



**UNIVERSIDAD NACIONAL
PEDRO RUIZ GALLO**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

**“ENSAYO DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE DOS
LÍNEAS PROMISORIAS DE FRIJOL TIPO CABALLERO Y UN
TESTIGO (*Phaseolus lunatus* L), EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ
EN LA PROVINCIA DE CUTERVO”**

TESIS

**PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

Presentado por:

Bach. DELIS FUENTES RAMÍREZ

LAMBAYEQUE – PERÚ

2017

TESIS

**“ENSAYO DE ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE DOS LÍNEAS PROMISORIAS DE
FRIJOL TIPO CABALLERO Y UN TESTIGO (*Phaseolus lunatus* L), EN ASOCIACIÓN
CON MAÍZ EN LA PROVINCIA DE CUTERVO”**

Presentada Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

DELIS FUENTES RAMÍREZ

AUTOR

Ing. M. Sc. GILBERTO CHÁVEZ SANTA CRUZ

ASESOR

APROBADO POR:

Ing. CESAR MORANTE RAMÍREZ

PRESIDENTE DEL JURADO

Ing. NEPTALÍ PEÑA ORREGO

SECRETARIO DEL JURADO

Dr. AMÉRICO CELADA BECERRA

VOCAL DEL JURADO

Diciembre, 2017

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 s 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. César Ramírez Morante, Secretario: Ing. Neptalí Peña Orrego, Vocal: Dr. Américo Celada Becerra)**, 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, hoy grandes amigos.

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

INDICE

	Página
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I: ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1. Problema central	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Justificación e importancia del estudio	16
1.4. Objetivos	17
1.4.1. Objetivo general	17
1.4.2. Objetivos específicos	17
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes del problema	18
2.1.1. Resultados experimentales	18
2.1.2. Coeficiente de variabilidad	21
2.2. Base teórica	22
2.2.1. Aspectos generales	22
2.2.2. Origen del frijol	22
2.2.3. Taxonomía y morfología	22
2.2.4. Importancia económica y distribución geográfica	23
2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos	24
2.2.6. Valor nutricional	24
2.2.7. Leguminosas en sierra norte	24
2.2.8. Factores que influyen sobre el rendimiento de frijol	25
2.2.8.1. Temperatura	25
2.2.8.2. Suelo	26
2.2.8.3. Recursos hídricos	26
2.2.8.4. Interacción genotipo ambiente	26
2.2.9. Ventajas en la producción	28
2.2.10. Estabilidad en la producción	28

2.2.11. Asociaciones de cultivos	29
2.2.12. Sistemas de siembras en asociación	30
2.2.13. Efectos fisiológicos en las asociaciones	31
2.2.14. Rotaciones y asociaciones de cultivos	31
2.2.15. Seguridad alimentaria y tendencia de los consumidores	31
2.2.16. Variedad INIA 604 Morocho maíz ideal para asociación con frijol voluble	32
2.3. Hipótesis	33
2.3.1. Hipótesis general	33
2.3.2. Hipótesis específicos	33
2.4. Variables	34
2.4.1. Variables independiente	34
2.4.1.1. Adaptación	34
2.4.2. Variable dependiente	34
2.4.2.1. Rendimiento	34
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1. Área experimental	35
3.1.1. Ubicación	35
3.1.2. Suelo	35
3.1.3. Clima	38
3.2. Disposición experimental	40
3.2.1. Tratamiento en estudio	40
3.2.2. Diseño experimental	41
3.2.3. Características del campo experimental	42
3.3. Material experimental	43
3.3.1. Características de las líneas de frijol en estudio	43
3.3.2. Equipos, insumos, herramientas y materiales	43
3.3.2.1. Equipos	43
3.3.2.2. Insumos	43
3.3.2.3. Herramientas	44
3.3.2.4. Materiales	44
3.4. Conducción experimental	44
3.5. Características evaluadas	46

3.6. Análisis estadísticos	48
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	49
4.1. Prueba de los supuestos de análisis de variancia	49
4.1.1. Contraste de normalidad de los datos	49
4.1.2. Prueba de homogeneidad de varianza	51
4.2. Rendimiento de grano de frijol asociado (kg/ha)	52
4.3. Peso de 100 semillas (gramos/100 semillas)	54
4.4. Granos por vaina (N° granos/vaina)	57
4.5. Longitud de vaina (cm)	58
4.6. Vainas por planta (N° vainas/planta)	61
4.7. Plantas cosechadas por parcela (N° de plantas cosechadas por parcela)	62
4.8. Porcentaje de germinación (%)	64
4.9. Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados	65
4.10. Regresión múltiple	66
4.10.1. Modelo 1 de regresión simple	66
4.10.2. Modelo 2 de regresión simple	68
4.11. Regresión múltiple	70
4.12. Análisis multivariado	71
4.12.1. Análisis de componente principal para las variables evaluadas	72
4.12.2. Gráfica de puntuación para las variables evaluadas	73
4.13. Dendograma	74
4.14. Otros parámetros de evaluación – cronograma fisiológico	76
4.14.1. Días al inicio de emergencia	76
4.14.2. Hábito de crecimiento	76
4.14.3. Días al inicio de floración	76
4.14.4. Días al 50 % de floración	76
4.14.5. Valor agronómico	77
4.14.6. Días a la madurez total	77
4.14.7. Color de vaina	77
4.14.8. Reacción a enfermedades	78
4.15. Análisis económico	78

CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Rangos del coeficiente de variación	21
Cuadro N° 02: Rangos de los grados de variabilidad	21
Cuadro N° 03: Valor nutricional de frijol verde en 100 gramos	24
Cuadro N° 04: Variedades más sembradas en el país. MINAG – 2012	24
Cuadro N° 05: Áreas de producción de frijol en el departamento de Cajamarca. MINAG – 2012	25
Cuadro N° 06: Superficie agrícola (has) departamento de Cajamarca – IMNAG 2012	25
Cuadro N° 07: Características que se deben de tener en cuenta en las variedades de maíz. (Srinivasan et al., 1996) – CIMMYT	33
Cuadro N° 08: Análisis de suelos: Estación Experimental Agraria Vista Florida – Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2014)	37
Cuadro N° 09: Datos climatológicos estación meteorológica SENAMHI - Cutervo 2015	39
Cuadro N° 10: Tratamientos en estudio	41
Cuadro N° 11: Forma general del análisis de varianza	48
Cuadro N° 12: Prueba de varianzas iguales: para rendimiento de grano en frijol en kilos vs. Tratamientos. Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar	51
Cuadro N° 13: Análisis de Varianza para rendimiento de grano por hectárea	53
Cuadro (N° 14): Rendimiento de grano por hectárea, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo	53
Cuadro N° 15: Análisis de varianza para peso de 100 semillas	55
Cuadro N° 16: Peso de 100 semillas, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo	55
Cuadro N° 17: Análisis de varianza para número de granos por vaina	57
Cuadro N° 18 Número de granos por vaina, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo	58
Cuadro N° 19: Análisis de varianza para longitud de vaina	60

Cuadro N° 20: Longitud de vaina, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo	60
Cuadro N° 21: Análisis de Varianza para número de vainas por planta	61
Cuadro N° 22: Número de vainas por planta, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo	62
Cuadro N° 23: Análisis de Varianza para número de plantas cosechadas	63
Cuadro N° 24: Número de plantas cosechadas, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo	63
Cuadro N° 25: Análisis de Varianza para germinación	64
Cuadro N° 26: Porcentaje de germinación, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo	65
Cuadro N° 27: Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados	66
Cuadro N° 28. Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación	72
Cuadro N° 29: Días al inicio de emergencia	76
Cuadro N° 30: Hábito de crecimiento	76
Cuadro N° 31: Días al inicio de floración	76
Cuadro N° 32: Días al 50 % de floración	77
Cuadro N° 33: Valor agronómico	77
Cuadro N° 34: Días a la madurez total	77
Cuadro N° 35: Color de vaina	77
Cuadro N° 36: Reacción a enfermedades	78
Cuadro N° 37: Análisis Económico para el rendimiento, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (<i>Phaseolus lunatus</i> L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo	79

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Climatología durante la conducción experimental, 2014- 2015	40
Gráfico N° 02: Prueba de normalidad para rendimiento de grano en frijol	50
Gráfico N° 03: Prueba de varianzas iguales: Rendimiento grano kg/ha vs Tratamientos	52
Gráfico N° 04: Rendimiento de grano por hectárea	54
Gráfico N° 05: Peso de 100 semillas	56
Gráfico N° 06: Número de granos por vaina	58
Gráfico N° 07: Longitud de vaina	60
Gráfico N° 08: Número de vainas por planta	62
Gráfico N° 09: Porcentaje de germinación	65
Gráfico N° 10: Gráfica del modelo 1 lineal ajustada de la ecuación de regresión simple	67
Gráfico N° 11: Gráfica del modelo 2 lineal ajustada de la ecuación de regresión simple	69
Gráfico N° 12: Gráfica de sedimentación de plantas cosechadas, % de germinación	72
Gráfico N° 13: Puntuaciones de las variables evaluadas	73
Gráfico N° 14: Dendograma distancia Eucladiana	74
Gráfico N° 15: Dendograma distancia de coeficiente de correlación	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Rendimiento y sus componentes de genotipo de frijol común evaluados en la finca de “José Castellanos” del municipio de Santa Cruz del Norte	56
Tabla N° 02: Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Mazorcas Variedad INIA 604 Morocho	32
--	----

ANEXOS: LISTA DE LÁMINAS FOTOGRÁFICAS

Foto N° 1: Etapa de crecimiento y desarrollo	86
Foto N° 2: Etapa de crecimiento y desarrollo	87
Foto N° 3: Evaluación en la etapa de crecimiento y desarrollo	87
Foto N° 4: Evaluación de vainas en la etapa de madurez fisiológica	88
Foto N° 5: Cosecha y desgrane de las líneas de frijol caballero	88
Foto N° 6: Pesado de las líneas de frijol caballero	89
Foto N° 7: Embolsado de las líneas de frijol caballero	89
Foto N° 8: Línea promisorio de frijol caballero CAB – 37 – 7	90
Foto N° 9: Línea promisorio de frijol caballero CAB – 37 – 12	90
Foto N° 10: Mapa de la provincia de Cutervo.	91

ANEXOS: ANÁLISIS DE SUELOS

ANEXO N° 1: Análisis de suelos: Estación Experimental Agraria Vista Florida – Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2014)	92
--	----

ANEXOS: ANÁLISIS DE VARIANZA (ANAVA)

ANAVA N° 1: Plantas cosechadas	93
ANAVA N° 2: Rendimiento original	93
ANAVA N° 3: Rendimiento de grano modificado	94
ANAVA N° 4: Peso de 100 semillas	95
ANAVA N° 5: Peso de 100 semillas modificado	95
ANAVA N° 6: Granos por vaina	97
ANAVA N° 7: Longitud de vaina	97
ANAVA N° 8: Vainas por planta	98
ANAVA N° 9: Porcentaje de germinación (%)	99

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el sector Culla, distrito de Cutervo, ubicada geográficamente dentro de las coordenadas 5°40'39" de latitud sur y 78° 10` 36" de longitud oeste, altura de 2, 500 m.s.n.m, distancia de 3 km de la ciudad de Cutervo en el distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, en el terreno del Sr. Octavio Fuentes Benavides, durante el periodo del **29/12/2014** al **16/05/2015**.. El clima en las riberas del Marañón es frío, seco en las alturas de la cordillera y templado en los valles. La temperatura promedio durante los meses de conducción experimental fueron de 22.81, 17.63 y 20.22°C para la temperatura máxima, mínima y media, respectivamente. El objetivo fue determinar la línea promisorio de frijol tipo caballero y el testigo que se adapta mejor para lograr un mayor rendimiento en asociación con el cultivo de maíz en la provincia de Cutervo, las labores de cultivo fueron las propias para el cultivo experimental de frijol en sierra norte, se evaluaron tres variedades de frijol en 2 repeticiones, empleándose el Diseño de Bloques Completos al Azar. Se evaluaron datos biométricos de planta y rendimiento de grano. Se encontró que para rendimiento en grano en seco sobresale la línea promisorio CAB - 37 – 7, con 797.80 kg/ha superando en 59.55 % al testigo. Le sigue la línea CAB - 37 – 12, con 631.13 kg/ha, mientras que el testigo solo produjo 499.39 kg de grano por hectárea. La línea promisorio CAB - 37 – 7, con 797.80 kg/ha se adaptó mejor a las condiciones del campo experimental, seguido por la línea CAB - 37 – 12, con 631.13 kg/ha, ambas superando al testigo Para la característica agronómica peso de 100 semillas destaca la línea CAB - 37 – 7, con 70.50 gramos, superando al resto de tratamientos incluido el testigo en 27.027 %. Para número de granos por vaina destacan la línea CAB - 37 – 12 y la línea CAB - 37 – 7, con 5.60, 5.45 granos, respectivamente, superando al testigo. Para número de vainas por planta destaca la línea CAB - 37 – 7, con 35.3 vainas por planta, superando al resto de tratamientos. Mientras que el testigo solo produjo 14.65 vainas por planta.

Rendimiento de grano seco se asoció significativamente con número de vainas por planta, con un coeficiente de determinación de 71.4%.

PALABRAS CLAVES: “ENSAYO ADAPTACION - RENDIMIENTO, DOS LÍNEAS PROMISORIAS FRIJOL CABALLERO Y UN TESTIGO (*Phaseolus lunatus* L), ASOCIACION CON MAIZ, PROVINCIA CUTERVO”

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus lunatus* L.), es una de las legumbres comestibles de mayor consumo a nivel mundial, que proporciona una fuente importante de proteínas, vitaminas y minerales a la dieta de las poblaciones en América, sobre todo en los países en vías de desarrollo (Ulloa, et al., 2011).

Sin embargo, ha sido por muchos años un cultivo casi olvidado y asediado por muchos problemas que hacen que disminuyan sus rendimientos, además, el cultivo crece a menudo en condiciones de agricultura de subsistencia. Pero, recientemente se le ha dado más atención por parte del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), programas nacionales de frijoles, compañías privadas de semillas y organizaciones agroquímicas, lo que está empezando a tener un impacto positivo en la producción de frijol en diferentes regiones del país. En parte, esto es debido a la mejora de variedades y su aceptación por los agricultores, lo que finalmente deriva en estrategias de gestión ambiental y de plagas, más efectivas (Graham y Ranilli, 1997).

Es una necesidad del país obtener altas producciones de frijol en los próximos años, a fin de abastecer, con producciones nacionales, la demanda de la población peruana, para lo que se hace necesaria la implementación de nuevas tecnologías, donde el empleo de cultivares mejor adaptados a las diversas condiciones ambientales juega un papel importante.

En tal sentido, esta investigación busca responder a la siguiente pregunta: ¿Cuál es la línea promisoría de frijol tipo caballero y un testigo que se adaptará mejor para lograr un mayor rendimiento en asociación con maíz en la provincia de Cutervo?, lo cual nos conllevó a formular el siguiente objetivo que es: “Determinar la línea promisoría de frijol tipo caballero y el testigo que se adapta mejor para lograr un mayor rendimiento en asociación con maíz en la provincia de Cutervo. La investigación realizada se sustenta en las estrategias que explica la relación entre adaptación y rendimiento.

CAPITULO I: ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Realidad problemática

El frijol es una de las principales actividades de la economía campesina en varias regiones del país, de mucha importancia como generador de ingresos y empleo rural y como producto básico en la dieta alimenticia de la población por su alto contenido de proteínas y de elementos minerales esenciales.

La provincia de Cutervo presenta un clima subtropical seco con ausencia de lluvias en algunos meses la cual trae como consecuencia la escasez del recurso hídrico se hace necesario buscar cultivos con pocas exigencias de agua y alta rentabilidad, el cual nos lleva a desarrollar trabajos de investigación en adaptación a nuestras condiciones.

Las leguminosas de grano generalmente son pocas exigentes del recurso hídrico por tener raíz pivotante, dentro de ellas el frijol caballero es un cultivo alternativo al problema, el cual cuenta con un mercado externo potencial debido a su mejor calidad; sin embargo, las variedades locales sembradas no cumplen con las exigencias comerciales, encontrándose problemas tales como: Bajo rendimiento de grano, semillas de baja calidad, pocas variedades adaptadas y la falta de un mercado interno eficiente.

El bajo rendimiento de granos se debe al uso de variedades tradicionales sin asesoramiento técnico utilizando mayormente los agricultores su propia semilla o la que encuentran disponible en el mercado volviéndose estas susceptibles a plagas y enfermedades trayendo como consecuencia bajo rendimiento y baja rentabilidad a los agricultores.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema central

¿Cuál es la línea promisorio de frijol tipo caballero y un testigo que se adaptado mejor en el ensayo realizado para logra un mayor rendimiento en asociación con maíz, en la provincia de Cutervo?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Qué características y cómo influyen éstas en el nivel de adaptación y rendimiento de las dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y el testigo en asociación con maíz, en la provincia de cutervo?
2. ¿Existirá algunas diferencias de adaptación y rendimiento entre las dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y el testigo en asociación con maíz en la provincia de cutervo?

1.3. Justificación e importancia del estudio

La ejecución de la investigación se justificó por lo siguiente:

1. La actividad agrícola - leguminosa, constituyó una de las actividades económicas productivas importantes en la provincia de Cutervo.
2. Los niveles de producción y productividad del frijol caballero en la zona son muy bajos, pero existe la potencialidad de mejorarla mediante una alianza entre el Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA-Cajamarca y la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” – Filial Cutervo permitiendo fortalecer a un grupo potencial de líderes e investigadores en el cultivo de leguminosas.
3. El sistema de producción actual no optimiza los insumos requeridos, como son el uso de semillas mejoradas ya que en el medio local existe poca variabilidad genética en frijol tipo caballero que tengan características comerciales exigentes para el mercado interno y externo, por lo que se hizo necesario

introducir líneas promisorias para poder resolver los problemas de escasez de variedades altamente productivas, resistente a plagas y enfermedades y de buena adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas de Cutervo.

El presente estudio es importante para que los agricultores en leguminosas se sientan estimulados por el logro de mejores rendimientos, mejor calidad y precios y siembren mayores aéreas y además preserven estos recursos genéticos valiosos.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la línea promisorias de frijol tipo caballero y el testigo que se adaptó mejor en el ensayo realizado para lograr un mayor rendimiento en asociación con maíz, en la provincia de Cutervo.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar la existencia de diferencias de adaptación y rendimiento entre las dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y el testigo en asociación con maíz, en la provincia de cutervo?
2. Determinar qué y cómo influyen las características en el nivel de adaptación y rendimiento de las dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y el testigo en asociación con maíz, en la provincia de cutervo.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Resultados experimentales

(De La Fé Montenegro et al., 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^{-1} . 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.

(Bolaños, 2012), realizó un estudio de asociación maíz (*Zea mays L.*)-frijol (*Faseolus vulgaris L.*) con abonamiento orgánico para una mejor seguridad alimentaria en el valle de Yatún provincia de Cutervo – Cajamarca, encontró que para maíz, los dos abonos produjeron el mismo rendimiento con 1.595 y 1.589 t/ha. Para frijol se encontró que el monocultivo, con 0.52 t/ha, ocupó el primer lugar.

(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.

(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.

(Martos, 1997), en un ensayo de tres modalidades de asociación maíz (*Zea mays*) y frijol con dos fechas de siembra en el valle de Chao en Santa Catalina, La Libertad, con el objeto de lograr una asociación frijol-maíz efectiva tal que se generen los microclimas favorables para el control biológico para lograr incrementar la producción y una mejor complementación del ecosistema, usó un DBCA, con arreglo factorial 2 x 3 + 3 con 4 repeticiones. Se estudió el frijol garbancillo (variedad criollo de región norte) y el maíz híbrido POEY T 66. Los tratamientos fueron: asociación maíz-frijol. F1M1 (siembra simultánea M-F en el mismo hoyo), F1M2 (siembra simultánea 2 hoyos de frijol entre 2 hoyos de maíz), F1M3 (siembra intercalada M-F en diferentes surcos), F2M1 (siembra maíz 20 días después del frijol, en el mismo hoyo), F2M2 (siembra maíz 20 días después de frijol 2 hoyos de frijol entre 2 hoyos de maíz), F2M3 (siembra maíz 20 días después del frijol intercalada en diferentes surcos), MF (testigo 1 monocultivo frijol), MMF1 (testigo 2 monocultivo maíz primera fecha simultánea con

frijol), MMF2 (testigo 3 monocultivo de maíz segunda fecha 20 días después que el frijol); encontró:

1. Los tratamientos sembrados en asociación el mismo día obtuvieron rendimientos normales debido a una germinación pareja de ambos cultivos, sin problemas de competencia y sombreamiento entre los cultivos.
2. Los tratamientos sembrados en asociación, para el maíz sembrado 20 días después del frijol se presentaron problemas en germinación de maíz, esto se debió a que el frijol produjo sombreamiento al maíz, germinaron plantas poco vigorosas y productivas. El frijol produjo mejor en esta asociación debido a que germinó sin competencia del maíz.
3. Las asociaciones sembradas en diferentes surcos presentaron buenos rendimientos sin importar la siembra posterior del maíz.
4. El aumento de la temperatura por el fenómeno del niño causó que los tratamientos en los que se sembró 20 días después de la primera fecha de siembra, se aceleró la producción de polen y se retrasó la salida de los estigmas, lo que causó mala fecundación y deficiente traslocación de fotosintatos, especialmente a los granos de las mazorcas.

(Reyes, 1980), Según el estudio de rendimiento y adaptabilidad entre variedades provenientes del CIAT, concluye 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.

2.1.2. Coeficientes de variabilidad

El cociente σ/μ se denomina coeficiente de variación. Cuando se expresa en porcentaje $100\sigma/\mu$ se llama a veces porcentaje de error. Un coeficiente de variación de 3% implica que σ es el 3% de la media μ . (Box y Hunter 2008).

(Martínez, 1995), con el fin de determinar la precisión o la información suministrada por los diseños bajo estudio mediante el valor del coeficiente de variación adopta la siguiente escala convencional que considera aceptable para cultivos anuales, como el frijol la cual es como sigue:

Cuadro N° 01: Rangos del coeficiente de variación.

Coeficientes de variación	Precisión
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala

Fuente: Martínez, 2005

(Toma y Rubio, 2008), indican que es una medida de dispersión relativa que se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética de un conjunto de observaciones. Si se desea expresar en porcentaje el coeficiente mencionado se multiplica por 100.

Cuadro N° 02: Rangos de los grados de variabilidad.

CV	Grado de variabilidad
$0 \leq cv < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq cv < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq cv < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq cv < 25$	Datos variables
$cv \geq 25$	Datos muy variables

Fuente: Toma y Rubio, 2008

2.2. Base teórica

2.2.1. Aspectos generales

El frijol es una leguminosa 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.

2.2.2. Origen del frijol

El frijol es una especie de origen americano, puesto de manifiesto, tanto por diversos hallazgos arqueológicos como por evidencias botánicas e históricas. Los indicios más antiguos de cultivo datan del año 5000 a.C. La introducción en España y posteriormente su difusión al resto de Europa tiene lugar en las expediciones de comienzos del siglo XVI.

2.2.3. Taxonomía y morfología

Familia: Fabaceae, subespecie Papilionaceae.

Nombre científico: *Phaseolus lunatus* L.

Planta: anual, de vegetación rápida.

Sistema radicular: es muy ligero y poco profundo y está constituido por una raíz principal y gran número de raíces secundarias con elevado grado de ramificación.

Tallo principal: es herbáceo. En variedades enanas presenta un porte erguido y una altura aproximada de 30 a 40 centímetros, mientras que en las judías de enrame alcanza una altura de 2 a 3 metros, siendo voluble y dextrógiro (se enrolla alrededor de un soporte o tutor en sentido contrario a las agujas del reloj).

Hoja: sencilla, de tamaño variable según la variedad.

Flor: puede presentar diversos colores, únicos para cada variedad, aunque en las variedades más importantes la flor es blanca. Las flores se presentan en racimos en número de 4 a 8, cuyos pedúnculos nacen en las axilas de las hojas o en las terminales de algunos tallos.

Fruto: legumbre de color, forma y dimensiones variables, en cuyo interior se disponen de 4 a 6 semillas. Existen frutos de color verde, amarillo jaspeado de marrón o rojo sobre verde, etc., aunque los más demandados por el consumidor son los verdes y amarillos con forma tanto cilíndrica como acintada. En estado avanzado, las paredes de la vaina o cáscara se refuerzan por tejidos fibrosos.

2.2.4. Importancia económica y distribución geográfica

El cultivo de frijol en grano es considerado como un cultivo extensivo, La superficie dedicada al cultivo de frijol en grano se ha reducido en los últimos años (debido a los cambios alimenticios de la sociedad y a su importación).

El frijol es una leguminosa con grandes posibilidades para la alimentación humana, por su doble aprovechamiento (de grano y de vaina) y por su aporte proteico; además una parte de su producción se comercializa congelada y en conserva; aunque debe avanzar a través de la mejora genética y la adecuación de las técnicas de cultivo. Los países importadores en frijol verde son: Francia, Alemania, Suiza y Reino Unido.

2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos

Es planta de clima húmedo y suave, dando las mejores producciones en climas cálidos.

2.2.6. Valor nutricional

Se detalla en el cuadro N° 03

Cuadro N° 03: Valor nutricional de frijol verde en 100 gramos.

Valor nutricional del frijol verde en 100 gr de sustancia comestible	
Glúcidos	3.20-5.60 gr
Proteínas	1.90-2.39 gr
Grasas	0.24-0.50 gr
Fibras	1.89-2.20 gr
Valor energético	24-33kcal

2.2.7. Leguminosas en sierra norte

Cuadro N° 04: Variedades más sembradas en el país. MINAG – 2012.

Variedad	Porcentaje de agricultores que las poseen en la sierra		
	Norte	Costa Central	Sur
Blanco Caballero	32.5		29.6
Panamito	27.2		50.4
Pintado	16.7		-
Criollo	17.0		-
Pilón	12.6		-
Nuñas	11.4		11.2
Mantequilla	8.0		6.0
Canario	7.3		12.8
Poroto	5.3		11.2
Red Kidney	-		20.8
Amarillo Gigante	-		10.0
	Norte	Costa Central	Sur
Canario	35.2	100.9	58.8
Bayo	61.1	2.7	47.8
Panamito	22.8	17.8	-

Fuente: MINAG, 2012

Cuadro N° 05: Áreas de producción de frijol en el departamento de Cajamarca. MINAG – 2012.

Provincia	Hectárea	T. M.	Rdto. Kg/ha
Cutervo	3.226	1.859	576
Chota	2.880	1.724	599
Jaén	1.235	704	570
Hualgayoc	885	525	593
Cajabamba	522	380	728
Celendín	469	333	710
San Ignacio	390	261	669
Cajamarca	376	217	577
Santa Cruz	360	234	650
San Marcos	309	234	757
San Miguel	167	107	641
Contumaza	136	91	669
San Pablo	8	5	625

Fuente: MINAG, 2012

Cuadro N° 06: Superficie agrícola (has) departamento de Cajamarca – IMNAG 2012.

	Cutervo	Chota	Hualgayoc	Cajamabmba
Superficie cultivada	128.998	69.052	23.895	60.288
Bajo riego	3.983	5.563	2.376	7.323
Al secano	125.015	63.489	21.519	52.965
% Bajo riego	3.1	8.1	9.9	12.1

Fuente: MINAG, 2012

2.2.8. Factores que influyen sobre el rendimiento de frijol

2.2.8.1. Temperatura

(White, 1985). En términos generales, bajas temperaturas retardan el crecimiento; mientras que altas temperaturas causan una aceleración.

2.2.8.2. Suelo

(CIAT, 1985). El pH óptimo para producir frijol fluctúa entre 6.5 y 7.5, dentro de estos límites, la mayoría de los elementos nutritivos de la planta presentan su máxima disponibilidad.

(CIAT, 1980). Otras de las enfermedades más importantes y que se presentan con mayor frecuencia son: virus del mosaico común, pudriciones radicales, roya, antracnosis y la marchites común bacteriana.

(INIA, 1994). Algunas de los factores que limitan la producción están relacionadas a la susceptibilidad de las variedades a enfermedades y con el deficiente manejo del cultivo.

2.2.8.3. Recursos hídricos

(Valladolid, 1999). El frijol se adapta a suelos francos, profundos, fértiles, de buen drenaje y sin problemas de salinidad; es muy sensible tanto a la sequía como al exceso de humedad. Las épocas de siembra son de marzo a mayo y de julio a septiembre: Suelos con conductividad eléctrica de más de 2 mmhos y pH superior a 8 afectan al desarrollo del cultivo.

2.2.8.4. Interacción genotipo ambiente

(Jaramillo, 1992). Menciona que la adaptación varietal es también un proceso multicondicional, en el que juega un papel muy importante, la acción selectiva del medio ambiente, sobre el genotipo de la planta, en que un cultivar prospere o no en una determinada zona es el resultado de la influencia positiva o negativa de la calidad, intensidad y duración de la luz, temperaturas diurnas y nocturnas, humedad, plagas, enfermedades y el tipo de suelo.

(Laing, 1979). Manifiesta que los componentes de adaptación son:

- Insensibilidad al foto periodo
- Estabilidad de hábito de crecimiento

- Insensibilidad a temperatura en la floración
- Tolerancia a la sequía exceso de agua y sales.

(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.

Dada la complejidad de la realidad de los fenómenos biológicos, es preciso que los análisis no solo se limite a una mera exploración uni variable (de cada variable por separado), e incluso bivariable (de la conjunción de dos variables), sino que se adentre en el conocimiento de las interrelaciones existentes entre subconjuntos de variables (Cea D´Ancona M^a Ángeles, 2002. Miller J N y Miller J C, 2002).

La prevalencia de los policultivos en el mundo, reportado por (Altieri, 1997)

Los sistemas de siembra en policultivos representan una parte importante del paisaje agrícola en muchos lugares del mundo. Constituyen alrededor del 80% del área cultivada en África occidental (Steiner, 1984) y predominan también en otras áreas de este continente (Okigbo y Greenland, 1976). Gran parte de la producción de los cultivos básicos de las zonas tropicales latinoamericanas proviene de policultivos: más del 40% de la yuca, 60% del maíz y 80% de los frijoles de aquellas regiones, se cultivan combinados entre sí o con otros cultivos (Francis et al., 1976. Leihner, 1983).

2.2.9. Ventajas en la producción

Una de las principales razones por la cual los agricultores a nivel mundial adoptan policultivos, es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente sembrada en forma de monocultivo. Este aumento en el aprovechamiento de la tierra es especialmente importante en aquellos lugares del mundo donde los predios son pequeños debido a las condiciones socioeconómicas y donde la producción de los distintos cultivo está sujeta a la cantidad de tierra que se pueda limpiar, preparar y desmalezar (generalmente, en forma manual) en un tiempo limitado.

2.2.10. Estabilidad en la Producción

En los sistemas agrícolas donde la subsistencia es el objetivo principal, reducir el riesgo de perder totalmente la cosecha parece ser tan importante como aumentar el potencial nutricional y las ganancias económicas (Lynam et al., 1986). La variabilidad en la producción de policultivos de cereales/leguminosas puede ser menor que la de sus componentes como monocultivos, tal como se descubrió en Grecia para combinaciones de trigo/leguminosa y avena/leguminosa (Papadakis, 1941) y en India para combinaciones de sorgo/gandul (Rao y Willey, 1980).

Al crecimiento de dos o más especies en forma simultánea, durante toda o una parte del ciclo de sus vidas de cultivos, se le denomina asociación de cultivos, práctica comúnmente utilizada por los pequeños agricultores que permite una mayor utilización del terreno, un menor riesgo de pérdida total por cualquier factor de estrés físico o enfermedades de una de las especies, provee estabilidad en la producción y una mejor distribución del trabajo durante el año (Francis, 1981. Mutsaers et al., 1993 y Shaxson y Tauer, 1992).

El uso de gramíneas con leguminosas, por presentar características complementarias, se adecúan a esta práctica, siendo en América Latina muy importantes las asociaciones de caña de azúcar con frejol, sorgo con frejol, soya con maíz y maíz con

frejol siendo ésta última la más común, con un 80% del frejol y un 50% del maíz producidos bajo alguna forma de asociación.

Para demostrar que los policultivos producen un rendimiento por unidad de área mayor, que las especies en monocultivo por separado, se han realizado muchos experimentos a través de varios métodos, los que pueden clasificarse principalmente en tres tipos: i) aquellos en los que se utilizan componentes del rendimiento de ambas especies para evaluar la eficiencia de la asociación ii) aquellos en los cuales se comparan los rendimientos absolutos del monocultivo con la asociación y iii) en los que se calcula un valor de rendimiento relativo (Francis, 1986).

Según (Hiebsch y McCollum, 1987), al utilizar componentes del rendimiento o rendimientos absolutos, se asume que es posible comparar directamente los rendimientos de una especie con otra, sin embargo, dos especies no solo difieren en la magnitud de sus rendimientos sino también en la forma de comercialización de su producto final. Por este motivo, los métodos hasta ahora más usados son los que utilizan los rendimientos relativos, que se refieren a cuanto terreno se requiere para producir en monocultivo la misma cantidad de cada cultivo por unidad de área en asociación.

Los principales métodos que utilizan este concepto son los llamados índices de eficiencia (LER, ATER y valor medio de LER + ATER) y los índices de competencia: agresividad (A) y coeficiente de competencia relativa (Francis, 1978. Santa Cecilia y Vieira, 1978. Ofori y Stern, 1987).

2.2.11. Asociaciones de cultivos

(Bantilan y Harwood, 1973), reporta una manera de como comparar los monocultivos con los cultivos asociados, calculando la eficiencia de ambos sistemas en términos de producción de grano.

Para comparar la productividad total de la asociación con los dos monocultivos, se hace uso del índice de uso eficiente de la tierra UET - (LER).

$$\text{UET} = \frac{\text{R1 Asociado}}{\text{R1 Monocultivo}} + \frac{\text{R2 Asociado}}{\text{R2 Monocultivo}}$$

EL UET.- puede interpretarse como el número de hectáreas totales con ambos monocultivos necesarios para alcanzar la producción de 1.0 ha, de asociación, a semejanza de tecnología y condiciones.

Normalmente la comparación más indicada es la de ingreso neto y de ganancia neta por peso invertido ya que la rentabilidad de cualquier tecnología es lo más importante para el agricultor. Sin embargo, para evaluar la competencia entre cultivos en asociación, la siembra tiene que hacerse a la misma densidad tanto en monocultivo como en asociación. Lo importante para la interpretación fisiológica es el índice de competencia:

$$\text{IC} = \frac{\text{Rendimiento en asociación}}{\text{Rendimiento en monocultivo}} \%$$

2.2.12. Sistemas de siembras en asociación.

Según el (Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT, 1981), en los países tropicales la siembra de los cultivos asociados, ha marcado la pauta sobre los monocultivos, los cuales tienen una orientación más comercial y una tecnología más avanzada. Para obtener buenos resultados es necesario pensar en ciertos principios fundamentales de la asociación de cultivos, los cuales incluyen factores fisiológicos, agronómicos, genéticos, patológicos, entomológicos, económicos, nutricionales y culturales. Las relaciones entre poblaciones de especies. En un sistema de producción agrícola, puede definirse como los métodos de cultivo que se basan en principios específicos diseñados para obtener utilidad o para corregir aspectos ambientales desfavorables en una región. (Benítez 1976).

2.2.13. Efectos fisiológicos en las asociaciones

La asociación de cultivos pueden definirse como un sistema en el cuál dos o más especies cultivadas se siembran con suficiente proximidad en el espacio para resultar en una competencia ínter específica, para un recurso limitante o potencialmente limitante (Hardt 1975)

2.2.14. Rotaciones y asociaciones de cultivos

Las rotaciones de cultivos presentan diversos beneficios, y en el caso específico del suelo el efecto más importante radica en el mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo. Al incluir en la rotación de una leguminosa, el efecto beneficioso se incrementa, ya que se enriquece al suelo en Nitrógeno, a través de la simbiosis que se establece entre las raíces de las leguminosas y las bacterias fijadoras de Nitrógeno atmosférico. Las asociaciones de cultivos a su vez, permiten un mejor aprovechamiento del espacio, brindando al suelo una cobertura eficiente con todas las ventajas que ello trae consigo. Por otro lado, una adecuada asociación de cultivos puede constituir un excelente método de Control Biológico de plagas y enfermedades. Ambas prácticas ofrecen un vasto campo de investigación, a fin de seleccionar, según las zonas climáticas, el tipo de suelo, y las exigencias del mercado, los cultivos que logren el máximo sinergismo dentro de las rotaciones, asociaciones, e incluso policultivos

2.2.15. Seguridad alimentaria y tendencia de los consumidores

La FAO en la década de los años 70 acuñó el término de seguridad alimentaria, con el propósito de sensibilizar a los países desarrollados a contribuir a la reducción del hambre en el mundo; definiendo dicho término como la responsabilidad de los gobiernos de garantizar el suministro de alimentos en cantidad, calidad y variedad suficientes para proveer de buena salud y nutrición a toda la población.

2.2.16. Variedad INIA 604 Morocho “Un maíz ideal para asociación con frijol voluble”

Es una variedad derivada del Complejo Peruano VI (CPVI), cuya constitución genética, es similar a los segregantes amarillos del Pool 7 formado por el CIMMYT en Ecuador. Los materiales involucrados en esta variedad son principalmente INIAP 151, CR Morocho I y II, CR Cusco Cristalino Amarillo I II y III, Compuesto Piurano, Morocho Grano grande; y otros materiales morochos básicamente de Ecuador y Perú.

Figura N° 01: Mazorcas Variedad INIA 604 Morocho



Fuente: INIA, 2007.

Principales características

Altura de Planta (cm)	:	220
Altura de mazorca (cm)	:	138
Floración (días)	:	110
Periodo vegetativo (días)	:	215
Adaptación	:	2200 a 2900 m.s.n.m.

Ventajas de la tecnología: Tolerante al ataque de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), y resistente al gusano mazorquero (*Helicoverpa zea*). En época húmeda o muy lluviosa es también resistente al ataque de *Fusarium moniliforme* Sh y al Virus del Rayado Fino; así como a factores abióticos entre ellos al acame o tumbado y a las heladas.

Cuadro N° 07: Características que se deben de tener en cuenta en las variedades de maíz. (Srinivasan et al., 1996) – CIMMYT.

Características de “Fortalezas”	Características de “Debilidad”
<ul style="list-style-type: none"> • Alta pubescencia en el tallo (resistencia a insectos) • Tallos de coloración morada (resistencia a frío) • Hojas coreáceas, estrechas, colgantes (resistencia parcial contra el granizo) • Potencial de rendimiento alto • Variedad de genética amplia • Buen nivel de resistencia a enfermedades e insectos • Buena adaptación a las condiciones climáticas de valles altos (sequía y helada) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de planta grande • Altura de mazorca variable y generalmente alta. • Madurez tardía (propicia mayor exposición a heladas) • Alto nivel de ahijamiento • Raíces débiles • Susceptibilidad a <i>Puccinia Sorghi</i>, <i>F. moniliforme</i> y <i>Exserohilum turcicum</i> • Intolerancia a la autogamia (dificulta el trabajo de mejoramiento) • Susceptibilidad al acame de raíz

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

Hipótesis 1: La realización del estudio de adaptación de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo en asociación con maíz, permite identificar la línea de mayor rendimiento en la provincia de Cutervo.

2.3.2. Hipótesis específicos

Hipótesis 2: Las **diferencias** de adaptación y rendimiento son **estadísticamente significativas** entre las dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y el testigo en asociación con maíz, en la provincia de cutervo.

Hipótesis 3: Los factores, distintos a los niveles de adaptación, **explican** el comportamiento del rendimiento de las dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y el testigo en asociación con maíz, en la provincia de Cutervo.

2.4. Variables

Las variables del estudio fueron:

2.4.1. Variable independiente

2.4.1.1 Adaptación

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

2.4.2. Variable dependiente

2.4.1.1 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.

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área experimental

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el sector Culla, 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 2, 637 m.s.n.m, distancia de 20 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. Suelo

El suelo donde se realizó el estudio, presenta una reacción ligeramente alcalina y bajo nivel en sales, valores apropiados para el frijol caballero, la fertilización natural es de tendencia alta con aportes de nitrógeno, potasio, buen carbonato de calcio y tenor de materia orgánica, siendo bajo el fosforo, fortalecer solo algunos elementos e incorporar humus o compost para ser más suelto el terreno. La textura franco arcillosa es de alta retención de humedad, controlar el exceso de agua, sino se pierde la aireación (INIA, 2014).

Los resultados fueron los siguientes:

Propietario	:	Octavio Fuentes Benavides
Profundidad de muestreo	:	25 cm.
PH	:	7.20 Ligeramente alcalino
C. E.	:	1.20 mmhos/cm. Normal
M.O.	:	4.72 % Alto
P	:	7.60 ppm Medio
K	:	337 ppm Ligeramente alto
Calcáreo	:	3.25 % Alto
Tipo de suelo	:	Franco arcilloso
Área	:	0.125 has.

Cuadro N° 08: Análisis de suelos: Estación Experimental Agraria Vista Florida – Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2014).



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

LABORATORIO DE ANÁLISIS: SUELOS Y AGUAS

<p>Tipo de Análisis Propietario parcela Procedencia:</p>	<p>Sector Caserío Distrito Provincia Departamento</p>	<p>Fertilidad OCTAVIO FUENTES BENAVIDES Culla Culla Cutervo Cutervo Cajamarca</p>	<p>Muestras Cultivo anterior Cultivo a sembrar Altitud Fecha de muestreo Fecha de emisión Remitido por</p>	<p>Suelos (01) Maíz Frijol caballero 2,300 m.s.n.m. 10/12/2014 20/12/2014 Ing. Adolfo Padilla Pérez</p>
--	---	--	---	--

Muestra	Extracto Saturado		M. Org.	P	K	Calcar.	Texturas (%)			
	PH	C. Elec.					A ₀	L ₀	Ar	Tipo de suelo
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%				
M - 1	7,20	1,20	4,72	7,60	337	3,25	40	26	34	Fo Ar

Resultados: Reacción ligeramente alcalina y bajo nivel en salinidad, valores apropiados para el frijol caballero y otros cultivos. La fertilidad natural es de tendencia alta con aportes de nitrógeno, potasio, buen carbonato de calcio y tenor de materia orgánica, siendo bajo el fósforo, fortalecer solo algunos elementos e incorporar humus ó compost para hacer más suelto el terreno. La textura franco arcillosa es de alta retención de humedad, controlar el exceso de agua, sino se pierde la aireación.



Ing° DANTE BOLIVIA DIAZ
Jefe del Laboratorio de Química y Suelos
Ing. Dante Bolivia Diaz
Jefe Lab. de Química y Suelos

3.1.3. Clima

La provincia de Cutervo presenta un clima templado, moderadamente lluvioso. El clima en las riberas del Marañón es frío, seco en las alturas de la cordillera y templado en los valles.

Temperatura

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

Las temperaturas promedio durante los meses de conducción experimental fueron de 22.81, 17.63 y 20.22°C para la temperatura máxima, mínima y media, respectivamente (Cuadro N° 09. Gráfico N° 01).

Es el factor del clima que tiene gran importancia para el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad del cultivo, ya que afectan el crecimiento celular y el accionar de las plagas.

Humedad relativa

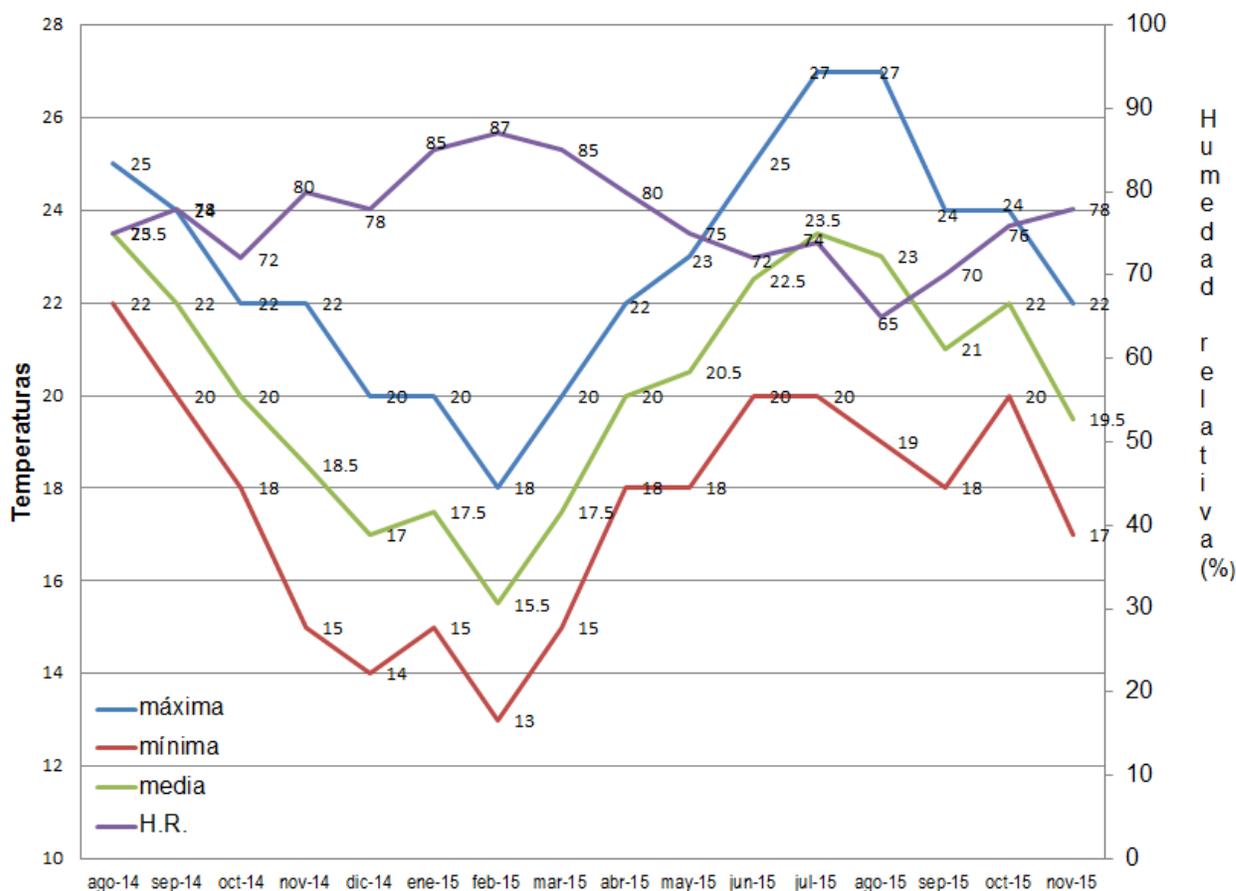
Durante la conducción experimental se observó que la máxima humedad relativa es en el mes de febrero con un 87% de humedad, en cambio la menor correspondió al mes de agosto con 65 % de humedad y un promedio anual de 76.88 %, considerando estos valores apropiados para el desarrollo del cultivo. (Cuadro N° 09, Gráfico N° 01).

Cuadro N° 09: datos climatológicos estación meteorológica de SENAMHI - Cutervo 2015.

MESES	TEMPERATURA			H.R. (%)	PP mm
	MAX	MINIMA	MEDIA		
2014-2015					
Ago-14	25	22	23.5	75	50.5
Sep-14	24	20	22	78	75.6
Oct-14	22	18	20	72	65.5
Nov-14	22	15	18.5	80	105.1
Dic-14	20	14	17	78	95.6
Ene-15	20	15	17.5	85	125.4
Feb-15	18	13	15.5	87	125.3
Mar-15	20	15	17.5	85	135.6
Abr-15	22	18	20	80	105.3
May-15	23	18	20.5	75	75.7
Jun-15	25	20	22.5	72	55.7
Jul-15	27	20	23.5	74	50.3
Ago-15	27	19	23	65	45.4
Sep-15	24	18	21	70	65.5
Oct-15	24	20	22	76	75.2
Nov-15	22	17	19.5	78	105.1
Promedio	22.81	17.63	20.22	76.88	84.80

Fuente: SENAMHI 2014 – 2015.

Gráfico N° 01: Climatología durante la conducción experimental, 2014- 2015.



Fuente: SENAMHI 2014 – 2015.

3.2. Disposición experimental

3.2.1. Tratamiento en estudio

Los tratamientos en estudio son tres, que se distribuirán en el campo como se muestra en cuadro N° 10.

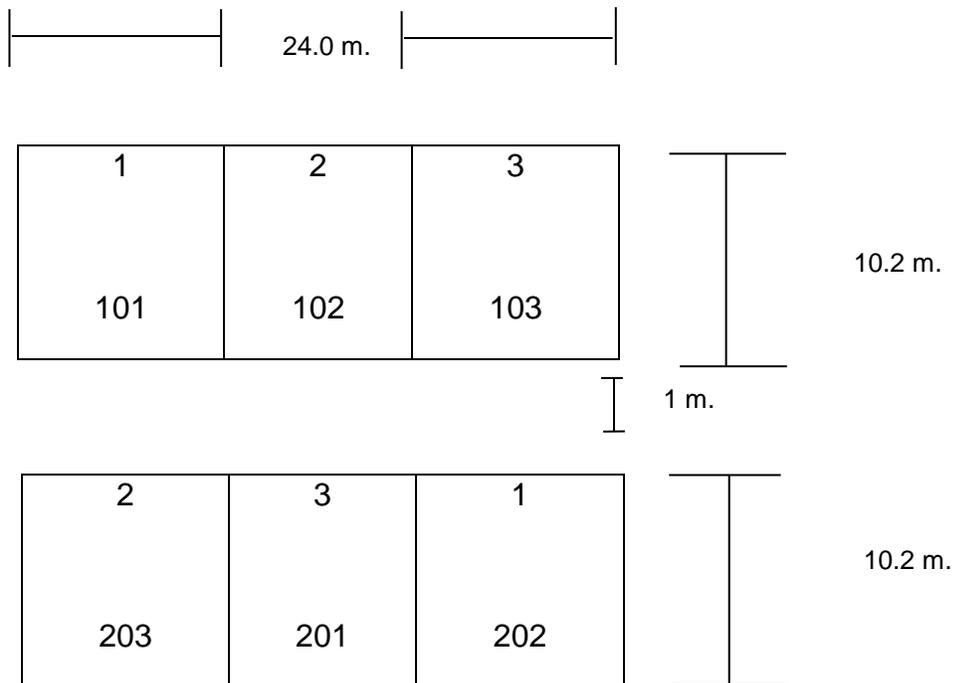
Cuadro N° 10. Tratamientos en estudio

CLAVE	LINEAS PROMISORIAS	REPETICIONES	
		I	II
1	CAB – 37-7	101	203
2	TESTIGO	102	201
3	CAB – 37-12	103	202

3.2.2. Diseño experimental

Para el presente trabajo se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con 2 repeticiones y 3 tratamientos.

Croquis del campo experimental



Área neta del experimento: $244.8 \times 2 = 489.6 \text{ m}^2$

Área total del experimento: $26.0 \times 23.4 \text{ m} = 608.4 \text{ m}^2$.

3.2.3. Características del campo experimental

Se sembraron las parcelas similares una a continuación de la otra dejando áreas libres de un metro de ancho entre repetición las cuales se construyeron las calles y acequias de riego.

Repeticiones

✓ N° de repeticiones	:	2
✓ N° de tratamientos por repetición:		3
✓ Largo de repetición	:	24.0 m.
✓ Ancho de repetición	:	10.2 m.
✓ Área de repetición	:	244.8 m ²

Parcelas

✓ N° de parcelas/repetición	:	3
✓ Largo	:	10.2 m.
✓ Ancho	:	8.0 m.
✓ Área	:	81.6 m ²

Surcos

✓ N° de surcos por parcela	:	10
✓ Largo	:	10.2 m.
✓ Distanciamiento	:	0.8 m.

Plantas

✓ N° de golpes/surco	:	17
✓ Distanciamiento	:	0.6 m.
✓ N° plantas/golpe	:	2

Resumen de Área

✓ Área por parcela	:	81.6 m ²
✓ Área por repetición	:	244.8 m ²
✓ Área neta experimento	:	489.6 m ²
✓ Área total experimentos	:	608.4 m ²

3.3. Material experimental

3.3.1. Características de las líneas de frijol en estudio

V1: CAB – 37-7, variedad del tipo IV, grano de color blanco, tolerante a plagas y enfermedades

V2: CAB – 37-12; Variedad del tipo IV, grano de color blanco, tolerante a plagas y enfermedades

Ambas variedades son el resultado de selección de una población de 40 entradas efectuado en el INIA Baños del Inca

Testigo: Variedad del lugar, de baja productividad 1700 kg/ha, N° de vainas/planta 10, N° de semillas/vaina 5, peso de 1000 semillas 50 gr.

3.3.2. Equipos, insumos, herramientas y materiales

3.3.2.1. Equipos:

- Equipo de maquinaria agrícola para preparación de terreno
- Equipo de laboratorio para el análisis de suelo.
- Equipo de cómputo
- Bomba de mochila de 15 litros de capacidad
- Balanza de precisión.

3.3.2.2. Insumos:

- Semilla de líneas de frijol caballero y del testigo
- Abonos foliares y fertilizantes
- Pesticidas
- Combustible

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 cruzas y finalmente el surcado a 0.80 cm 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 (*Fusarium sp.*).

Siembra.- La siembra se realizó el 29 de diciembre del 2014, en forma manual a palana a un distanciamiento de 0.70 m entre surco y 0.30 m entre golpe, colocando 3 semillas por golpe.

Riegos.- Los riegos fueron ligeros y se realizó en el momento oportuno.

Deshierbo.- Se mantuvo el campo limpio los primeros 35 días de crecimiento el cultivo, que es el momento crítico de competencia.

Control de plagas y enfermedades.- Durante el desarrollo del cultivo se realizó evaluaciones preliminares, se hizo en función a los factores que influenciaron en la producción, donde lo más resaltante fue el clima (precipitación y humedad) que fueron muy intensas en la etapa de crecimiento y reproducción del cultivo; se presentó alta incidencia de enfermedades (Oidium y Roya) la cual se realizaron hasta cuatro aplicaciones con Folicur a la dosis de 250 ml por cilindro. En relación a plagas se presentó ataque de plagas (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 dos oportunidades.

Abonamiento.- El abonamiento se realizó de acuerdo a las recomendaciones del análisis del suelo y extracción del cultivo, se aplicó a los doce días (10/01/15) 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: 60-30-100 de NPK, considerando que la materia orgánica es alta 4.72 %, el fosforo y el potasio no está disponible para su asimilación por la planta.

Las fuentes utilizadas fueron:

- Urea al 46% de N
- Superfosfato simple de calcio al 46% de P₂O₅
- Cloruro de potasio al 60% de K₂O.

Cosecha.- La cosecha se realizó el 16 de mayo 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 de 100%.

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 la población de cada unidad experimental que presenten las primeras flores.

50% de floración.- Se registraron los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de flores estimadas 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 de maduración total.- Son los días en que todas las plantas han alcanzado su total madurez.

Números de plantas cosechadas.- Se contabilizaron las plantas cosechadas por parcela útil.

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.

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

Peso de 100 semillas.- Del rendimiento del grano obtenido en cada parcela se tomó una muestra de 250 gramos, luego se contabilizó el número de granos y por regla de 3 simples se determinó el peso de 100 granos.

Color de vaina.- Se determinó el color de la vaina de cada parcela experimental.

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 parcela y luego se transformó el 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.

μ =Es la media general del experimento.

t_i =Es el efecto asociado del i-ésimo tratamiento

β_j =Es el efecto asociado al j-ésimo bloque

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

Cuadro N° 11: Forma general del análisis de varianza

Fuente de Varianza	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados
Bloques	$(r-1) = 1$	$\frac{\sum x_j^2}{t} - \frac{(\sum x_j)^2}{rt} = sc. Bloques$
Tratamientos	$(t-1) = 2$	$\frac{\sum x_j^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = sc. Tratamientos$
Error	$(t-1)(r-1)=2$	Por Diferencia
Total	$(txr-1)=5$	$\frac{\sum x^2}{ijij} - \frac{(\sum xi)^2}{rt} = sc. Total$

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.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

De acuerdo al trabajo realizado 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 hicieron 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 realizar 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 grano 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 > 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 Gráfico N° 02, los puntos se sitúan aproximadamente sobre una línea recta, confirmando la hipótesis que los datos no 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).

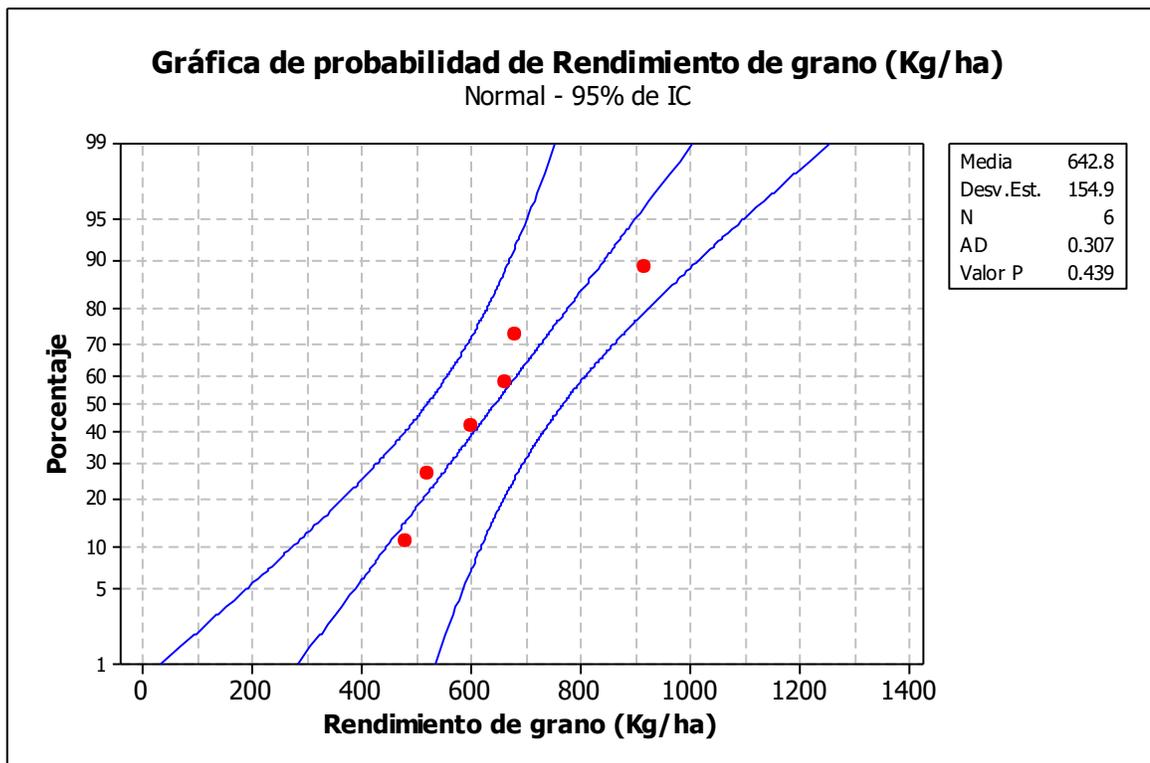
La hipótesis para la prueba de normalidad fue:

Ho: los datos siguen una distribución normal vs.

H1: los datos no siguen una distribución normal.

La prueba estadística fue la correlación, como los puntos están dentro y fuera del cinturón de confianza, se afirma que los datos no tienen distribución normal, entonces se rechaza la hipótesis nula, indicando que rendimiento no tiene una distribución normal, proviniendo por lo tanto de una población no normal, por lo que se aplicó las técnicas no paramétricas como la de Friedman, aplicado al análisis de varianza de bloques completos aleatorizados cuando no existe normalidad.

Gráfico N° 02: 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 que:

Ho: las varianzas son homogéneas, comparado con la alternativa

Ha: las varianzas no son homogéneas.

Como los valores del nivel de significación ($P=0.343$) es mayor de 0.05, entonces aceptamos la hipótesis nula, indicando que todas las varianzas son homogéneas, para el rendimiento de grano de frijol.

Cuadro N° 12: Prueba de varianzas iguales: para rendimiento de grano en frijol en kilos vs. Tratamientos. Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

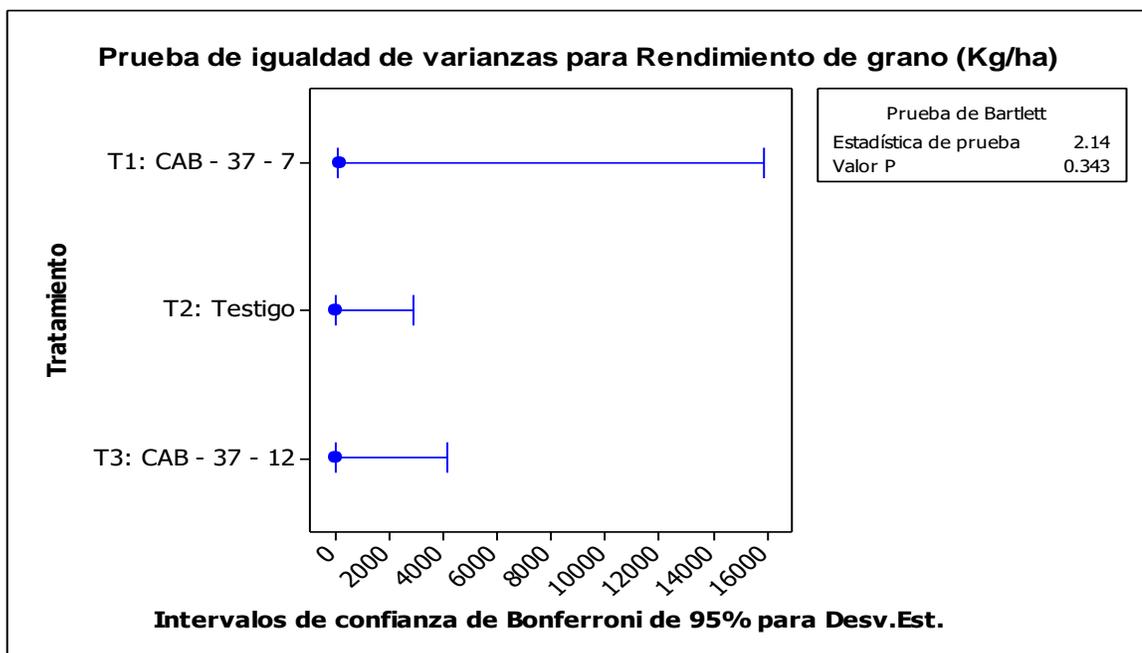
Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
T1: CAB - 37 - 7	2	63.0625	166.375	15929.5
T2: Testigo	2	11.4954	30.328	2903.7
T3: CAB - 37 - 12	2	16.4216	43.324	4148.1

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 2.14, valor $p = 0.343$

* NOTA * No se puede calcular la prueba de Levene para estos datos.

Gráfico N° 03: Prueba de varianzas iguales: Rendimiento de grano kg/ha vs Tratamientos.



4.2. Rendimiento de grano de frijol asociado (kg/ha)

El análisis de varianza para esta evaluación no detectó significación estadística para ninguna de las fuentes de variación del modelo, mostrando que los tratamientos son semejantes en rendimiento, aceptándose por lo tanto la hipótesis nula de igualdad de tratamientos.

El coeficiente de variabilidad fue de 11.68%, valor bajo que denota confiabilidad en la conducción experimental y la toma de los datos y que el diseño experimental proporciona una buena precisión (Martínez, 1995), presentando datos regularmente homogéneos. (Toma y Rubio, 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 13).

El promedio general fue de 642.77 kg por hectárea, superior al promedio de la zona que es de 576 kg/ha (Bolaños, 2012).

La prueba de comparaciones múltiple de Duncan (0.05), corrobora lo encontrado en el análisis de varianza. Aunque el línea CAB - 37 – 7, con 797.80 kg/ha se encuentra en el primer lugar del orden de mérito y superando en 59.55 % al testigo, le sigue la línea CAB - 37 – 12, con un rendimiento de 631.13, rendimientos superiores a lo encontrado por (Bolaños, 2012) en Cutervo, quien encontró un rendimiento promedio de 385 kg/ha, los rendimientos encontrados para la línea CAB - 37 – 7, se atribuye al mayor número de vainas por planta, como lo muestra la asociación significativa (Cuadro N° 13). Mientras que el testigo solo produjo 499.39 kg de grano por hectárea, inferior a los encontrado por (Bolaños, 2012), quien reportó un rendimiento promedio de 520 kg/ha (Cuadro N° 14 y gráfico N° 04).

Cuadro N° 13: Análisis de Varianza para rendimiento de grano por hectárea

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	108659.61	3	36219.87	6.43	0.1376
Bloque	19204.38	1	19204.38	3.41	0.2062
Tratamiento	89455.23	2	44727.61	7.94	0.1119
Error	11273.09	2	5636.55		
Total	119932.70	5			

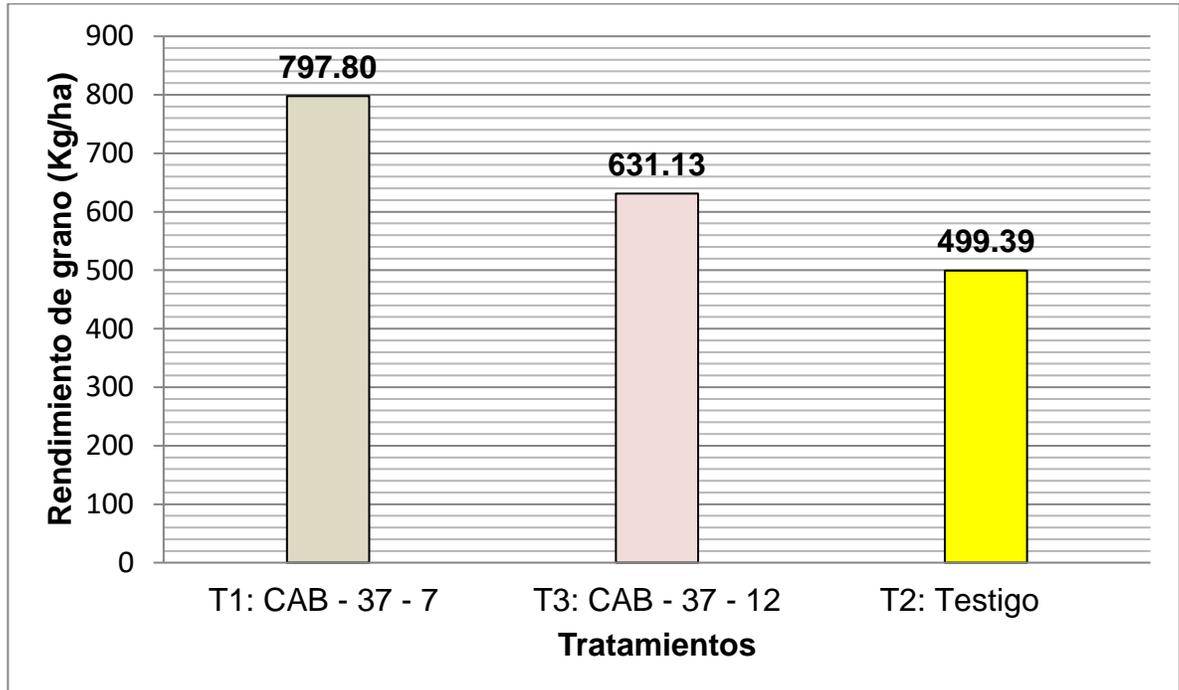
CV=11.68%

Cuadro (N° 14): Rendimiento de grano por hectárea, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo.

O.M.	Tratamientos	Rendimiento	Sign
1	Linea CAB - 37 - 7	797.80	a
2	Linea CAB - 37 – 12	631.13	a
3	Testigo	499.39	a
	Promedio	642.77	

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

Gráfico N° 04: Rendimiento de grano por hectárea



4.3. Peso de 100 semillas (gramo/100 semillas)

El análisis de varianza para esta evaluación detectó alta significación estadística para el modelo ($P < 0.01$), mostrando un comportamiento heterogéneo de los tratamientos para bloque no se encontró significación estadística ($P = 0.1835$). El coeficiente de variabilidad fue de 0.64%, valor bajo que denota confiabilidad en la conducción experimental y la toma de los datos, y que el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), presentando datos muy homogéneos. (Toma y Rubio, 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 15).

El promedio general fue de 63.67 gramos

La prueba de comparaciones múltiple de Duncan (0.05), encontró tres subconjuntos diferentes, el primer grupo está representado por la mejor línea CAB

- 37 – 7, con 70.50 g, que se encuentra en el primer lugar y superando al resto de tratamientos y superando al testigo en 27.027%. Mientras que el testigo solo produjo un peso de 55.50 g en las 100 semillas (Cuadro N° 16 y gráfico N° 05).

Cuadro N° 15: Análisis de varianza para peso de 100 semillas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	231.00	3	77.00	462.00	0.0022
Bloque	0.67	1	0.67	4.00	0.1835
Tratamiento	230.33	2	115.17	691.00	0.0014
Error	0.33	2	0.17		
Total	231.33	5			

Cv=0.64%

Cuadro N° 16: Peso de 100 semillas, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo.

O.M.	Tratamientos	Peso 100 semillas	Sign
1	Linea CAB - 37 - 7	70.50	a
2	Linea CAB - 37 - 12	65.00	b
3	Testigo	55.50	c
	Promedio	63.67	

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

Gráfico N° 05: Peso de 100 semillas.

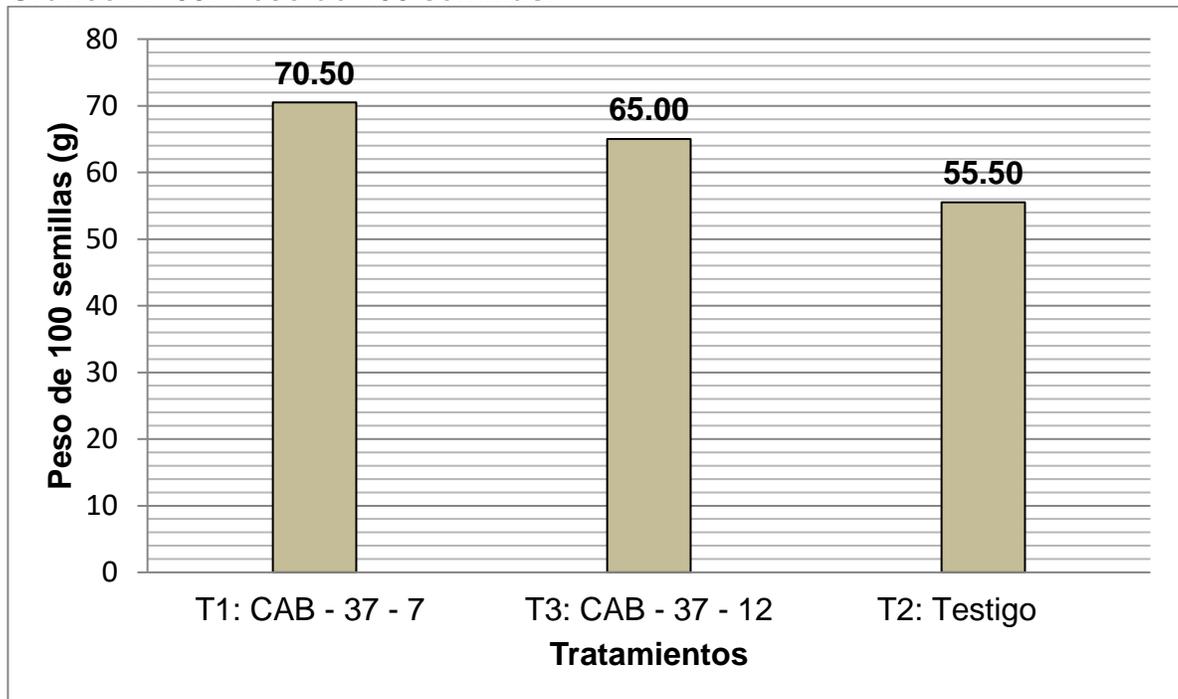


Tabla N° 01: Rendimiento y sus componentes de genotipo de frijol común evaluados en la finca de “José Castellanos” del municipio de Santa Cruz del Norte.

No	Cultivares	NVP	IC	NGV	IC	M100 G (g)	IC	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	IC
1	R-1	14,5 bcd	±1,24	5,69 a	0,11	10,02 j	±0,19	1176,74 fg	0,86
2	R-2	10,1 def	±1,68	4,12 bcde	0,17	17,03 hi	±0,26	1035,20 g	0,98
3	R-3	15,6 bc	±1,49	5,29 a	0,40	17,19 h	±0,16	1985,38 bcd	1,59
4	R- 4	13,9 bcde	±1,58	4,06 bcde	0,20	25,25 ef	±0,43	2031,41 bcd	1,62
5	R-5	16,2 b	±1,51	4,64 b	0,10	25,06 f	±0,42	2666,94 ab	1,80
6	R- 6	12,7 bcdef	±0,77	4,25 bcd	0,06	27,15 d	±0,43	2081,40 bcd	0,76
7	R-7	9,7 def	±1,37	3,76 de	0,28	24,51 f	±0,30	1247,92 efg	1,29
8	R - 9	13,6 bcde	±2,39	3,56 e	0,43	26,01 e	±0,13	1776,97 cdef	1,63
9	R-10	10,8 cdef	±0,96	4,19 bcd	0,22	28,57 c	±0,47	1899,06 cde	1,83
10	R-11	12,2 bcdef	±1,12	3,83 cde	0,13	33,42 b	±0,22	2244,69 bc	1,37
11	R-12	9,9 def	±0,61	4,45 b	0,23	19,54 g	±0,39	1260,13 efg	0,93
12	R-13	9,0 df	±0,87	4,43 bc	0,10	24,51 f	±0,30	1388,49 cdef	0,96
13	S-3	8,6 f	±0,83	4,12 bcde	0,36	36,33 a	±0,26	1690,80 cdefg	1,98
14	Hg-8	24,3 a	±1,64	5,53 a	0,14	16,27 i	±0,11	3288,12 a	6,21
Media		13,00		4,42		23,63		1840,94	
EE		0,42		0,06		0,58		62,77	
CV (%)		38,71		16,49		28,94		40,34	

EE: Error estándar de la media; CV: Coeficiente de variación; NVP: Número de vainas por planta; NGV: Número de granos por vainas; M100G: Masa de 100 granos; IC: Intervalos de confianza. Valores con al menos una letra en común indican respuesta estadística similar según la prueba de Tukey $\alpha = 0,05$

4.4. Granos por vaina (N° grano/vaina)

El análisis de varianza para esta evaluación detectó significación estadística para el modelo ($P < 0.01$), mostrando un comportamiento heterogéneo de los tratamientos, para bloque no se encontró significación estadística ($P = < 0.0927$). El coeficiente de variabilidad fue de 2.88%, valor bajo que denota confiabilidad en la conducción experimental y la toma de los datos, y que el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), presentando datos muy homogéneos. (Toma y Rubio, 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 17).

El promedio general fue de 5.12 granos por vaina, superior a los encontrado por (De la Fé Montenegro Carlos F. y otros, 2016), quien encontró 4.42 granos por vaina, Celada en sierra norte encontró 6 y 7 granos por vaina para el verano e invierno.

La prueba de comparaciones múltiple de Duncan (0.05), encontró dos subconjuntos diferentes, el primer grupo está representado por los tratamientos línea CAB - 37 – 12 con 5.60 granos y línea CAB - 37 – 7, con 5.45 granos, y, teniendo valores comparables y se encuentran ocupando los primeros lugares, estos altos valores se atribuyen a la mayor vigorosidad y calidad del frijol caballero y superando al testigo que solo tuvo 4.30 granos por vaina, quedando último en el cuadro del orden de mérito (Cuadro N° 18 y gráfico N° 06).

Cuadro N° 17: Análisis de varianza para número de granos por vaina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.23	3	0.74	34.23	0.0285
Bloque	0.20	1	0.20	9.31	0.0927
Tratamiento	2.02	2	1.01	46.69	0.0210
Error	0.04	2	0.02		
Total	2.27	5			

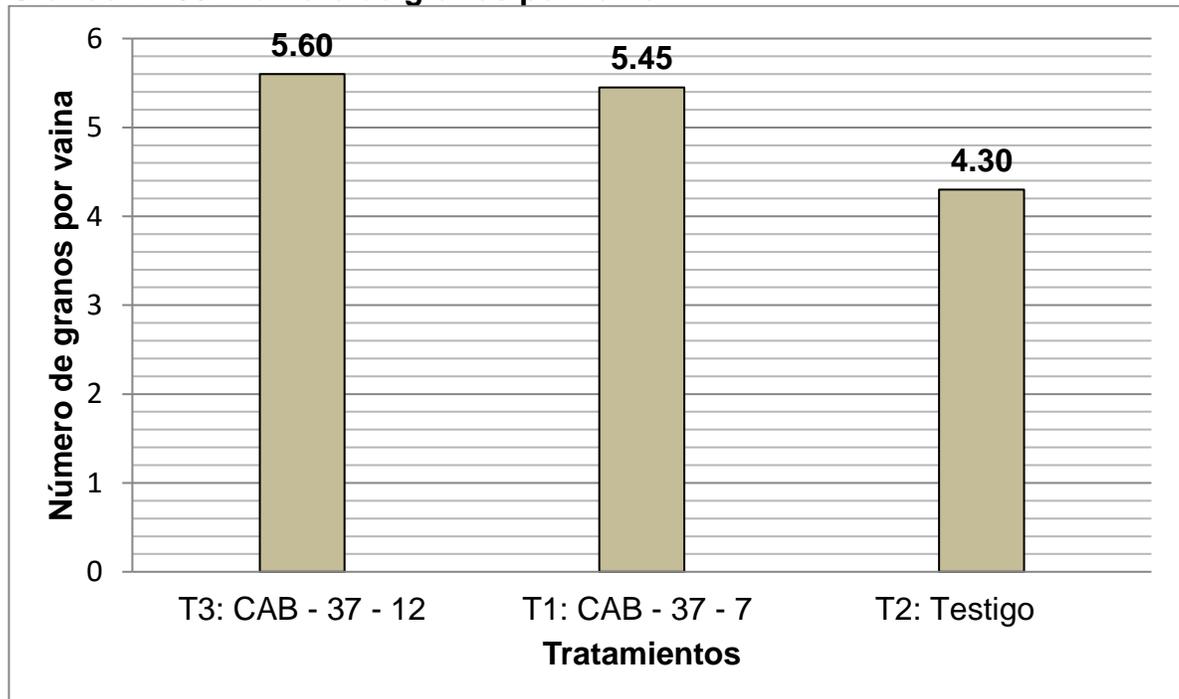
CV=2.88%

Cuadro N° 18 Número de granos por vaina, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo.

O.M.	Tratamientos	Número granos x vaina	Sign
1	Linea CAB - 37 - 12	5.60	a
2	Linea CAB - 37 - 7	5.45	a
3	Testigo	4.30	b
	Promedio	5.12	

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

Gráfico N° 06: Número de granos por vaina



4.5. Longitud de vaina (cm)

El análisis de varianza para esta evaluación no detectó significación estadística para el modelo ($P < 0.05$), mostrando que los tratamientos son semejantes en longitud e vaina, aceptándose por lo tanto la hipótesis nula de igualdad de tratamientos.

El coeficiente de variabilidad fue de 4.42%, valor bajo que denota confiabilidad en la conducción experimental y la toma de los datos, y que el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), presentando datos muy homogéneos. (Toma y Rubio, 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 19).

El promedio general fue de 12.08 cm, valores semejantes encontró **Lépez Ildfonso Rogelio** (12.0 cm) en México.

(Lépez Ildfonso Rogelio, J. Jesús López Alcocer, J. Jesús Sánchez González, Fernando Santacruz–Ruvalcaba, Ricardo Nuño Romero y Eduardo Rodríguez Guzmán, 2010).

Tabla N° 02: Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador.

Formas de frijol	Variables																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Domesticada	4.2	3.4	7.7	7.3	2.3	23.0	10.4	7.0	55.1	12.0	1.1	0.6	65.2	6.3	42.9	12.4	9.0	6.8
Intermedia	2.3	1.9	5.6	5.0	2.2	22.5	9.0	6.6	45.2	9.2	0.6	0.5	85.9	7.5	10.7	7.6	5.5	3.6
Silvestre	1.5	1.1	3.7	3.2	2.2	23.0	7.4	5.7	35.6	7.1	0.5	0.4	84.5	7.5	4.7	6.0	4.5	2.3
Promedio	2.7	2.1	5.5	5.1	2.2	22.6	8.9	6.4	45.3	9.4	0.7	0.5	78.5	7.1	19.4	8.7	6.3	4.2
CV (%)	19.7	16.0	15.6	12.2	6.1	5.5	15.6	12.4	23.2	8.2	7.4	12.7	31.4	11.4	12.5	6.8	7.4	22.3
Tukey (0.05)	1.2	0.7	2.0	1.4	0.3 ns	2.8 ns	3.0	1.8 ns	23.5 ns	1.7	0.1	0.1	55.1 ns	1.8 ns	5.4	1.3	1.0	2.1

1 = longitud de hipocotilo (cm); 2 = longitud de epicotilo (cm); 3 = longitud hoja primaria (cm); 4 = ancho hoja primaria (cm); 5 = longitud tallo principal (m); 6 = nudos tallo principal; 7 = longitud foliolo central (cm); 8 = ancho foliolo central (cm); 9 = área foliar foliolo central (cm²); 10 = longitud de vaina (cm); 11 = ancho de vaina (cm); 12 = longitud ápice (cm); 13 = número vainas por planta; 14 = número semillas por vaina; 15 = peso de 100 semillas (g); 16 = longitud de semilla (mm); 17 = anchura semilla (mm); 18 = espesor semilla (mm); ns = diferencias no significativas entre formas.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802010000100005

La prueba de comparaciones múltiple de Duncan (0.05), corrobora lo encontrado en el análisis de varianza. Aunque la línea CAB - 37 – 7, con 12.85 cm se encuentra en el primer lugar del orden de mérito y superando en 18.98 % al testigo. Mientras que el testigo solo obtuvo 10.80 cm de longitud de vaina. (Cuadro N° 20 y gráfico N° 07).

Cuadro N° 19: Análisis de varianza para longitud de vaina

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.38	3	1.79	6.29	0.1402
Bloque	0.38	1	0.38	1.32	0.3701
Tratamiento	5.00	2	2.50	8.78	0.1023
Error	0.57	2	0.29		
Total	5.95	5			

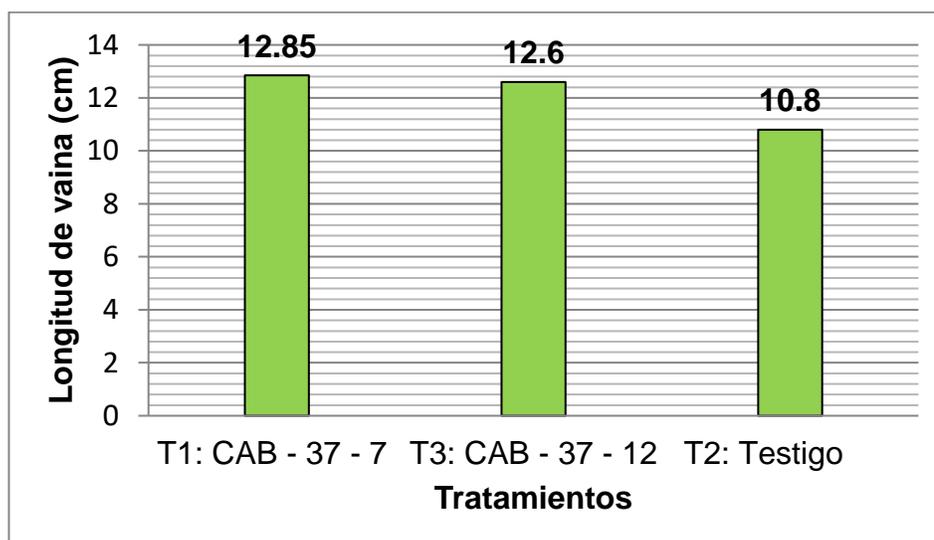
Cv=4.42%

Cuadro N° 20: Longitud de vaina, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo.

O.M.	Tratamientos	Longitud de vaina (cm)	Sign
1	Línea CAB - 37 - 7	12.85	a
2	Línea CAB - 37 - 12	12.60	a
3	Testigo	10.80	a
	Promedio	12.08	

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

Gráfico N° 07: Longitud de vaina



4.6. Vainas por planta (N° vaina/planta)

El análisis de varianza para esta evaluación detectó alta significación estadística para el modelo ($P < 0.01$), mostrando un comportamiento heterogéneo de los tratamientos, para bloque no se encontró significación estadística ($P = < 0.92$). El coeficiente de variabilidad fue de 6.28%, valor bajo que denota confiabilidad en la conducción experimental y la toma de los datos, y que el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez 1995), presentando datos muy homogéneos. (Toma y Rubio 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 21).

El promedio general fue de 25.77 vainas por planta, superior a lo encontrado por Celada que reporta 11 y 12 vainas por planta para verano e invierno, respectivamente.

La prueba de comparaciones múltiple de Duncan (0.05), encontró tres subconjuntos diferentes, el primer grupo está representado por el tratamiento T1: CAB - 37 - 7, con 35.3 vainas por planta, encontrándose en el primer lugar y superando al resto de tratamientos y superando al testigo en 140.96%. Mientras que el testigo solo produjo 14.65 vainas por planta (Cuadro N° 22 y gráfico N° 08).

Cuadro N° 21: Análisis de Varianza para número de vainas por planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	433.97	3	144.66	55.18	0.0179
Bloque	0.03	1	0.03	0.01	0.9289
Tratamiento	433.94	2	216.97	82.76	0.0119
Error	5.24	2	2.62		
Total	439.21	5			

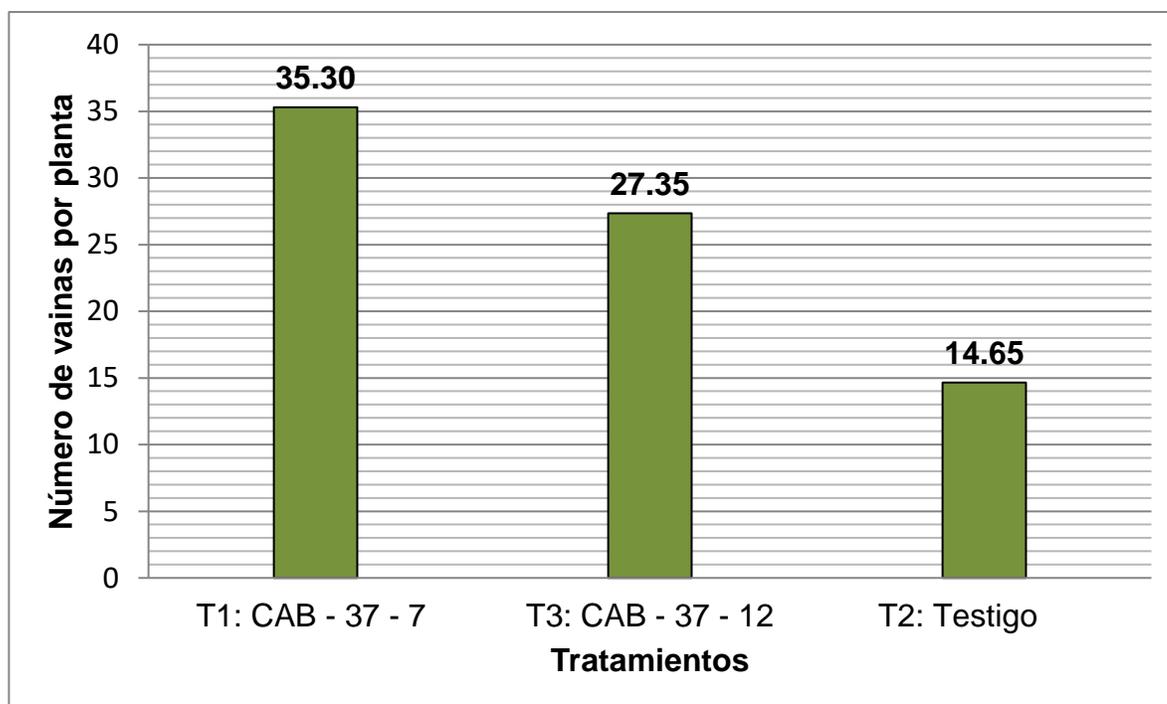
Cv=6.28%

Cuadro N° 22: Número de vainas por planta, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo.

O.M.	Tratamientos	Número de vaina por planta	Sign
1	Linea CAB - 37 - 7	35.30	a
2	Linea CAB - 37 - 12	27.35	b
3	Testigo	14.65	c
	Promedio	25.77	

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

Gráfico N° 08: Número de vainas por planta.



4.7. Plantas cosechadas por parcela (N° de planta cosechada/parcela)

El análisis de varianza para esta evaluación no detectó significación estadística para el modelo ($P > 0.05$), mostrando un comportamiento homogéneo de los tratamientos, para bloque no se encontró significación estadística ($P = < 0.6129$). El

coeficiente de variabilidad fue de 1.50%, valor bajo que denota confiabilidad en la conducción experimental y la toma de los datos, y que el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), presentando datos muy homogéneos. (Toma y Rubio, 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 23).

El promedio general fue de 321.83 plantas por parcela, muy cercano a 1, obtenidos por (Torres y Bazán, 2014) en Huambos, Cajamarca

La prueba de comparaciones múltiple de Duncan (0.05), encontró dos subconjuntos diferentes, el primer grupo está representado por la línea CAB - 37 - 7, con 331.50 plantas, y la línea CAB - 37 - 12 con 326 plantas teniendo valores comparables y se encuentran ocupando los primeros lugares y superando al testigo que solo tuvo 308.0 plantas por parcela, quedando último en el cuadro del orden de mérito (Cuadro N° 24).

Cuadro N° 23: Análisis de Varianza para número de plantas cosechadas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	612.50	3	204.17	8.81	0.1036
Bloque	8.17	1	8.17	0.35	0.6129
Tratamiento	604.33	2	302.17	13.04	0.0712
Error	46.33	2	23.17		
Total	658.83	5			

Cv=1.50%

Cuadro N° 24: Número de plantas cosechadas, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo.

O.M.	Tratamientos	Número de plantas cosechadas	Sign
1	Linea CAB - 37 - 7	331.50	a
2	Linea CAB - 37 - 12	326.00	Ab
3	Testigo	308.00	b
	Promedio	321.83	

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

4.8. Porcentaje de germinación (%)

El análisis de varianza para esta evaluación detectó significación estadística para el modelo ($P>0.05$), mostrando un comportamiento heterogéneo de los tratamientos, para bloque no se encontró significación estadística ($P=0.7178$). El coeficiente de variabilidad fue de 1.27%, valor bajo que denota confiabilidad en la conducción experimental y la toma de los datos, y que el diseño experimental proporciona una muy buena precisión (Martínez, 1995), presentando datos muy homogéneos. (Toma y Rubio, 2008), por lo que la media es una medida representativa de las medidas de tendencia central. (Cuadro N° 25).

El promedio general fue de 94.71% de germinación, considerando que las semillas tienen en promedio una alta capacidad germinativa.

La prueba de comparaciones múltiple de Duncan (0.05), encontró dos subconjuntos diferentes, el primer grupo está representado por los tratamientos T1: CAB - 37 – 7, con 97.35% y T3: CAB - 37 – 12 con 96.18% de germinación teniendo valores comparables y se encuentran ocupando los primeros lugares y superando al testigo que solo tuvo 90.59% de germinación (Cuadro N° 26 y gráfico N° 09).

Cuadro N° 25: Análisis de Varianza para germinación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	52.48	3	17.49	12.13	0.0771
Bloque	0.23	1	0.23	0.16	0.7278
Tratamiento	52.25	2	26.12	18.12	0.0523
Error	2.88	2	1.44		
Total	55.36	5			

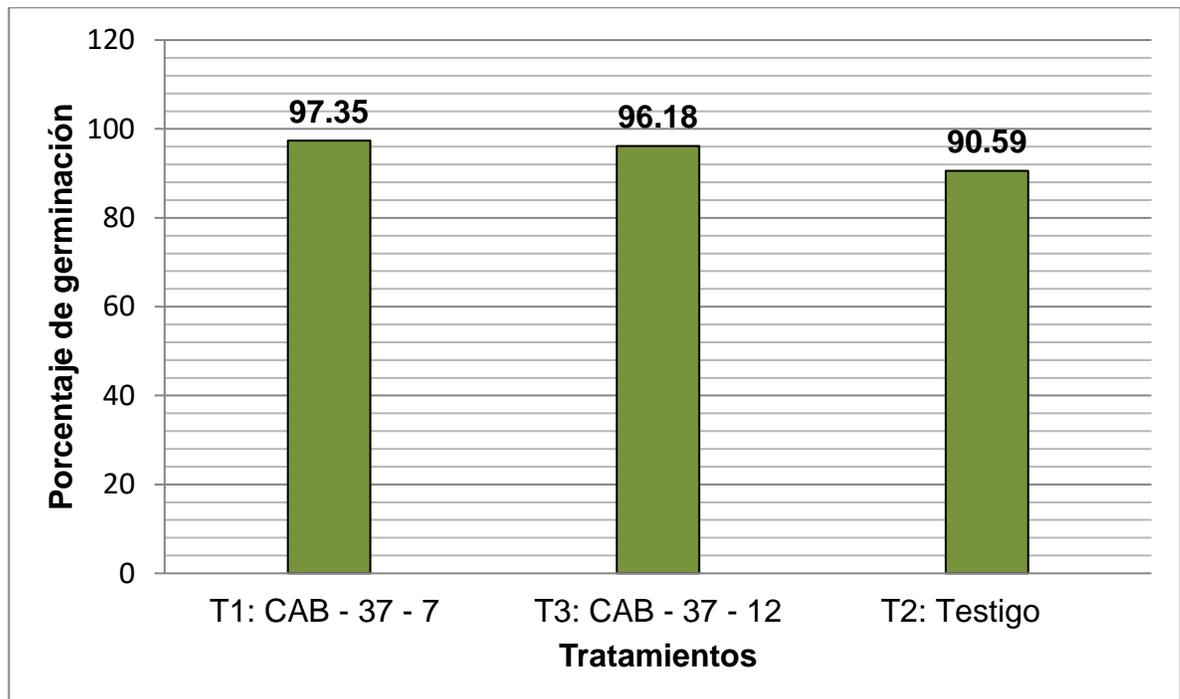
Cv=1.27%

Cuadro N° 26: Porcentaje de germinación, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo.

O.M.	Tratamientos	% germinación	Sign
1	Linea CAB - 37 - 7	97.35	a
2	Linea CAB - 37 - 12	96.18	a
3	Testigo	90.59	b
	Promedio	94.71	

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° 27, se muestra la matriz de correlaciones de Pearson para cada par de variables, observándose una asociación positiva y altamente significativa del rendimiento de grano con número de vainas por planta, indicando que a

medida que se incrementa en una unidad, el rendimiento de grano seco se incrementara en 13.96 kilos por hectárea (Cuadro N° 27).

Cuadro N° 27: Correlaciones de Pearson para los atributos evaluados.

	Rendimiento de granos	Plantas cosechadas	Número de granos
Plantas cosechadas	0.757		
	0.081		
Número de granos	0.737	0.870	
	0.095	0.024	
Longitud de vainas	0.713	0.976	0.915
	0.111	0.001	0.010
Número de vainas	0.845	0.953	0.808
	0.034	0.003	0.052
% de germinación	0.749	0.995	0.882
	0.086	0.000	0.020

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P 0.034.

4.10. Regresión múltiple

Según la literatura referida al rendimiento de planta de frijol sumado a los resultados del cálculo de la matriz de correlaciones de Pearson se formulan dos modelos de regresión lineal simple, el primero entre el rendimiento de grano de frijol asociado y el número de vaina por planta y el segundo entre el rendimiento de grano de frijol asociado y el número de grano por vaina, cuales se presentan a continuación

4.10.1. Modelo 1 de regresión simple:

$$R_i = \alpha_1 + \alpha_2 \times vpp_i + M_i; \alpha_2 > 0$$

Donde:

R_i: Rendimiento de frijol asociado (kg/ha)

vpp_i: Vaina por planta (N° vaina/planta)

α_1 : Media general del rendimiento de grano Frijol cuando el número de vaina por planta es cero (Intercepto)

α_2 : Sensibilidad del rendimiento del frijol asociado respecto a las vainas por planta (Pendiente)

μ_i : Terminio de perturbación (Variable aleatoria)

A continuación los resultados del modelo de regresión simple

$$R_i = \alpha_1 + \alpha_2 \times vpp_i$$

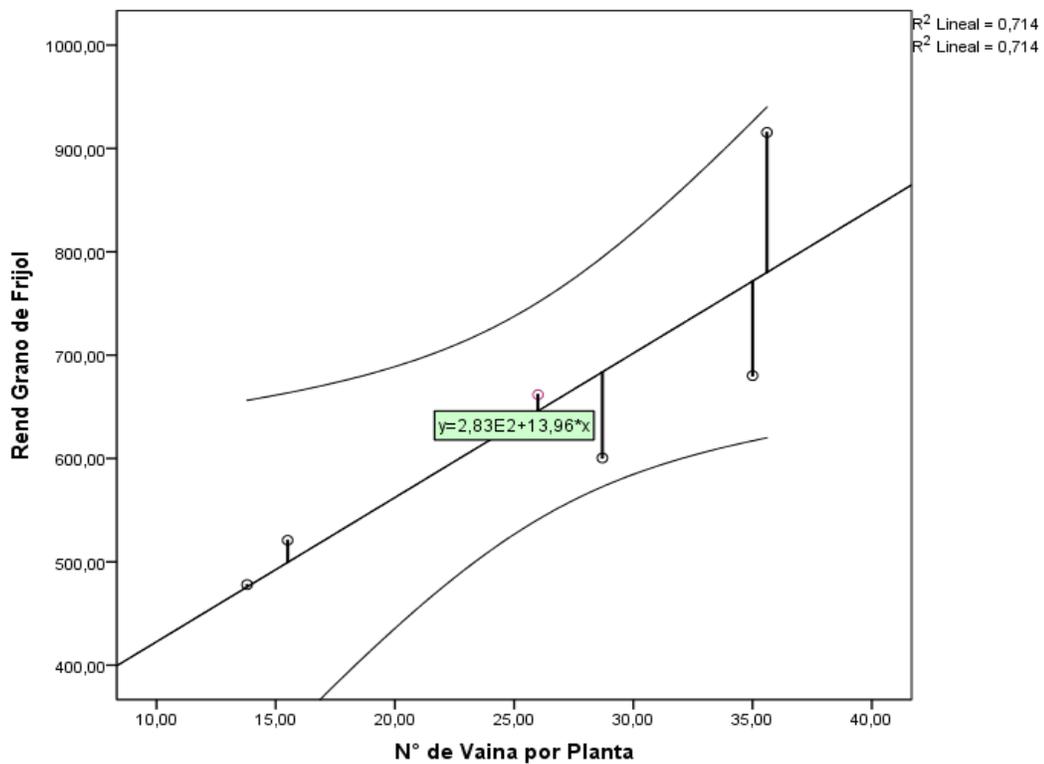
$$R_i = 283.1 + 13.96 \times vpp_i$$

$$(t_1=3.356) \quad (t_2= 3.157)$$

$$S = 92.6613 \quad F=9.968 \quad R^2 = 71.4\% \quad R^2 \text{ (ajustado)} = 64.2\%$$

A continuación la gráfica de línea ajustada de la ecuación de regresión estimada

Gráfico N° 10: Grafica del modelo 1 lineal ajustada de la ecuación de regresión simple



Los resultados de la regresión (corrida) aplicada al modelo lineal simple me indican, en primer lugar, que aun en los **parámetros** del modelo (intercepto y pendiente) significancia estadísticas tanto **individual** y **global** tal como lo reporta los contrastes de las pruebas **t** y **F** respectivamente, en la que los estadístico de prueba **calculados** resultaron ser *mayores* que de los estadísticos de prueba **teórico** al nivel de significancia (α) de 0.05, es decir se establece que si existe una relación lineal entre las variables dependiente rendimiento del grano del frijol asociado con el maíz con cada una de las variables independientes del modelo (constante y vaina por planta. Y que, así mismo existe también una relación lineal entre la variable dependiente rendimiento de frijol asociado y el conjunto (paquete) de variables independiente del modelo. En segundo lugar, los resultados de la regresión me indica que el modelo presenta un buen **ajuste lineal** de los datos, según el coeficiente de determinación **R-cuad**, su valor de 71.4% significa del total de variaciones de variable independiente, el 71.4 % es explicado por variaciones en las variables dependiente del modelo. Por otro lado, el valor del parámetro al α_2 estimado (13.96) nos indica que por cada unida que aumente las vainas por planta, el rendimiento de grano del frijol asociado aumentar 13 kg por hectárea

4.10.2. Modelo 2 de regresión simple:

$$R_i = \alpha_1 + \alpha_2 \times gpv_i + m_i ; \alpha_2 > 0$$

R_i : Rendimiento de frijol asociado (kg/ha)

gpv_i :Grano por vaina (N° grano/vaina)

α_1 : Media general del rendimiento de grano frijol cuando el número de grano por vaina es cero (Intercepto)

α_2 : Sensibilidad del rendimiento del frijol asociado respecto a las grano por vaina (Pendiente)

m_i : Terminio de perturbación (variable aleatoria)

A continuación los resultados del modelo de regresión simple

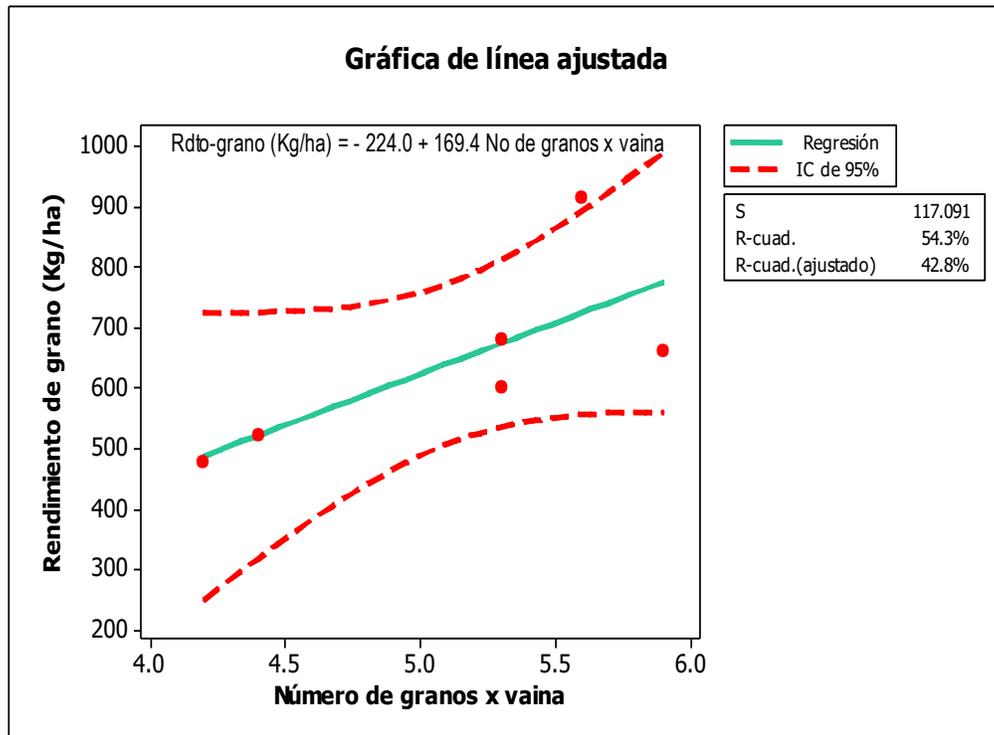
$$R_i = \alpha_1 + \alpha_2 \times gpv_i$$

$$R_i = -224.0 + 169.4 \times gpv_i$$

$$(t_1=-0.559) \quad (t_2= 2.179)$$

$$S = 117.091 \quad F=4.75 \quad R^2. = 54.3\% \quad R^2(\text{ajustado}) = 42.8\%$$

Gráfico N° 11: Gráfica del modelo 2 lineal ajustada de la ecuación de regresión simple



La regresión al modelo lineal simple propuesto, muestra, por un lado, que los **parámetros** del modelo son *estadísticamente significativo* tanto **individual** (excepto las constantes), como **global**, dado que en su respectivo estadístico de prueba, t y F los estimados fueron mayores al de la tabla, lo que quiere decir, que la variable independiente grano por vaina tiene efectos sobre la variable dependiente rendimiento de frijol asociado al maíz y que, así mismo, el conjunto de variables independientes (incluida la constante), del modelo también tienen efectos sobre la variable independiente R. por otro lado, la regresión al modelo lineal simple muestra un aceptable ajuste lineal de los datos, se tiene un $R^2=54.3\%$, esto significa que el 54.3% de los cambios de la variable endógena (R) se debe a las variables predeterminadas. Sobre el valor estimado del

parámetro de la variable grano por vaina (α_2 estimado = 169.4), me expresa que por cada unidad que aumente los granos por vaina, el rendimiento de grano del frijol asociado aumentara en 169.4 kg por hectárea.

4.11. Regresión múltiple

Con el apoyo de estudio previo sobre rendimiento de frijol asociado con maíz y más la aplicación de la metodología Stepwise (paso a paso), se arriba al siguiente modelo lineal de regresión múltiple.

$$R_i = \theta_1 + \theta_2 \times gpv_i + \theta_3 \times vpp_i + M_i; \theta_2 \theta_3 > 0$$

Donde:

R_i : Rendimiento de frijol asociado (kg/ha)

gpv_i : Grano por vaina (N° grano/vaina)

vpp_i : Vaina por planta (N° vaina/planta)

θ_1 : Media general del rendimiento de grano frijol cuando las independientes son cero (Constante)

θ_2 : Grado de sensibilidad del rendimiento del frijol asociado con respecto a las grano por vaina (sensibilidad 1)

θ_3 : Grado sensibilidad del rendimiento del frijol asociado con respecto a las grano por vaina (sensibilidad 2)

m_i : Terminó de perturbación (variable aleatoria)

A continuación los resultados del modelo lineal de regresión múltiple:

$$R_i = \theta_1 + \theta_2 \times gpv_i + \theta_3 \times vpp_i + \varepsilon_i$$

$$R_i = 152.772 + 35.985 \times gpv_i + 11.871 \times vpp_i + \varepsilon_i$$

$$(t_1 = -0.339) \quad (t_2 = 0.303) \quad (t_3 = 1.392)$$

$$S = 105.393 \quad F = 3.899 \quad R^2 = 72.2\% \quad R^2 \text{ (ajustado)} = 53.7\%$$

Al regresional al modelo lineal múltiple se obtuvieron los siguientes resultados un R^2 que alcanza 72.22%, el cual significa que el del 100% de variaciones que experimenta la variable dependiente (R), el 72.2% es ocasionado por variaciones en las variables explicativas (constante, GPV. VPP), a pesar de que el modelo presenta un alto ajuste lineal de los datos y que los signos asignado a la variable son los mismo a los especificado, no fue posible confirma que individualmente las tres variables independientes (incluida las constantes) sea estadísticamente significativa, al respecto los p-vauble fueron mayores al 5%, aunque globalmente se comprueba que en conjunto los parámetros θ son estadísticamente significativamente pero a una probabilidad mayor al 14.7%, esto se debería a que el número de observaciones de la investigación para una regresión múltiple representa una cantidad demasiado bajo, lo que limita la validez y alcance de los resultado; aun así diremos que la variable que más influye en el rendimiento de grano del frijol asociado del maíz está dado por la variable grano por vaina. Donde, por cada grado grano que se incrementó por vaina el rendimiento del frijol asociado se incrementara en 35.9856 kg por hectárea, manteniendo constante el resto de variable.

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: peso de 100 semillas y plantas cosechadas, con los valores PC1 absolutos más altos (0.386 y 0.384 y que están referidos a **productividad** y que explican el 95.8% de la variación total (Cuadro 28). Mientras que el segundo componente (PC2) tiene el coeficiente más alto en términos absolutos de 0.642, correspondiente a número de granos por vaina (**Productividad**), con un aporte de 4.2%. En conjunto los dos primeros componentes explican el 100% (Cuadro 28).

4.12.1. Análisis de componente principal para las variables evaluadas

Cuadro N° 28. Análisis de los valores y vectores propios de la matriz de correlación.

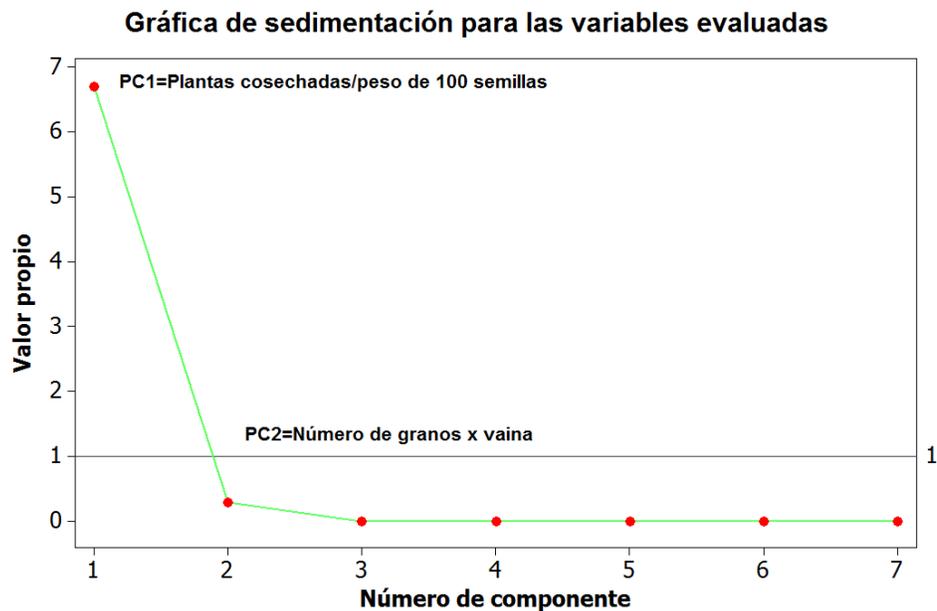
Valor propio	6.7054	0.2946	0.0000	0.0000
Proporción	0.958	0.042	0.000	0.000
Acumulada	0.958	1.000	1.000	1.000

Variable	PC1	PC2	PC3
Plantas cosechadas	0.386	0.045	-0.095
Rendimiento de grano (Kg/ha)	0.364	-0.616	-0.012
Peso 100 semillas	0.383	-0.222	0.389
Número de granos x vaina	0.362	0.642	-0.333
Longitud de vaina	0.382	0.254	0.172
Número de vainas x planta	0.382	-0.260	-0.658
% de germinación	0.385	0.160	0.516

PC1= Plantas cosechadas/Peso de 100 semillas

PC2= Número de granos por vaina

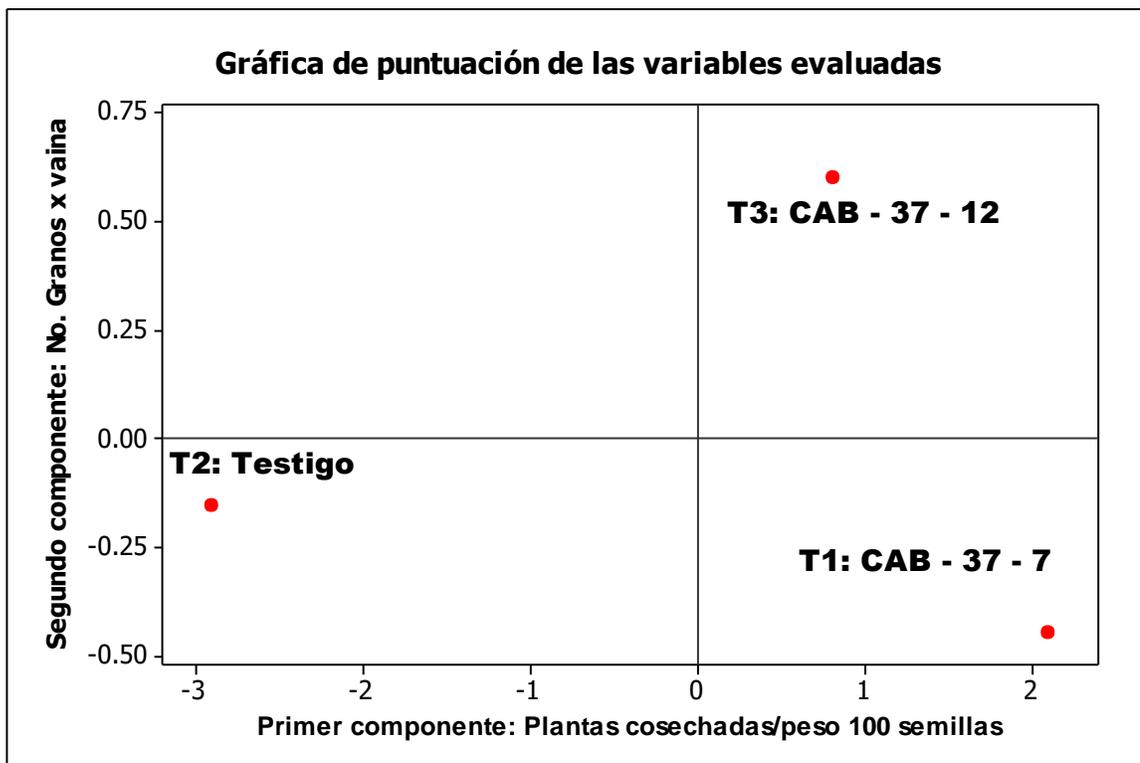
Gráfico N° 12: Gráfica de sedimentación de plantas cosechadas, % de germinación



4.12.2. Gráfica de puntuación para las variables evaluadas

En el gráfico de puntuaciones (Gráfico N° 13), 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 las líneas CAB - 37 - 7 y CAB - 37 - 12, son los tratamientos más productivos ubicados a la derecha del gráfico, indicando que son los más influyentes en el rendimiento. Mientras que el testigo del lado izquierdo no tiene los beneficios del frijol caballero. Respecto al segundo componente (PC2) referido a número de granos por vaina, los más productivos están ubicados por encima del 0.0, mientras que los más precoces están por debajo del 0.0, indicando que los mejores tratamientos están en el cuadrante I, corroborando los resultados del análisis de varianza (Gráfico de puntuaciones).

Gráfico N° 13: Puntuaciones de las variables evaluadas



4.13. Dendograma

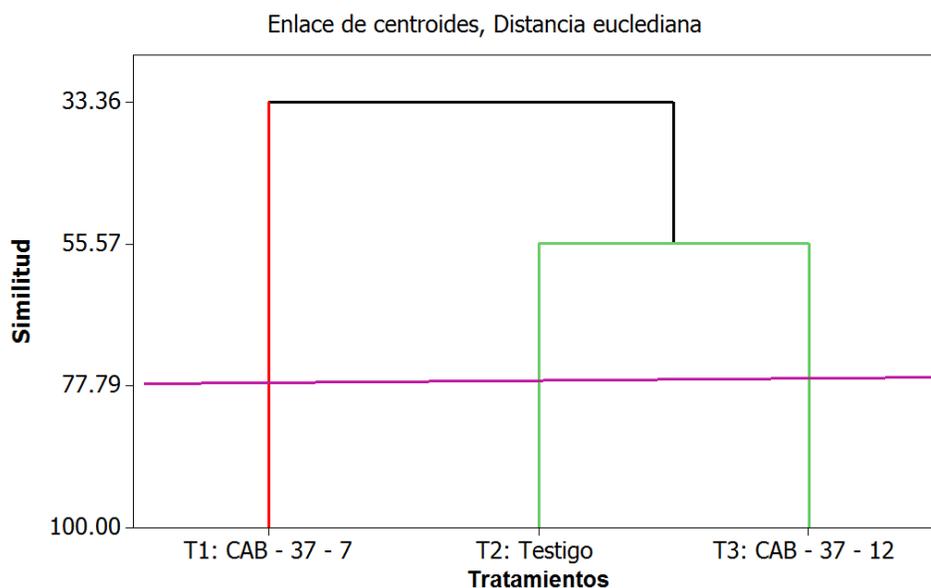
El **análisis de conglomerados (*cluster*)** es una técnica multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencias entre los grupos.

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 morada) al nivel del 77.79 % de similitud, existen 3 grupos diferentes, la observación más distante al resto es la línea CAB - 37 - 7, ya que es el último (mayor distancia) en incorporarse al cluster final.

Por el contrario, las líneas más cercanas entre sí son el testigo y la línea CAB - 37 - 12, que forman el primer grupo (Color verde), (Gráfico 14).

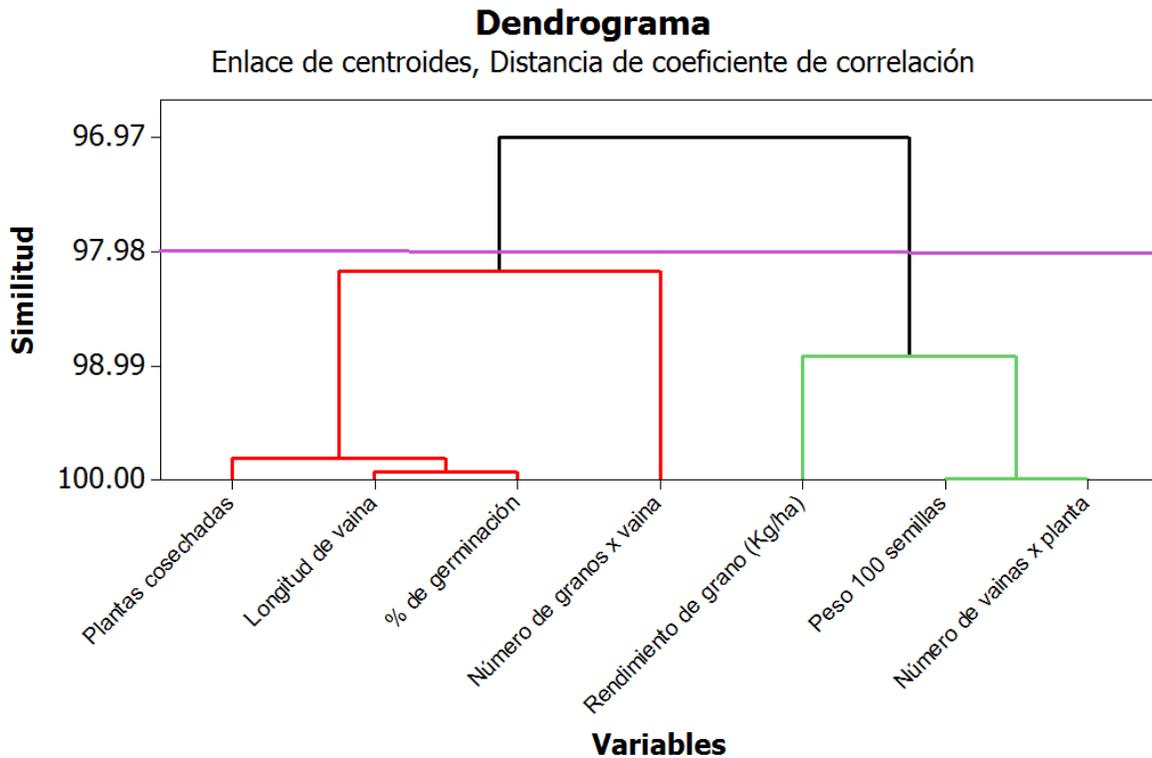
Gráfico N° 14: Dendograma distancia Eucladiana



Para el caso del dendograma para las variables evaluadas, haciendo un corte (línea continua purpura) al nivel del 97.98 % de similitud, existen 2 grupos diferentes, coloreados de rojo y verde.

Por el contrario, las características más cercana entre sí son: rendimiento de grano, peso de 100 semillas número de vainas por planta, que vienen a constituir componentes de rendimiento fundamentales, por lo que los trabajos de selección se deben hacer en base a estos atributos, luego el segundo grupo está formado (rojo), por las características número de plantas cosechadas, longitud de vaina, % de germinación y numero de granos por vaina (Gráfico N° 15).

Gráfico N° 15: Dendograma distancia de coeficiente de correlación



4.14. Otros parámetros de evaluación-cronograma fisiológica

4.14.1. Días al inicio de emergencia.- Se observa que los tratamientos emergieron casi el mismo día.

Cuadro N° 29: Días al inicio de emergencia

Tratamientos	Evaluación
Línea CAB - 37 - 7	12 días (10/01/15)
Testigo	11 días (09/01/15)
Línea CAB - 37 - 12	12 días (10/01/15)

4.14.2. Hábito de crecimiento.- Se observa que las dos líneas promisorias y el testigo, son de tipo I: Arbustivo determinado.

Cuadro N° 30: Hábito de crecimiento

Tratamientos	Evaluación
Línea CAB - 37 - 7	Tipo I: Arbustivo determinado
Testigo	Tipo I: Arbustivo determinado
Línea CAB - 37 - 12	Tipo I: Arbustivo determinado

4.14.3. Días al inicio de Floración.- Se observa que las dos líneas promisorias, se evaluaron el mismo día, mientras que el testigo se evaluó 3 días antes, siendo ligeramente más precoz.

Cuadro N° 31: Días al inicio de floración

Tratamientos	Evaluación
Línea CAB - 37 - 7	35 días (02/02/15)
Testigo	33 días (31/01/15)
Línea CAB - 37 - 12	35 días (02/02/15)

4.14.4. Días al 50 % de floración.- Se observa que los tratamientos T1 y T3, se evaluaron el mismo día, mientras que el testigo se evaluó 3 días antes.

Cuadro N° 32: Días al 50 % de floración

Tratamientos	Evaluación
Línea CAB - 37 - 7	45 días (12/02/15)
Testigo	42 días (10/02/15)
Línea CAB - 37 - 12	45 días (12/02/15)

4.14.5. Valor agronómico.- Se observa que tres los tratamientos tuvieron buena adaptación

Cuadro N° 33: Valor agronómico

Tratamientos	Evaluación
Línea CAB - 37 - 7	Grado 1 = Buena adaptación
Testigo	Grado 1 = Buena adaptación
Línea CAB - 37 - 12	Grado 1 = Buena adaptación

4.14.6. Días a la madurez total.- Se observa que las dos líneas promisorias, se evaluaron el mismo día, mientras que el testigo se evaluó 12 días antes, siendo más precoz.

Cuadro N° 34: Días a la madurez total

Tratamientos	Evaluación
Línea CAB - 37 - 7	138 días (16/05/15)
Testigo	126 días (04/05/15)
Línea CAB - 37 - 12	138 días (16/05/15)

4.14.7. Color de vaina.- Se observa que los tres tratamientos, tuvieron el mismo color de vaina amarillo pálido.

Cuadro N° 35: Color de vaina

Tratamientos	Evaluación
Línea CAB - 37 - 7	Amarillo pálido
Testigo	Amarillo pálido
Línea CAB - 37 - 12	Amarillo pálido

4.14.8. Reacción a enfermedades.- Se observa que los tres tratamientos, presentaron el mismo grado de enfermedad (roya y oídium) y a las plagas.

Cuadro N° 36: Reacción a enfermedades

Tratamientos	Evaluación
Línea CAB - 37 - 7	Grado 9 = Presencia de roya y oidium
Testigo	Grado 9 = Presencia de roya y oidium
Línea CAB - 37 - 12	Grado 9 = Presencia de roya y oidium

4.15. Análisis económico

Para este fin se efectuó los cálculos de costos para cada tratamiento por hectárea, para variable rendimiento en grano, además de existir diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el presente trabajo de investigación, económicamente hay una interesante posibilidad de rentabilidad, al hacer los cálculos económicos.

En el cuadro N° 37, se dan los rendimientos, costos de las semillas, costo de producción (CP), ingreso total (IT), beneficio (IT-CT) y el índice de rentabilidad (IT/CT), considerando para nuestro estudio precios de las semilla y costos del producto comercial según precios en el mercado de Moshoqueque al 30 de Julio del 2017, lo que permite calcular el número de veces en que se recupera la inversión, se encontró que el mayor beneficio, se obtiene con la línea **CAB - 37 - 7**, con un beneficio de S/. **3611.30**, y un índice de rentabilidad de 2.14, valor que indica que por cada nuevo sol que se invierta en producir frijol caballero, se recupera el sol y se gana 1.14 nuevos soles, después de descontar el 1 sol, invertido, siendo un excelente negocio, que en porcentaje equivale al 114 % de ganancia, le sigue la línea **CAB - 37 - 12**, con una rentabilidad de 1.60. Se observa que con el testigo hay una perdida, por tener una rentabilidad negativa siendo la rentabilidad menor de 1.0, los agricultores lo siembran porque beneficia a sus suelos.

Cuadro N° 37: Análisis Económico para el rendimiento, en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en la provincia de Cutervo.

O.M.	Tratamiento	Rdto.Frijol Asociado (kg/ha)	Semilla (kgs/Há)	Precio semilla (S./Kgs)	Costo semilla (S./Há)	Otros Costos Producción	Ingreso Total (S./ Ha)	Costo Total (S./Há)	Utilidad Neta (S./Há)	Índice de Rentabilidad
1	Línea CAB - 37 - 7	797.80	20	8.50	170.00	3000	6781.30	3170.00	3611.30	2.14
2	Línea CAB - 37 – 12	631.13	20	8.00	160.00	3000	5049.04	3160.00	1889.04	1.60
3	Testigo	499.39	15	4.00	60.00	2500	1997.56	2560.00	-562.44	0.78
									MAX	3,611.30

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. La línea promisorio CAB - 37 – 7, con 797.80 kg/ha se adaptó mejor a las condiciones del campo experimental, seguido por la línea CAB - 37 – 12, con 631.13 kg/ha, ambas superando al testigo. Mientras que el testigo solo produjo 499.39 kg de grano por hectárea
2. Para rendimiento en grano en seco sobresale la línea promisorio CAB - 37 – 7, con 797.80 kg/ha superando en 59.55 % al testigo. Le sigue la línea CAB - 37 – 12, con 631.13 kg/ha Mientras que el testigo solo produjo 499.39 kg de grano por hectárea
3. Para la característica agronómica peso de 100 semillas destaca la línea promisorio CAB - 37 – 7, con 70.50 gramos, superando al resto de tratamientos, especialmente al testigo en 27.027%. Mientras que el testigo solo produjo un peso de 55.50 gramos en las 100 semillas. En relación al número de granos por vaina destacan la línea promisorio CAB - 37 – 12 y la línea CAB - 37 – 7, con 5.60 5.45 granos, respectivamente, superando al testigo y para número de vainas por planta destaca la línea promisorio CAB - 37 – 7, con 35.3 vainas por planta, superando al resto de tratamientos. Mientras que el testigo solo produjo 14.65 vainas por planta
4. El Rendimiento de grano seco se relacionó significativamente con número de vainas por planta, con un coeficiente de determinación de 71.4%.
5. El mayor beneficio económico se obtuvo con la **línea promisorio CAB - 37 - 7**, con un beneficio de **S/. 3,611.30** por hectárea y un índice de rentabilidad de **2.14**.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seleccionar la línea promisoría CAB - 37 – 7, ya que se adaptó mejor a las condiciones de campo experimental propiciando su mayor rendimiento con 797.80 kg/ha para programas de asociación con maíz y abastecimiento alimentario del país.
2. Incorporar en los campos de cultivo el uso de la línea promisoría de frijol CAB - 37 – 7, cuyas característica más influyente en el rendimiento de grano es el peso de 100 semillas con 70.50 gramos, para seguir adaptando a la zona en especial de materiales rendidores, precoces y tolerantes a plagas y enfermedades, así mismo para elevar los ingresos económicos de los agricultores de la zona.
3. Evaluar los materiales y otros en espacio y tiempo, para seguir evaluando su comportamiento y el rendimiento en diferentes pisos ecológicos y localidades del distrito de Cutervo

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AART VAN SCHOONHOVEN; MARCIAL A. PASTOR – CORRALES. 1987. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali – Colombia. Pág. 1 – 56.
2. ALTIERI, M., 1997. AGROECOLOGIA Bases científicas para una Agricultura sustentable. Centro de Investigación Educación y Desarrollo. Secretariado Rural Perú-Bolivia. 511 p.
3. ALTIERI, M. Y LETOURNEAU, D. 1982. Manejo de Vegetación y Control Biológico en Agroecosistemas. Artículo. USA. 10p.
4. ALTIERI. M Y A. YURJEVIA, 1991. La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. Agroecología y Desarrollo 25 –35.
5. ALTIERI, M. 1992. El Rol Ecológico de la Bio diversidad en Agro ecosistemas, Rev. Agroecológica y Desarrollo, Nº 04, Diciembre 1992., Editorial Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo. Lima - Perú. 2 - 11, 72 p.
6. BOLAÑOS BRAVO y MARIA MARIFLOR, 2012. Asociación maíz (*Zea mays L.*)-frijol (*Faseolus vulgaris L.*) con abonamiento orgánico para una mejor seguridad alimentaria en el Valle de Yatún provincia de Cutervo – Cajamarca» Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo UNPRG. Lambayeque – Perú.
7. BOX G.E, J. STUART HUNTER Y WILLIAM G. HUNTER, 2008. Estadística para investigadores. Diseño, innovación y Descubrimiento. Segunda edición. Editorial Reverté, impreso en España 639 p.
8. CEA D´ ANGELES, M.^a A, 2002, Análisis Multivariable. Editorial Síntesis S.A. España, 638 p.
9. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT), 1980a. Informe Anual CIAT, Cali – Colombia 169- 192p.
10. CIAT. 1980b. Manejo y Control de las Malezas en el cultivo de frijol. Guía de Estudio 70pp.
11. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1979. Informe anual del Programa de frijol. Cali - Colombia. 115 pp.
12. CIAT. 1981. Morfología de la Planta de Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*).Guía de Estudio. 50pp.
13. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical 1985. Investigación y producción. Primera Edición. Cali – Colombia 417 pp

14. CENTRO DE INVESTIGACION EDUCACION Y DESARROLLO. 1999, Agricultura Ecológica y Producción Orgánica. Unidad de Desarrollo Institucional. CIED. Boletín Agroecológico .Nº37 Año IV. 27p.
15. 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
16. EISENHART, CHURCHILL, 1947, the Assumptions Underlying the Analysis of Variance. Biometrics, March Vol. 3 N°1.
17. FRANCIS, C. 1986. Biological efficiencies in multiple - cropping systems. Advances in Agronomy 42:1-42.
18. GRAHAM, P. H. 1997. Role of CIAT and other international research centers in the post I. B. P. Period I. B. P. synthesis meeting. Edinburgh, 1973.
19. HIEBSCH, C. y R. McCOLLUM. 1987. Area-X-time equivalency ratio: A method for evaluating the productivity of inter-crops. Agronomy Journal 79: 15-22.
20. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 1992. Curso intensivo sobre producción de frijol. Chiclayo – Perú.
21. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 1994. Informe trimestral. Sobre programa investigación de leguminosas de grano. Estación Experimental de Vista Florida. Chiclayo -Perú. 210 pp
22. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria). 2007. Manual técnico. El cultivo de maíz en la sierra norte del Perú. Estación Experimental Agraria Baños del Inca – Cajamarca - Perú.
23. JARAMILLO, B. S. 1992. Comportamiento de 16 variedades de frijol tipo Canario (*Phaseolus vulgaris* L.), en condiciones de Costa Central. Tesis para optar 1er Título de Ingeniero Agrónomo UNAM. La Molina – Perú.
24. LAING, D.1979. Adaptación del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), curso intensivo de adiestramiento en producción de frijol para las investigaciones en América latina. CIAT – Colombia. 36 p.
25. 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.
26. Lépiz Ildelfonso Rogelio, J. Jesús López Alcocer, J. Jesús Sánchez González, Fernando Santacruz–Ruvalcaba, Ricardo Nuño Romero y Eduardo Rodríguez

- Guzmán, 2010. Características morfológicas de formas cultivadas, silvestres e intermedias de frijol común de hábito trepador
27. MARTÍNEZ O, R. 1995. Coeficientes de variabilidad *Agronomía Tropical*. 20(2): 81-95
 28. MARTINEZ A. G. 1988. "Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría". Edit. Trillas. México D. F.- Mexico.
 29. MILLER N. J Y MILLER J.C. 2002. Estadística y Quimiometria para Química Analítica. Edit Printice Hall. Madrid. España. 278 p.
 30. Martos Z, C. A. 1997. Ensayo de tres modalidades de asociación maíz (*Zea mays L*) y frijol con dos fechas de siembra en el valle de Chao.
 31. MUTSAERS, H. H. EZUMAH y D. OSIRU. 1993. Cassava- based intercropping: a review. *Field Crops Research* 34:431-457.
 32. OFORI, F. y W. STERN. 1987. Cereal - legume intercropping systems. *Advances in Agronomy* 41: 41-90.
 33. PASAPERERA, 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.
 34. PROMPEX. 1,999. Producción de Leguminosas de Grano para Exportación. Perú. Pág. 1 – 57.
 35. PROMPEX. 2,000. Factores biotipos y abióticos que afectan la producción Leguminosas de Grano para Exportación. Perú. Pág. 1 – 93.
 36. Reyes, C. P. 1990. Diseño de experimentos aplicados. Ed. Trillas. Mexico.
 37. SHAXSON, L. y L. TAUER. 1992. Intercropping and diversity: An economic analysis of cropping pattern on smallholder farms in Malawi. *Experimental Agriculture* 28: 211-228.
 38. SOLORZANO, V. R.1982. Clasificación de hábitos de crecimiento en (*Phaseolus vulgaris L.*).Tesis Mg.Sc. Chapingo, México, Colegio Post Grado 72pp.
 39. SOTOMAYOR M. 1999. Presidente de PRODUPESA-CEPEJA Consejo Empresarial Peruano Japonés Última modificación. 21/12/99.
 40. STEEL Y TORRIE 1985. "Bioestadística: Principios y Fundamentos" Editorial Limusa 2da edición. (Primera en Español). México pp. 430
 41. TOMA Y RUBIO, 2008. Estadística aplicada. Primera parte. Apuntes de estudio 64. Universidad del Pacífico. Centro de investigación. 342 p.

42. VALLADOLID, CH. A. 1999. Producción de leguminosas de grano para la exportación PROMENESTRAS (Programa Nacional de Exportación PROMPEX) Chiclayo – Perú. 64 pp.
43. 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.
44. Ulloa, J. A.; Ulloa, P. R.; Ramírez, R. J. C. y Ulloa, R. B. E., 2011. ‘El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos’. *Revista Fuente*, vol. 3, no. 8, 2011, pp. 5-9, ISSN 2007-0713
45. WHITE, J, W. e IZQUIERDO, J. 1985. Frijol: Fisiología del potencial de rendimiento y la tolerancia al estrés. CIAT-FAO. Santiago, Chile. 91 p.
46. ZAÑARTU, C. 2011. Perspectiva exportadora de las Leguminosas de Grano producidas en Lambayeque. Lambayeque – Perú. 27 Pág.
47. ZEÑA C. J, 2006. Límites Críticos Para Evaluar el Balance Nutricional de los Suelos Agrícolas, XI, Curso de titulación, Facultad de Agronomía. 20pg

ANEXOS

LÁMINAS FOTOGRÁFICAS

Ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de frijol tipo caballero y un testigo (*Phaseolus lunatus* L.), en asociación con maíz en el sector Culla, distrito y provincia de Cutervo – Cajamarca, durante la campaña agrícola 2015 – 2016.

Foto N° 1: Etapa de crecimiento y desarrollo



Foto N° 2: Etapa de crecimiento y desarrollo



Foto N° 3: Evaluación en la etapa de crecimiento y desarrollo



Foto N° 4: Evaluación de vainas en la etapa de madurez fisiológica



Foto N° 5: Cosecha y desgrane de las líneas de frijol caballero

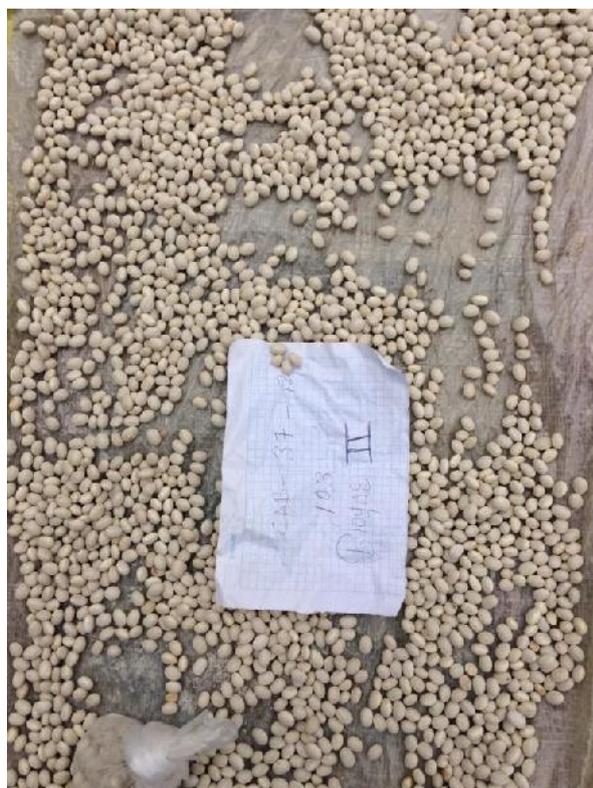


Foto N° 6: Pesado de las líneas de frijol caballero



Foto N° 7: Embolsado de las líneas de frijol caballero



Foto N° 8: Línea promisoría de frijol caballero CAB – 37 - 7

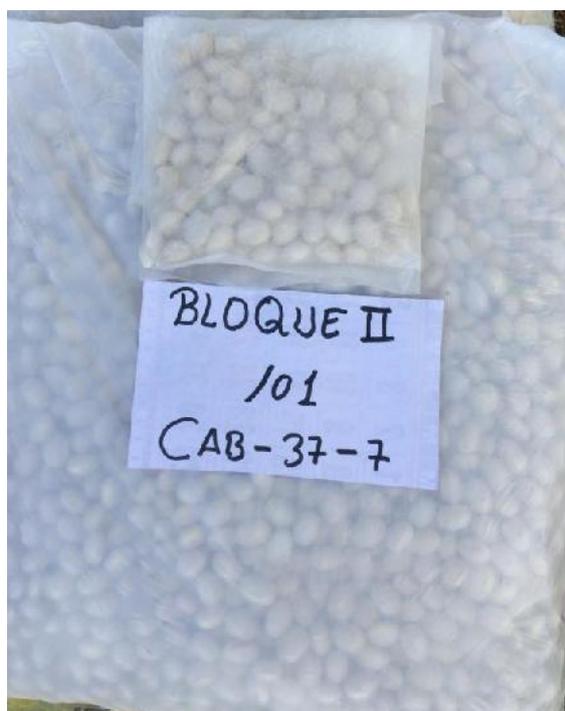


Foto N° 9: Línea promisoría de frijol caballero CAB – 37 - 12

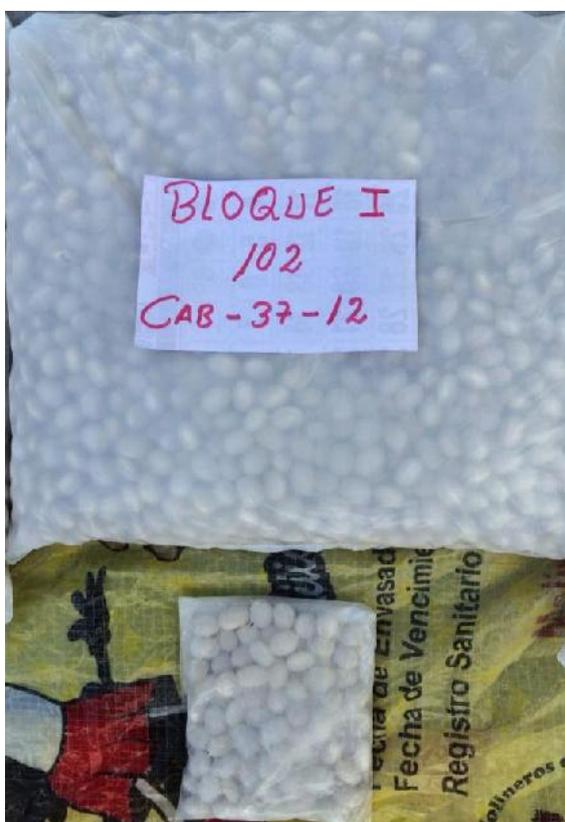


Foto N° 10: Mapa de la provincia de Cutervo.



ANEXO N° 1: Análisis de suelos: Estación Experimental Agraria Vista Florida – Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA (2014).



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

LABORATORIO DE ANÁLISIS: SUELOS Y AGUAS

Tipo de Análisis Propietario parcela		Fertilidad OCTAVIO FUENTES BENAVIDES	Muestras Cultivo anterior Cultivo a sembrar	Suelos (01) Maíz Frijol caballero
Procedencia:	Sector Caserio Distrito Provincia Departamento	Culla Culla Cutervo Cutervo Cajamarca	Altitud Fecha de muestreo Fecha de emisión Remitido por	2,300 m.s.n.m. 10/12/2014 20/12/2014 Ing. Adolfo Padilla Pérez

Muestra	Extracto Saturado		M. Org.	P	K	Calcar.	Texturas (%)			Tipo de suelo
	PH	C. Elec.					A ₀	L ₀	Ar	
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%				
M - 1	7,20	1,20	4,72	7,60	337	3,25	40	26	34	Fo Ar

Resultados: Reacción ligeramente alcalina y bajo nivel en salinidad, valores apropiados para el frijol caballero y otros cultivos.
 La fertilidad natural es de tendencia alta con aportes de nitrógeno, potasio, buen carbonato de calcio y tenor de materia orgánica, siendo bajo el fósforo, fortalecer solo algunos elementos e incorporar humus ó compost para hacer más suelto el terreno.
 La textura franco arcillosa es de alta retención de humedad, controlar el exceso de agua, sino se pierde la aireación.



Ing. DANTE BOLIVIA DIAZ
 Jefe del Laboratorio de Química y Suelos
Ing. Dante Bolivia Diaz
 Jefe Lab. de Química y Suelos

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANAVA)

ANAVA N° 1: Plantas cosechadas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Plantas cosechadas	6	0.93	0.82	1.50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	612.50	3	204.17	8.81	0.1036
Bloque	8.17	1	8.17	0.35	0.6129
Tratamiento	604.33	2	302.17	13.04	0.0712
Error	46.33	2	23.17		
Total	658.83	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 23.1667 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.
1.00	323.00	3	2.78 A
2.00	320.67	3	2.78 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 23.1667 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1: CAB - 37 - 7	331.50	2	3.40 A
T3: CAB - 37 - 12	326.00	2	3.40 A B
T2: Testigo	308.00	2	3.40 B

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

ANAVA N° 2: Rendimiento original

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
rdto ori	6	0.91	0.77	11.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	108659.61	3	36219.87	6.43	0.1376
Bloque	19204.38	1	19204.38	3.41	0.2062
Tratamiento	89455.23	2	44727.61	7.94	0.1119
Error	11273.09	2	5636.55		
Total	119932.70	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5636.5454 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.
1.00	699.34	3	43.35 A
2.00	586.19	3	43.35 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5636.5454 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1: CAB - 37 - 7	797.80	2	53.09 A
T3: CAB - 37 - 12	631.13	2	53.09 A
T2: Testigo	499.39	2	53.09 A

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

ANAVA N° 3: Rendimiento de grano modificado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rdto grano	6	0.47	0.00	18.08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24196.46	3	8065.49	0.60	0.6753
Bloque	11969.84	1	11969.84	0.89	0.4459
Tratamiento	12226.62	2	6113.31	0.45	0.6885
Error	27018.04	2	13509.02		
Total	51214.50	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 13509.0209 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.
1.00	687.43	3	67.10 A
2.00	598.10	3	67.10 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 13509.0209 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1: CAB - 37 - 7	699.10	2	82.19 A
T2: Testigo	640.63	2	82.19 A
T3: CAB - 37 - 12	588.59	2	82.19 A

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

ANAVA N° 4: Peso de 100 semillas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso 100 semilla	6	1.00	1.00	1.1E-07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	233.33	3	77.78	16411360281942300.00	<0.0001
Bloque	0.00	1	0.00		sd sd
Tratamiento	233.33	2	116.67		sd sd
Error	0.00	2	0.00		
Total	233.33	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0000 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.
1.00	63.33	3	0.00 A
2.00	63.33	3	0.00 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0000 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1: CAB - 37 - 7	70.00	2	0.00 A
T3: CAB - 37 - 12	65.00	2	0.00 B
T2: Testigo	55.00	2	0.00 C

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

ANAVA N° 5: Peso de 100 semillas modificado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso 100 semillamod	6	1.00	1.00	0.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	231.00	3	77.00	462.00	0.0022
Bloque	0.67	1	0.67	4.00	0.1835
Tratamiento	230.33	2	115.17	691.00	0.0014
Error	0.33	2	0.17		
Total	231.33	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1667 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.	
1.00	64.00	3	0.24	A
2.00	63.33	3	0.24	A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1667 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1: CAB - 37 - 7	70.50	2	0.29	A
T3: CAB - 37 - 12	65.00	2	0.29	B
T2: Testigo	55.50	2	0.29	C

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

Columna 8

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Columna8	6	0.98	0.95	2.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.23	3	0.74	34.23	0.0285
Bloque	0.20	1	0.20	9.31	0.0927
Tratamiento	2.02	2	1.01	46.69	0.0210
Error	0.04	2	0.02		
Total	2.27	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0217 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.	
1.00	5.30	3	0.08	A
2.00	4.93	3	0.08	A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0217 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3: CAB - 37 - 12	5.60	2	0.10	A
T1: CAB - 37 - 7	5.45	2	0.10	A
T2: Testigo	4.30	2	0.10	B

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

ANAVA N° 6: Granos por vaina

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
granos x vaina	6	0.98	0.95	2.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.23	3	0.74	34.23	0.0285
Bloque	0.20	1	0.20	9.31	0.0927
Tratamiento	2.02	2	1.01	46.69	0.0210
Error	0.04	2	0.02		
Total	2.27	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0217 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.
1.00	5.30	3	0.08 A
2.00	4.93	3	0.08 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0217 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T3: CAB - 37 - 12	5.60	2	0.10 A
T1: CAB - 37 - 7	5.45	2	0.10 A
T2: Testigo	4.30	2	0.10 B

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

ANAVA N° 7: Longitud de vaina

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
long vaina	6	0.90	0.76	4.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.38	3	1.79	6.29	0.1402
Bloque	0.38	1	0.38	1.32	0.3701
Tratamiento	5.00	2	2.50	8.78	0.1023
Error	0.57	2	0.29		
Total	5.95	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2850 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.
1.00	12.33	3	0.31 A
2.00	11.83	3	0.31 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2850 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1: CAB - 37 - 7	12.85	2	0.38 A
T3: CAB - 37 - 12	12.60	2	0.38 A
T2: Testigo	10.80	2	0.38 A

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

ANAVA N° 8: Vainas por planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
vainas x planta	6	0.99	0.97	6.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	433.97	3	144.66	55.18	0.0179
Bloque	0.03	1	0.03	0.01	0.9289
Tratamiento	433.94	2	216.97	82.76	0.0119
Error	5.24	2	2.62		
Total	439.21	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.6217 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.
2.00	25.83	3	0.93 A
1.00	25.70	3	0.93 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.6217 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1: CAB - 37 - 7	35.30	2	1.14 A
T3: CAB - 37 - 12	27.35	2	1.14 B
T2: Testigo	14.65	2	1.14 C

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

ANAVA N° 9: Porcentaje de germinación (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%germin	6	0.95	0.87	1.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	52.48	3	17.49	12.13	0.0771
Bloque	0.23	1	0.23	0.16	0.7278
Tratamiento	52.25	2	26.12	18.12	0.0523
Error	2.88	2	1.44		
Total	55.36	5			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.4418 gl: 2

Bloque	Medias	n	E.E.
1.00	94.90	3	0.69 A
2.00	94.51	3	0.69 A

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

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.4418 gl: 2

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1: CAB - 37 - 7	97.35	2	0.85 A
T3: CAB - 37 - 12	96.18	2	0.85 A
T2: Testigo	90.59	2	0.85 B

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