presenta forma de espiral muy cerrada, es asimétrica y está formada por dos pétalos completamente unidos. La quilla envuelve completamente el androceo y el gineceo.
- d. El Androceo está formado por nueve estambres, soldados por su base en un tubo, y por un estambre libre, que se encuentra al frente del estandarte.
- e. El gineceo supero incluye el ovario comprimido, el estilo encurvado y el estigma-que puede ser interno, terminal o externo (*introrso, terminal y extrorso, respectivamente*). Debajo del estigma se puede observar la agrupación de pelos, en forma de brocha.

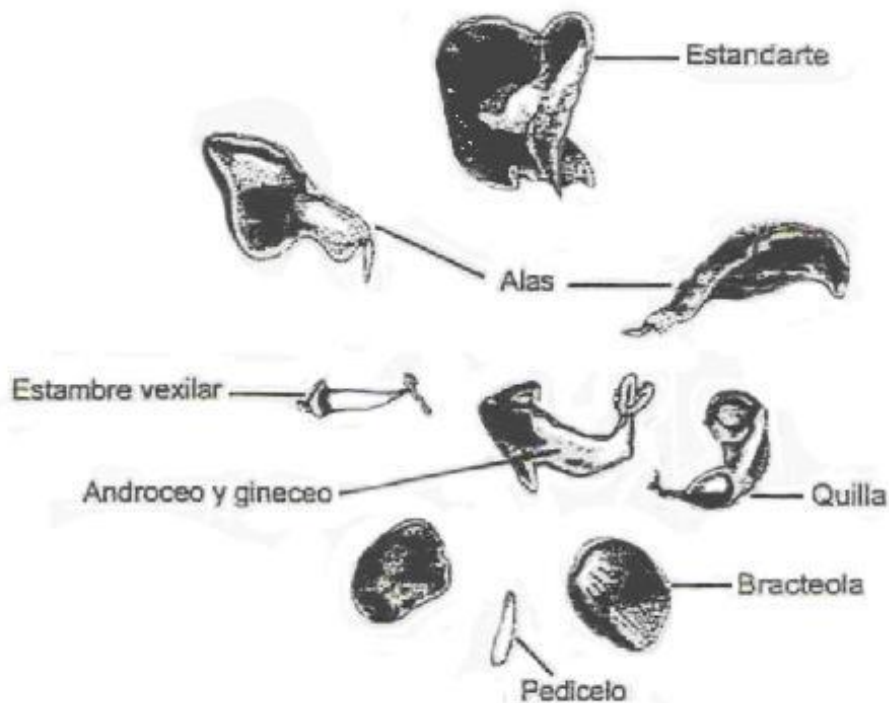


Figura N° 01: Componentes de la flor. CIAT, 2012.



Figura N° 02: Componentes del androceo y gineceo. CIAT, 2012

### 2.2.8. Etapas del desarrollo de la planta

El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas: La fase Vegetativa y la fase reproductiva. Cada una de las fases tiene etapas diferentes, cada etapa se inicia con un evento de desarrollo de la planta y termina con el comienzo de la siguiente etapa.

La duración de las etapas es influenciada por dos factores:

1. El genotipo (*hábito de crecimiento y precocidad de la variedad*)
2. El clima (*luz y temperatura donde las mayores temperaturas y rangos de luminosidad generalmente acortan la duración de las etapas*).

La codificación de las etapas, su nombre y los hechos que determinan su iniciación según el CIAT, (2012) son:

## **Fase vegetativa**

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:

### *ETAPA VO Germinación:*

La semilla tiene humedad suficiente para el comienzo de la a germinación.

### *ETAPA VI Emergencia:*

Los cotiledones aparecen a nivel del suelo.

En un cultivo la etapa comienza cuando la etapa VO ocurre en el 50% de la población esperada.

### *ETAPA V2 Hojas Primaria:*

Aparecen desplegadas las hojas primarias.

### *ETAPA V3 Primera Hoja Trifoliada:*

Esta hoja está completamente desplegada, es decir con los folíolos en un solo plano.

### *ETAPA V4 Tercera Hoja Trifoliada:*

La tercera hoja trifoliada se despliega.

## **Fase reproductiva**

Comprende cinco etapas y son:

### *ETAPA R5 Prefloración:*

Aparece el primer botón en las variedades tipo I, o el primer racimo en las de hábito de crecimiento indeterminado.



*ETAPA R6 Floración:*

Se inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta.

*ETAPA R7 Formación de Vainas:*

La planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o recién desprendida.

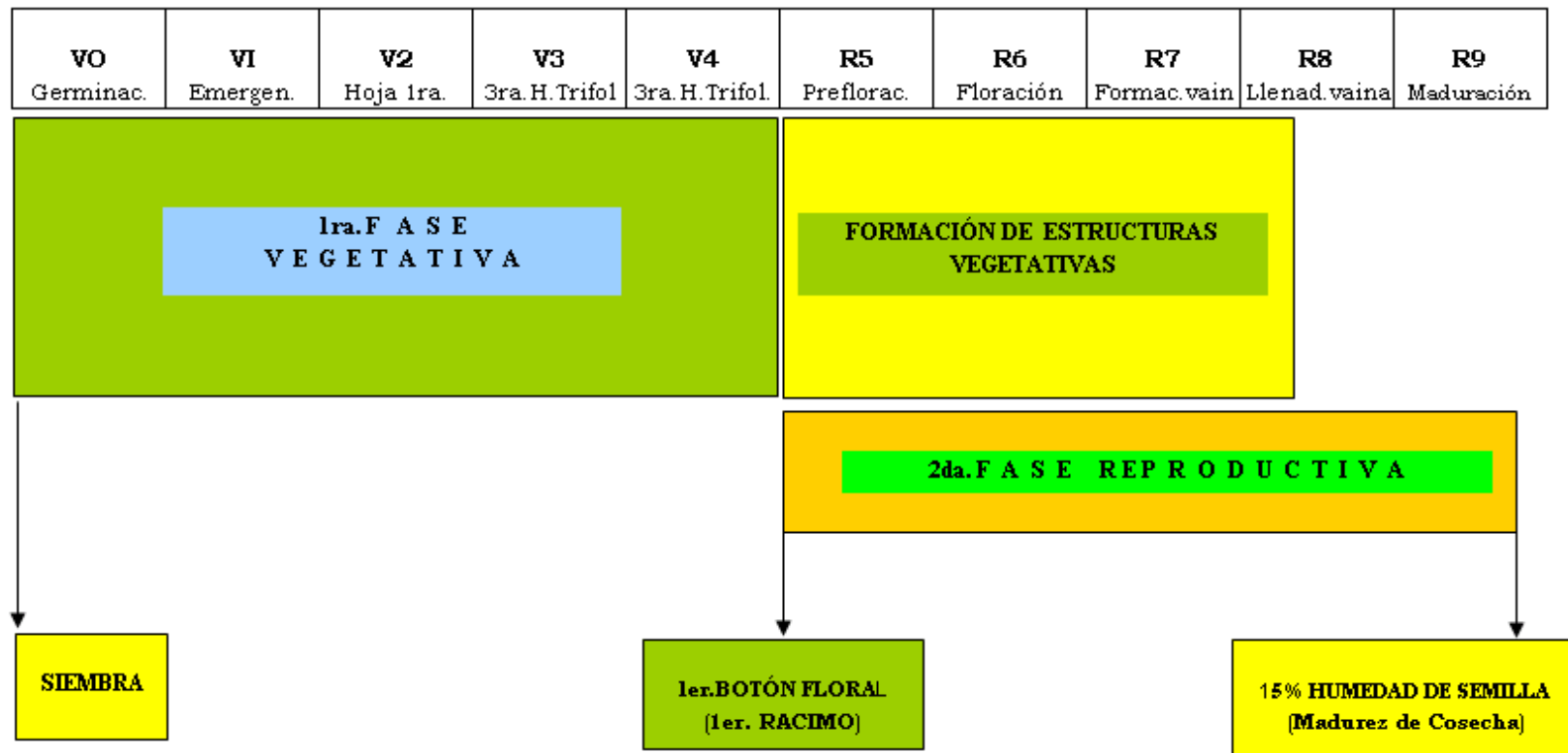
*ETAPA R8 Llenado de Vainas:*

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

*ETAPA R9 Maduración:*

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

**Cuadro N° 03: Codificación de las etapas de desarrollo de la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) según la escala propuesta por el CIAT.**



**Leyenda:**

- La letra **V - R**(Corresponde a la inicial del nombre de la Fase Vegetativa y Reproductiva).
- El **0 a 9** (Indica su posición cronológica en el Ciclo Vegetativo).
- Para identificar cada Etapa se usa un Código formado por una Letra y un número.

Fuente: Elaboración Edgar Espinoza M. con datos del CIAT, 2012.

### **2.2.9. Hábito de crecimiento**

CIAT, (2012), define al hábito de crecimiento como la presentación de la planta en el espacio como consecuencia de su crecimiento. Este crecimiento es el resultado de la interacción de caracteres internos más constantes (genotipos) y de factores externos que varían en el tiempo y en el espacio.

Los principales caracteres morfo-agronómicas que ayudan a determinar al hábito de crecimiento son:

1. La característica de la parte terminal del tallo: determinado o indeterminado.
2. La longitud de los entre nudos y en consecuencia, la altura de la planta y de distribución de las longitudes a lo largo del tallo.
3. La aptitud para trepar.
4. El número de nudos.
5. El grado y el tipo de ramificación, incluyendo el concepto de guía, es decir, la presencia de un (os) tallo (s), sobresaliendo claramente por encima del follaje del cultivo.

CIAT, (2012), indica que dependiendo del cultivar, el frijol durante su crecimiento presenta cuatro tipos de crecimiento, los mismos que son resultados de la interacción de varios caracteres de la planta, influenciados por las condiciones ambientales que determinan su arquitectura final, teniéndose los siguientes tipos:

- Tipo I: Hábito determinado arbustivo.
- Tipo II: Hábito indeterminado arbustivo con tallos y ramas erectas.
- Tipo III: Hábito indeterminado arbustivo con tallos y ramas débiles de consistencia rastreros.
- Tipo IV: Hábito indeterminado voluble con tallos y ramas débiles, largos y torcidos.

SING, (1999), señala que la variación en el hábito de crecimiento parece ser continua donde arbustos determinados a indeterminados y de tipo extremadamente trepadores.

Sin embargo, por la simplicidad, valor agronómico y por su adaptación a sistemas de cultivos, el autor utiliza el tipo de yema terminal (vegetativo vs. reproductiva), la longitud de ramas (débiles vs. fuertes), habilidad para trepar (no trepadores y fuertemente trepadores) y los patrones de fructificación (mayormente basal vs. toda la longitud de la rama o sólo la parte superior) para clasificar los hábitos de crecimiento en cuatro clases mayores:

- *Tipo I: Determinado erecto o arbustivo.*
- *Tipo II: Indeterminado erecto arbustivo.*
- *Tipo III: Indeterminado, postrado no trepador o enredadera, semitrepadora.*
- *Tipo IV: Indeterminado, fuertemente trepadores.*

CIAT, (2012), sostiene que es necesario tener en cuenta las condiciones ambientales porque influyen en la expresión del hábito, por eso el tipo considerado puede no ser constante. Por ejemplo, algunas variedades con un hábito de crecimiento tipo III bajo condiciones ambientales del CIAT, puede tener hábitos semejantes a los tipos II y IV en otros ambientales.

Otros factores de variación del hábito de crecimiento son la fertilidad del suelo, la densidad de población, la presencia de tutor y el sistema de cultivo.

SOLÓRZANO, (1982), evaluó 289 genotipos de frijol común y observó el efecto de medio ambiente en algunos de los componentes del hábito de crecimiento. Dichos genotipos fueron cultivados sin competencia en Chapingo, México y Palmira.

Los cambios más notables observados por el autor fueron de que 85 genotipos procedentes de Palmira, solo 4.5 % cambió su hábito de crecimiento determinado en Palmira a indeterminado en Chapingo; y el 3.5% cambió de indeterminado a determinado.

SINGH, (1999), señala que la variación en el hábito de crecimiento parece ser continua desde arbustos determinados a indeterminados y de tipo extremadamente trepadores. Los factores abióticos como sequía y baja

fertilidad del suelo pueden hacer perder la cosecha entre el 30% y 100%, según la incidencia.

LAING, (1979), señala que las principales componentes de adaptación del frijol son:

*Insensibilidad al fotoperíodo y temperatura en floración.*

- *Estabilidad del hábito de crecimiento.*
- *Tolerancia a la sequía y al exceso del agua.*
- *Tolerancia a sales o suelos salinos*

## **2.2.10. Factores ambientales que inciden en la producción**

### **Temperatura**

El frijol es una planta anual herbácea, muy cultivada desde el trópico hasta la zona templada y consecuentemente es sensible a las heladas, los vientos fuertes y la excesiva humedad del suelo.

KAY, (1979), citado por (SARMIENTO, 1995), indica que las temperaturas menores a 13°C retrasan el crecimiento; mientras que las temperaturas altas, sobre todo nocturnas provocan anomalías en la floración, caída de flores, maduración temprana, bajo llenado de vainas y retención de las mismas; semillas pequeñas y de menor vigor.

LAING, (1979), considera la temperatura óptima para el desarrollo del cultivo del frijol está entre 18°C a 21°C (primavera en costa central). Las temperaturas mínimas que puede soportar el cultivo para su desarrollo normal está relacionado a las diferentes etapas del periodo vegetativo, así se tiene para la germinación 8°C, para la floración 15°C y para la madurez de 18°C a 20°C.

VOYSEST, (2000), indica que existe cierta asociación entre el color y el comportamiento respecto a la temperatura en un trabajo efectuado en 08

localidades, las variedades de color café y crema destacan entre 17°C. a 20°C; las variedades de grano rojo destacan más en regiones con temperaturas superiores en promedio a los 25°C; las variedades de grano negro destacaron en zonas con temperaturas de 20° a 25°C.

VOYSEST, (2000), observó que cuando más alto es el promedio de la temperatura durante el ciclo de cultivo, los niveles de rendimiento son más bajos.

SINGH, (1979), sostiene que la caída de flores de frijol está asociada a una alta temperatura y una humedad relativa, dependiendo su variación del estado de la planta.

MACK, (1969), señala que el porcentaje de formación de flores, el número y peso de vainas disminuyen, cuando las plantas se someten a altas temperaturas durante la floración, esto ha sido confirmado en pruebas realizadas en invernadero y en el campo, donde los rendimientos se redujeron hasta en un 65%.

GOODWIN, (1978), indica que la calidad óptima de las semillas se obtiene cuando éstas desarrollan y maduran bajo condiciones de 21°C o menos.

## **Humedad**

CHIAPPE, (1992), menciona que la humedad del suelo debe ser bien distribuida durante las diferentes fases del periodo vegetativo principalmente en la floración y la fructificación.

MENESES Y WAAIJEMBERG, (1996), mencionan que el agua es importante para el crecimiento y desarrollo final del cultivo de frijol; este depende mucho de la disponibilidad del agua. La situación ideal para el crecimiento de la planta y la fijación de nitrógeno es de 70% de la capacidad de campo del suelo.

Tanto el exceso de agua (encharcamiento) como la falta de agua (sequía) tienen un efecto negativo.

DEL CARPIO, (1983), indica en cuanto a las exigencias de riego, que los requerimientos del frijol son del orden de los 500 a 700 mm. de lámina de agua.

Estos volúmenes deben estar uniformemente distribuidos a lo largo del periodo vegetativo; a la vez el autor señala que es importante mantener una buena humedad en el suelo durante el establecimiento del cultivo, en la fase de floración y fructificación.

KATTAN y FLEMING, (1996), mencionan en Arkansas encontraron que las plantas de frijol a medida que van creciendo son más sensibles a una deficiencia de humedad del suelo, demandando por lo tanto mayor cantidad de agua. Entonces, al disminuir la humedad, la velocidad de crecimiento también disminuye. Trabajos llevados a cabo mayormente en Europa, han demostrado que en las leguminosas, la alta tensión en los primeros días del crecimiento de las plántulas afectaron principalmente al crecimiento vegetativo.

ESPINOZA, (2009), menciona que el efecto del uso del agua por las plantas depende no solo de la cantidad de agua aplicada sino también de la frecuencia de riego. Que a mayor frecuencia de riego mayor es el número de vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 granos y el rendimiento.

BULLÓN, (1987), recomienda riego ligero, que no debe faltar al inicio del crecimiento (enseño) y durante la floración (dos riegos).

Se saca buena cosecha con un volumen total de agua, incluido el riego de machaco de germinación de 5,000 m<sup>3</sup>/ha.

### **Luminosidad**

La luz es un factor importante en la fotosíntesis, la morfología y la fisiología de la planta.

WHITE, (1989), indica que basándose en los resultados de sus estudios realizados en frijol sobre la interceptación de luz, que las hojas de frijol

relativamente horizontales implican una pérdida de eficiencia debido a una excesiva iluminación de las hojas superiores y a un sombreado de las hojas inferiores.

SINGH, (1999), indica que el frijol común necesita para su normal desarrollo alrededor de 12 horas de luz al día para poder completar su ciclo de crecimiento en 100 a 130 días. Sin embargo los cultivares insensibles al fotoperíodo que han crecido satisfactoriamente en altas latitudes (mayores a 14 horas de luz) como Canadá, USA, Europa, Japón y otras partes del mundo, han evolucionado o se han desarrollado por mejoramiento genético.

La mayoría de los cultivares que crecen en las serranías de México, América Central y los Andes, son a menudo sensibles a largos fotoperíodos y altas temperaturas; por lo tanto no podrían completar su ciclo de crecimiento bajo esas condiciones de altas temperaturas.

SPEDDING, (1979), indica el concepto de índice de área foliar que viene a ser la relación entre el área total de la hoja y la superficie del terreno, que ocupa con la finalidad de conocer el área disponible para la fotosíntesis sin descartar los tallos, pecíolos, vainas e inflorescencias que contribuyen a la fotosíntesis en muchos vegetales. La luz solar influye como un factor limitante en forma directa sobre el crecimiento, floración y fotosíntesis de la planta. El rendimiento depende de la capacidad de la planta en la actividad fotosintética durante el periodo vegetativo.

## **Suelo**

CHIAPPE, (1992), indica que el pH óptimo para el buen desarrollo de frijol esta entre 5.5 y 7.0, el frijol es altamente sensible a la salinidad del suelo y del agua, sobre todo cuando aparece en forma de cloruro sódico.

MOGOLLON, (1986), menciona que el frijol se produce mejor en terrenos sueltos, profundos, aireados y con buen drenaje, aunque se le puede considerar como no exigente en cuanto a las condiciones físicas del suelo, no debiéndose cultivar en suelos húmedos y salinos.



SINGH, (1999), menciona que el cultivo de frijol de 100 a 120 días a la cosecha y con un rendimiento de 2,500 kg/ha usualmente extrae del suelo entre 60 a 80 kg de nitrógeno y 40 kg/ha de fósforo. En el caso de suelos ácidos deficientes en nitrógeno y fósforo y además con niveles altos de aluminio y manganeso, es necesario utilizar medidas correctivas apropiadas.

## **2.2.11. Sanidad del cultivo**

### **Malezas**

SHEUCHE, (1984), indica que las leguminosas en contraste con el maíz, sorgo y otros cereales, tienen un crecimiento muy lento, que las hace vulnerables a la competencia de las malezas por luz, agua y nutrientes.

RESTREPO y LAING, (1979), indican que la manera más generalizada de medir la adaptación varietal es a través de su habilidad para rendir por unidad de superficie en términos de su producción biológica o de su producción económica.

CIAT, (2010), indica que las malezas más frecuentes en el cultivo del frijol son: *Cyperus esculentus* (coquito), *Cyperus rotundus*, *Amaranthus spp.*, *Bidens pilosa* (amor seco), *Sorgum halepense* (grama china), *Sesbania exasperata* (hierba de gallinazo), *Bromas uniloides* (cebadilla), *Heteranthera reniformes* (oreja de ratón), *Solanum nigrum* (hierba mora).

BARRETO, A, (1990), señala que el periodo crítico que debe permanecer sin hierbas desde la germinación para lograr una producción depende de muchos factores como ciclo vegetativo, hábito de crecimiento de la variedad, tipo de malezas de la región, del sistema de cultivo, condiciones de humedad y fertilidad del suelo.

BURNSIDE et al., (1998), indica que realizaron un experimento de remoción de malezas en frijoles Navy, Kidney en el cual determinaron que el periodo

crítico para el control de malezas en frijol fue de 3 a 5 ó 6 semanas después de la siembra.

Así las prácticas de control de malezas deberían empezar máximo a las 3 semanas después de la siembra y continuar hasta al menos de 5 ó 6 semanas después de la siembra para un máximo rendimiento.

## **Plagas**

AVALOS, (1984), indica que en el frijol la verdadera magnitud de los daños, como en todos los cultivos varía según las condiciones ambientales, época de siembra, cultivares utilizados y en especial el medio geográfico o ecosistema natural. Se considera que los daños severos están asociados con la presencia de temperaturas altas y baja altitud. En el caso de cultivo de frijol se puede deducir que las plagas son más severas en la costa y menos graves en la sierra.

CARDONA et al..., (1995), afirma que la cigarrita verde (*Empoasca kraemeri* Roos Moore) es considerada como la plaga picador y chupador más importante en el Perú y Latinoamérica.

En condiciones de alta temperatura y sequía, sus poblaciones aumentan considerablemente y pueden llegar a causar pérdida total de la cosecha.

VALLADOLID, (1993), describe como plagas importantes del cultivo de frijol a los siguientes:

1. GUSANOS CORTADORES (*Feltia experta*, *Agrotis ypsilon*, *Spodoptera frugiperda*), son insectos que cortan el cuello de las plántulas recién emergidas. Se presentan en el campo en focos, inciden aproximadamente en la etapa V3 del cultivo; se logra un control con la aplicación de riegos y una medida preventiva es la buena preparación del suelo.
2. CIGARRITA O LORITO VERDE (*Empoasca kraemeri*), son insectos que atacan durante la siembra en épocas de mayor temperatura y son favorecidos por los periodos de sequía. Se alimentan chupando la savia

de las hojas durante todo el periodo vegetativo, ocasionando amarillento de sus bordes y deformación de vainas.

3. BARRENADOR DE BROTES (*Epinotia aporema*), es una plaga importante que ataca durante todo el periodo de cultivo, ocasionando daños en los brotes de los tallos, flores y vainas, cuyas larvas barrenan los brotes deteniendo el crecimiento de la planta.
4. BARRENADOR DE LA VAINAS (*Laspeyresia leguminis*), las larvas perforan las vainas verde y se alimentan de los granos.

GARCIA, (1996), indica que para el cultivo del frijol en el Perú, las principales plagas en el cultivo del frijol son: *Laspeyresia leguminis*, *Epinotia aporema* Wals, *Empoasca kraemeri*, *Liriomyza huidobrensis* Balanchard. Además es atacado por gusano de tierra, comedores de follaje como *Diabrotica spp.* y pegadores de hoja *Omiodes indicata*.

## Enfermedades

VALLADOLID, (1993), describe como enfermedades importantes del cultivo de frijol a los siguientes:

1. PUDRICIONES RADICULARES (*Rizoctonia*, *Fusarium*), son causadas por hongos que producen pudriciones de la raíz y tallo de las plantas recién emergidas ocasionándoles la muerte. Se presentan por el mal manejo del agua de riego, siembras profundas, semilla de mala calidad, siembras continuas de frijol.
2. ROYA (*Uromyces appendiculatus*), es un hongo que fácilmente es transportada por el viento la esporas, que puede atacar en cualquier etapa de desarrollo de la planta, si los ataques empiezan antes de la etapa de floración resultan pérdidas considerables del rendimiento. No se trasmite por semilla. El ataque de las hojas se amarillan y se caen. Es preferible usar variedades resistentes.
3. BOTRITIS (*Botritis sp.*), se llaman también “podredumbre gris”, su ataque es muy común en las plantas que tienen las vainas en contacto con el suelo, se reconocen por el color entre gris y verde del hongo que coloniza en las áreas acuosas con lesiones en la vaina.

4. NEMÁTODOS DEL NUDO DE LA RAÍZ (*Meloidogyne incógnita*), produce daños en el sistema radicular en forma de agallas o abultamiento que afectan a la planta en su capacidad de obtener humedad y nutrientes del suelo. Producen amarillamiento de las hojas con quemazón en los bordes y raquitismo de las plantas, es muy distribuida en la costa el *Meloidogyne incógnita*.

CIAT, (2010), señala que las enfermedades más importantes y que se presentan con mayor frecuencia son: virus del mosaico común, pudriciones radiculares, roya, antracnosis y la marchitez común bacteriana (*Xanthomonas campestris*).

SINGH, (1999), determina que el patógeno más viable en el cultivo del frijol es la roya *Uromyces appendiculatus* Pers; siendo este patógeno transportado por el viento.

La marchitez común bacteriana (*Xanthomonas campestris* vv. *phaseolis*) es una enfermedad transmitida por semilla; el autor refiere que es la enfermedad bacterial más importante del frijol común que afecta todas las plantas aéreas de la planta, puede ocasionar pérdidas del rendimiento de más del 40% en cultivos susceptibles.

CIAT, (2010), indica que los hongos más importantes son:

*Fusarium spp.*

*Rhizoctonia dolasni*.

*Phthium spp.*

*Sclerotium rolfsii*.

En cuanto de nemátodos que parasitan las raíces del frijol, tiene importancia las especies de *Meloidogyne* y *Pratylenchus*.

Las pudriciones radiculares pueden ser causadas por varias especies de hongos fitopatógenos y de nemátodos.

CIAT, (2010), indica que el Perú: en la Región de la Costa se ha encontrado que los factores que más están afectando la producción del frijol son las

podridones radiculares, el virus del Mosaico Común (BCMV), la roya, la mosca minadora y los nemátodos.

#### **2.2.12. Factores de calidad de la semilla**

SOPLIN, (1981), define la calidad de la semilla con la suma de cuatro componentes: calidad genética, calidad física, calidad fisiológica y calidad sanitaria. Una semilla es de buena calidad cuando tiene razonable pureza varietal y pureza física y un alto porcentaje de germinación y está libre de organismos patógenos, tanto externo como internamente. La calidad de las semillas depende de las medidas de prevención, supervisión y control que se realice durante todo el ciclo de producción en el campo, beneficio en la planta y almacenamiento. La conducción de semilla o grano está determinada por la viabilidad que es el factor distintivo de diferenciación.

CIAT, (2010), indica que el programa de investigación sobre la calidad de frijol perteneciente al CIAT, que los frijoles varían en calidad, lo cual influye fuertemente en su aceptación por el consumidor: *el color, tamaño y la forma* de la semilla juega un papel importante en tal preferencia.

DELOUCHE y POTTS, (1971), menciona que respecto al efecto del ambiente sobre la calidad de la semilla, sostiene que el ambiente en el campo durante el desarrollo y maduración de la semilla tiene una influencia muy importante en la calidad de la semilla.

DELOUCHE, (1968), sostiene que el termino madurez de la semilla se refiere a los cambios morfológicos, fisiológicos y funcionales que ocurre en ella desde el momento de la fertilización hasta cuando estén listas para ser cosechadas; una innecesaria demora en la cosecha de la semilla después que ella han alcanzado su madurez fisiológica contribuye considerablemente a su deterioro. La demora en la cosecha después de haberse alcanzado la madurez fisiológica es el mismo que almacenar semillas en el campo, donde las condiciones son usualmente desfavorables. La madurez fisiológica marca el punto en el cual las semillas alcanzan su más alta germinación y más alto

grado de vigor; una vez que este punto se ha alcanzado, comienza a decrecer en calidad.

### 2.2.13. Componentes del rendimiento

LAING, (1979), agrupa los componentes del rendimiento en dos grupos:

- a. **Morfológicos:** número de vainas, número de ramas por planta, número de semillas por vaina y peso seco de individual de: tallos, ramas, vainas y semilla.
- b. **Fisiológicos:** tamaño y duración del crecimiento foliar, el área foliar por unidades de peso y eficiencia de tras locación de fotosintatos.

BRUNO, (1990), citado por ZÁRATE (2,000), menciona que los componentes de rendimiento se dividen en:

- a. **Directos:** Número de vaina, índice de vigor y peso en 100 gramos.
- b. **Indirectos:** Precocidad (número de nudos al primer racimo, número de días entre siembra y la floración), superficie foliar, aptitud de nodulación y resistencia a la sequía o el frío.

MANRIQUE, (1980), en su análisis de correlación entre rendimiento de grano y demás componente, encontró que el rendimiento que influenciando básicamente por días a la floración, altura de planta y vainas por planta, mas no así por el número de plantas cosechados ni peso de 100 semillas.

SINGH, (1990), menciona la importancia de los componentes del rendimiento, crecimiento erecto y la longitud del entrenudo para mejorar la arquitectura de frijol. Los factores que causan la relación negativa no han sido bien documentada. Una teoría sugiere que la energía requerida por la planta para producir los grandes diámetros de las ramas y la solidez de las mismas

necesarias para el crecimiento erecto reduce la cantidad de energía disponible para la producción de semilla.

LOAYZA, (1980), encontró que la mayor densidad de siembra en la variedad canario, causa una reducción en el número de vainas por planta y en el número de granos por vaina, pero no influye en el peso de 100 semillas, ni calidad de grano.

CRUZ, (1996), menciona que los bajos rendimientos en el cultivo de frijol, en parte pueden estar asociados a una excesiva caída de flores y vainas tiernas. Este problema ha sido atribuido a afectos de temperatura y humedad del suelo. La floración más temprana, esto es, la correspondiente a los dos primeros tercios del período total de floración, es la que llega a fructificar mejor y es la que a la postre determina un alto porcentaje en el rendimiento del cultivo.

ESPINOZA, (1987), encontró en el DIVEX 8130, es una variedad de grano amarillo de regular calidad, con un rendimiento de 2,200 kg/ha, resistente al oidium y pudrición radicular, susceptible al virus de Mosaico Común (BMC) y a la mosca minadora entre otras descripciones para siembra de verano.

## 2.3. Variables

Las variables del estudio fueron:

### 2.3.1. Variable independiente

#### 2.3.1.1. Adaptación

- **Definición conceptual:** Es la resistencia y prevalecimiento de las variedades vegetales contra el medio ambiente que busca mejorar el rendimiento y por ende la competitividad de los productores, en concordancia con el manejo agronómico del cultivo.
- **Definición operacional:** Es la resistencia y prevalecimiento de las variedades vegetales contra el medio ambiente que busca mejorar el rendimiento y por ende la competitividad de los productores, a través de una óptima aplicación del proceso productivo del cultivo.

### 2.3.2. Variable dependiente

#### 2.3.2.1. Rendimiento

- **Definición conceptual:** Es la cantidad producida de un cultivo en kilogramos o toneladas por hectárea.
- **Definición operacional:** Es la cantidad producida de un cultivo en kilogramos o toneladas por hectárea. Existen factores que influyen en el rendimiento: Suelo, semilla, manejo agronómico, plagas y enfermedades, cosecha y post cosecha.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área experimental**

##### **3.1.1. Localización y ubicación geográfica**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la localidad de Cuguit, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, ubicada geográficamente dentro de las coordenadas 5°40'39" de latitud sur y 78° 10' 36" de longitud oeste, altura de 1, 800 m.s.n.m, a 15 km de la ciudad de Cutervo.

##### **Límites:**

N: Distritos de Santo Domingo de la Capilla, Callayuc y San Andrés

S: Distrito de Lajas, Cochabamba y provincia de Chota

E: Distrito de Querocotillo

O: Distrito de Súcota

##### **3.1.2. Duración del trabajo de investigación**

El estudio tuvo una duración de cuatro meses, del 20 de junio al 26 de setiembre del 2015, en la parcela del Sr. Luis Vega Coronel.

##### **3.1.3. Características climatológicas de la zona en estudio**

La provincia de Cutervo presenta un clima templado, moderadamente lluvioso. Bajo las condiciones en que se instaló y se condujo el presente trabajo de investigación, se tomó registros de temperatura, humedad relativa y precipitación (Ver cuadro N° 04).

Los datos meteorológicos fueron tomados de la estación Meteorológica SENAMHI - Cutervo.

#### **3.1.3.1. Temperatura**

Las temperaturas promedio durante los meses de conducción experimental fueron de 25.75, 19.75 y 22.5°C para la temperatura máxima, mínima y media, respectivamente (Cuadro N° 04).

La temperatura, es el factor del clima que tiene gran importancia para el crecimiento, desarrollo, floración y rendimiento del cultivo, ya que afectan el crecimiento celular y el accionar de las plagas.

#### **3.1.3.2. Humedad relativa**

Durante la conducción experimental se observó que la máxima humedad relativa es en el mes de julio con un 74 % de humedad, en cambio la menor correspondió al mes de agosto con 65 % de humedad y un promedio durante la ejecución del experimento de 70.25 %, considerando estos valores apropiados para el crecimiento y desarrollo del cultivo. (Cuadro N° 04).

#### **3.1.3.3. Precipitación**

Durante la conducción experimental se observó que la máxima precipitación fue en el mes de setiembre con 65.5 mm, en cambio la menor correspondió al mes de agosto con 45.4 mm y un promedio durante la ejecución del experimento de 54.23 mm, considerando estos valores adecuados para el abastecimiento y disponibilidad de agua para el cultivo. (Cuadro N° 04).

**Cuadro N° 04: Datos climatológicos estación meteorológica SENAMHI - Cutervo 2015.**

<b>MESES</b>	<b>TEMPERATURA °C</b>			<b>H. R.</b>	<b>PP.</b>
	<b>MAXIMA</b>	<b>MÍNIMA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>%</b>	<b>mm.</b>
Jun. 2015	25	20	22.5	72	55.7
Jul. 2015	27	20	23.5	74	50.3
Ago. 2015	27	29	23.0	65	45.4
Set. 2015	24	28	21.0	70	65.5
<b>Promedio</b>	<b>25.75</b>	<b>19.25</b>	<b>22.5</b>	<b>70.25</b>	<b>54.23</b>

Fuente: SENAMHI 2015 - Cutervo.

#### **3.1.4. Características edáficas del campo experimental**

En la parcela donde se ejecutó el trabajo de investigación, antes de la instalación del experimento, se tomaron sub muestras de suelo, luego se formó una muestra compuesta y finalmente fue llevada a la Estación Experimental Agraria Vista Florida – Chiclayo, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) para su análisis correspondiente.

El resultado, presentó una reacción neutra (7.0) y bajo nivel de sales solubles (1.64 mmhos/cm), valores apropiados para leguminosas de granos, la fertilización es de tendencia media con deficiencias de fosforo (7.5 ppm), potasio (307 ppm) y tenor medio de materia orgánica (3.37 %), alto carbonato de calcio (5.65 %). La textura franco arcillosa es de alta retención de humedad, (INIA, 2015). Análisis de suelos anexo N° 1.

### 3.2. Disposición experimental

#### 3.2.1. Tratamiento en estudio

Los tratamientos en estudio son nueve, que se distribuyeron en el campo como se muestra en cuadro N° 05.

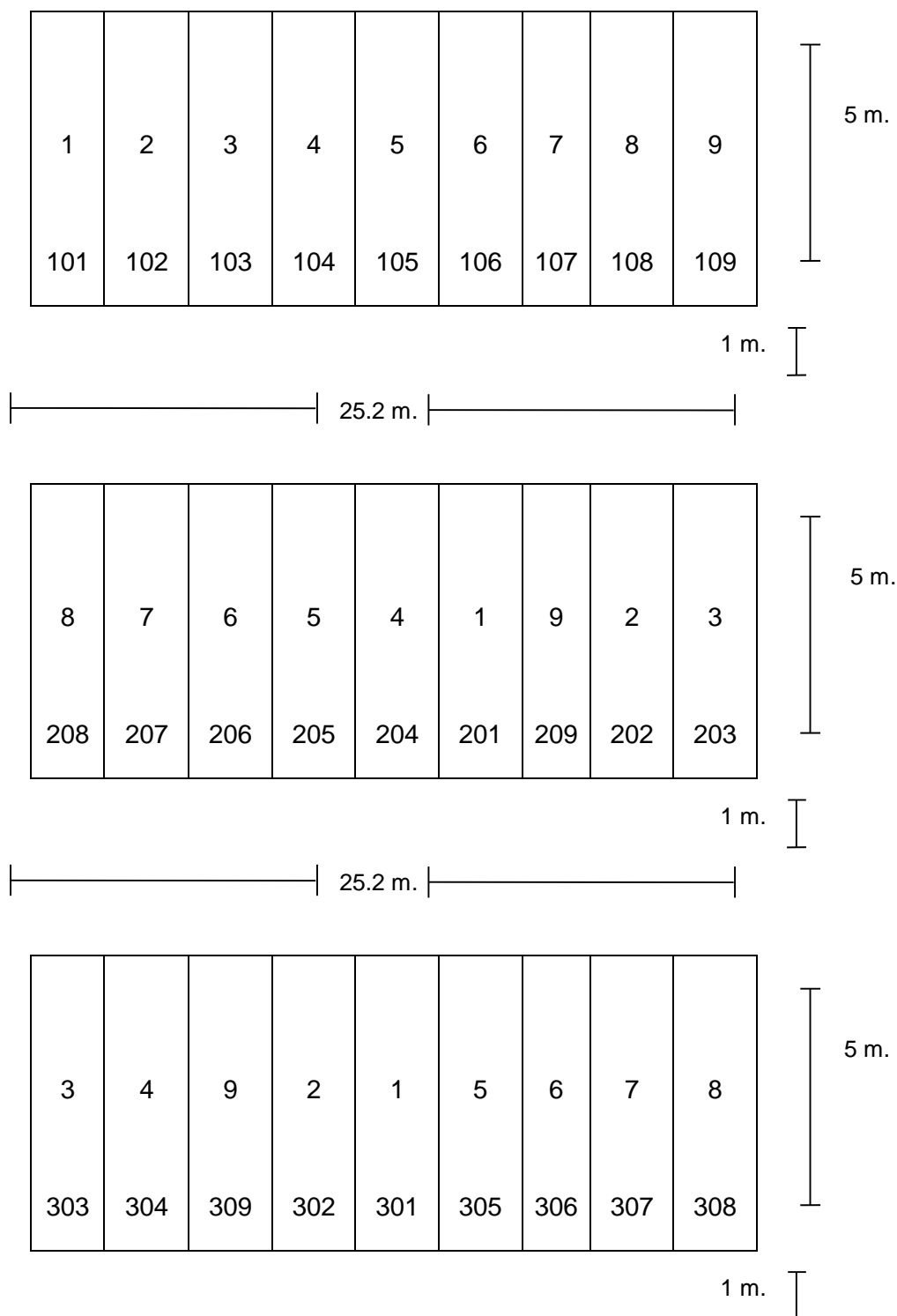
**Cuadro N° 05. Tratamientos en estudio**

CLAVE	VARIEDADES	REPETICIONES		
		I	II	III
1	Bayo Mochica	101	208	303
2	Canario 2000	102	207	304
3	Laran mejorado	103	206	309
4	Alubia 3011	104	205	302
5	Fabe 3004	105	204	301
6	C M B34-2	106	201	305
7	Negro 77	107	209	306
8	Rojo criollo (testigo 1)	108	202	307
9	Capsula (testigo 2)	109	203	308

### 3.2.2. Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con 3 repeticiones y nueve tratamientos.

#### Croquis del campo experimental



### 3.2.3. Características del campo experimental:

Las unidades experimentales (UE) estuvieron ubicadas una a continuación de otras, con 100 golpes por UE; es decir 300 plantas.

#### **Repeticiones**

Nº de repeticiones	:	3
Nº de tratamientos por repetición	:	9
Largo de repetición	:	25.2 m.
Ancho de repetición	:	5.0 m.
Área de repetición	:	126.0 m <sup>2</sup>

#### **Unidades Experimentales (UE)**

Nº de UE	:	9
Largo	:	5.0 m.
Ancho	:	2.8 m.
Área	:	14.0 m <sup>2</sup>

#### **Surcos**

Nº de surcos por UE.	:	4
Largo	:	5.0 m.
Distanciamiento	:	0.7 m.

#### **Golpes**

Nº de golpes/surco	:	25
Distanciamiento	:	0.20 m.

#### **Resumen de Área**

Área por UE	:	14.0 m <sup>2</sup>
Área por repetición	:	126.0 m <sup>2</sup>
Área neta experimento	:	378.0 m <sup>2</sup>
Área total experimentos	:	516.8 m <sup>2</sup>

### **3.3. Material experimental**

#### **3.3.1. Variedades de leguminosas de grano en estudio**

1. Bayo Mochica
2. Canario 2000
3. Laran mejorado
4. Alubia 3011
5. Fabe 3004
6. C M B34-2
7. Negro 77
8. Rojo criollo (testigo 1)
9. Capsula (testigo 2)

#### **3.3.2. Equipos, insumos, herramientas y materiales**

##### **3.3.2.1. Equipos:**

- Yunta para preparación de terreno
- Sistema de riego por aspersión
- Computadora personal PC
- Mochila manual de 20 litros de capacidad
- Balanza de precisión.

##### **3.3.2.2. Insumos:**

- Semilla de nueve variedades de leguminosas de grano
- Abonos foliares y fertilizantes
- Pesticidas

##### **3.3.2.3. Herramientas:**

- Palanas
- Rastrillos
- Cuchillas
- Machetes

#### **3.3.2.4. Materiales:**

- Cordel
- Wincha
- Estacas
- Etiquetas
- Bolsas de papel
- Material de oficina (Papel, CDs, USB, lapiceros, etc.)

### **3.4. Conducción experimental**

La preparación del terreno se realizó con yunta, cuando el suelo estuvo a punto se procedió hacer una aradura profunda, luego se realizó 2 cruas y finalmente el surcado a 0.70 m de distancia.

**Preparación de la Semilla.-** La semilla se trató con ORTHENE a la dosis de 5 gr/kg de semilla con la finalidad de proteger de gusanos de tierra y VITAVAX a dosis de 5 gr/kg de semilla para proteger de enfermedades del suelo.

**Siembra.-** La siembra se realizó el 20 de junio del 2015, en forma manual a palana a un distanciamiento de 0.70 m entre surco y 0.20 m entre golpe, colocando 3 semillas por golpe.

**Riegos.-** El riego se realizó por aspersión, fueron ligeros y en el momento oportuno.

**Deshierbo.-** Se realizó en forma manual, se mantuvo el campo limpio los primeros 35 días de crecimiento del cultivo, que es la época crítica de competencia.

**Control de plagas y enfermedades.-** Durante el desarrollo del cultivo se realizó evaluaciones preliminares para ver el ataque de plagas y enfermedades. En relación a plagas se presentó ataque de Diabroticas, gusanos comedores de hojas; y perforadores de brotes y vainas; la cual se controló con Cypermex a la dosis de 300 ml por cilindro en tres oportunidades.



En relación a enfermedades, hubo presencia de Oidium la cual se controló con Folicur a la dosis de 250 ml por cilindro en dos oportunidades.

**Abonamiento.-** El abonamiento se realizó de acuerdo a las recomendaciones del análisis del suelo y extracción del cultivo, se aplicó a los quince días (05/07/15) después de la siembra a palana a 10 cm de la planta.

Para el trabajo en estudio y según el análisis del suelo más lo que aporta el suelo, se recomendó aplicar la dosis: 80-60-80 de NPK, considerando que la materia orgánica es media 3.37 %, el fosforo medio 7.50 ppm y el potasio 307 ppm, este último no se encuentra disponible para su asimilación por la planta.

Las fuentes utilizadas fueron:

- Urea al 46% de N
- Superfosfato simple de calcio al 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Cloruro de potasio al 60% de K<sub>2</sub>O.

**Cosecha.-** La cosecha se realizó el 09 de setiembre del 2015 cuando el 98% de las vainas estuvieron secas.

### 3.5. Características evaluadas

**Días al inicio de emergencia.-** Se contaron los días desde la siembra hasta la emergencia de las primeras plantas.

**Porcentaje de germinación.-** Se contó las semillas germinadas de los surcos centrales de cada tratamiento por repetición y luego se llevó al porcentaje.

**Hábito de crecimiento.-** Se hizo 2 evaluaciones: la primera a la floración y la segunda a la madurez fisiológica. Se utilizó la siguiente escala

- Tipo I: Arbustivo determinado
- Tipo II: Arbustivo indeterminado
- Tipo III: Semipostrado indeterminado
- Tipo IV: Indeterminado trepador

**Días al inicio de la floración.**- Es en número, los días desde la siembra hasta cuando la población de plantas de cada unidad experimental presenten las primeras flores.

**Días al 50% de floración.**- Se registraron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de flores estimadas que mostraron dehiscencia

**Altura de planta.**- Se registró a la madurez fisiológica y se determinó desde la base de la planta hasta el extremo de la guía principal, en una muestra de 10 plantas por unidad experimental.

**Valor agronómico.**- Valor subjetivo que combina la adaptación, el desarrollo de la planta y reacción a enfermedades. Se avaluó utilizando una escala de 9 grados, donde: 1 = excelente adaptación y 9 = muy mala adaptación, en la etapa de la reproducción (llenado de grano).

**Días a la madurez fisiológica.**- Se registraron los días desde la siembra hasta cuando el 90% de la población de cada unidad experimental manifestó senescencia y cambio de color en sus vainas.

**Días de maduración total.**- Son los días en que todas las plantas han alcanzado su total madurez.

**Numero de vainas por plantas.**- Se determinó considerando el número de vainas llenas más vainas vanas por planta.

**Longitud de vainas.**- Se determinó desde la base hasta el ápice de la vaina, en una muestra de 10 vainas por unidad experimental.

**Numero de granos por vainas.**- De las plantas analizadas se tomaron las vainas normales y se sacaron un promedio de grano por vaina.

**Peso de 100 semillas.**- Del rendimiento del grano obtenido en cada unidad experimental, se tomó una muestra de 250 gramos, luego se contabilizó el número de granos y por regla de tres simples se determinó el peso de 100 granos.

**Color de vaina.**- Se determinó el color de la vaina de cada tratamiento.

**Reacción a enfermedades (roya, oídium, mustia) y plagas.**- Se evaluó utilizando una escala de 9 grados donde: 1 = sin síntomas (resistente) y 9 = muy susceptible. Para el caso de Virus la escala es S = susceptible y R = sin síntomas. Para plagas se usó la misma escala de evaluación para enfermedades.

**Rendimiento de grano.-** Se pesó la cantidad de granos cosechados de cada unidad experimental y luego se transformó en rendimiento por hectárea. Se cosechó con un porcentaje de humedad del 13 %.

### 3.6. Análisis estadísticos

Se realizaron los ANAVAS por cada una de las características evaluadas, según el modelo lineal aditivo siguiente: (Martínez 1988).

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  =Es la observación de la i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

$\mu$  =Es la media general del experimento.

$t_i$  =Es el efecto asociado del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  =Es el efecto asociado al j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  =Variación aleatoria asociada a la parcela del i-ésimo genotipo en el j-ésimo bloque.

#### Cuadro N° 06: Forma general del análisis de varianza

Fuentes de varianza	Grados de libertad	Suma de cuadrados
Bloques	$(r-1) = 2$	$\frac{\sum x_j^2}{t} - \frac{(\sum x_j)^2}{rt} = sc. Bloques$
Tratamientos	$(t-1) = 8$	$\frac{\sum x_i^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = sc. Tratamientos$
Error	$(r-1)(t-1) = 16$	Por diferencia
<b>Total</b>	<b><math>(txr-1) = 26</math></b>	$\frac{\sum x^2}{ijij} - \frac{(\sum x_i)^2}{rt} = sc. Total$

Fuente: Stell y Torrie (1985)

Previo al análisis estadístico, se probaron las asunciones principales del análisis de varianza, como la normalidad y homogeneidad de varianzas de los datos de la variable dependiente, el rendimiento de grano.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

De acuerdo al trabajo y bajo las condiciones en la que se realizó el proyecto de investigación, los materiales empleados y los objetivos propuestos se obtuvieron los siguientes resultados:

### **4.1. Prueba de los supuestos del análisis de varianza**

#### **4.1.1. Contraste de normalidad de los datos**

Previo a la realización de los análisis estadísticos respectivos, se probó las pruebas de normalidad de los datos, que es una de las asunciones del análisis de varianza, para la aplicación de la estadística paramétrica. Para que los resultados de los análisis tengan validez y se pueda hacer el proceso de inferencia estadística a partir de la muestra. (EISENHART 1974, MILLER N. J y MILLER J.C. 2002).

Es necesario que muchos contrastes estadísticos supongan que los datos utilizados proceden de una población normal, el método para contrastar esta hipótesis de una forma visual simple de comprobar si un grupo de datos procede de una distribución normal es representar una curva de frecuencias acumuladas en un papel gráfico especial denominado papel de probabilidad normal. Para este caso se trabajó con la información de la variable dependiente o rendimiento de frijol, se encontró que tiene distribución normal, como se nota en los resultados de los análisis y gráfico correspondiente, por tener un P-valor mayor de 0.05.

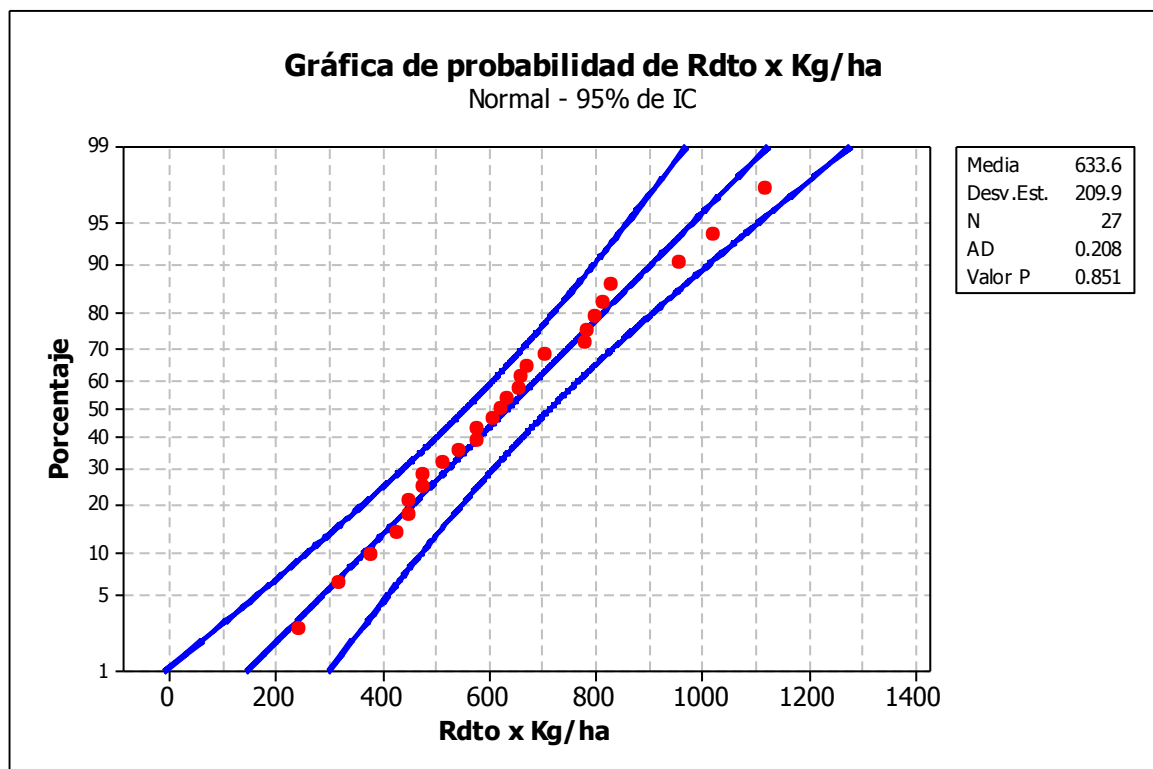
El papel de probabilidad normal tiene una escala no lineal en el eje del porcentaje de frecuencia acumulada, lo que convierte la curva en forma de S en una línea recta. Los datos del rendimiento representado en dicho papel aparecen en el gráfico N° 01, los puntos se sitúan aproximadamente sobre una línea recta, confirmando la hipótesis que los datos proceden de una distribución normal, existen 3 algoritmos diferentes para calcular las frecuencias acumulativas del rendimiento. El utilizado se conoce como el método de Herd-Jhonson, reportado por Miller, J, N y Miller J C (2002).

La hipótesis para la prueba de normalidad fue:

Ho: los datos siguen una distribución normal vs la hipótesis alternativa.

H1: los datos no siguen una distribución normal.

La prueba estadística fue la correlación, como los puntos están dentro del cinturón de confianza, se afirma que los datos tienen distribución normal, entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), indicando que el rendimiento tiene una distribución normal, proviniendo por lo tanto los datos de una población no normal, por lo que se aplicó las técnicas paramétricas



**Gráfico N° 01. Prueba de normalidad para rendimiento de grano en frijol.**

#### 4.1.2. Prueba de homogeneidad de varianzas

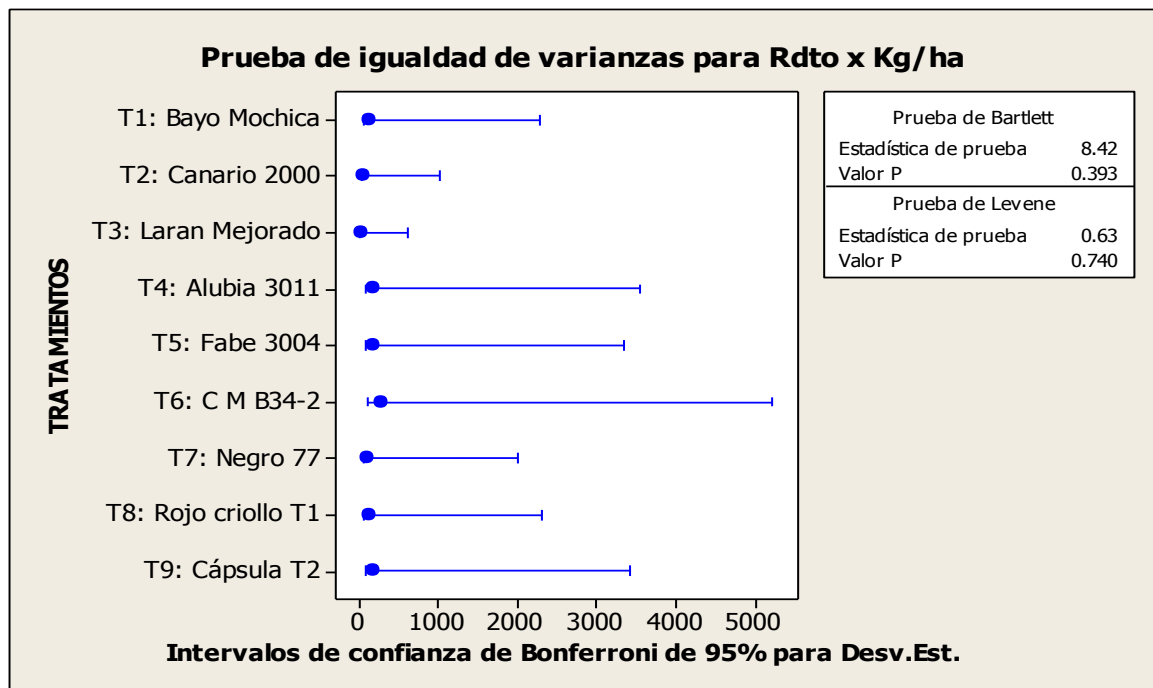
Uno de los supuestos fundamentales del análisis de varianza, es la homogeneidad de varianzas, que usa la prueba de la varianza para realizar la prueba de la hipótesis para la igualdad o la homogeneidad de varianzas, usando las pruebas de Bartlett.

La prueba de hipótesis planteada fue:

$H_0$ : las varianzas son homogéneas, comparado con la alternativa

$H_a$ : las varianzas no son homogéneas,

Como los valores del nivel de significación son mayores de 0.05, entonces aceptamos la hipótesis nula, indicando que todas las varianzas son homogéneas, para el rendimiento de grano seco.



**Gráfico N° 02: Prueba de varianzas iguales: Rendimiento de grano en frijol kg/ha vs tratamientos.**

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 8.42, valor p = 0.393

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.63, valor p = 0.740

Tiene homogeneidad de varianza

Conclusión los datos si cumple con los supuestos del anava. Análisis de covarianza

Se aplica esta técnica cuando hay significación entre una variable independiente y rendimiento

### **Análisis de regresión: Rendimiento en kg/ha vs germinación**

La ecuación de regresión es

Rendimiento en Kg/ha = - 197 + 5.698 Germinación

S = 211.952 R-cuad. = 2.0% R-cuad.(ajustado) = 0.0%

**Cuadro N° 07: Análisis de varianza de la regresión rendimiento en kg/ha vs germinación.**

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Regresión	1	22502	22502.4	0.50	0.486
Error	25	1123091	44923.6		
Total	26	1145593			

Los resultados indican que no hay efecto de por sobre y, por lo tanto no se necesita aplicar correlación

G:\Parametros evaluación leguminosas-w1\_InfoStat : 25/10/2017 - 01:06:25 a.m. -  
[Versión : 03/06/2013]

#### **4.2. Rendimiento en grano seco (kg/ha).**

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación indicaron que existió alta significación estadística para tratamientos, mostrando un comportamiento heterogéneo de las variedades en el rendimiento en grano seco, debido al diferente efecto de los tratamientos. (Cuadro N° 08).

El coeficiente de variabilidad fue 4.33%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos **Toma y Rubio, (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona muy buena precisión **Martínez, (1995)**, por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 08).

La prueba discriminadora de Duncan (0.05), detectó dos grupos diferentes, el grupo superior está conformado por cinco variedades: Negro 77, Capsula, Alubia 3011, Bayo mochica y Larán mejorado, con, rendimientos de 930.95, 910.71, 628.57, 615.48 y 607.72 kg/ha respectivamente, resultados atribuibles al mayor número de vainas por planta y longitud de vaina, con los cuales esta estadísticamente asociados. (Cuadro N° 09, gráfico N° 03)

El promedio general experimental fue de 633.60 kg/ha, que es ligeramente bajo a los encontrado por Fuentes Ramírez Delis (2017), quien encontró un rendimiento promedio de 642.77 kg/ha en Cutervo

**Cuadro N° 08: Análisis de la varianza para rendimiento en grano seco.**

<b>F. V.</b>	<b>S. C.</b>	<b>G. L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	0.37	10	0.04	2.58	0.0444
Bloque	0.06	2	0.03	2.24	0.1389
Tratamiento	0.31	8	0.04	2.66	0.0456 **
Error	0.23	16	0.01		
Total	0.61	26			

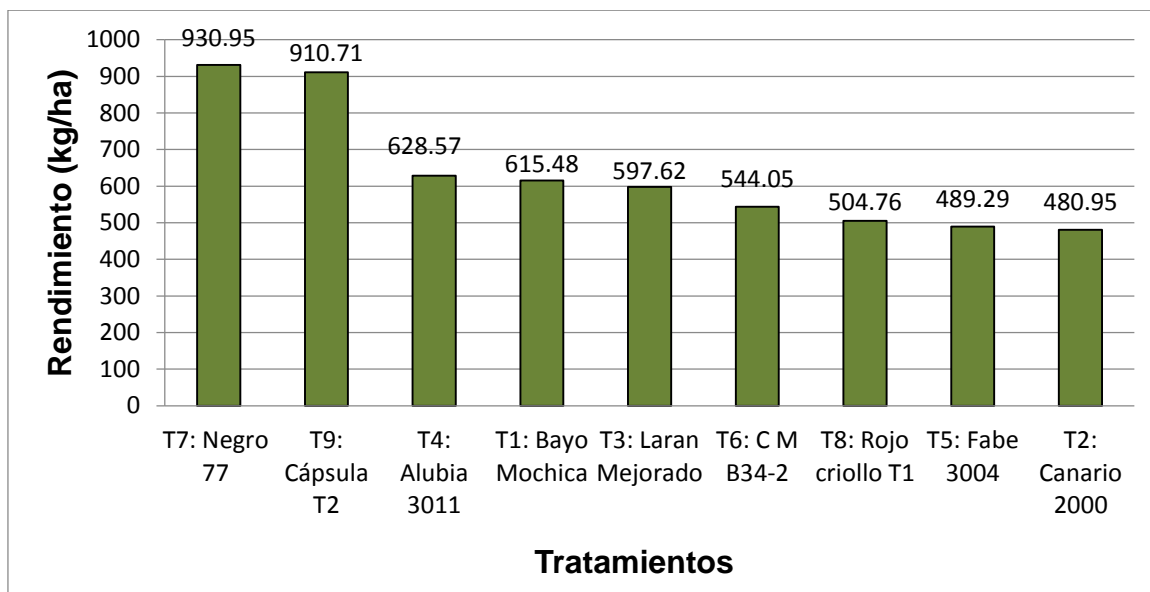
CV = 4.33 %

**Cuadro N° 09: Rendimiento en grano seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.**

<b>O.M.</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rdto (Kg/ha)</b>	<b>Sign.</b>
1	Negro 77	930.95	A
2	Cápsula T2	910.71	A
3	Alubia 3011	628.57	AB
4	Bayo Mochica	615.48	AB
5	Laran Mejorado	607.62	AB
6	C M B34-2	544.05	B
7	Rojo criollo T1	504.76	B
8	Fabe 3004	489.29	B
9	Canario 2000	480.95	B
	Promedio	633.60	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )





**Gráfico N° 03: Rendimiento en grano seco**

#### **4.3. Peso de 100 semillas (gramos/100 semillas)**

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación indicaron que existió alta significación estadística para tratamientos ( $P$  valor menor a 0.05), mostrando un comportamiento heterogéneo en el peso de 100 semillas, debido al diferente efecto de los tratamientos (Cuadro N° 10).

El coeficiente de variabilidad fue 8.69%, valor bajo, que indica que los datos son homogéneos **Toma y Rubio, (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión **Martínez, (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 10).

En la prueba discriminadora para tratamientos, hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, los primeros lugares lo obtuvieron: Alubia 3011 y Cápsula con el mismo valor de 70 gramos aunque sin existir diferencias estadísticas con los cuatro tratamientos que le siguen, mientras que en último lugar fue para Rojo criollo con solo 40 g. de peso (Cuadro N° 11).

El promedio general experimental fue de 60.93 gramos.

**Cuadro N° 10: Análisis de la varianza para peso de 100 semillas.**

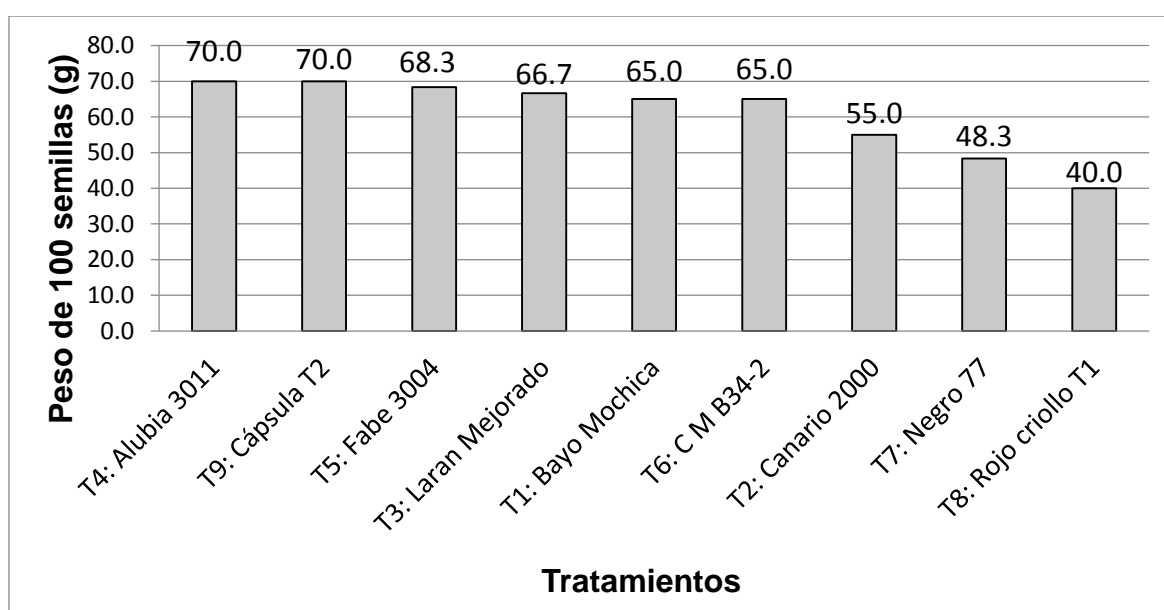
F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	P-Valor
Modelo	2803.70	10	280.37	10.01	<0.0001
Bloque	51.85	2	25.93	0.93	0.4165
Tratamiento	2751.85	8	343.98	12.28	<0.0001 **
Error	448.15	16	28.01		
Total	3251.85	26			

CV = 8.69 %

**Cuadro N° 11: Peso de 100 semillas seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.**

O.M.	Tratamientos	Peso de 100 semillas	Sign.
1	Alubia 3011	70.0	A
2	Cápsula T2	70.0	A
3	Fabe 3004	68.3	A
4	Laran Mejorado	66.7	A
5	Bayo Mochica	65.0	A
6	C M B34-2	65.0	A
7	Canario 2000	55.0	B
8	Negro 77	48.3	BC
9	Rojo criollo T1	40.0	C
	<b>Promedio</b>	<b>60.93</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Gráfico N° 04: Peso de 100 semillas**

#### 4.4. Número de granos por vaina

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación indicaron que existió significación estadística para bloques y tratamientos, mostrando que el diseño aplicado es efectivo ya que controla el error experimental (Steel y Torrie 1968), para tratamientos muestra un comportamiento heterogéneo en el número de granos por vaina, debido al diferente efecto de las variedades (Cuadro N° 12).

El coeficiente de variabilidad fue 6.93%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos **Toma y Rubio, (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión **Martínez, (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central

En la prueba discriminatoria para tratamientos, hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos detectándose cuatro grupos diferentes, el primer lugar lo obtuvo: Laran Mejorado con 5.03 granos/vaina, le sigue Negro 77 con 4.97 granos/vaina. Mientras que en último lugar se encontró a C M B34-2 con solo 3.97 granos/vaina. (Cuadro N° 13, grafico 05).

El promedio general experimental fue de 4.54 granos/vaina.

**Cuadro N° 12: Análisis de la varianza para número de granos por vaina.**

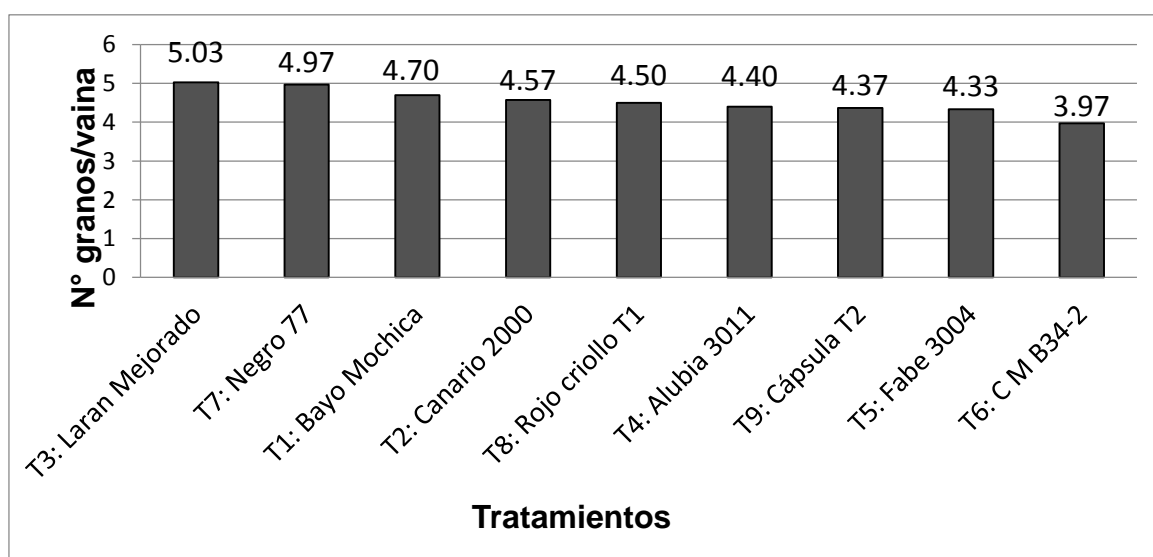
F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	P-Valor
Modelo	7.46	10	0.75	7.54	0.0002
Bloque	4.84	2	2.42	24.43	<0.0001 *
Tratamiento	2.62	8	0.33	3.31	0.0198 *
Error	1.58	16	0.10		
Total	9.04	26			

CV = 6.93 %

**Cuadro N° 13: Número de granos por vaina seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.**

O.M.	Tratamientos	Número de granos/vaina	Sign.
1	Laran Mejorado	5.03	A
2	Negro 77	4.97	AB
3	Bayo Mochica	4.70	ABC
4	Canario 2000	4.57	ABCD
5	Rojo criollo T1	4.50	ABCD
6	Alubia 3011	4.40	BCD
7	Cápsula T2	4.37	BCD
8	Fabe 3004	4.33	CD
9	C M B34-2	3.97	D
	<b>Promedio</b>	<b>4.54</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Gráfico N° 05: Número de granos por vaina**

#### 4.5. Longitud de vaina (cm)

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación indicaron que existió significación estadística para bloques y tratamientos, mostrando que el diseño aplicado es efectivo ya que controla el error experimental (Steel y Torrie 1968), para tratamientos muestra un comportamiento heterogéneo en la longitud de vaina, debido al diferente carga genética de las variedades (Cuadro N° 14).

El coeficiente de variabilidad fue 2.66%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos **Toma y Rubio, (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona una muy buena precisión **Martínez, (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 14).

En la prueba discriminatoria para tratamientos, hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, el primer lugar lo obtuvo: Alubia 3011 con 13.93 cm, que superó estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Negro 77 con 13.03 cm., valores que influenciaron en un mayor rendimiento. Mientras que en último lugar se encontró a C M B34-2 con 8.43 cm. (Cuadro N° 15).

El promedio general experimental fue de 11.43 cm. ligeramente menor a lo encontrado por Fuentes Ramírez Delis, (2017), quien encontró un rendimiento promedio de 12.08 en Cutervo.

**Cuadro N° 14: Análisis de la varianza para longitud de vaina.**

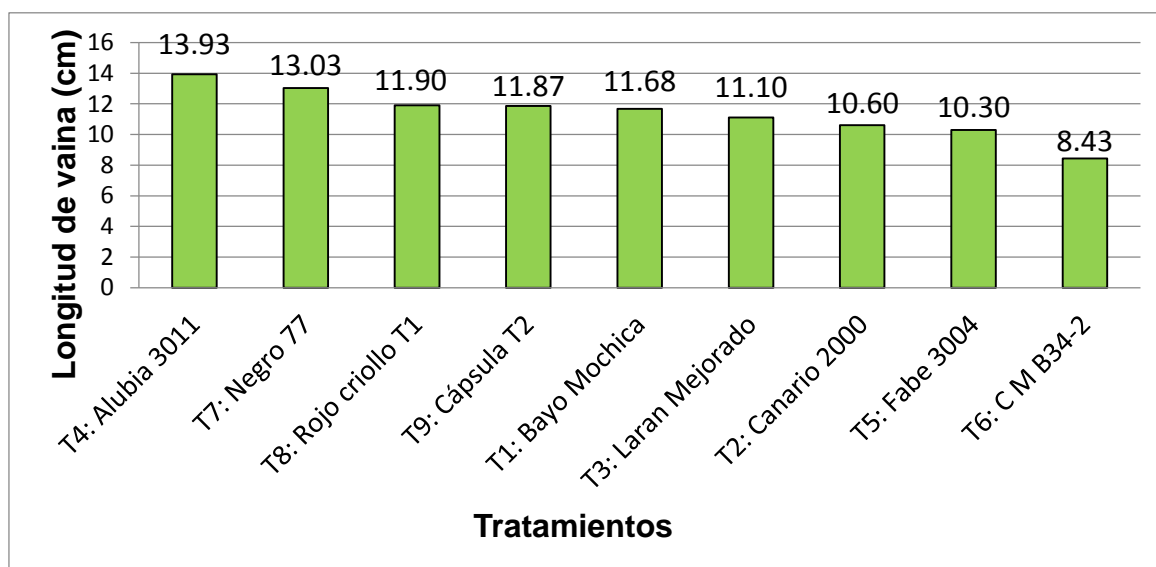
<b>F. V.</b>	<b>S. C.</b>	<b>G. L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	66.61	10	6.66	72.17	<0.0001
Bloque	5.50	2	2.75	29.81	<0.0001 *
Tratamiento	61.10	8	7.64	7.64	<0.0001 *
Error	1.48	16	0.09		
Total	68.08	26			

CV = 2.66 %

**Cuadro N° 15: Longitud de vaina seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.**

O.M.	Tratamientos	Longitud de vaina (cm)	Sign.
1	Alubia 3011	13.93	A
2	Negro 77	13.03	B
3	Rojo criollo T1	11.90	C
4	Cápsula T2	11.87	C
5	Bayo Mochica	11.68	C
6	Laran Mejorado	11.10	D
7	Canario 2000	10.60	DE
8	Fabe 3004	10.30	E
9	C M B34-2	8.43	F
	<b>Promedio</b>	<b>11.43</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Gráfico N° 06: Longitud de vaina**

#### 4.6. Número de vainas por planta

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación indicaron que existió alta significación estadística para tratamientos, mostrando un comportamiento heterogéneo en el número vainas por planta, debido al diferente efecto de los tratamientos (Cuadro N° 16).

El coeficiente de variabilidad fue 16.07%, valor bajo, que indica que los datos son homogéneos **Toma y Rubio, (2008)**, valor que valida la conducción experimental y

toma de datos, y el diseño experimental proporciona buena precisión **Martínez, (1995)**

La prueba discriminadora para tratamientos, detectó tres grupos diferentes, donde el primer lugar lo obtuvo la variedad Negro 77 con 14.73 vainas/planta, le sigue Cápsula con 13.80 vainas/planta, ambos con la misma significación y superando estadísticamente al resto de tratamientos, estos altos valores influyeron en un mayor rendimiento, como indica su alta asociación, le sigue Rojo criollo con 10.80 vainas/planta. Mientras que en último lugar se encontró a Canario 2000 con 7.43 vainas/planta. (Cuadro 17, gráfico N° 07).

El promedio general experimental fue de 10.34 vainas por planta, valor bajo, respecto a lo encontrado por Fuentes Ramírez Delis (2017), quien encontró un promedio general fue de 25.77 vainas por planta.

**Cuadro N° 16: Análisis de la varianza para número vainas por planta**

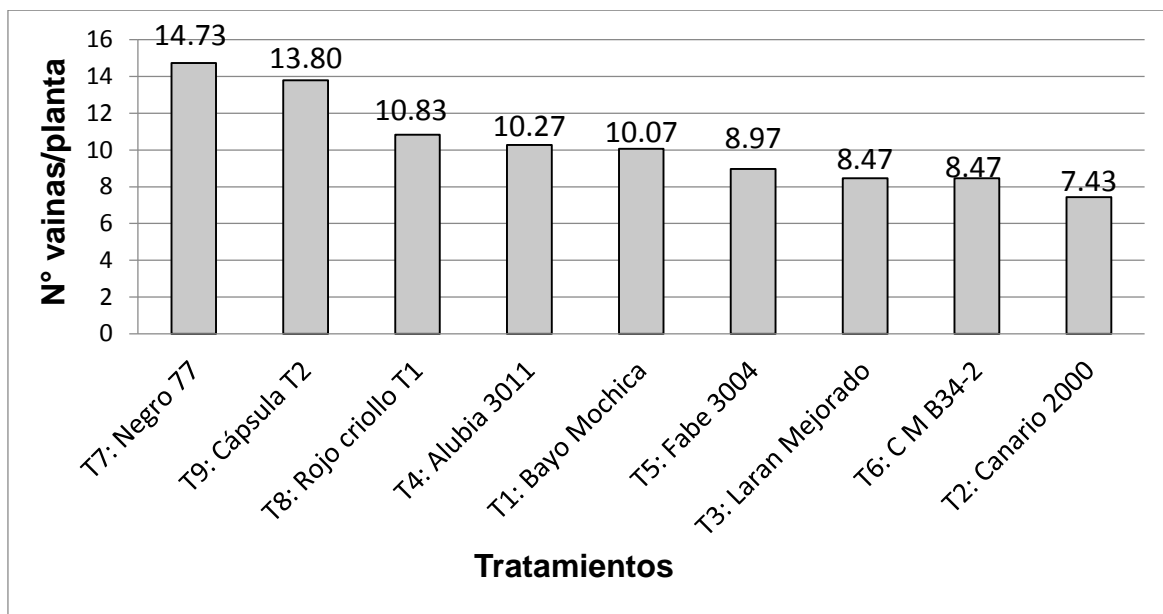
F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	P-Valor
Modelo	152.20	10	15.22	5.52	0.0013
Bloque	5.35	2	2.68	0.97	0.4002
Tratamiento	146.85	8	18.36	6.65	0.0007 **
Error	44.14	16	2.76		
Total	196.34	26			

CV = 16.07 %

**Cuadro N° 17: Número vainas por planta seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.**

O.M.	Tratamientos	Vainas/planta	Sign.
1	Negro 77	14.73	A
2	Cápsula T2	13.80	A
3	Rojo criollo T1	10.83	B
4	Alubia 3011	10.27	BC
5	Bayo Mochica	10.07	BC
6	Fabe 3004	8.97	BC
7	Laran Mejorado	8.47	BC
8	C M B34-2	8.47	BC
9	Canario 2000	7.43	C
	<b>Promedio</b>	<b>10.34</b>	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Gráfico N° 07: Número vainas por planta.**

#### **4.7. Altura de planta (cm)**

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación indicaron que existió significación estadística para bloques y tratamientos, mostrando que el diseño aplicado es efectivo ya que controla el error experimental (Steel y Torrie 1968), para tratamientos muestra un comportamiento heterogéneo en la altura de planta, debido al diferente carga genética de las variedades (Cuadro N°18).

El coeficiente de variabilidad fue 3.26%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos **Toma y Rubio, (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona muy buena precisión **Martínez, (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 18).

La prueba discriminadora para tratamientos, detectó seis grupos diferentes, donde el primer lugar lo obtuvo la variedad Negro 77 con 108.57 cm, que superó estadísticamente al resto de tratamientos, le siguen la variedad **Rojo Criollo T1** y **Bayo Mochica** con 100.40 cm y 93.17 cm, respectivamente. El último lugar fue para la variedad **C M B34-2** con solo 34 cm. (Cuadro N° 19, gráfico N° 08).

El promedio general experimental fue de 60.14 cm de altura de planta.



**Cuadro N° 18: Análisis de la varianza para altura de planta.**

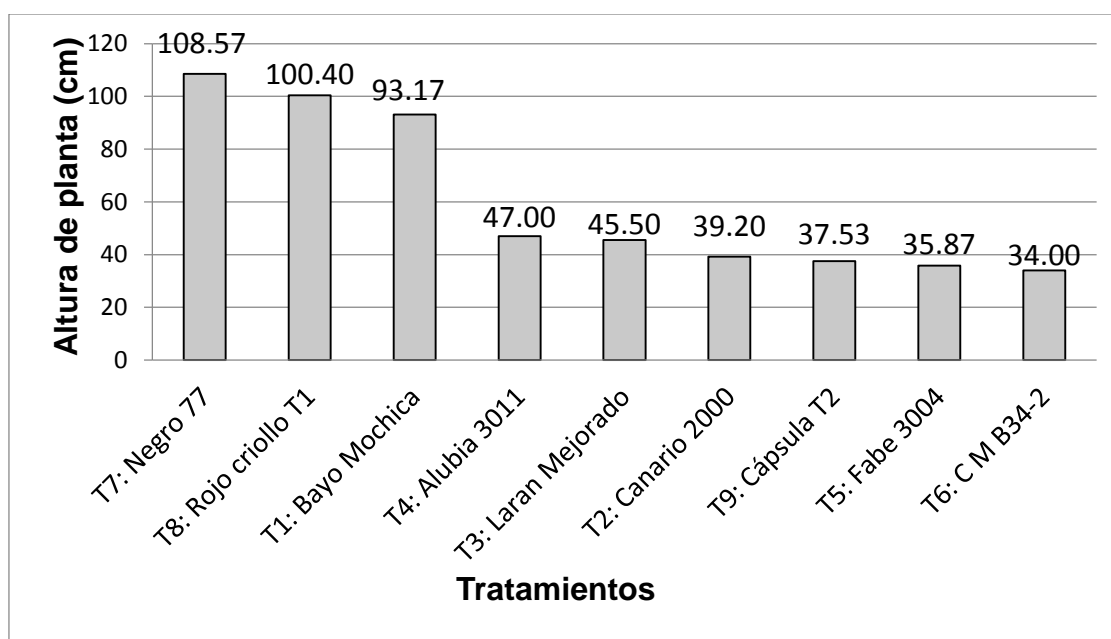
F. V.	S. C.	G. L.	C. M.	F	P-Valor
Modelo	23025.95	10	2302.60	598.56	<0.0001
Bloque	28.56	2	14.28	3.71	0.0474 *
Tratamiento	22997.40	8	2874.67	747.27	< 0.0001 *
Error	61.55	16	3.85		
Total	23087.50	26			

CV = 3.26 %

**Cuadro N° 19. Altura de planta en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.**

O.M.	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Sign.
1	Negro 77	108.57	A
2	Rojo criollo T1	100.40	B
3	Bayo Mochica	93.17	C
4	Alubia 3011	47.00	D
5	Laran Mejorado	45.50	D
6	Canario 2000	39.20	E
7	Cápsula T2	37.53	EF
8	Fabe 3004	35.87	EF
9	C M B34-2	34.00	F
	Promedio	60.14	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**Gráfico N° 08: Altura de planta**

#### 4.8. Porcentaje de germinación (%)

Los resultados del análisis de varianza para esta evaluación indicaron que existió alta significación estadística para tratamientos, mostrando un comportamiento heterogéneo en el porcentaje de germinación, debido al diferente estado de los tratamientos (Cuadro N° 20).

El coeficiente de variabilidad fue 2.35%, valor bajo, que indica que los datos son muy homogéneos **Toma y Rubio, (2008)**, valor que valida la conducción experimental y toma de datos, y el diseño experimental proporciona muy buena precisión **Martínez, (1995)** por lo que el promedio experimental es un valor representativo de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 20).

La prueba discriminadora para tratamientos, detectó cuatro grupos diferentes, donde el primer lugar lo obtuvo la variedad Canario 2000 con 101.33%, que superó estadísticamente al resto de tratamientos, le siguen Rojo criollo y Cápsula, ambos con 100%, respectivamente. El último lugar fue para Alubia 3011 con solo 92.44%. (Cuadro 21, gráfico N° 09).

El promedio general experimental fue de 97.16% de germinación, resultados que indican que las semillas fueron nuevas, teniendo un alto porcentaje de germinación

**Cuadro N° 20: Análisis de la varianza para porcentaje de germinación**

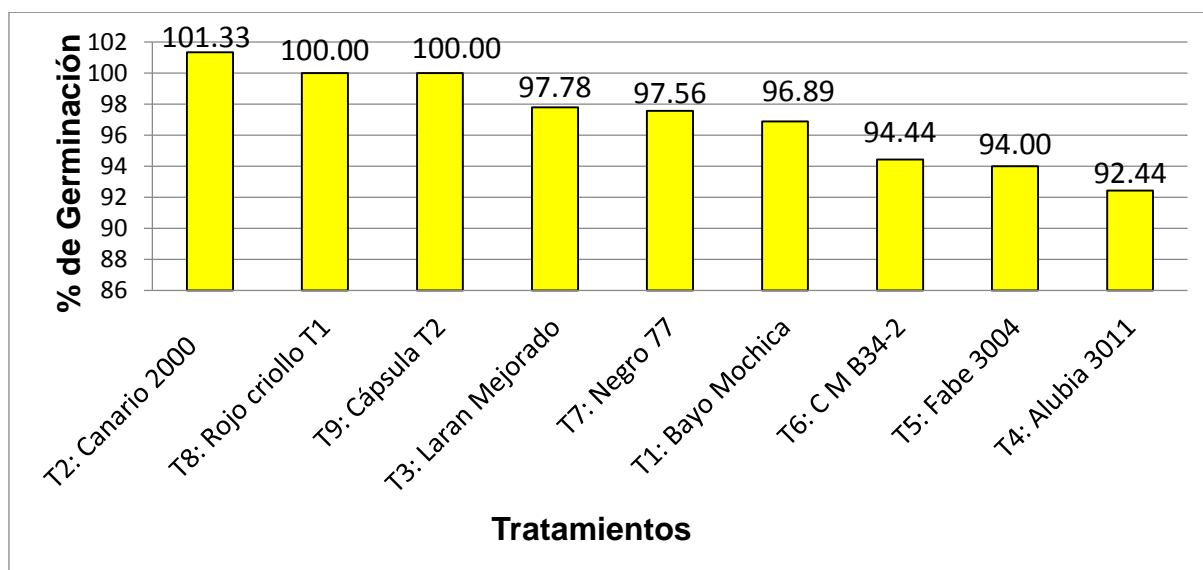
<b>F. V.</b>	<b>S. C.</b>	<b>G. L.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	224.86	10	22.49	4.32	0.0047
Bloque	3.59	2	1.79	0.34	0.7134
Tratamiento	221.27	8	27.66	5.32	0.0022 **
Error	83.23	16	5.20		
Total	308.08	26			

CV = 2.35 %

**Cuadro N° 21: Porcentaje de germinación seco en el “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015”.**

O.M.	Tratamientos	Porcentaje de germinación	Sign.
1	Canario 2000	101.33	A
2	Rojo criollo T1	100.00	AB
3	Cápsula T2	100.00	AB
4	Laran Mejorado	97.78	ABC
5	Negro 77	97.56	ABC
6	Bayo Mochica	96.89	BC
7	C M B34-2	94.44	CD
8	Fabe 3004	94.00	CD
9	Alubia 3011	92.44	D
	Promedio	97.16	

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*



**Gráfico N° 09: Porcentaje de germinación**

#### 4.9. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados

En el cuadro N° 22, se muestra la matriz de correlaciones de Pearson para cada par de variables, observándose una asociación positiva y altamente significativa del rendimiento de frijol con número de vainas por planta y longitud de vaina.

**Cuadro N° 22. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados**

<b>Granos/vaina</b>	<b>Rdto x Kg/ha</b>	<b>Peso 100 semillas</b>
Peso 100 semilla	0.023	
	0.909	
Granos/vaina	0.227	-0.239
	0.255	0.231
Longitud de vaina	0.412	-0.154
0.477		
0.012	0.033	0.443
Vainas por planta	0.504	-0.221
0.184		
0.359	0.007	0.267
Altura de planta	0.222	-0.666
0.296		
0.134	0.265	0.000
% Germinación	0.140	-0.399
0.181		
0.365	0.486	0.039

Contenido de la celda: Correlación de Pearson. Valor P

#### **4.10. Regresiones del rendimiento en grano y las variables evaluadas**

##### **Análisis de regresión polinomial: Rendimiento vs longitud de vaina**

El análisis de varianza para la relación del rendimiento vs. Longitud de vaina fue de tipo lineal ( $p=0.01$ ).

La ecuación de regresión es

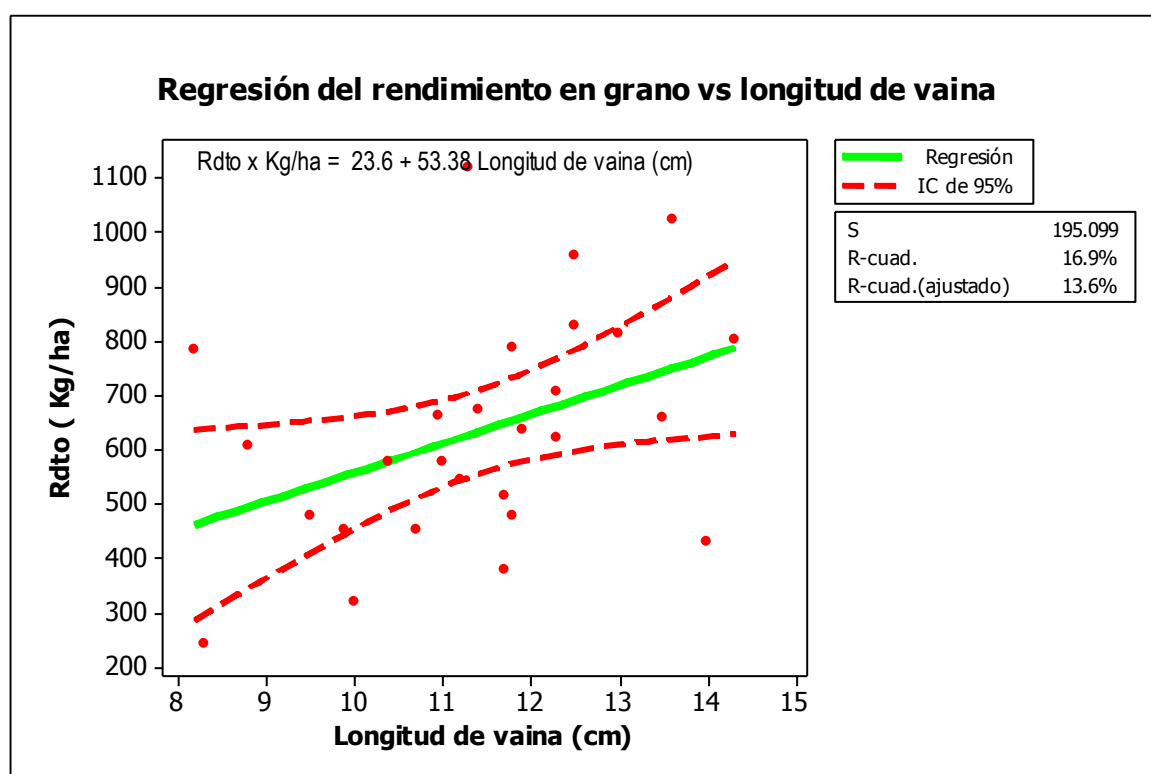
$$\text{Rendimiento x Kg/ha} = 23.6 + 53.38 \text{ Longitud de vaina (cm)}$$

Indicando que por cada cm que se incremente la longitud de vaina, el rendimiento de grano se incrementara en 53.38 kilos/ha

$$S = 195.099 \quad R\text{-cuad.} = 16.9\% \quad R\text{-cuad. (ajustado)} = 13.6\%$$

**Cuadro N° 23: Análisis de varianza rendimiento vs longitud de vaina.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P-Valor
Regresión	1	194001	194001	5.10	0.033
Error	25	951593	38064		
Total	26	1145593			



**Grafico N° 10: Regresión del rendimiento en grano vs longitud de vaina**

#### **Análisis de regresión polinomial: Rendimiento vs vainas por planta**

El análisis de varianza para la relación del rendimiento vs vainas por planta fue de tipo lineal ( $p=0.01$ ).

#### **Análisis de regresión: Rendimiento en kg/ha vs. vainas por planta**

La ecuación de regresión es:

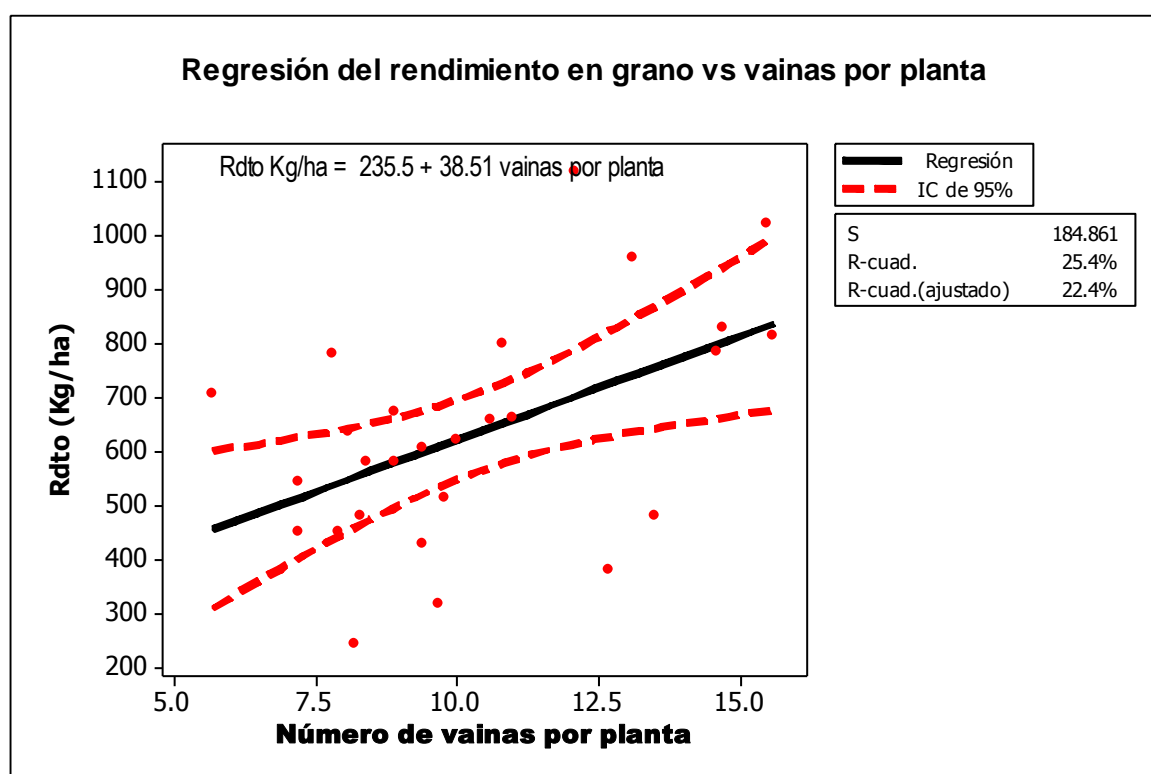
$$\text{Rendimiento x kg/ha} = 235.5 + 38.51 \text{ vainas por planta}$$

$$S = 184.861 \quad R\text{-cuad.} = 25.4\% \quad R\text{-cuad.}(\text{ajustado}) = 22.4\%$$

Indicando que por vaina que se incremente pos planta, el rendimiento de grano se incrementara en 38.51 kig/ha

**Cuadro N° 24: Análisis de varianza rendimiento en kg/ha vs vainas por planta.**

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	P-Valor
Regresión	1	291254	291254	8.52	0.007
Error	25	854340	34174		
Total	26	1145593			



**Gráfico N° 11: Regresión del rendimiento en grano vs vaina por planta**

#### 4.11. Regresión múltiple

Al aplicar la metodología Stepwise (paso a paso), se encontró que la variable que más influyen en el rendimiento fue: número de vainas por planta, con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 82.75\%$ .

Resultados que indican que por cada vaina que se incrementa por planta, el Rendimiento de grano se incrementará en 0.6648 t/ha, manteniendo constante el resto de variables.

**Cuadro N° 25: Regresión paso a paso: Rendimiento en kg/ha vs peso 100 semillas, granos/vaina.**

Alfa a entrar: 0.15 Alfa a retirar: 0.15

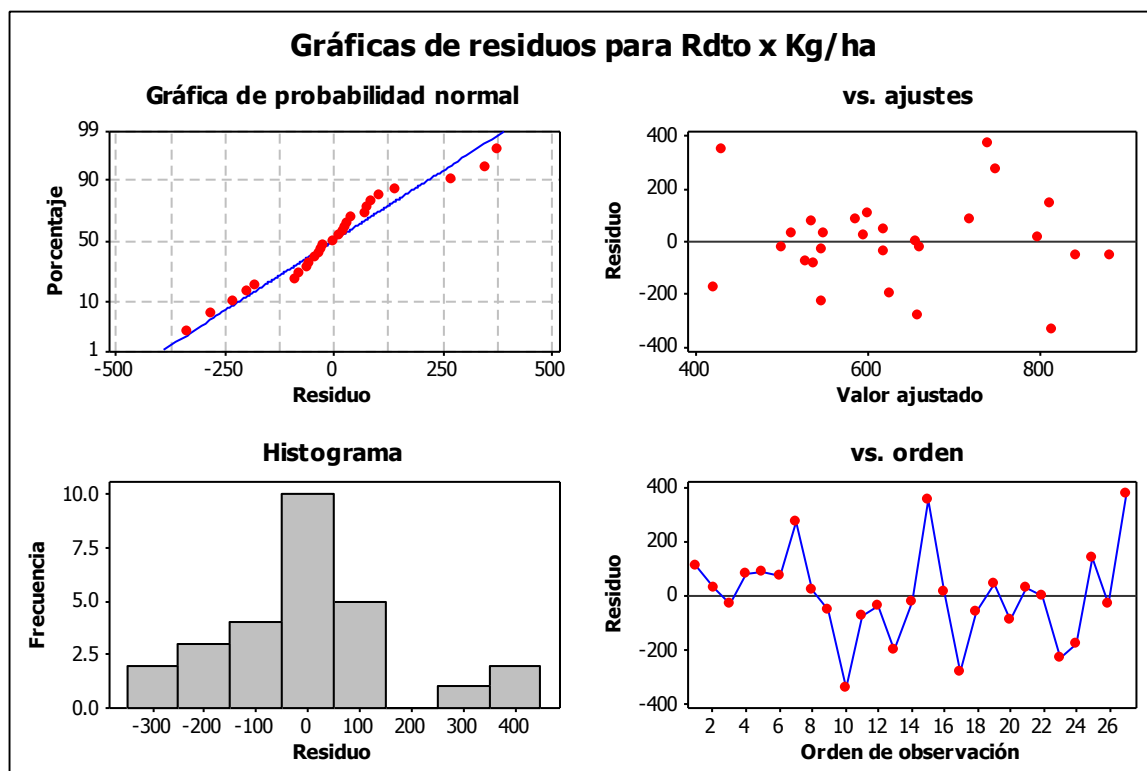
La respuesta es rendimiento en kg/ha en 6 predictores, con N = 27

Paso	1
Constante	235.5
vainas por planta	39
Valor T	2.92
Valor P	0.007
S	185
R-cuad.	25.42
R-cuad. (ajustado)	22.44
Cp de Mallows	0.2

**Análisis de varianza**

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Regresión	6	410459	68410	1.86	0.138
Error residual	20	735134	36757		
Total	26	1145593			

Fuente	GL	SC	Sec.
Peso 100 semillas (Gr)	1	611	
Granos/vaina	1	65748	
Longitud de vaina (cm)	1	139591	
vainas por planta	1	161600	
Altura de planta	1	3109	
%germinación	1	39800	



**Gráfico N° 12: Gráfico de residuos para rendimiento en kg/ha**

#### 4.12. Análisis multivariado

Al realizar un análisis conjunto de las variables evaluadas mediante la técnica del análisis de componentes principales (ACP), se encontró que el primer componente (PC1) constituido por las variables: vainas por planta, días al 50% de floración y días al inicio de floración, con los valores PC1 absolutos más altos (0.332, 0.083 y 0.033 que están referidos a peso de 100 semillas y germinación y que explican el 51.10 % de la variación total (Cuadro N° 26).

Mientras que el segundo componente (PC2) tiene el coeficiente más alto en términos absolutos de 0.544, correspondiente a peso de 100 semillas y porcentaje de germinación (0.505) (**Periodo vegetativo**), con un aporte de 17.8%. En conjunto los dos primeros componentes explican el 68.9%. Mientras que el tercer componente aporta el 14.4% y los tres componentes juntos explican el 83.3% del fenómeno (Cuadro N° 26).



## Análisis de componente principal para las variables evaluadas

En el Cuadro N° 26, se muestran los nombres de las nuevas variables, que le ha puesto el software estadístico, nosotros le pondremos nombres agronómicos

### Cuadro N° 26: Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación.

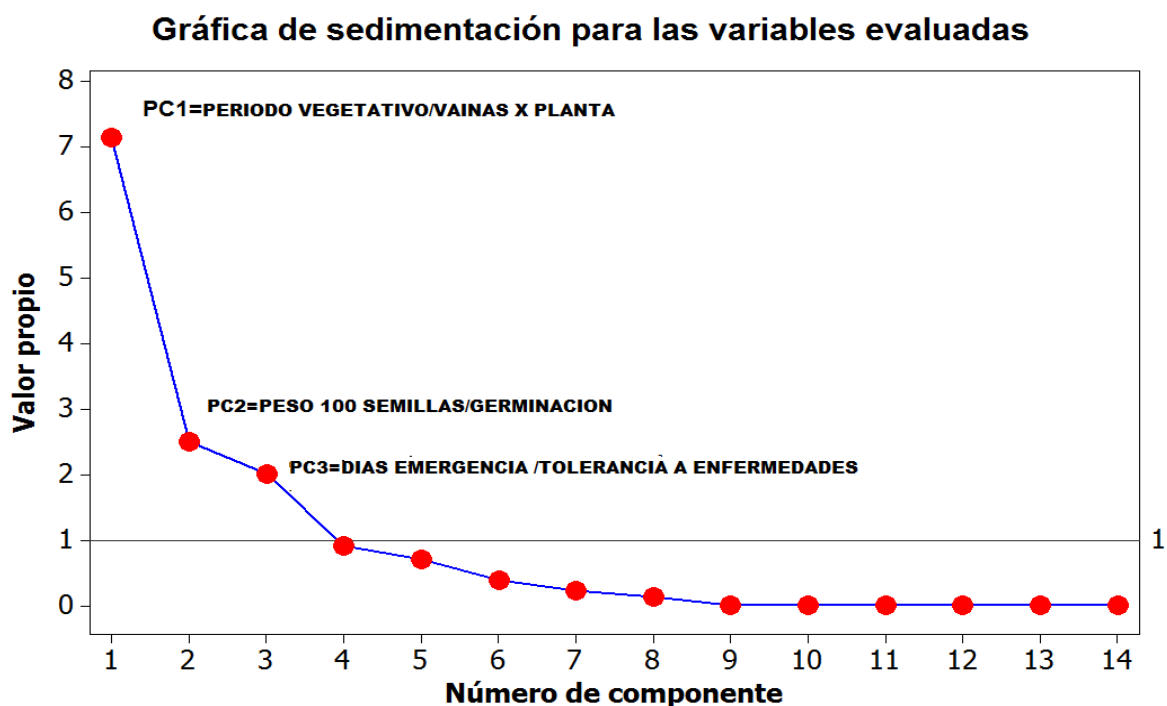
Valor propio	7.1482	2.4966	2.0110	0.9128
Proporción	0.511	0.178	0.144	0.065
Acumulada	0.511	0.689	0.833	0.898

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
Rdto x Kg/ha	0.316	-0.006	-0.215	0.283
Peso 100 semillas (Gr)	-0.016	0.544	-0.162	-0.272
Granos/vaina	0.166	-0.349	0.067	-0.548
Longitud de vaina (cm)	0.296	-0.127	-0.070	-0.421
vainas por planta	0.332	-0.091	-0.113	0.421
Altura de planta	0.189	-0.412	0.337	0.109
%germinación	-0.043	-0.505	-0.299	0.203
Días al inicio de emergencia	0.103	-0.062	0.593	-0.111
Días al inicio de floración	0.362	0.033	-0.049	-0.108
Días 50% de floración	0.364	0.083	0.031	-0.047
Valor agronómico	-0.307	-0.111	0.281	-0.049
Días a madurez fisiológica	0.293	0.232	0.286	0.164
Días a la madurez total	0.293	0.232	0.286	0.164
Reacción a enfermedades	-0.311	0.041	0.324	0.238

PC1= Periodo vegetativo/vainas x planta

PC2 = Peso 100 semillas/germinación

PC3 = Días emergencia /tolerancia a enfermedades

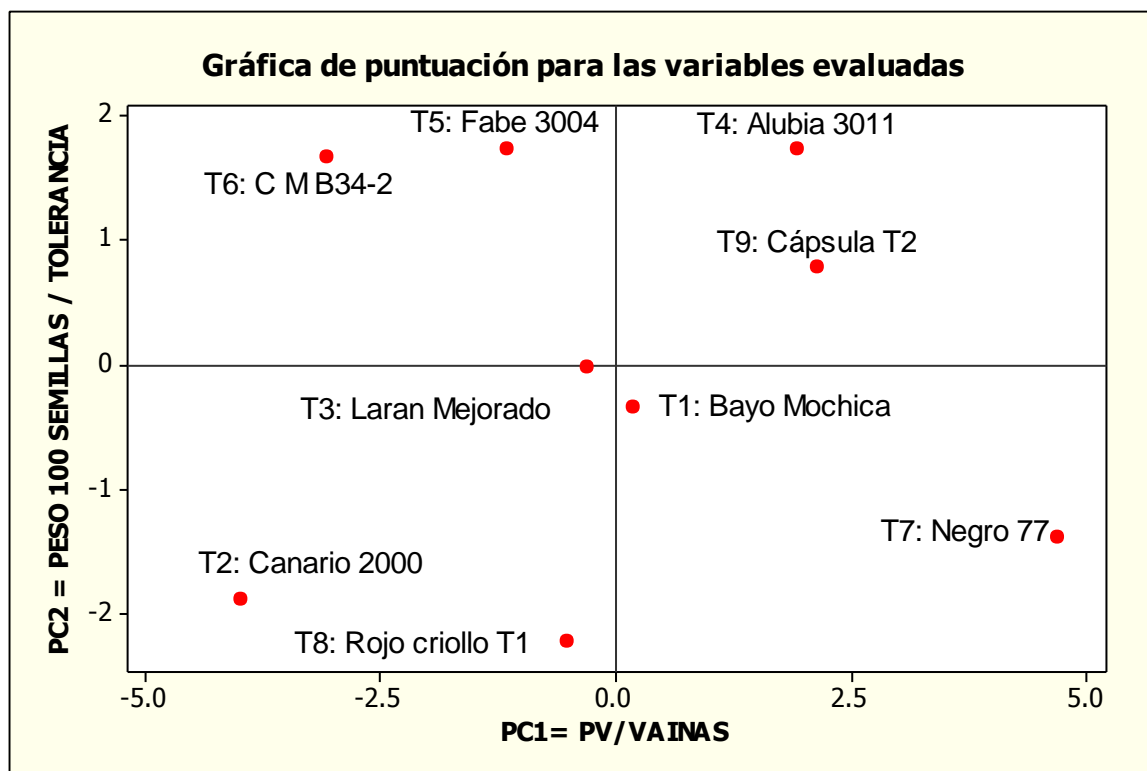


**Gráfico N° 13: Gráfico de sedimentación para las variables evaluadas**

#### **Gráfica de puntuación para las variables evaluadas**

En el Gráfico de puntuaciones (Gráfico N° 14), se muestra el eje x, que está referido al primer componente (PC1), en la parte central se encuentra el cero (0), que divide al eje en valores positivos a la derecha del cero y negativos a la izquierda del cero, se nota que los tratamientos: Negro 77, es el tratamiento más tardío y con mayor número de vainas por planta ubicados a la derecha del gráfico. Mientras que la variedad Canario del lado izquierdo es el más precoz y bajo número de vainas por planta.

Respecto al segundo componente (PC2) referido a peso de 100 semillas y tolerancia a plagas y enfermedades están ubicados por encima del 0.0, y están representados por los tratamientos Fabe 3004 y Alubia 3011, ubicados en los cuadrantes I y II. mientras que su contraparte está por debajo del 0.0, representado por la variedad Criollo ubicado en el cuadrante III, corroborando los resultados del análisis de varianza (Gráfico de puntuaciones).



**Gráfico N° 14: Gráfico de puntuación de rendimiento en kg/ha. Reacción a enfermedades**

#### 4.13. Dendograma

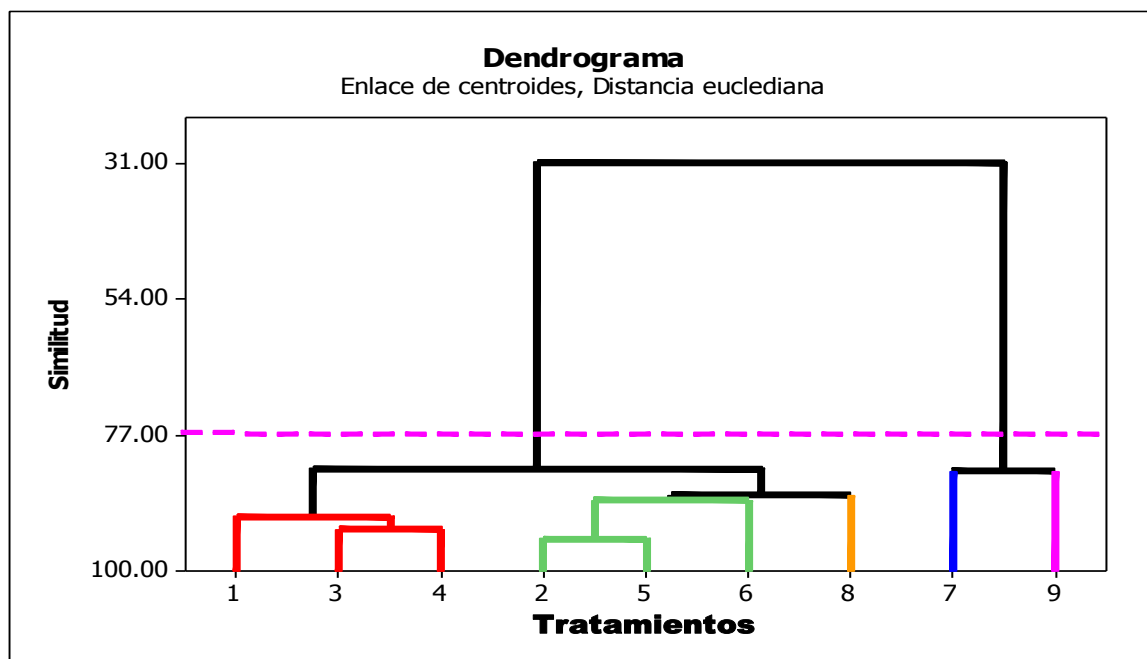
El **análisis de conglomerados (*cluster*)** es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencias entre los grupos.

La Técnica se basa en los **algoritmos jerárquicos acumulativos** (forman grupos haciendo conglomerados cada vez más grandes), aunque no son los únicos posibles. El **dendograma** es la representación gráfica que mejor ayuda a interpretar el resultado de un análisis *cluster*. El análisis de conglomerados se puede combinar con el Análisis de Componentes Principales, ya que mediante ACP se puede homogenizar los datos, lo cual permite realizar posteriormente un análisis *cluster* sobre los componentes obtenidos, para entender por qué es importante agrupar elementos parecidos en Bloques diferentes.

Por ejemplo, haciendo un corte (línea continua verde) al nivel del 77.00 % de similitud, existen 2 grupos diferentes, las observación más distante al resto es el

tratamiento 7 y tratamiento 9, ya que son los últimos (mayor distancia) en incorporarse al cluster final.

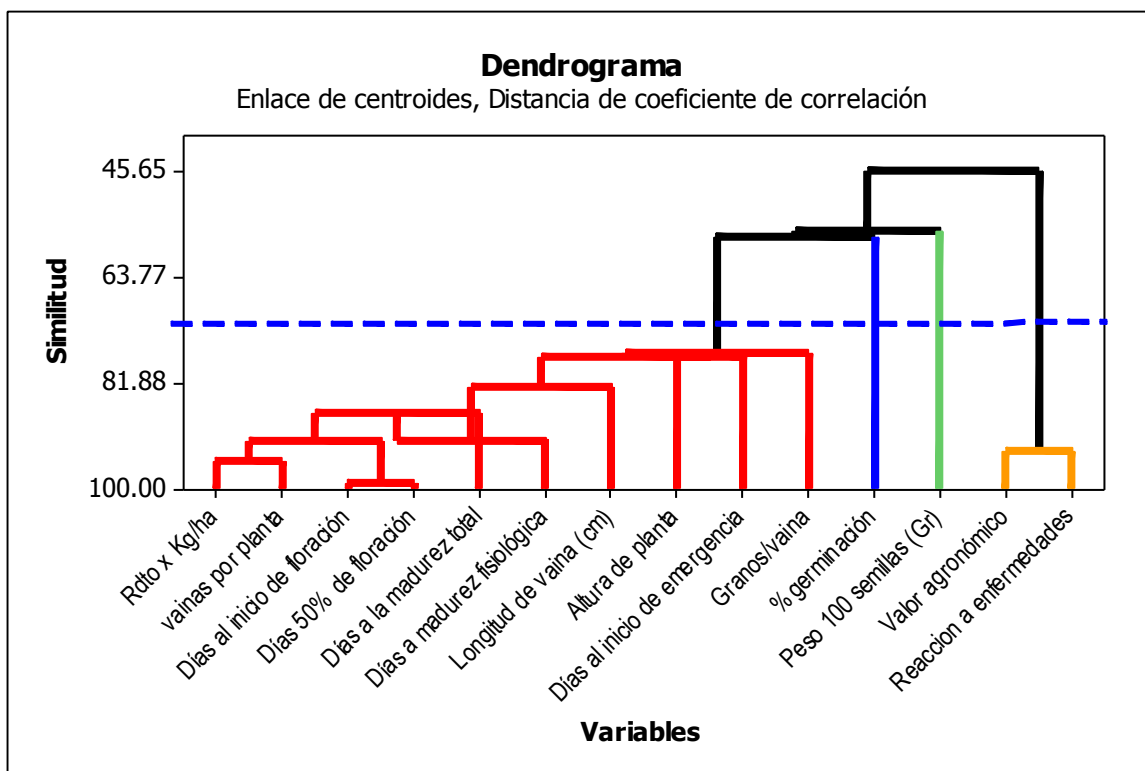
Por el contrario, las líneas más cercanas entre sí son los tratamientos: T2 y T5, más cercanos a 100, que forman el primer grupo (Color verde), luego los tratamientos T3 y T5, que forman el segundo, respectivamente (Gráfico N° 15).



**Gráfico N° 15: Dendrograma para los tratamientos en estudio.**

Para el caso del dendrograma para los atributos evaluados, haciendo un corte (línea continua purpura) al nivel del 70% de similitud, existen 4 grupos diferentes, la observación más distante al resto es el valor agronómico y reacción a plagas y enfermedades, ya que son los últimos (mayor distancia) en incorporarse al cluster final.

Por el contrario, las características más cercana entre sí son: días al inicio de floración y días al 50% de floración que vienen a constituir un componente de rendimiento fundamental, por lo que los trabajos de selección se deben hacer en base a este atributo, luego el segundo grupo está formado por rosado valor agronómico y reacción a plagas y enfermedades (Gráfico N° 16).



**Gráfico N° 16: Dendrograma para los tratamientos en estudio. Distancia de coeficiente de correlación**

#### 4.14. Otras características de evaluación - cronograma fisiológico.

**4.14.1. Días al inicio de emergencia.-** Se observó que la variedad Larán Mejorado emergió a los siete días, mientras que Bayo Mochica, Alubia 3011, Rojo criollo y Capsula emergieron a los ocho días, en tanto que Fabe 3004, CM B 34-2 y negro 77 emergieron a los nueve días, finalmente la variedad Canario 2000 emergió a los 11 días.

**Cuadro N° 27: Días al inicio de emergencia.**

Tratamientos	Evaluación
Bayo Mochica	08 días (28/06/15)
Canario 2000	11 días (01/07/15)
Larán mejorado	07días (27/06/15)
Alubia 3011	08 días (28/06/15)
Fabe 3004	09 días (29/06/15)
CM B 34 -2	09 días (29/06/15)
Negro 77	09 días (29/06/15)
Rojo criollo (testigo 1)	08 días (28/06/15)
Capsula (testigo 2)	08 días (28/06/15)

**4.14.2. Hábito de crecimiento.-** Se observó que las nueve variedades, son de tipo I: Arbustivo determinado.

**Cuadro N° 28: Habito de crecimiento.**

Tratamientos	Evaluación
Bayo Mochica	Tipo I: Arbustivo determinado
Canario 2000	Tipo I: Arbustivo determinado
Larán mejorado	Tipo I: Arbustivo determinado
Alubia 3011	Tipo I: Arbustivo determinado
Fabe 3004	Tipo I: Arbustivo determinado
CM B 34 -2	Tipo I: Arbustivo determinado
Negro 77	Tipo I: Arbustivo determinado
Rojo criollo (testigo 1)	Tipo I: Arbustivo determinado
Capsula (testigo 2)	Tipo I: Arbustivo determinado

**4.14.3. Días al inicio de floración.-** La variedad Fabe 3004 se evaluó a los 32 días, mientras que Bayo Mochica, Larán mejorado y Alubia 3011 se evaluaron a los 36 días, en tanto que, Negro 77 y el Rojo criollo a los 38 días, en último lugar se evaluó las variedades Canario 2000, CM B 34-2 y Capsula a los 39 días.

**Cuadro N° 29: Días al inicio de floración.**

Tratamientos	Evaluación
Bayo Mochica	36 días (26/07/15)
Canario 2000	39 días (29/07/15)
Larán mejorado	36 días (26/07/15)
Alubia 3011	36 días (26/07/15)
Fabe 3004	32 días (22/07/15)
CM B 34 -2	39 días (29/07/15)
Negro 77	38 días (28/07/15)
Rojo criollo (testigo 1)	38 días (28/07/15)
Capsula (testigo 2)	39 días (29/07/15)

**4.14.4. Días al 50 % de floración.-** La variedad Fabe 3004 se evaluó a los 36 días, mientras que Bayo Mochica, Larán mejorado, Alubia 3011 y CM B 34 -2 se evaluaron a los 41 días, en tanto que, Negro 77 y el Rojo criollo a los 43 días, en último lugar se evaluó las variedades Canario 2000 y Capsula a los 44 días.

**Cuadro N° 30: Días al 50 % de floración.**

Tratamientos	Evaluación
Bayo Mochica	41 días (31/07/15)
Canario 2000	44 días (04/08/15)
Larán mejorado	41 días (31/07/15)
Alubia 3011	41 días (31/07/15)
Fabe 3004	36 días (26/07/15)
CM B 34 -2	41 días (31/07/15)
Negro 77	43 días (02/08/15)
Rojo criollo (testigo 1)	43 días (02/08/15)
Capsula (testigo 2)	44 días (04/08/15)

**4.14.5. Valor agronómico.-** Se observó que las nueve variedades, tuvieron buena adaptación.

**Cuadro N° 31: Valor agronómico.**

Tratamientos	Evaluación
Bayo Mochica	Grado 1 = Buena adaptación
Canario 2000	Grado 1 = Buena adaptación
Larán mejorado	Grado 1 = Buena adaptación
Alubia 3011	Grado 1 = Buena adaptación
Fabe 3004	Grado 1 = Buena adaptación
CM B 34 -2	Grado 1 = Buena adaptación
Negro 77	Grado 1 = Buena adaptación
Rojo criollo (testigo 1)	Grado 1 = Buena adaptación
Capsula (testigo 2)	Grado 1 = Buena adaptación

**4.14.6. Días a la madurez fisiológica.-** La variedad Aluvia 3011 se evaluó la madurez fisiológica a los 76 días, mientras que Larán mejorado, Fabe 3004 y Capsula se evaluó a los 78 días, Canario 2000 a los 80 días, en tanto que, Bayo Mochica y CM B 34 -2 a los 81 días, en último lugar se evaluó las variedades Negro 77 y Rojo criollo que fue a los 95 días.

**Cuadro N° 32: Días a la madurez fisiológica.**

Tratamientos	Evaluación
Bayo Mochica	81 días (01/09/15)
Canario 2000	80 días (20/09/15)
Larán mejorado	78 días (28/08/15)
Alubia 3011	76 días (26/08/15)
Fabe 3004	78 días (28/08/15)
CM B 34 -2	81 días (01/09/15)
Negro 77	95 días (15/09/15)
Rojo criollo (testigo 1)	95 días (15/09/15)
Capsula (testigo 2)	78 días (28/08/15)

**4.14.7. Días a la madurez total.-** La variedad Capsula presentó la madurez total a los 92 días, Bayo Mochica a los 96 días, mientras que las variedades Larán mejorado, Alubia 3011, Fabe 3004 y CM



B 34 -2 se evaluaron a los 98 días, Canario 2000 a los 104 días, finalmente las variedades Negro 77 y Rojo criollo a los 108 días.

**Cuadro N° 33: Días a la madurez total.**

Tratamientos	Evaluación
Bayo Mochica	96 días (18/09/15)
Canario 2000	104 días (04/10/15)
Larán mejorado	98 días (18/09/15)
Alubia 3011	98 días (18/09/15)
Fabe 3004	98 días (18/09/15)
CM B 34 -2	98 días (18/09/15)
Negro 77	108 días (28/09/15)
Rojo criollo (testigo 1)	108 días (28/09/15)
Capsula (testigo 2)	92 días (14/09/15)

**4.14.8. Color de vaina.-** Se observó que las variedades Bayo Mochica, Canario 2000, Larán mejorado, Alubia 3011 y Capsula, presentaron un color de vaina amarillo pálido, las variedades Fabe 3004 y Rojo criollo tuvieron un color amarillo, en tanto que la variedad CM B 34 – 2 presento un color rojo pintado y Negro 77 un color de vaina negro.

**Cuadro N° 34: Color de vaina.**

Tratamientos	Evaluación
Bayo Mochica	Amarillo pálido
Canario 2000	Amarillo pálido
Larán mejorado	Amarillo pálido
Alubia 3011	Amarillo pálido
Fabe 3004	Amarillo
CM B 34 -2	Rojo pintado
Negro 77	Negro
Rojo criollo (testigo 1)	Amarillo
Capsula (testigo 2)	Amarillo pálido

**4.14.9. Reacción a enfermedades y plagas.-** Se observó que las nueve variedades, presentaron el mismo grado de enfermedad (oídium) y ataque de plagas.

**Cuadro N° 35: Reacción a enfermedades y plagas.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Evaluación</b>
Bayo Mochica	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas
Canario 2000	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas
Larán mejorado	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas
Alubia 3011	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas
Fabe 3004	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas
CM B 34 -2	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas
Negro 77	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas
Rojo criollo (testigo 1)	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas
Capsula (testigo 2)	Grado 9 = Presencia de oídium y plagas

## V. CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en la que se efectuó el presente trabajo de investigación, los materiales empleados, los objetivos propuestos y los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1. Los mejores rendimientos se obtuvieron con las variedades Negro 77, Capsula, Alubia 3011, Bayo Mochica y Larán mejorado, con, rendimientos de 930.95, 910.71, 628.57, 615.48 y 607.72 kg/ha respectivamente, que fueron los mejores adaptados mientras que Canario 2000 fue el menos rendidor con solo 480.95 kg/ha
2. Para longitud de vaina, las mejores variedades, fueron: Alubia 3011 con 13.93 cm, que superó estadísticamente al resto de tratamientos, le sigue Negro 77 con 13.03 cm., valores que influenciaron en un mayor rendimiento, mientras que en último lugar se encontró la variedad C M B34-2 con 8.43 cm.
3. Para número de vainas por planta las mejores variedades fueron: Negro 77 con 14.73 vainas/planta, le sigue Cápsula con 13.80 vainas/planta, ambos con la misma significación y superando estadísticamente al resto de tratamientos, estos altos valores influyeron en un mayor rendimiento, le sigue Rojo Criollo con 10.80 vainas/planta. Mientras que en último lugar se encontró Canario 2000 con solo 7.43 vainas/planta.
4. Según la metodología Stepwise (regresión múltiple) se encontró que las variables que más influyó en el rendimiento fueron: Número de vainas por planta y longitud de vaina, con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 82.75\%$ .
5. Según el análisis multivariado las mejores variables son: PC1= periodo vegetativo/vainas x planta, PC2 = peso 100 semillas/germinación y PC3 = días a la emergencia/tolerancia a enfermedades
6. Existió suficiente variabilidad genética significativa en todos los atributos evaluados, como lo confirman los resultados del análisis multivariado.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Que las instituciones y organizaciones ligadas al sector agrario difundan los resultados de este trabajo de investigación.
2. Realizar trabajos de investigación complementarios en base a los resultados obtenidos en el presente trabajo en nuevas altitudes, en nuevas zonas agroecológicas para comparar y corroborar el efecto de los resultados.
3. Mediante la obtención de mejores rendimientos fomentar las asociaciones de agricultores para que disminuyan sus costos y aumenten sus ingresos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANGELES, H. 1990. Leguminosas alimenticias. Primera Edición. Lima- Perú. 14-34; 123-131pp.
2. AVALOS, Q. F.1984. Descripción y daños de las principales plagas que atacan al frijol en el Perú. II Curso intensivo de post-grado de investigación del frijol en el Perú.
3. BARRETO, A. 1990. Competencia entre frijol y malas hierbas. Agricultura Técnica en México. II (12).519-526 p.
4. BRUNO, A.1990. Leguminosas Alimenticias. Editorial Fraele S.A. CONCYTEC Lima-Perú 65p.
5. BULLÓN, F. 1987. Producción y Protección de Cultivos.1ra.Edición de Venus SDA. Lima – Perú.126pp.
6. BURNSIDE, O., WEIS BERG, S. (1998). Critical periods of weed control in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L) weed science 46, May – June.1998.46. 301 – 306.
7. CASTAÑEDA, V. y CARLOS DE KRISTOV, W. 2008. El fríjol. Importancia a nivel nacional y mundial”. Boletín informativo. 30 pp.
8. CALZADA, B. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación-4ta.Edición. Editorial Milagros S.A. Lima- Perú.644pp.
9. CAMARENA, F. 1995. El Cultivo de Frijol. Manual Técnico UNALM. La Molina. Lima- Perú. 80p
10. CAMARENA, F.; CHIAPPE, L; HUARINGA, A. y MOSTACERO, E. 2002. Ficha Técnica de Frijol Común. Programa de Investigación en Leguminosas. UNALM. Lima- Perú.12 pp.CARDENAS, F. R.1972. Densidad de siembra en el rendimiento de frijol. Agricultura Técnica. México.
11. CARDONA, C., FLOR, C., MORAL, F. Y PASTOR, M.1995. Problemas de campo en los cultivos de frijol en el trópico. Cali – Colombia, 220pp.
12. CHIAPPE, V.1992. Evaluación del Potencial Agrícola de la COSAT Central. Una propuesta para incrementar la frontera de Producción Agrícola del Frijol. Tesis Mg. Sc. Especial dad de Producción Agrícola. UNALM. 82pp.
13. CIAT. 1990. Enfermedades de Frijol.1ra.Edición. Edit. Trillas. México 139pp.
14. CIAT. 1994. Principales Nematodos que atacan al Frijol y su control. Guía de Estudio. Cali.Colombia.40pp.

15. CIAT. 2010. Morfología de la Planta de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L).Guía de Estudio. 50pp.
16. CIAT. 2012. Etapas de Desarrollo de la planta de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L). Cali-Colombia (Serie 04SB-09-03).
17. CIAT. 2012. Morfología de la planta de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L). Guía de Estudio 2da.Edic. Cali-Colombia. 55pp.
18. CRUZ, C 1996. Estudio de floración de 3 variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en cinco localidades de Sierra Ecuatoriana. Tesis para optar el Título de Ing. Agrónomo. Universidad Central de Ecuador. Quito - Ecuador 93 pp.
19. DEBOUCK, D. G. 1986a. La búsqueda de diversidad genética de *Phaseolus* en los tres Centros Americanos como servicio al fitomejoramiento del cultivo. CIAT. Cali – Colombia Seminarios Internos 21 p.
20. DEBOUCK, D. G.1986b. *Phaseolus* Germoplasma Colletion in Cajamarca and Amazonas. Perú Trip Report. CIAT.1995. 37pp.
21. DEL CARPIO, R.1983. Informe Anual del Programa de Leguminosas de Grano y Oleaginosas de la Universidad Nacional Agraria La Molina. 80pp.
22. De la Fé Montenegro Carlos F, Alexis Lamz Piedra, Regla M. Cárdenas Travieso y Jesús Hernández Pérez (2016) Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) de reciente introducción en Cuba.
23. DELOUCHE, J. y POTTS, H.C.1991. Seed Programa Develomenet. Seed Technology Laboratory. Mississippi State University, 120 pp.
24. DELOUCHE, J. G. 1968. Madurez fisiológica de la semilla, 1er.Curso Internacional sobre tecnología de semillas para Centro América y Panamá, 78 pag.
25. DIAZ, J. 1999. Evaluación de la proteína en 5 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)y sus relaciones con el contenido de Taninos Tesis Mg.Sc. Especialidad Nutrición UNALM. Lima – Perú. 196 p.
26. ESPINOZA, E. 1987. Manejo del Cultivo de Frijol. Lima – Perú 50 pp.
27. ESPINOZA MONTESINOS. 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. Lima – Perú.

28. FAIGUENBAUM, H.1993. Producción de leguminosas hortícolas y maíz dulce. Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, 216 pp.
29. FALCÓN, J. 2001. Efecto de la densidad de Siembra y de la Fertilización NPK en el Cultivo de Frijol Canario Molinero bajo un sistema de Riego por Goteo. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima- Perú.99pp.
30. FAO.1983. La necesidad de aumentar la producción de Leguminosas Alimentaria. Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación-Chile. 65pp.
31. FERNÁNDEZ, E. 1995. Ensayo de Híbridos Interespecíficos en el Género *Phaseolus*. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima- Perú.99pp.
32. FLORES, T. L. 2002. Evaluación de líneas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) Tipo Canario en condiciones de Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima – Perú. 80 p.
33. FRANCIS, J. R y JAMES, et.al. 1997. Contrastes agronómicos entre monocultivos de maíz y la Asociación de Maíz y Frijoles. Cali – Colombia .Pág. 27-32.
34. GIACONI, 1989. Cultivo de Hortalizas. Editorial Universitaria. 6ta.Edición. Chile. 307pp.
35. GOODWING, B.1978. Maduration of Bean Seeds (*Phaseolus vulgaris* L) Unibersity of Sidney. New South wales, Australia.
36. JARAMILLO, B. 1995. Comportamiento de 16 variedades de frijol canario (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima – Perú. 85 p.
37. KAPLAN, L.1981. GAT is the origin of the common bean *Phaseolus vulgaris* L. Decon Bot.35 (2):240-254.
38. LÁZARO, 2003. Estudio de adaptabilidad y rendimiento de 10 genotipos introducidos de frijol para exportación (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de Yatún – Cutervo. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Lambayeque - Perú.
39. LAING, D.1979. Adaptación del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), curso intensivo de adestramiento en producción de frijol para las investigaciones en América latina. CIAT – Colombia. 36 p.

40. LEÓN, T. 2006. Comportamiento de Poblaciones Segregantes de cruzas entre frijol Camanejo con tipos de Canarios en condiciones de la Molina. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima-Perú.67p.
41. LOAYZA, S.1980. Efecto de la fijación de Nitrógeno y tres densidades de Canario Corriente. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima – Perú. 84 p.
42. LUIS A. RAMÍREZ TORRES. 2014. Producción de seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones agroclimáticas del sector Charcape en el valle Jequetepeque. La Libertad – Perú
43. MACHADO, S. 1996. El proceso de domesticación del frijol común, ocasiona una reducción de los factores antinutricionales. Archivos Latinoamericanos de Nutrición: 283 pp.
44. MACK, A, J.1969. Effects o high temperature on yield and carbohydrate composition. Am Soc Hrt Sci. 94: 6062.
45. MANRIQUE, S.1980. Evaluación de 20 generaciones avanzadas de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) de Grano Negro en siembra de Primavera y Verano en la Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM Lima – Perú 67pp.
46. MARECHAL, R.1988. Las leguminosas. Aspectos Botánicos en curso internacional de leguminosas de grano. Instituto Mediterráneo de Zaragoza. España. 90p.
47. MARTINEZ A. G. 1988. "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- Mexico.
48. MENESES, R, WAAIJEMBERG, H. Y PIEROLA, L. 1996. Las leguminosas en la agricultura Boliviana. Proyecto Rhizobiología Cochabamba, Bolivia. 424 p.
49. MINAG, 2000. Rendimiento y superficie del cultivo de frijol grano seco a nivel nacional. Lima -Perú.
50. MINAGRI, 2015. Producción de legumbres en el Perú.
51. MOGOLLON, O. J.1986. Evaluación de fórmulas de producción a diversos niveles de tecnología en el trébol var. ECUA – 0006 en condiciones de una siembra de primera en la costa central. Tesis Ing. Agrónomo UNALM. Lima – Perú. 89 pp.
52. MORA, O.1997. Origen e importancia del Cultivo de la Caraota (*Phaseolus vulgaris* L) Rev. Fac. Agronomía (Maracay) 23: 225 – 234.1997. Universidad Central de Venezuela.



53. PASAPERA, 2005. Estudio comparativo de variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de Yatún – Cutervo. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Lambayeque - Perú.
54. PROMENESTRAS. 1999. Producción de leguminosas de grano para exportación. Serie: Manual técnico N° 02/99 febrero, Chiclayo - Perú. 20 pp.
55. PROMPEX 2003. Factores bióticos y abióticos que afectan la producción de Leguminosas de grano para la exportación. Manual técnico. Chiclayo Perú. 25 pp.
56. QUIÑÓNEZ, A.1995. Adaptación de 36 líneas de Frijol Canario (*Phaseolus vulgaris* L) en Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima–Perú. 107 pp.
57. RAMÍREZ, 2014. Estudio de las condiciones agroclimáticas de seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la localidad de Charcape – Chepén. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Lambayeque - Perú.
58. RESTREPO, C y LAING.1979. Conceptos básicos de fisiología de frijol. Curso intensivo de adiestramiento post - grado de investigación de producción de frijol CIAT Cali – Colombia. 12 p.
59. SARMIENTO, 1995. Evaluación de la densidad de siembra en el Cultivo de Pallar (*Phaseolus lunatus* L) cv. I – 1548 conducidos en espaldera en la Molina. Tesis Ing. Agrónomo. Lima – Perú. 90 pp.
60. SCHWARTZ, T., GÁLVEZ, M. 1996. Crecimiento y fotosíntesis del cultivo de frijol en relación con su productividad. Santiago, Chile, 120 pp.
61. SINGH, S.1999. Com bean improvement in the twenty – first century. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 405pp.
62. SOLORZANO, V. R.1982. Clasificación de hábitos de crecimiento en (*Phaseolus vulgaris* L).Tesis Mg.Sc. Chapingo, México, Colegio Post Grado 72pp.
63. SOPLIN, V.1981.Producción de Semilla de Frijol. Curso Intensivo de Adiestramiento. Post-Grado en Investigación para la Producción de Frijol en el Perú. Lima - Perú.15pp.
64. SPEDDING 1979. Ecología de los Sistemas Agrícolas. H. Blume. Edic. Rosario. Madrid. España. 250 pp.

65. STEEL y TORRIE, 1985. "Bioestadística: Principios y Fundamentos" Editorial Limusa 2da edición. (Primera en Español). México pp. 430
66. TOMA y RUBIO, 2008, Estadística aplicada. Primera parte. Apuntes de estudio 64. Universidad del Pacífico. Centro de investigación. 342 p.
67. TREJO, L. C. 2001. Déficit hídrico de *Phaseolus vulgaris* L. Exp. Bot. 42: USA. 180 pp.
68. VALLADOLID, CH.A.1993.. El Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en la Costa Central del Perú. INIA. Lima- Perú. 116pp.
69. VALLADOLID A. C. 2003. Desarrollo de Tecnologías para el incremento de la productividad y rentabilidad de las leguminosas de grano y el fortalecimiento de la cadena agro exportadora en Lambayeque. Proyecto patrocinado por INCAGRO.
70. VOYSEST, O. 1993. Variedades de frijol en América Latina y su origen, CIAT. Cali. Colombia. 87pp.
71. VOYSEST, O. 2000. Mejoramiento Genético de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L) Legado de Variedades de América Latina CIAT. Colombia. 195pp.
72. WHITE, J, W. e IZQUIERDO, J. 1985. Frijol: Fisiología del potencial de rendimiento y la tolerancia al estrés. CIAT-FAO. Santiago, Chile. 91 p.
73. ZAÑARTU, C. 2011. Perspectiva exportadora de las Leguminosas de Grano producidas en Lambayeque. Lambayeque – Perú. 27 Pág.
74. ZARATE, V. S. 2000. Adaptación preliminar de 49 genotipos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) bajo condiciones de Costa Central. Tesis Ing. Agrónomo. UNALM. Lima–Perú. 86 pp.

## VIII. ANEXOS

### ANÁLISIS DE VARIANZA (ANAVA)

#### ANAVA N° 1: Rendimiento en kg/ha

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rdto x Kg/ha	27	0.70	0.51	23.12

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	802187.26	10	80218.73	3.74	0.0094
Bloque	95369.43	2	47684.71	2.22	0.1408
TRATAMIENTOS	706817.84	8	88352.23	4.12	0.0077
Error	343406.08	16	21462.88		
Total	1145593.35	26			

##### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 21462.8803 gl: 16

Bloque Medias n E.E.

1.00 715.08 9 48.83 A

3.00 610.71 9 48.83 A

2.00 575.00 9 48.83 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

##### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 21462.8803 gl: 16

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

Negro 77 930.95 3 84.58 A

Cápsula T2 910.71 3 84.58 A

Alubia 3011 628.57 3 84.58 B

Bayo Mochica 615.48 3 84.58 B

Laran Mejorado 597.62 3 84.58 B

C M B34-2 544.05 3 84.58 B

Rojo criollo T1 504.76 3 84.58 B

Fabe 3004 489.29 3 84.58 B

Canario 2000 480.95 3 84.58 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### ANAVA N° 2: Rendimiento modificado en kg/ha

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
logrdto	27	0.62	0.38	4.33

##### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.37	10	0.04	2.58	0.0444
Bloque	0.06	2	0.03	2.24	0.1389
TRATAMIENTOS	0.31	8	0.04	2.66	0.0456
Error	0.23	16	0.01		
Total	0.61	26			

##### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0145 gl: 16

Bloque Medias n E.E.

1.00 2.85 9 0.04 A

2.00 2.74 9 0.04 A

3.00 2.74 9 0.04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0145 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Negro 77	2.97	3	0.07 A
Cápsula T2	2.95	3	0.07 A
Alubia 3011	2.78	3	0.07 A B
Bayo Mochica	2.78	3	0.07 A B
Laran Mejorado	2.78	3	0.07 A B
Rojo criollo T1	2.70	3	0.07 B
C M B34-2	2.69	3	0.07 B
Canario 2000	2.68	3	0.07 B
Fabe 3004	2.67	3	0.07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### ANAVA N° 3: Peso de 100 semillas (gr)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso 100 semillas (Gr)	27	0.86	0.78	8.69

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2803.70	10	280.37	10.01	<0.0001
Bloque	51.85	2	25.93	0.93	0.4165
TRATAMIENTOS	2751.85	8	343.98	12.28	<0.0001
Error	448.15	16	28.01		
Total	3251.85	26			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 28.0093 gl: 16

Bloque	Medias	n	E.E.
3.00	62.78	9	1.76 A
2.00	60.56	9	1.76 A
1.00	59.44	9	1.76 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 28.0093 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
T9: Cápsula T2	70.00	3	3.06 A
T4: Alubia 3011	70.00	3	3.06 A
T5: Fabe 3004	68.33	3	3.06 A
T3: Laran Mejorado	66.67	3	3.06 A
T1: Bayo Mochica	65.00	3	3.06 A
T6: C M B34-2	65.00	3	3.06 A
T2: Canario 2000	55.00	3	3.06 B
T7: Negro 77	48.33	3	3.06 B C
T8: Rojo criollo T1	40.00	3	3.06 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### ANAVA N° 4: Numero de granos por vaina

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos/vaina	27	0.82	0.72	6.93

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.46	10	0.75	7.54	0.0002
Bloque	4.84	2	2.42	24.43	<0.0001
TRATAMIENTOS	2.62	8	0.33	3.31	0.0198
Error	1.58	16	0.10		
Total	9.04	26			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0990 gl: 16

Bloque Medias n E.E.

1.00	5.08	9	0.10	A
2.00	4.49	9	0.10	B
3.00	4.04	9	0.10	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0990 gl: 16

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

Laran Mejorado	5.03	3	0.18	A
Negro 77	4.97	3	0.18	A B
Bayo Mochica	4.70	3	0.18	A B C
Canario 2000	4.57	3	0.18	A B C D
Rojo criollo T1	4.50	3	0.18	A B C D
Alubia 3011	4.40	3	0.18	B C D
Cápsula T2	4.37	3	0.18	B C D
Fabe 3004	4.33	3	0.18	C D
C M B34-2	3.97	3	0.18	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANAVA N° 5: Longitud de vaina (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de vaina (cm)	27	0.98	0.96	2.66

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	66.61	10	6.66	72.17	<0.0001
Bloque	5.50	2	2.75	29.81	<0.0001
TRATAMIENTOS	61.10	8	7.64	82.76	<0.0001
Error	1.48	16	0.09		
Total	68.08	26			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0923 gl: 16

Bloque Medias n E.E.

1.00	12.03	9	0.10	A
2.00	11.30	9	0.10	B
3.00	10.95	9	0.10	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 0.0923 gl: 16

TRATAMIENTOS Medias n E.E.

Alubia 3011	13.93	3	0.18	A
Negro 77	13.03	3	0.18	B
Rojo criollo T1	11.90	3	0.18	C
Cápsula T2	11.87	3	0.18	C
Bayo Mochica	11.68	3	0.18	C
Laran Mejorado	11.10	3	0.18	D
Canario 2000	10.60	3	0.18	D E
Fabe 3004	10.30	3	0.18	E
C M B34-2	8.43	3	0.18	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANAVA N° 6: Numero de vainas por planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
vainas por planta	27	0.78	0.63	16.07

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	152.20	10	15.22	5.52	0.0013
Bloque	5.35	2	2.68	0.97	0.4002
TRATAMIENTOS	146.85	8	18.36	6.65	0.0007
Error	44.14	16	2.76		
Total	196.34	26			

#### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 2.7587 gl: 16

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	10.97	9	0.55 A
1.00	10.03	9	0.55 A
3.00	10.01	9	0.55 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 2.7587 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
Negro 77	14.73	3	0.96 A
Cápsula T2	13.80	3	0.96 A
Rojo criollo T1	10.83	3	0.96 B
Alubia 3011	10.27	3	0.96 B C
Bayo Mochica	10.07	3	0.96 B C
Fabe 3004	8.97	3	0.96 B C
Laran Mejorado	8.47	3	0.96 B C
C M B34-2	8.47	3	0.96 B C
Canario 2000	7.43	3	0.96 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANAVA N° 7: Altura de planta (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de planta	27	1.00	1.00	3.26

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23025.95	10	2302.60	598.56	<0.0001
Bloque	28.56	2	14.28	3.71	0.0474
TRATAMIENTOS	22997.40	8	2874.67	747.27	<0.0001
Error	61.55	16	3.85		
Total	23087.50	26			

#### Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 3.8469 gl: 16

Bloque	Medias	n	E.E.
1.00	60.98	9	0.65 A
2.00	60.74	9	0.65 A
3.00	58.69	9	0.65 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 3.8469 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Negro 77	108.57	3	1.13	A
Rojo criollo T1	100.40	3	1.13	B
Bayo Mochica	93.17	3	1.13	C
Alubia 3011	47.00	3	1.13	D
Laran Mejorado	45.50	3	1.13	D
Canario 2000	39.20	3	1.13	E
Cápsula T2	37.53	3	1.13	E F
Fabe 3004	35.87	3	1.13	E F
C M B34-2	34.00	3	1.13	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANAVA N° 8: Porcentaje de germinación

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%germinación	27	0.73	0.56	2.35

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	224.86	10	22.49	4.32	0.0047
Bloque	3.59	2	1.79	0.34	0.7134
TRATAMIENTOS	221.27	8	27.66	5.32	0.0022
Error	83.23	16	5.20		
Total	308.08	26			

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 5.2016 gl: 16

Bloque	Medias	n	E.E.	
1.00	97.63	9	0.76	A
2.00	97.11	9	0.76	A
3.00	96.74	9	0.76	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Duncan Alfa=0.05**

Error: 5.2016 gl: 16

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
Canario 2000	101.33	3	1.32	A
Rojo criollo T1	100.00	3	1.32	A B
Cápsula T2	100.00	3	1.32	A B
Laran Mejorado	97.78	3	1.32	A B C
Negro 77	97.56	3	1.32	A B C
Bayo Mochica	96.89	3	1.32	B C
C M B34-2	94.44	3	1.32	C D
Fabe 3004	94.00	3	1.32	C D
Alubia 3011	92.44	3	1.32	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## LAMINAS FOTOGRÁFICAS

**Foto N° 1: Siembra del experimento**



**Foto N° 2: Manejo del experimento (riego por aspersión)**





Foto N° 3: Mapa de la provincia de Cutervo.



**Anexo N° 1: Análisis de suelo - Estación Experimental Agraria Vista Florida – Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA  
(2015).**



Instituto Nacional de Innovación Agraria  
Estación Experimental Agraria Vista Florida - Chiclayo

**LABORATORIO DE ANÁLISIS: SUELOS Y AGUAS**

Tipo de Análisis  
Propietario parcela  
Procedencia:

Sector  
Caserío  
Distrito  
Provincia  
Departamento

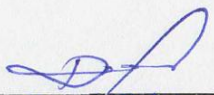
Fertilidad  
LUIS VEGA CORONEL  
Cuguit  
Yacancate  
Cutervo  
Cutervo  
Cajamarca

Muestras  
Cultivo anterior  
Cultivo a sembrar  
Altitud  
Fecha de muestreo  
Fecha de emisión  
Remitido por

Suelos (01)  
Maíz  
Leguminosas  
1,200 m.s.n.m.  
12/05/2015  
25/05/2015  
Ing. Adolfo Padilla Pérez

Muestra	Extracto Saturado		M. Org.	P	K	Calcar.	Texturas (%)			
	PH	C. Elec.					A <sub>o</sub>	L <sub>o</sub>	Ar	Tipo de suelo
		mhos/cm								
M - 1	7,00	1,64	3,37	7,50	307	4,65	40	24	36	Fo Ar

**Resultados:** Reacción neutra y bajo nivel de sales solubles, valores apropiados para las leguminosas y otros cultivos de la zona.  
La fertilidad es de tendencia media con deficiencias de fósforo, potasio y tenor medio de materia orgánica; y alto carbonato de calcio.  
La textura franco arcillosa es de alta retención de humedad, tener cuidado con su exceso.

  
 Ing° DANTE BOLIVIA DIAZ  
 Jefe del Laboratorio de Química y Suelos