

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

**“COMPARATIVO DE CULTIVARES DE FRIJOL
VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris* L.) EN UN SISTEMA
ASOCIADO CON MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL VALLE DE
CAJAMARCA”**

PRESENTADO POR

BACHILLER : Jesus Abimael Cotrina Colunche

ASESORES : Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos

CAJAMARCA - PERÚ

-2025-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. **Investigador:** Jesus Abimael Cotrina Colunche
DNI: 48798802
Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía
2. **Asesor:** Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
3. **Facultad/Unidad UNC:** Ciencias Agrarias
4. **Grado académico o título profesional:**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
5. **Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
6. **Título de Trabajo de Investigación:** "COMPARATIVO DE CULTIVARES DE FRIJOL VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris* L.) EN UN SISTEMA ASOCIADO CON MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL VALLE DE CAJAMARCA"
7. **Fecha de evaluación:** 30/05/2025
8. **Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
9. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 19%
10. **Código Documento:** oid:3117:463371427
11. **Resultado de la Evaluación de Similitud:** 19%
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 30/05/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 _____ Dr. Isidro Rimarachín Cabrera 26676820

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"

Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintitrés días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 101-2025-FCA-UNC, de fecha 07 de febrero del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**COMPARATIVO DE CULTIVARES DE FRIJOL VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris* L.) EN UN SISTEMA ASOCIADO CON MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL VALLE DE CAJAMARCA**", realizada por el Bachiller **JESUS ABIMAEI COTRINA COLUNCHE** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las trece horas y quince minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

Dr. Isidro Rimarachin Cabrera
ASESOR

Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos
ASESOR

DEDICATORIA

A mis queridos padres, hermanos, novia y tíos, por estar siempre apoyándome, para guiarme hacia el éxito y el crecimiento en mi carrera profesional.

El autor

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por la vida, la salud y por hacer posible que se cumplan mis metas esperadas, y así también por permitir que este trabajo se complete con éxito.

A toda mi familia que me ha apoyado incondicionalmente y ha hecho posible que mi sueño de ser un profesional del bien para la sociedad se hiciera realidad, infinitas gracias por inculcarme valores morales y éticos día tras día.

A mis asesores, Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos y Dr. Isidro Rimarachín Cabrera, por su guía y apoyo durante el desarrollo de este experimento; sus conocimientos, consejos y dedicación fueron fundamentales para el logro de este trabajo. Gracias por confiar en mis capacidades, por dedicar su tiempo a orientarme en cada etapa del proceso, y por compartir conmigo su experiencia, lo que me permitió crecer tanto académica como profesionalmente.

El autor

ÍNDICE GENERAL

Contenido	página
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. <i>Formulación General</i>	3
1.2.2. <i>Problemas específicos</i>	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.2. OBJETIVOS	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.5 HIPÓTESIS	4
1.5.1. <i>Hipótesis general</i>	4
1.5.2. <i>Hipótesis específicas</i>	4
CAPÍTULO II	5
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. ANTECEDENTES	5
2.2. BASES TEÓRICAS	9
2.2.1. <i>Origen</i>	9
2.2.2. <i>Taxonomía</i>	10
2.2.3. <i>Morfología</i>	11
2.2.4. <i>Fenología</i>	12
2.2.5. <i>Hábitos de crecimiento</i>	14

2.2.6. <i>Requerimiento Agroclimáticos</i>	15
2.2.7 <i>Variedades</i>	16
2.2.8. <i>Asociación de maíz con frijol</i>	18
2.2.9. <i>Plagas y enfermedades</i>	19
2.2.10. <i>Definición de términos básicos</i>	21
CAPÍTULO III	23
MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS	25
3.3. MATERIALES.....	26
3.3.1. <i>Material biológico</i>	26
3.3.2. <i>Equipos de laboratorio</i>	26
3.3.3. <i>Materiales de campo</i>	26
3.3.4. <i>Materiales de gabinete</i>	26
3.4. METODOLOGÍA	26
3.4.1. <i>Diseño estadístico</i>	26
3.4.2. <i>Arreglo de tratamientos y randomización</i>	27
3.4.3. <i>Distribución de tratamientos en el campo experimental</i>	28
3.4.2. <i>Características del campo experimental</i>	28
3.4.3. <i>Variables evaluadas</i>	29
3.4.4. <i>Procesamiento y análisis de datos</i>	30
3.4.5. <i>Rentabilidad económica</i>	31
3.4.6. <i>Conducción del experimento</i>	31
CAPÍTULO IV	35
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. CULTIVO DE FRIJOL	35
4.1.1. <i>Floración</i>	35
4.1.2. <i>Madurez fisiológica</i>	37
4.1.3. <i>Altura de Planta</i>	40
4.1.4. <i>Número de vainas por planta</i>	43
4.1.5. <i>Número de granos por vaina</i>	46
4.1.6. <i>Peso de grano</i>	48

4.1.7. Rendimiento	50
4.2. CULTIVO DE MAÍZ	53
4.2.1. Altura de mazorca.....	53
4.2.2. Altura de planta	54
4.2.3. Rendimiento	54
4.3. RENTABILIDAD DE LOS TRATAMIENTOS	55
CAPÍTULO V.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
5.1. CONCLUSIONES	58
5.2. RECOMENDACIONES	58
CAPÍTULO VI.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	página
Tabla 1 Temperatura máxima, mínima, media y precipitación correspondiente a la campaña agrícola 2022 - 2023 de la Estación Meteorológica La Victoria (SENAMHI, 2024).	25
Tabla 2. Análisis de varianza.	27
Tabla 3. Tratamientos y Randomización.	27
Tabla 4. Resultados de análisis de suelo.	32
Tabla 5. Interpretación de resultados de análisis de suelo.	32
Tabla 6. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable floración.	35
Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable madurez fisiológica.	38
Tabla 8. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable madurez fisiológica. 38	
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable altura de planta.	41
Tabla 10. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable altura de planta.	41
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable número de vainas por planta.	44
Tabla 12. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable número de vainas por planta.	44
Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable número de de granos por vaina. ...	46
Tabla 14. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable número de granos por vaina.	47
Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable peso de grano.	48
Tabla 16. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable peso de grano.	49
Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable rendimiento.	51
Tabla 18. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable rendimiento.	51
Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable altura de mazorca.	53
Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable altura de planta.	54
Tabla 21. Análisis de varianza (ANOVA), de la variable rendimiento.	55
Tabla 22. Rendimiento de grano y rentabilidad de los tratamientos en el sistema de cultivo asociado de maíz y frijol.	57
Tabla 23. Datos obtenidos en campo del experimento para Frijol.	65
Tabla 24. Datos obtenidos en campo del experimento para Maíz.	67
Tabla 25. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar CAB-37-12 en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.	69

Tabla 26. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Caballero Local la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.	70
Tabla 27. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Rojo Moteado en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.	71
Tabla 28. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Manteca Grande Jaspes Morados en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.....	72
Tabla 29. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Manteca Chico Jaspes Morados en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.....	73
Tabla 30. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Granate Moteado en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.	74
Tabla 31. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Manteca Jaspes Negros en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.....	75
Tabla 32. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Pardo Moteado en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.	76
Tabla 33. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Bayo en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.....	77
Tabla 34. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Rayado Alargado de la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	página
Figura 1. Ubicación del experimento.....	24
Figura 2. Croquis Experimental.....	28
Figura 3. Gráfica de comparación, días a la floración desde la instalación del cultivo.....	36
Figura 4. Gráfica de comparación, días a la madurez fisiológica desde la instalación del cultivo.	40
Figura 5. Gráfica de comparación, de altura de planta.	43
Figura 6. Gráfica de comparación, de número de vainas por planta.	46
Figura 7. Gráfica de comparación, de número de granos por vaina.	48
Figura 8. Gráfica de comparación, de peso de grano.....	50
Figura 9. Gráfica de comparación, de rendimiento de tratamientos en estudio.....	53
Figura 10. Resultado de análisis de suelo.	79
Figura 11. Tablas para interpretación de resultados de análisis de suelos.....	80
Figura 12. Recomendaciones para una siembra asociada de maíz y frijol.	81
Figura 13. Preparación del terreno para la instalación del experimento.....	82
Figura 14. Surcado para realizar la siembra.	82
Figura 15. Tratamiento de la semilla con fungicida agrícola.	83
Figura 16. Embolsado de la semilla para trasladar a campo.....	83
Figura 17. Preparación y cálculo de la cantidad de fertilizante necesario para la siembra. ..	84
Figura 18. Distribución del fertilizante para luego proceder a la siembra.....	84
Figura 19. Distribución de los tratamientos en su parcela respectiva.....	85
Figura 20. Siembra de los cultivares en un sistema asociado con maíz.	85
Figura 21. Deshierbo de los cultivares en un sistema asociado con maíz.	86
Figura 22. Distribución del segundo abonamiento con fertilizante (urea) para luego realizar el aporque.....	86
Figura 23. Aporque del cultivo asociado.....	87
Figura 24. Etiquetado de los tratamientos por parcelas.	87
Figura 25. Guiado del frijol para asegurar su crecimiento adecuado.	88
Figura 26. Visita del asesor para revisar el progreso del experimento.....	88
Figura 27. Evaluación de la floración.....	89
Figura 28. Floración del cultivar Caballero Local.....	89
Figura 29. Evaluación de la madurez fisiológica.....	90

Figura 30. Cosecha de los cultivares de frijol.....	90
Figura 31. Ensacado de los cultivares de frijol para el proceso de post cosecha y fase de gabinete.	91
Figura 32. Evaluación de altura de plantas de maíz.	91
Figura 33. Cosecha de maíz.....	92
Figura 34. Pesado en campo de mazorcas de maíz.....	92
Figura 35. Trilla o desgrane de los cultivares de frijol.	93
Figura 36. Evaluación de conteo de vainas y numero de granos por vaina.	93
Figura 37. Secado de maíz para proceder a su almacenamiento.	94
Figura 38. Evaluación de peso de grano de los diferentes cultivares de frijol.	94
Figura 39. Evaluación del peso de grano del cultivar Rojo Moteado.....	95
Figura 40. Evaluación del peso de grano del cultivar Rayado Alargado.....	95

RESUMEN

¿Cuáles cultivares de frijol voluble son los más promisorios para la agricultura del valle de Cajamarca en un sistema asociado con maíz?, la presente investigación tuvo como objetivo identificar los cultivares de frijol voluble más promisorios para la agricultura del valle de Cajamarca en un sistema asociado con maíz. En la metodología se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 10 tratamientos y 4 repeticiones, evaluando los cultivares CAB-37-12, Caballero Local, Rojo Moteado, Manteca Grande Jaspes Morados, Manteca Chico Jaspes Morados, Granate Moteado, Manteca Jaspes Negros, Pardo Moteado, Bayo y Rayado Alargado. Los resultados mostraron que los cultivares más precoces en floración y madurez fisiológica fueron Rojo Moteado y Rayado Alargado (108 y 109.75 días, respectivamente); Granate Moteado y Rojo Moteado obtuvieron los mayores rendimientos (875.96 y 862.85 kg/ha) y se destacaron en número de vainas por planta y granos por vaina , siendo estadísticamente superiores a los demás; por otro lado el impacto en maíz con la asociación con frijol no afectó las variables como altura de planta , altura de mazorca y rendimiento de grano; así mismo se aprecia que los cultivares con mayor índice de rentabilidad fueron Rojo Moteado (35,54%) y Caballero Local (30,59%), mientras que CAB-37-12 presentó pérdida de -14.79%. Por lo tanto, se concluye que los cultivares más sobresalientes en rendimiento fueron Granate Moteado y Rojo Moteado, mientras que los de mayor rentabilidad fueron Rojo Moteado y Caballero Local.

Palabras clave: *Frijol voluble, cultivar promisorio, rendimiento, rentabilidad.*

ABSTRACT

which climbing bean cultivars are the most promising for agriculture in the Cajamarca Valley in a system associated with corn? The present investigation had as objective to identify the most promising climbing bean cultivars for agriculture in the Cajamarca Valley in a system associated with corn. In the methodology a Randomized Complete Block Design (DBCA) was used with 10 treatments and 4 repetitions, evaluating the cultivars CAB-37-12, Caballero Local, Rojo Moteado, Manteca Grande Jaspes Morados, Manteca Chico Jaspes Morados, Granate Moteado, Manteca Jaspes Negros, Pardo Moteado, Bayo and Rayado Alargado. The results showed that the earliest cultivars in flowering and physiological maturity were Rojo Moteado and Rayado Alargado (108 and 109.75 days, respectively); Granate Moteado and Rojo Moteado obtained the highest yields (875.96 and 862.85 kg/ha) and stood out in number of pods per plant and grains per pod, being statistically superior to the others; on the other hand, the impact on corn with the association with beans did not affect variables such as plant height, cob height and grain yield; likewise, it is seen that the cultivars with the highest profitability index were Rojo Moteado (35.54%) and Caballero Local (30.59%), while CAB-37-12 presented a loss of -14.79%. Therefore, it is concluded that the most outstanding cultivars in yield were Granate Moteado and Rojo Moteado, while those with the highest profitability were Rojo Moteado and Caballero Local

Key words: *Climbing bean, promising cultivar, yield, profitability.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más importantes en la dieta diaria de las personas en la mayoría de los países de América y todo el mundo, debido a su alto porcentaje de proteína (20 – 28%), lípidos, carbohidratos y niveles significativos de minerales como calcio, hierro y fósforo. En nuestro país este cultivo es de mucha importancia y en especial para la sierra norte, ya que mayormente se cultiva en asociación con maíz y sirve para la alimentación de la familia campesina y también para obtener ingresos económicos, ya que se puede vender tanto en grano seco como grano verde. Otro aspecto, es que el frijol es un cultivo mejorador del suelo, ya que por ser una leguminosa tiene la propiedad de fijar nitrógeno mediante la simbiosis con la bacteria *Rhizobium*, esto permite el ahorro de fertilizantes no solo para el cultivo de frijol, sino también para los cultivos asociados y sucesivos dentro de un plan de rotación, lo que significa una ventaja económica para el agricultor comparado con el costo del fertilizante nitrogenado. También se puede usar como abono verde en cosechas de grano verde (Sorel, 2014).

No obstante, la importancia del frijol en nuestra región este cultivo alcanza bajos rendimientos. Las estadísticas señalan que para el año 2019 en Cajamarca la superficie cosechada de frijol de grano seco es de 17 618 ha con un rendimiento promedio de 851 kg/ha (SIEA, 2019).

Según la FAO (2018), menciona que el cultivo de frijol se adapta bien a las zonas costeñas, selva y valles interandinos hasta los 2900 metros de altitud; en los lugares más calurosos hay mayor presencia de frijol arbustivo, mientras que a partir de los 2450 msnm se encuentra el frijol voluble que se cultiva en un sistema asociado con maíz; que es práctica común de la agricultura familiar.

Este cultivo en muchos lugares se ve afectado por distintas enfermedades fungosas, tal es el cual, en los valles de la sierra norte. Los fito patógenos que más daños causan son la ascochyta (*Ascochyta phaseolorum*) y antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*), llegando a reducir el rendimiento y calidad del grano; así mismo, se eleva los costos de producción, siendo un problema para agricultores del valle de Cajamarca. Desde otro punto, hay otros factores que afectan su rendimiento, como el uso de semilla de mala calidad, densidad de siembra inadecuada, presencia de plagas y enfermedades, etc.; de manera que, es necesario realizar investigaciones para mejorar este cultivo, por tal razón mediante este proyecto se desea identificar y seleccionar cultivares de frijol voluble que sean promisorios para el valle de Cajamarca en un sistema asociado con maíz, con la finalidad de mejorar el rendimiento de este cultivo, lo cual, sería de mucha ayuda para los agricultores.

1.1. Descripción del problema

Montenegro et al. (2016) sostiene que el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es de gran importancia, se basa en el hecho de contribuir en forma significativa en la dieta humana por el alto contenido proteico, por su riqueza en aminoácidos esenciales, tales como la lisina y el triptófano, que son deficientes en otros productos alimenticios. En el campo agrícola destaca por ser un cultivo mejorador del suelo, y mantiene la fertilidad del mismo mediante la fijación del Nitrógeno atmosférico; sin embargo, este cultivo se halla algo rezagado en cuanto a su manejo y productividad; ya que se maneja en forma poco eficiente y alcanza bajo rendimientos.

Los cultivares locales de frijol voluble, especialmente de la sierra norte y el valle de Cajamarca, son susceptibles a enfermedades y de bajo rendimiento, por ejemplo, entre los que se cultivan tenemos los blancos caballeros, tiachos, bayos entre otros; no obstante, de tener buena adaptación, sufren estos problemas. A consecuencia de ello, en Cajamarca el rendimiento de frijol es bajo (400 a 600 kg/ha), lo cual se debe a varios factores como:

siembra al seco, presencia de malezas, densidad de siembra muy inadecuada, agresividad del cultivo y daño por enfermedades; por lo que hace necesario hacer investigaciones para identificar cultivares o variedades de buen rendimiento, y de esta manera contribuir a mejorar la producción y economía de los pequeños agricultores de la zona.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Formulación General

¿Cuáles cultivares de frijol voluble son los más promisorios para la agricultura del valle de Cajamarca en un sistema asociado con maíz?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles cultivares de frijol voluble alcanzan buen rendimiento en el valle de Cajamarca en un sistema asociado con maíz?

¿Cuáles cultivares de frijol voluble tienen mejor índice de rentabilidad, y cuáles pueden ser producidos en el valle de Cajamarca?

1.3. Justificación

Esta investigación se justifica por lo siguiente:

Porque es necesario identificar cultivares de frijol voluble con tolerancia a enfermedades, buen rendimiento, porque las variedades que actualmente se cultivan son susceptibles a enfermedades y de bajo rendimiento.

Es importante impulsar el cultivo del frijol voluble en la región de Cajamarca, ya que es un producto esencial para muchas familias campesinas que dependen de la agricultura familiar. Sin embargo, estos agricultores reciben poca atención en los proyectos de desarrollo, lo que hace necesario un mayor apoyo para mejorar sus condiciones.

Porque la Universidad Nacional de Cajamarca y la Escuela Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias deben realizar investigaciones orientadas a obtener recomendaciones para los agricultores de la región.

1.2. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar los cultivares de frijol voluble que son más promisorios para el valle de Cajamarca en un sistema asociado con maíz.

1.4.2. Objetivos Específicos

Identificar y seleccionar los cultivares de frijol voluble de mayor rendimiento.

Identificar y seleccionar los cultivares de frijol voluble que tienen mejor índice de rentabilidad.

1.5 Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Existen diferencias significativas en el rendimiento y/o el índice de rentabilidad entre los cultivares de frijol voluble CAB-37-12, Caballero Local, Rojo Moteado, Manteca Grande (Jaspes Moteados), Manteca Chico (Jaspes Moteados), Granate Moteado, Manteca (Jaspes negros), Pardo Moteado, Bayo y Rayado Alargado cuando se cultivan en un sistema asociado con maíz en el valle de Cajamarca.

1.5.2. Hipótesis específicas

Al menos uno de los cultivares de frijol voluble presenta un rendimiento significativamente superior al ser cultivado en asociación con maíz en el valle de Cajamarca.

Al menos uno de los cultivares de frijol voluble presenta un índice de rentabilidad significativamente mayor al ser cultivado en asociación con maíz en el valle de Cajamarca.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Alvarado (2018) realizó un experimento en la provincia de Cutervo de tipo experimental cuyo objetivo fue, determinar la variedad de leguminosas de grano que se adaptó mejor al ensayo de rendimiento, el diseño se basó en bloques completos al AZAR (BCA) con tres repeticiones y nueve tratamientos. Las conclusiones obtenidas permiten observar que los mejores rendimientos fueron obtenidos con las variedades Negro 77, capsula, Bayo Mochica, Alubia 3011 y Larán, cada uno con rendimientos de 930.95, 910.71, 628.57, 607.72 respectivamente, entre otros factores se tiene en cuenta la longitud de la vaina, en este caso la mejor fue el de tipo Alubia 3011, por número de vainas el mejor rendimiento se observa en las variedades negro 77 con 13.03 cm, de acuerdo con la variable STEPWISE se registró que la variable más influyente en el rendimiento fue el número de vainas por planta.

Ramírez (2018), en su investigación realizada en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, se buscó identificar cuál línea promisoría de frijol tipo caballero y el testigo presentan mejor adaptación y mayor rendimiento cuando se cultivan en asociación con 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 promisoría CAB - 37 – 7, con 797.80 kg/ha superado 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 promisoría 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 27.27 %. 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.

Puente (2020) en un estudio de investigación realizado en la Universidad Nacional Agraria La Molina, evaluó el comportamiento para describir y comparar los componentes morfo agronómicos, rendimientos y sus componentes de líneas de frijol introducidas del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), el diseño experimental fue de bloques completos al azar con 17 tratamientos y tres repeticiones. Se determinó que 16 líneas presentaron color de alas blancas y uno color lila, por otro lado, el color de estandarte en 14 líneas fue blancas, uno color lila y dos con estandarte color blanco con lila. En relación a la caracterización del grano, se encontraron formas arriñonadas (8), oval (8) y redonda (1). El color de grano que predominó fue el blancuzco, respecto al brillo predominó el semibrillante, y según el tamaño seis líneas fueron de tamaño mediano y once de tamaño grande. Las líneas evaluadas tuvieron un desarrollo precoz ($DMF < 190$ días). Los días a floración se encontraron relacionados con el rendimiento en los testigos y en CIAT 42-5 MBC 90, la altura de planta se vio influenciada por el hábito de crecimiento, un vigor se relacionó con los rendimientos de los testigos canario centenario, blanco molinero, Molinero PLV 1-3, CIAT 42- 5 MBC 90 y CIAT 36-1 MBC 84. En cuanto al rendimiento la línea Blanco molinero, canario centenario, CIAT 42-5 MBC 90, CIAT 36-1 MBC 84 obtuvieron resultados por encima del promedio 2934, 2619, 1921, 1825 kg ha⁻¹ respectivamente. Los altos rendimientos obtenidos, nos servirá como referencia para posteriores estudios sobre

estas líneas asociados a cultivos de maíz, contribuyendo a incrementar la producción del frijol voluble.

Pumalpa Meneses, et al., (2020) en un estudio de 63 líneas avanzadas de MBC, 35 de grano blanco (MBC 49-MBC 83) y 28 de grano amarillo (MBC 84-MBC 111), para la evaluación agronómica de los genotipos usó un diseño de bloques al azar, en cuanto a la caracterización fenotípica se refiere, se realizó según la guía elaborada por el IBPGR. Como resultado de la investigación se tiene que los caracteres cualitativos de mayor importancia fueron la curvatura de la vaina, el color del grano, la persistencia de las hojas, y el vigor de la planta.

Otro estudio de referencia es el de Orlando (2017), en esta investigación se buscó analizar producciones de caupí y maíz, este estudio se llevó a cabo en el campo experimental de Muyuy en la ciudad de Loreto, la característica de los suelos para este estudio fue el suelo aluvial, se utilizaron variables mejoradas Porvenir y Cuban Yellow, se tomó en consideración también la siembra simultada y siembra adelantada. Como conclusiones se tiene que el mayor rendimiento de grano seco de caupí se obtuvo cuando se adelantó la siembra en un periodo de 15 días con relación al maíz, mientras que cuando la siembra fue retrasada se observó que el rendimiento bajo a 25 kg/ha.

A nivel internacional se han desarrollado muchas investigaciones que dan fe de los múltiples beneficios que esta práctica trae, beneficios tales como el mejoramiento de la fertilidad del suelo gracias a la fijación de nitrógeno que produce el frijol, además de reducir las plagas y enfermedades. Estudios de diversas partes del mundo hablan de la eficiencia de esta práctica, un ejemplo lo da el estudio realizado por Vélez et al. (2007) titulado “Análisis ecofisiológico del cultivo asociado de maíz (*Zea mays* L.)- Frijol Voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) relaizado en la ciudad de Colombia, este estudio de tipo descriptivo analizó el cultivo asociado de maíz-frijol voluble trepador, desde una perspectiva ecofisiológica y concluye

que los efectos de la asociación son los mismos, sin importar el genotipo o ambiente y que tiene incidencia en la magnitud de los resultados pero no en su tendencia. Otra conclusión a la que se llega es que la competencia por recursos solo afecta a la acumulación de ms más no a la duración de las etapas.

Lemus (2017) en un estudio realizada en la Universidad de San Carlos de Guatemala, menciona que la evaluación de diez genotipos promisorios de frijol voluble es un aporte de la investigación para que se generen nuevas variedades y que así mismo los agricultores dispongan de ellas, con mejores características, sin provocar daño al cultivo de maíz y así poder mejorar la producción de frijol voluble; la finalidad no es solo para conservar el sistema maíz-frijol, sino también contribuir con la seguridad alimentaria de la población. Lo que se determinó con este estudio fue el comportamiento agronómico de variedades mejoradas en función a la adaptabilidad de clima, suelo y agua. En los ensayos se evaluaron diez genotipos de frijol voluble, de los cuales estuvieron establecidos por variedades/líneas mejoradas que fueron proporcionadas por el programa de frijol del ICTA, ubicado en el municipio de Olintepeque, Quetzaltenango. Se establecieron dos ensayos en fincas de agricultores con un área de 877.40 mts², en los municipios de Concepción Chiquirichapa y San Juan Ostuncalco, ambas del departamento de Quetzaltenango, los genotipos evaluados fueron: ICTA Texel Voluble grano brillante (T1), ICTA Hunapú Voluble (T2), ICTA Altense Voluble (T3), ICTA Labor OvalleBolonillo (T4), ICTA Quiché (T5), ICTA Uatatlán (T6), ICTA Texel Voluble grano opaco (T7), GUATE -1026 (T8), ICTA Martín (T9) y Valle Nuevo (T10 “Testigo”). Según el análisis de varianza para la variable de rendimiento, se determinó que en las dos localidades los genotipos que fueron superiores a las demás variedades son: ICTA Martín 802.58 kg/ha, ICTA Texel grano opaco 786.165 kg/ha, ICTA Texel grano brillante 773.80 kg/ha e ICTA Hunapú Voluble 770.78 kg/ha (promedio para ambas localidades), con la desventaja que se obtuvo una correlación y regresión negativa

con respecto al rendimiento de maíz, es decir, que estas mismas variedades fueron las que más dañaron la producción del cultivo de maíz, esto se debe a la agresividad de estos genotipos y por la gran cantidad de biomasa que desarrollan, provocando acame de raíz y de tallo a las plantas de maíz, concluyendo que estos genotipos son muy agresivos para cultivarlos en asocio.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Origen

El frijol es un cultivo de gran relevancia histórica su domesticación y uso han sido explicados por muchos autores, algunos de ellos apuntan que su origen es mesoamericano y que su domesticación data de más de 7 000 años. (Kaplan, 1965 citado por Hernández et al. 2013) “estableció que *Phaseolus vulgaris* se domesticó en el Valle de Tehuacán, Puebla, México hace aproximadamente 7000 años, probablemente en asociación con el maíz”. Hernán (2015) las investigaciones realizadas coinciden en identificar el origen del frijol en mesoamérica, concretamente en México, desde Jalisco hasta Oaxaca, y de ahí la especie migró a Sudamérica. El aislamiento geográfico dio lugar a dos acervos genéticos: El andino y el mesoamericano”.

(Debouck et al. 1993 citado por Saburido & Alfredo, 2015), descubrieron poblaciones silvestres de *P. vulgaris* en el norte de Perú y Ecuador en la década de los ochenta, más tarde se identificaron una faseolina en dichas poblaciones, que no se encontraba en las pertenecientes a los acervos genéticos Mesoamericano y Andino, y surgieron que esta faseolina era ancestral a las otras ya conocidas, por lo que se estableció la hipótesis de que el origen del frijol común estaba en la zona del Norte de Perú y Ecuador, desde donde las formas silvestres se dispersaron posteriormente hacia el norte (Colombia, América Central y México) y al sur (Sur de Perú, Bolivia y Argentina) formando dos acervos genéticos conocidos en la actualidad.

Son muchos los estudios que se inclinan a decir que el origen del frijol se dio en Mexico y que desde allí su consumo y domesticación se expandió por toda América, generando a su vez variaciones que permiten el desarrollo de esta especie en varias partes de América.

2.2.2. Taxonomía

De acuerdo con Vargas (1970), hace la siguiente clasificación taxonómica para el frijol.

Reino	:	Plantae
División	:	Fanerógamas
Sub división	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Rosales
Familia	:	Leguminoceae
Sub Familia	:	Papilionoidae
Tribu	:	Phaseolae
Sub Tribu	:	Phaseolinae
Género	:	Phaseolus
Especie	:	<i>Phaseolus vulgaris</i> Lineo.
Nombre Común	:	Frijol, frejol, caraota, poroto, friosol, fagiol, feijao, judía, bean, habichuela y alubia.

Gepts (2000) menciona que el género *Phaseolus* consta de unas 50 especies, distribuidas exclusivamente en las Américas; cuatro de estas especies incluyen a formas cultivadas: *P. vulgaris* (frijol común), *P. lunatus* (frijol lima), *P. acutifolius* (frijol tepari), *P. coccineus* sub sp. *coccineus* (frijol ayacote) y *P. coccineus* sub sp. *polyanthus* (frijol acalote).

Que las formas cultivadas de *P. vulgaris* y *P. lunatus* resultaron de por lo menos dos domesticaciones distintas, en Mesoamérica y en los andes.

2.2.3. Morfología

a. Raíz

Ontiveros et al. (2005), sostiene que la planta de frijol posee raíces fibrosas de diversos tamaños, que pueden ser fasciculadas o fibrosas. Además, presenta nódulos bacterianos que permiten la fijación del nitrógeno del aire.

b. Tallo y ramas

Valladares (2010) indica que el tallo del frijol se compone de nudos y entrenudos en orden alterno. El nudo lleva una hoja y una yema que puede desarrollarse y formar un rebrote. El entrenudo maduro es hueco, estriado finamente, no tiene vellosidad externa, su longitud es variable y generalmente aumenta de los entrenudos bajos a los más altos. Además, la planta puede tener un crecimiento indeterminado, lo que significa que es trepadora o guía, o un crecimiento determinado, donde termina en una floración en la punta.

c. Hojas

Valladares (2010) indica que en la base de las hojas, justo sobre el tallo, se encuentran dos pequeñas hojillas llamadas estípulas, que tienen líneas o estrías. Las hojas son alternas, es decir, se distribuyen de manera escalonada a lo largo del tallo, y están unidas por un pecíolo. Cada hoja está compuesta por tres folíolos de forma ovalada o romboide, con una punta afilada. Además, en la base de cada folíolo, hay otro par de pequeñas hojillas llamadas estípelas.

d. Flor

Valladares (2010), menciona que presenta flores hermafroditas y completas, comienzan a desarrollarse por la parte inferior de la planta. Puesto que suelen autofecundarse, los cultivares se pueden multiplicar por semilla sin perder las características

genéticas de la planta madre a medio plazo. Además, sostiene que, es una típica papilionácea (amariposada), perfecta (órganos masculinos y órganos femeninos están en la misma flor) y completa (posee corola y cáliz), flor hermafrodita, con la siguiente fórmula:

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

Que quiere decir lo siguiente: 5 sépalos (cáliz), 3 pétalos visibles (corola), 10 estambres (9 unidos y 1 libre) y un gineceo con un solo carpelo (una sola estructura que contiene el óvulo).

e. Fruto o vaina

Centro Internacional de Agricultura Tropical (1984), menciona que el fruto es una vaina con dos valvas, las cuales le provienen del ovario comprimido, por lo que se le atribuye como una legumbre, de tamaño variable que pueden medir 6 a 12 cm de largo.

f. Semillas

Centro Internacional de Agricultura Tropical (1984) “La semilla es exalbuminosa, lo que significa que no tiene albumen (la parte que almacena nutrientes en algunas semillas). En su lugar, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Esta semilla se desarrolla a partir de un tipo especial de óvulo llamado campilótropo (forma curvada)”.

2.2.4. Fenología

La fenología del frijol se refiere al estudio de diversos eventos biológicos recurrentes en el ciclo de vida de la planta, según Maya (2024) la fenología del frijol comprende dos fases las cuales a su vez se divide en diferentes etapas:

a. Fase vegetativa:

a.1 Germinación (V0). Se toma como iniciación de esta etapa el día que la semilla tiene humedad suficiente para el comienzo de este proceso, es decir, el día del primer riego, o de la primera lluvia si se siembra en suelo seco.

a.2 Emergencia (V1). Se inicia cuando los cotiledones de la planta aparecen a nivel del suelo.

a.3 Hojas primarias (V2). Comienza cuando las hojas primarias (unifoliadas y compuestas) están desplegadas.

a.4 Primeras hojas trifoliadas (V3). Se inicia cuando la planta presenta la primera hoja trifoliada completamente abierta y las láminas de los folíolos se ubican en un plano.

a.5 Tercera hoja trifoliada (V4). Cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra desplegada.

b. Fase reproductiva

b.1 Prefloración (R5). Inicia cuando aparece el primer botón o racimo.

b.2 Floración (R6). Cuando la planta presenta la primera flor abierta.

b.3 Formación de las vainas (R7). Cuando la planta presenta la primera vaina con corola de la flor colgada o desprendida.

b.4 Llenado de vaina (R8). Se inicia cuando la primera vaina empieza a llenar. Es el inicio del crecimiento activo de la semilla. Las vainas presentan abultados que corresponden a las semillas en crecimiento.

b.5 Maduración (R9). Se caracteriza por el inicio de coloración y secado en la primera vaina, continúa el amarillamiento, la caída de hojas y todas las partes de la planta se secan; las vainas al secarse pierden su pigmentación. El contenido de agua en las semillas baja hasta alcanza un 15 %, momento en el cual las semillas adquieren su color típico. Termina el ciclo biológico y el cultivo se encuentra listo para su cosecha (SIAP, 2019).

Benites (2016), encontró que la emergencia duró en promedio 12 días después de la siembra, el inicio del botón floral, 84 días, la floración 87 días, inicio de vainas a los 93 días y el período vegetativo 146 días en promedio.

2.2.5. Hábitos de crecimiento

Para Fernando et al. (s/f), los factores más importantes que afectan la duración de las etapas de desarrollo del frijol incluyen:

El genotipo, y el clima, existen otros factores tales como las condiciones de fertilidad, las características físicas del suelo, la sequía y la luminosidad. La planta de frijol puede ser de hábito de crecimiento determinado o indeterminado, lo cual está definido fundamentalmente por las características de la parte terminal del tallo y de las ramas. Si al empezar la fase reproductiva el tallo y las ramas terminan en un racimo, la planta es de hábito determinado y si termina es un meristemo vegetativo, la planta es de hábito indeterminado.

En el CIAT se han definido cuatro tipos de hábito de crecimiento con base en las características de la parte terminal del tallo, el número de nudos, la longitud de los entrenudos y la aptitud para trepar.

Según la FAO clasifica los hábitos de crecimiento en los siguientes tipos:

a. Tipo I: Hábito de crecimiento determinado arbustivo:

El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia bien desarrollada; además el tallo, es fuerte y generalmente corto, tiene pocos entrenudos, entre cinco y diez. La altura de la planta varía entre 30 y 50 cm, aunque también existen ejemplares enanos más cortos. La etapa de floración es breve y todas las vainas maduran casi simultáneamente (FAO, 2022).

b. Tipo II: Hábito de crecimiento indeterminado:

Presentan tallo, erecto y sin capacidad para trepar, termina en una guía corta, mientras que las ramas, aunque son pocas, son más numerosas que en el tipo I y generalmente cortas en comparación con el tallo. Además, el número de nudos en el tallo supera a los de las plantas del tipo I, alcanzando generalmente más de 12. Al igual que otras plantas de crecimiento indeterminado, esta sigue creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo reducido (FAO, 2022).

c. Tipo III: Hábito de crecimiento indeterminado postrado

Pueden ser postradas o semipostradas, tienen una ramificación bien desarrollada y alcanzan una altura superior a las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm. Tanto el número de nudos en el tallo y las ramas como la longitud de los entrenudos son mayores que en los tipos I y II, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías. La arquitectura de la planta varía debido al desarrollo del tallo y al grado de ramificación; algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa, otras se comportan como arbustos hasta la prefloración y luego se postran, y pueden presentar aptitud trepadora (FAO, 2022).

d. Tipo IV: Hábito de crecimiento indeterminado trepador. Estos poseen las siguientes características.

A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla una doble capacidad de torsión que le permite ser trepador, mientras que las ramas son muy poco desarrolladas debido a la dominancia apical. El tallo puede tener entre 20 y 30 nudos y alcanzar más de 2 metros de altura con un soporte adecuado. Además, la etapa de floración es significativamente más larga en comparación con otros hábitos, permitiendo que, al mismo tiempo, se presenten la floración, la formación de vainas, el llenado de las vainas y la maduración (FAO, 2022).

2.2.6. Requerimiento Agroclimáticos

a. Clima

El cultivo del frijol se adapta a regiones tropicales y subtropicales, así como a zonas subhúmedas, para MINAGRI (2015) el frijol se desarrolla bien de 15° a 27°, bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas temperaturas lo aceleran, temperaturas extremosas disminuyen la floración y ocasionan problemas de esterilidad, temperaturas de 5°C o 40° C pueden provocar daños irreversibles.

b. Suelo

Según el MINAGRI (2015) señala que los mejores suelos para la siembra de frijol son los de textura ligera como los franco-arenosos y los franco-arcillosos. Requiere de una profundidad de rango entre 40 - 50 cm, sin embargo, puede prosperar en suelos delgados, con relación al pH del suelo, el rango sugerido es de 5.3 a 7.5, con un óptimo de 5.5 a 6.5, los suelos ácidos ocasionan bajo rendimiento puesto que desarrolla síntomas de toxicidad de aluminio o magnesio, se puede comprobar que en suelos con 8.2 se presenta toxicidad por sales. Además, requiere de suelos libres de sales y tolera un porcentaje máximo de saturación de sodio de 8-10%, en cuanto a la conductividad eléctrica se tolera hasta de 1 mmhos/cm.

2.2.7 Variedades

a. Frijol Arbustivo

a.1. INIA 408 “Sumac Puka”

Esta variedad es nueva entre los tipos arbustivos, de grano de exportación, con resistencia a enfermedades y virus en general, este tipo fue liberado por el INIA, es producto de una cruce simple realizada en 1995 en la Estación Experimental Agraria Andenes entre una variedad de origen hondureño de nombre "Catrachita" y la variedad INIA 17. Catrachita, liberada en 1992, del CIAT de Colombia, es de grano rojo, de tamaño pequeño y resistente a la antracnosis. INIA 17 tiene granos moteados grandes y rojos de resistencia al virus del mosaico común con tolerancia a la roya y al añublo de halo, su zona de adaptación agronómica cubre Cusco, Ayacucho y Apurímac de 2000 a 2700 msnm. (INIA, 2004).

a.2. Bayo Mochica INIA,

Esta es una variedad liberada por INIA a través de la Estación Experimental Agraria Vista Florida, poniendo a disponibilidad a los agricultores de la costa norte y valles interandinos aledaños hasta los 1500 msnm, es una variedad con hábito de crecimiento

semiprostrado indeterminado (tipo III) y con un rendimiento aproximado de 1500 a 2500 kg/ha, con una amplia adaptación, resistente al virus BCMV y la roya y grano de buena calidad comercial y culinaria (INIA, 2010).

a.3. Canario 2000 INIA

Originaria de selecciones individuales y masales realizadas por A. Valladolid y colaboradores en la cruza: 'CIFAC 1233' x 'Canario Divex 8130', producida en la EEA-Chincha en 1983. Experimentalmente se le codificó CIFAC 87005. Esta Variedad sobresale con sus características de hábito de crecimiento arbustivo determinado (tipo I), una altura promedio de la planta de 54 cm, sus días de floración a los 50 días, sus días a la madurez fisiológica y de cosecha (90 días y 120 días respectivamente), el grano es de color amarillo, su peso por 100 semillas es de 54 gramos y rendimiento promedio de 1737 kg/ha de grano seco para la zona costera. Se adapta bien en los valles de la costa sub tropical en siembras desde febrero a mediados de junio. Esta variedad es resistente a virus como mosaico común (BCMV), roya (*Uromyces appendiculatus*) y mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*); es susceptible a nematodo (*Meloidogyne incognita*) (Valladolid, 2001).

b. Frijol Voluble

b.1. Caballeros, estos frijoles también son de crecimiento indeterminado y rendimientos de 2 000 kg/ha. Tiene un ciclo de 125 días, flores blancas y granos medianos blancos de forma cuboide. Se adapta a los valles de la costa y valles interandinos hasta los 1 200 m de altura. Es resistente a enfermedades como virosis y roya. El cultivo de la variedad frijol panamito varía dependiendo del clima y la zona geográfica y su ciclo va de 80 a 150 días. Es de granos pequeños, blancos y ovalados (FAO, 2018).

b.2. Bayo, es el principal tipo de frijol que se produce en la costa norte, en los departamentos de Lambayeque y La Libertad, en rotación con arroz, maíz o algodón.

También se cultiva en valles interandinos de Cajamarca para comercializarlo en mercados de la costa, donde tiene mejores precios.

b.3. Bayo Mochica INIA es la variedad de más amplia difusión por su resistencia a enfermedades, el tamaño de sus granos y alto rendimiento. A nivel comercial goza de preferencia por la particularidad que tienen sus granos de no oscurecerse (oxidarse) con el almacenamiento. Esta característica, que comparte con Huerequeque INIA, es muy apreciada por productores y comercializadores porque les permite prolongar el tiempo de almacenamiento sin deterioro de la calidad (MIDAGRI, 2016).

b.4. Rojo moteado, este tipo de frijol corresponde a variedades introducidas que se produce en zonas sub tropicales, bajo riego, en los departamentos de Madre de Dios y Huánuco. Su producción es de buena aceptación en el mercado local y para la exportación. El color de grano es rojo oscuro moteado de color crema, semibrillante; de forma arriñonada alargada y de un tamaño mediano a grande; 100 semillas pesan 40 a 50 gramos y un calibre de 200 a 250 semillas en 100 gramos (MIDAGRI, 2016).

La variedad mejorada de este frijol es la INIA 17, que alcanza su madurez de cosecha a los 130 días después de la siembra, y es de buen rendimiento y resistente a virus.

2.2.8. Asociación de maíz con frijol

La asociación de maíz y frijol, es una práctica agrícola comúnmente realizada en la que se cultivan conjuntamente maíz y frijol en el mismo espacio. Esta técnica se basa en los principios de la agricultura sostenible y presenta múltiples beneficios tanto para los cultivos como para el suelo. Al realizar esta práctica agrícola se evidencia complementariedad de crecimiento pues el maíz actúa como soporte natural para el frijol, favoreciendo su crecimiento, por otro lado, permite manejar eficientemente el espacio de siembra, ya que la combinación de plantas de diferentes alturas y tipos de crecimiento maximiza el uso del

suelo, permitiendo mayor densidad en el cultivo evitando la competencia directa por los recursos (MIDAGRI, 2001).

A su vez, permite mejor control de malezas y plagas, la diversidad de plantas reduce la presencia de malezas y ayuda a controlar las plagas pues hay variedad de microambientes, mejora el suelo, se ha demostrado que los frijoles contribuyen a la salud del suelo pues estos son excelentes fijadores de nitrógeno, mejorando la estructura del suelo y maximizando los nutrientes.

2.2.9. Plagas y enfermedades

a Plagas

Según el SENASA (2007) indica las principales plagas, además los métodos de prevención y control más utilizados:

a.1 Gusanos cortadores de tallos (*Feltia experta*, *Agrotis ipsilon*, *Euxoa* sp, *Spodoptera frugiperda*), estos insectos atacan a las plantas cuando recién emergen cortándoles el cuello.

a.2 Gusano barrenador de tallos (*Elasmopalpus lignosellus*), este insecto ataca a la planta desde que la semilla empieza a germinar, barrena sus tallos pequeños causándoles la muerte.

a.3 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), este insecto como daño directo succiona la savia de las hojas reduciendo el vigor de la planta y como daño indirecto es vector de virus.

Las principales medidas de prevención y control para el ataque de plagas es recomendable llevar a cabo las siguientes prácticas:

- ✓ Hacer un riego por machaco al momento de preparar el terreno.
- ✓ Eliminar restos de cultivos anteriores.
- ✓ Realizar una adecuada preparación del terreno.
- ✓ Mantener un adecuado control de malezas.

- ✓ Realizar riegos oportunos.
- ✓ Para el control de mosca minadora, se puede hacer uso de trampas amarillas móviles o fijas.

b. Enfermedades

Las enfermedades más importantes del frijol son causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos, los cuales están ampliamente distribuidos o simplemente en algunas zonas.

CIAT (1992), indica que el frijol es atacado por un amplio rango de enfermedades foliares, caulinares y radicales entre los que destacan la roya, la antracnosis, el añublo por ascochyta, el añublo del halo, el BCMV.

b.1. Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

Roncal (2004) señala que la enfermedad del frijol es causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*, cuyo estado perfecto es *Glomerella cingulata*. La infección se desarrolla mejor a temperaturas moderadas entre 14°C y 24°C, con un óptimo de 17°C, y se limita por encima de 30°C. La alta humedad relativa (más del 92%) es necesaria para que la enfermedad se manifieste. El hongo se disemina a través de insectos, animales, lluvias y el hombre, y puede ser transmitido por la semilla.

La enfermedad provoca lesiones en hojas, pecíolos, ramas, tallos, cotiledones y vainas, que pueden coalescer y causar necrosis; los síntomas incluyen manchas rosadas o negras que forman chancros con esporas rosadas, y lesiones oscuras en las semillas que afectan los cotiledones. La infección severa puede reducir significativamente el rendimiento del frijol.

b.2. Ascochyta (*Phoma exigua*)

Mahuku et al. (2003), mencionan que la ascochyta, similar a la antracnosis, es una enfermedad significativa en regiones más frías en comparación con la antracnosis. Los

síntomas iniciales en las hojas son manchas de color café gris a negro, con formas casi circulares y concéntricas, que contienen pequeños puntos negros llamados picnidios del hongo *Phoma exigua* var. *diversospora* (anteriormente conocido como *Ascochyta phaseolorum*). Cuando las condiciones son favorables, las lesiones se agrupan y se expanden rápidamente, causando daños graves.

Estas lesiones también afectan las vainas, pudiendo dañar las semillas y propagar el hongo, y atacan los pecíolos de las hojas, provocando que se pongan negras, se caigan y mueran, permitiendo que el hongo sobreviva en los restos de la planta.

b.3. Mildiu polvoso u Oídium

Roncal (2004), nos dice que el agente causal del oídium corresponde a *Erysiphe polygoni*. su desarrollo es favorecido por una humedad baja a alta y una temperatura moderadamente baja. El patógeno presenta diferentes razas y está distribuido en todo el mundo. En la testa de la semilla se puede encontrar esporas, pero por su diseminación primaria, ocurre por la acción de la corriente de aire.

2.2.10. Definición de términos básicos

Frijol voluble: Son frijoles del Tipo IV, que tienen sus tallos con la capacidad de trepar a algún soporte que se halle a su alcance; ya sea otro cultivo o material que sirve como tutor. Además, se destacan principalmente por su elevado rendimiento en comparación con los frijoles de tipo arbustivo (FONTAGRO, 2004).

Cultivar: Según Camareno et al. (2014) define que cultivar es una planta seleccionada por sus características deseables, como tamaño, color, sabor, resistencia a enfermedades, rendimiento, etc., que son obtenidas por selección natural o modificadas por el hombre a través de mejoramiento genético para asegurar que estas características se mantengan y se mejoren a futuro.

Variedad: Es un grupo de plantas dentro de una especie que presenta características distintivas y heredables, como tamaño, forma, color, sabor, y resistencia a enfermedades. Estas características hacen que la variedad sea reconocible y diferente de otras dentro de la misma especie. Las variedades pueden surgir de manera natural o mediante selección y reproducción controlada por los agricultores para mejorar la calidad y rendimiento (Hernandez, 2015).

Precocidad en un cultivo: Refiere a la capacidad de una variedad o cultivar para completar su ciclo fenológico, desde la germinación hasta la cosecha, en un tiempo más corto que otras variedades (Lamz et al.,2017).

Rendimiento: Refleja la cantidad total de producción de un cultivo en una determinada área, se mide en toneladas por hectárea (t/ha) (INIA, 2006).

Índice de rentabilidad (IR): Indicador que mide la relación entre los beneficios generados y el monto invertido, mostrando cuánto valor se genera por cada unidad de dinero invertida. Un IR mayor a 1 indica que la inversión es rentable (Troncoso y Tobar, 2005).

CAPÍTULO III

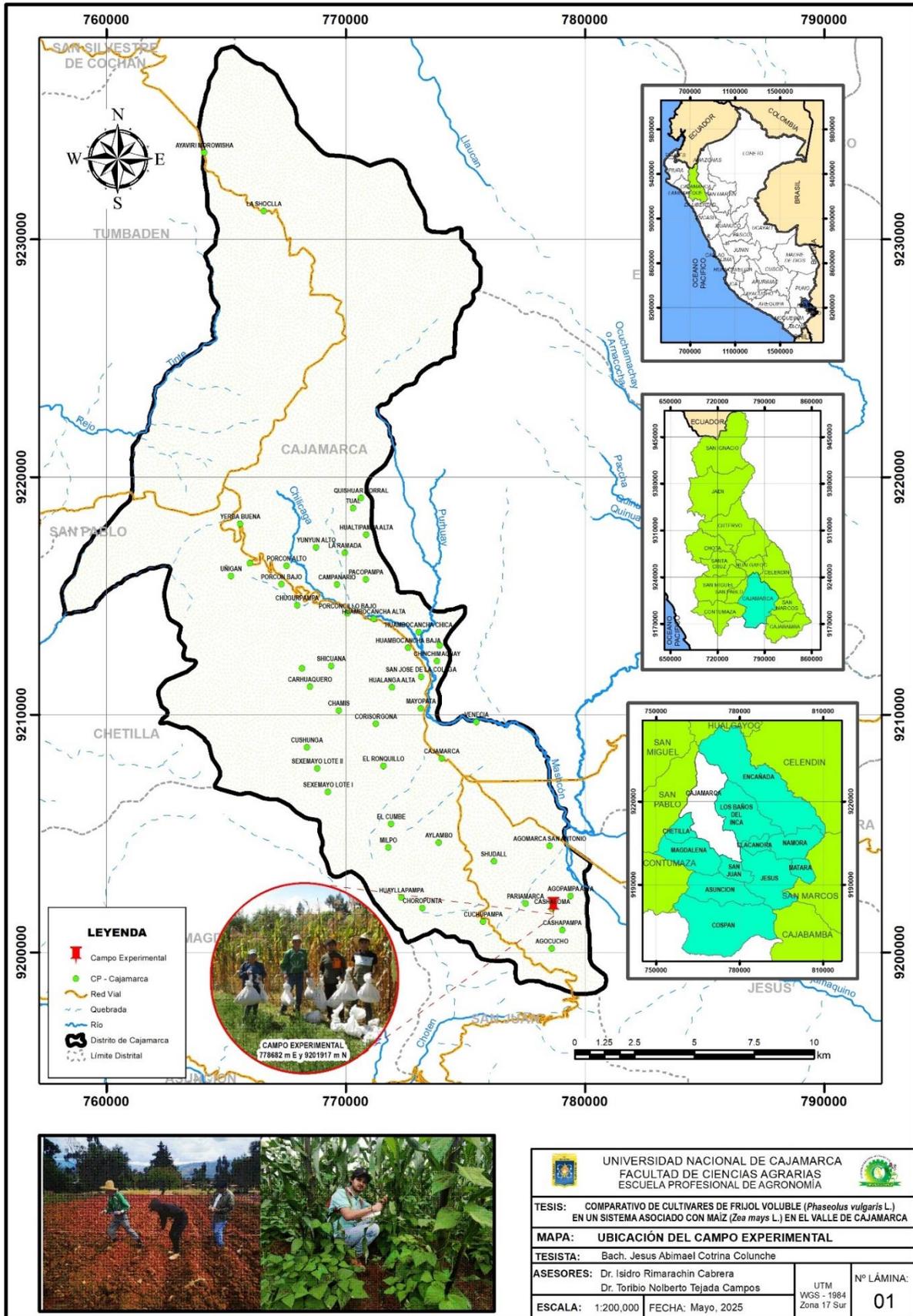
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en el caserío de “Amoshulca”, centro poblado de Pariamarca, distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, en la región de Cajamarca, a 5.70 km de la ciudad de Cajamarca, altitud de 2729 m y coordenadas UTM de 778682 mE y 9201917 mN.

Figura 1.

Ubicación del experimento.



3.2. Condiciones Climáticas

Para determinar las condiciones climáticas de la campaña (diciembre 2022 – julio 2023), se recopiló datos de la estación meteorológica más cercana al lugar donde se llevó a cabo el experimento, que a continuación se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1

Temperatura máxima, mínima, media y precipitación correspondiente a la campaña agrícola 2022 - 2023 de la Estación Meteorológica La Victoria (SENAMHI, 2024).

Estación : LA VICTORIA

Departamento : CAJAMARCA **Provincia :** CAJAMARCA **Distrito :** LLACANORA
Latitud : 7°11'28.27" **Longitud :** 78°27'34.1" **Altitud :** 2630 msnm.
Tipo : PE Meteorológica **Código :** 107035

Meses	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total	Promedio
T°max.(C°)	17.87	20.15	20.48	17.43	16.43	17.58	17.63	20.44	19.57	18.7	17.83	17.45		18.46
T°min.(C°)	4.20	5.31	7.94	6.17	5.12	3.83	-0.71	1.45	-0.01	1.16	5.23	4.55		3.69
T°media(C°)	11.04	12.73	14.21	11.80	10.78	10.71	8.46	10.95	9.78	9.93	11.53	11.00		11.08
Precip. (mm)	59.1	105.1	104.9	127.0	72.0	75.7	0.0	4.0	4.2	16.2	135.0	75.7	778.90	

3.3. Materiales

3.3.1. Material biológico

Semillas de frijol (CAB-37-12, Caballero Local, Rojo Moteado, Manteca Grande (Jaspes Moteados), Manteca Chico (Jaspes Moteados), Granate Moteado, Manteca (Jaspes negros), Pardo Moteado, Bayo y Rayado Alargado).

Semilla de maíz amarillo (INIA 604 - MOROCHO).

3.3.2. Equipos de laboratorio

Lupa.

3.3.3. Materiales de campo

- a. Equipos:** Balanza, cámara fotográfica, GPS, mochila de fumigar.
- b. Abonos:** Se aplicó Urea, Fosfato Diamónico y Cloruro de Potasio en dosis de 130-80-40 kg ha⁻¹ de N₂P₂O₅ K₂O
- c. Herramientas:** Machete, lampa, pico, wincha.
- d. Otros materiales:** Costales, bolsas de papel, etiquetas, hilo pabilo, materiales de oficina (papel, cartulina y lapiceros), rafia.

3.3.4. Materiales de gabinete

Computadora, impresora, software estadístico SAS y útiles de escritorio.

3.4. Metodología

3.4.1. Diseño estadístico

La investigación se desarrolló bajo el diseño estadístico Bloques completamente randomizados, teniendo como variable independiente a los cultivares de frijol y variable dependiente las evaluaciones realizadas.

Tabla 2.
Análisis de varianza.

Fuente de variabilidad (FV)	Grados de libertad (GL)
Repeticiones	$(r-1) = 3$
Tratamientos	$(t-1) = 9$
Error experimental por diferencia	$= 27$
Total	$(rt-1) = 39$

El reporte de ANVA, condujo a realizar la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95% y al 99% de seguridad, para observar la diferencia entre los promedios de los tratamientos.

3.4.2. Arreglo de tratamientos y randomización

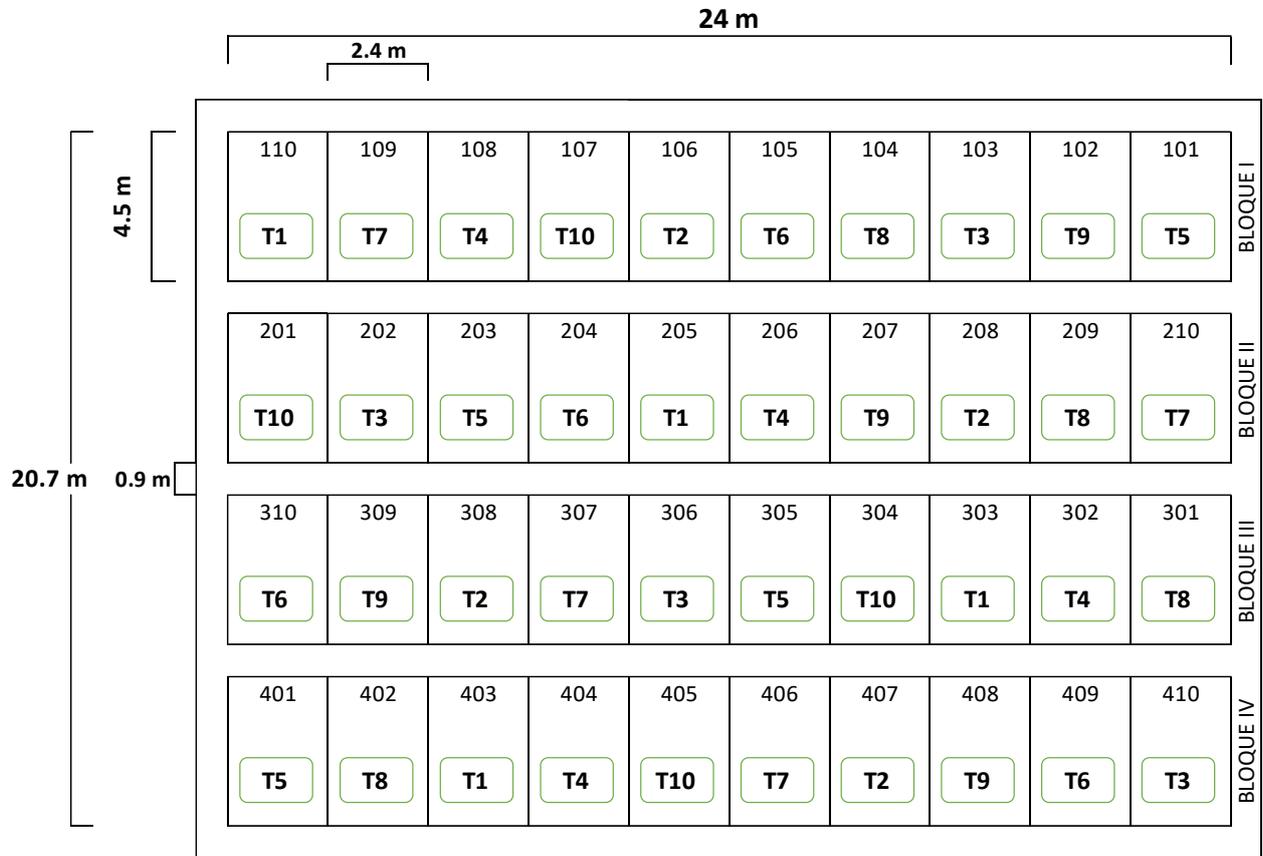
Tabla 3.
Tratamientos y Randomización.

Clave	Nombre	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV
T1	CAB-37-12	110	205	303	403
T2	Caballero Local	106	208	308	407
T3	Rojo Moteado	103	202	306	410
T4	Manteca Grande Jaspes Morados	108	206	302	404
T5	Manteca Chico Jaspes Morados	101	203	305	401
T6	Granate Moteado	105	204	310	409
T7	Manteca Jaspes Negros	109	210	307	406
T8	Pardo Moteado	104	209	301	402
T9	Bayo	102	207	309	408
T10	Rayado Alargado	107	201	304	405

3.4.3. Distribución de tratamientos en el campo experimental

Figura 2.

Croquis Experimental.



3.4.2. Características del campo experimental

a. Bloques

Numero de bloques: 4

Ancho del bloque: 4.50 m

Largo del bloque: 24 m

b. Parcela Experimental

Numero de surcos por parcela: 3

Distancia entre surco: 0.80 m.

Largo de surco: 4.50 m (golpes intercalados a 90 cm, teniendo 6 golpes de maíz y 5, de frijol).

c. Calles

Ancho de la calle: 0.9 m

Largo de la calle: 24 m

Numero de calles: 5

d. Área del experimento

Numero de unidad experimental: 40 unid.

Área total del campo experimental: 496.8 m²

3.4.3. Variables evaluadas

a. Frijol

a.1. Floración

Esta variable se evaluó contando el número de días desde que se realizó la siembra hasta que más del 50% de las matas tuvieran plena floración, es decir, al mínimo tengan tres flores completamente abiertas, mostrando claramente sus pétalos.

a.2. Madurez fisiológica

Para evaluar esta variable se consideró el número de días transcurridos desde la siembra hasta que más del 50% de plantas hayan llegado a desarrollar por completo, presentando hojas amarillentas, cambio de color en vainas y presentando defoliación.

a.3. Numero de vainas por planta

Para esta variable se contó el número total de vainas por tratamiento, y de cada bloque experimental por separado.

a.4. Numero de granos por vaina

Se tomó 10 vainas de cada tratamiento estudiado y se contaron el número de semillas de frijol por cada una de las vainas.

a.4 Altura de planta

Con la ayuda de una wincha métrica se realizó la medición de 10 matas de cada tratamiento, desde el cuello de la planta hasta la yema apical respectivamente.

a.5 Peso de grano

Se realizó el peso expresado en gramos de 100 semillas de cada tratamiento y repetición por separado.

a.6 Rendimiento

Después del secado y trilla se procedió a la limpieza de granos, posteriormente se realizó el pesado en balanza analítica de cada unidad experimental expresado en gramos, y posteriormente transformar a kg/ha.

b. Maíz

b.1. Altura de Planta

Con la ayuda de una wincha métrica se realizó la medición de 10 plantas escogidas al azar de cada tratamiento, desde el cuello de la planta hasta la inserción de la panoja (flor masculina) respectivamente.

b.2. Altura de mazorca

De las 10 plantas escogidas para la medición de la altura, también se realizó la altura de la mazorca, considerando la distancia en cm desde la base del suelo hasta la inserción de la mazorca principal.

b.3. Rendimiento

Para determinar el rendimiento maíz, al momento de la cosecha se pesó el total de mazorcas de cada parcela experimental expresado en kg., para luego transformar a kg/ha.

3.4.4. Procesamiento y análisis de datos

a. Evaluación: Se empleó la observación en campo para recopilar información y datos relacionados con diversas variables del estudio. Además, se aplicaron técnicas como el

pesaje para determinar el peso de granos y rendimiento y la medición con cinta métrica para registrar la altura de las plantas, altura de mazorcas, entre otros parámetros.

b. Instrumentos: Para cada evaluación se emplearon los instrumentos correspondientes, como registros para recopilar datos de las variables de campo, balanzas para medir el peso granos, wincha para las longitudes y cámara fotográfica para evidenciar las actividades realizadas.

c. Procesamiento de datos y análisis de la información: Los datos se analizaron mediante técnicas estadísticas, considerando la distribución normal de las variables, con el objetivo de identificar diferencias entre los tratamientos estudiados. Para este propósito, se utilizó el software de estadístico SAS (Statistical Analysis Software).

3.4.5. Rentabilidad económica

La rentabilidad económica se calculó utilizando la siguiente relación B/C:

$$\text{IR} = (\text{Beneficio neto} / \text{Costo total}) \times 100$$

3.4.6. Conducción del experimento

a. Identificación y preparación de terreno

Se llevó a cabo la identificación del campo experimental ubicado en el caserío de Amoshulca, Centro Poblado Pariamarca, el cual se realizó una limpieza extrayendo las malezas y residuos de campañas anteriores y procediendo con la aradura del terreno con tracción mecánica. Finalmente utilizando una wincha, cadena, rafia y estacas se surcó el terreno considerando una pendiente favorable para la distribución del agua para no erosionar el suelo y sin que en éste se produzca encharcamiento. La distancia fue de 0.80 m entre surcos.

b. Muestreo de suelo

Para realizar el análisis de suelos, se tomaron muestras en 12 puntos distribuidos en forma de zigzag, se cavaron hoyos de 30 cm de profundidad utilizando una palana, y de cada

uno se extrajo una pequeña cantidad de suelo; estas submuestras fueron luego mezcladas hasta obtener un kilogramo de muestra compuesta para posteriormente ser enviada al laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Estación Experimental Agraria Baños del Inca.

c. Resultados e interpretación del análisis de suelo

Tabla 4.

Resultados de análisis de suelo.

pH (1:1)	C.E (1:1) mS/m	CaCO ₃ %	M.O %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico				
						Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase textural	CIC meq/100g
8.0	29.3	-	2.9	8.59	380	-	-	-	-	-

NOTA: Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Estación Experimental Agraria Baños del Inca.

Tabla 5.

Interpretación de resultados de análisis de suelo.

Salinidad C.E(mS/m)	pH	M.O	P	K	Recomendación (Maíz + Frijol)		
					N	P	K
29.3	8.0	2.9	8.59	380			
Normal	Moderadamente alcalino	Medio	Medio	Alto	130	80	40

NOTA: Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) – Estación Experimental Agraria Baños del Inca.

De acuerdo con los resultados, la dosis de fertilizantes recomendada por el análisis de suelo fue de 130-80-40 kg/ha de N₂ P₂O₅ K₂O, la cual se distribuyó en dos aplicaciones: una al momento de la siembra y otra durante el aporque.

d. Primer Abonamiento y siembra

El primer abonamiento se realizó de forma manual dependiendo las necesidades del cultivo previo análisis de suelos, en dosis de 50-80-40 kg/ha de N₂ P₂O₅ K₂O y las cantidades fueron Urea: 40.57 kg/ha, Fosfato diamónico (DAP): 173.91 kg/ha y Cloruro de potasio:

66.67 kg/ha, con la intención de mejorar las características físicas y químicas del suelo; estos abonos se colocaron a un costado del surco.

Una vez terminado el abonamiento, se procedió a la desinfección de la semilla con fungicida agrícola (vitavax – 300) a base de Carboxin y Captan, seguidamente se realizó la siembra de frijol en un sistema asociado con maíz con una modalidad (siembra en cuadrado) donde los surcos estarán en paralelo. En cada surco se sembró 6 golpes de maíz variedad morocho separados de 0.90 metros entre plantas; el frijol se instaló en el mismo surco habiendo 1 golpe en el centro de una planta a la otra; el distanciamiento entre surcos será de 0.80 metros. De la misma manera se realizó en cada repetición y bloques de los diferentes cultivares.

e. Deshierbo

Se hizo manualmente con la ayuda de una lampa, eliminando todas las plantas no deseadas para evitar que compitieran con los cultivos por recursos como agua, luz, nutrientes y espacio. El primer deshierbo se realizó a los 54 días después de la siembra cuando las plantas alcanzaron aproximadamente 25 cm de altura en el frijol y 35 cm en el maíz.

f. Segundo abonamiento y aporque

El segundo abonamiento se realizó de forma manual, el cual se aplicó lo restante de la dosis general (80-00-00 kg/ha de N_2 P_2O_5 K_2O) que fue Urea: 173.91 kg/ha, con la intención de enmendar las necesidades del cultivo; en este caso la urea se aplicó entre los surcos, y posteriormente, se realizó el aporque de forma manual, colocando tierra alrededor de las plantas de maíz y frijol. Esta tarea se llevó a cabo 79 días después de la siembra aproximadamente, cuando las plantas alcanzaron una altura de 110 cm en el caso del maíz y 40 cm en el caso del frijol.

g. Evaluación de plagas y enfermedades

No se realizó evaluaciones porque el cultivo solo presentó plagas que no son de importancia económica como diabroticas en el frijol y Astilus en el maíz; de otro lado tampoco se realizó evaluaciones en enfermedades porque no se presentaron.

h. cosecha

La cosecha se realizó de forma manual por la mañana para evitar el desgrane, arrancando las vainas de los tratamientos que ya estaban en madurez de cosecha cada uno por separado en su saco; de la misma manera para el caso de maíz.

i. Secado

Una vez realizada la cosecha, se trasladó al almacén para proceder al secado, se hizo de forma natural exponiendo al sol por un tiempo de 4 días aproximadamente

j. Trilla

Terminado el proceso de secado, se procedió a la trilla, pisoteando repetidamente las vainas secas hasta que se desgranen y liberen las semillas.

k. Limpieza

Inmediatamente terminado la trilla se procedió a la limpieza eliminando los restos de vainas, hojas y otras impurezas.

l. Almacenamiento

Para el almacenamiento se colocaron los granos en bolsas de papel, cada tratamiento por separado e identificado, para luego proceder a las evaluaciones en almacén.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados del análisis de cada variable evaluada. Para cada una, se muestran y discuten los cuadros correspondientes al Análisis de Varianza (ANOVA) y los resultados de la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, aplicados con un nivel de confianza del 95%. Este enfoque busca identificar el o los cultivares más promisorios para mejorar la agricultura en el valle de Cajamarca.

4.1. Cultivo de frijol

4.1.1. Floración

Respecto a la variable días a la floración de frijol, al realizar el Análisis de varianza (ANOVA) (Tabla 6), notamos que en la fuente de variabilidad de repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la F-calculada es menor que los valores de la F-tabular a los niveles del 1 y 5%; indicando que no hay diferencia estadística en los promedios de las cuatro repeticiones. Luego en la fuente de variabilidad de tratamiento también se observa que no hay diferencia estadística, es decir, que los promedios de los diez tratamientos son estadísticamente similares.

Tabla 6.

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable floración.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	0.2592	0.0864	0.74 NS	2.96	4.60
Tratamientos	9	1.7762	0.1974	1.70 NS	2.25	3.14
Error	27	3.1345	0.1161			
Total	39					

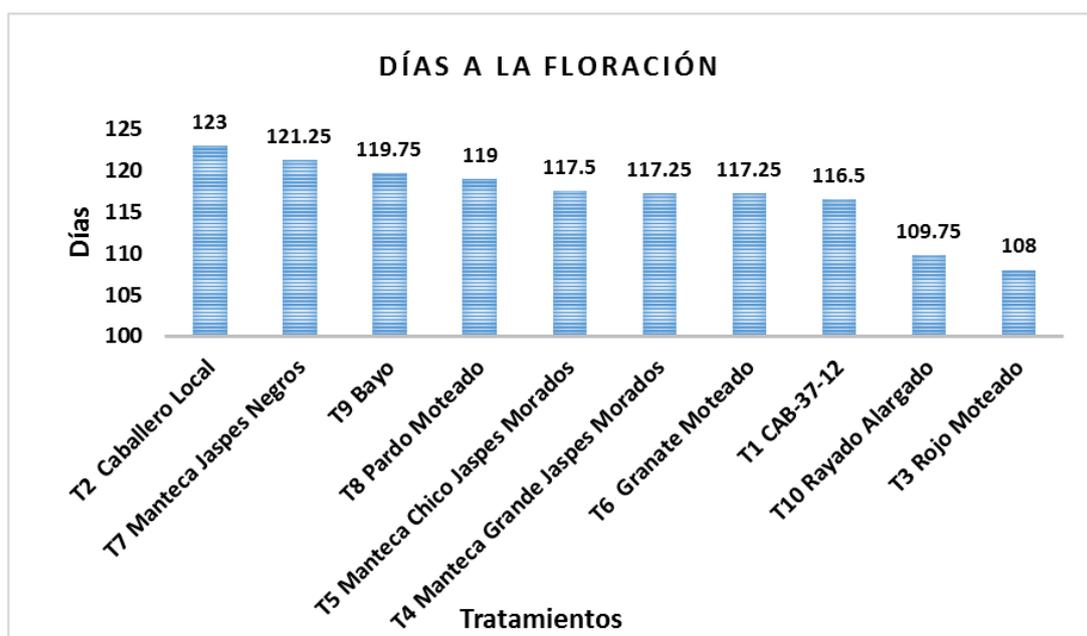
Nota: El ANVA y el Coeficiente de Variabilidad de esta variable se ha calculado en base a datos transformados (\sqrt{x}), por ser discontinua. NS: Sin significación estadística.

$$CV = 3.15 \%$$

El coeficiente de variabilidad para la variable floración fue de 3.15 %, lo cual significa que los datos obtenidos en campo tuvieron baja variación entre ellos, y se ajusta a lo previsto.

Figura 3.

Gráfica de comparación, días a la floración desde la instalación del cultivo.



El cultivar que tarda más en iniciar la floración es Caballero Local, con 123 días desde la siembra; le siguen Manteca Jaspes Negros (121.25 días), Bayo (119.75 días), Pardo Moteado (119 días), Manteca Chico Jaspes Morados (117.50 días), Manteca Grande Jaspes Morados (117.25 días), Granate Moteado (117.25 días) y CAB- 37-12 (116,50 días). Después, encontramos el cultivar Rayado Alargado, considerado semiprecoz, con 109,75 días desde la siembra; finalmente, el tratamiento más precoz es Rojo Moteado, que inicia su floración en tan solo 108 días desde la siembra.

De otro lado Vélez et al. (2007), en un trabajo realizado en Medellín - Colombia, según datos obtenidos sostiene que la floración de frijol voluble estuvo en un rango de 68 a 70 días después de la siembra; también menciona que la floración depende de muchos factores, siendo estos los ambientales (fotoperiodo y temperatura), así como también la

disponibilidad de agua y la fertilidad del suelo. Además, la genética de la variedad influye, con algunas adaptándose mejor a ciertas condiciones.

De otro lado Puente (2020), realizó un experimento en la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el que se describió el comportamiento morfo-agronómico de variedades de frijol voluble (blancos y amarillos). Los resultados mostraron que los frijoles volubles de color blanco tuvieron los tiempos más largos hasta la floración (74 días en promedio, respectivamente), diferenciándose estadísticamente de los demás. En cambio, los frijoles de color amarillo registraron los tiempos más cortos hasta la floración (54 días aproximadamente).

En estos resultados reportados por Vélez et al. (2007 y Puente (2020) discrepan con nuestros resultados, ya que sus variedades de frijol estudiadas fueron más precoces en comparación con los cultivares de nuestro experimento. Esto se debe a que la temperatura donde se instalaron estos experimentos son más altas a comparación con de la sierra norte de Cajamarca. Las temperaturas altas durante la noche tienen un mayor impacto en la fenología del frijol, ya que reducen el número de días hasta el inicio de la floración, la madurez fisiológica y la duración del intervalo entre la floración y la madurez fisiológica.

4.1.2. Madurez fisiológica

En la Tabla 7, se presenta el análisis de varianza de los días transcurridos desde la siembra hasta la madurez fisiológica de los diferentes cultivares de frijol, esta variable fue considerada en la fase de madurez (R9), donde se observa que no hay significación estadística para fuente de variabilidad de repeticiones; lo que significa que las 4 repeticiones tuvieron valores estadísticamente similares donde la F-calculada es menor a los valores de F-tabular a los niveles del 1 y 5%. De otro lado, respecto a la fuente de variabilidad de tratamientos se observa que existe alta significación estadística; lo cual significa que existe una alta diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos donde la F-calculada

es mayor a los valores de F-tabular a los niveles del 1 y 5%; pero para saber cuál de los tratamientos, o cultivares de frijol, fue más precoz o más tardío fue necesario realizar la Prueba de Rango Múltiple de Duncan que se presenta más adelante (Tabla 8).

Tabla 7.

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable madurez fisiológica.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	0.0310	0.0103	1.68 NS	2.96	4.60
Tratamientos	9	0.7926	0.0881	14.29 **	2.25	3.14
Error	27	0.1664	0.0062			
Total	39					

Nota: El ANVA y el Coeficiente de Variabilidad de esta variable se ha calculado en base a datos transformados (\sqrt{x}), por ser discontinua.

NS: Sin significación estadística.

** : Alta Significación estadística.

$$CV = 0.59 \%$$

El coeficiente de variabilidad para esta variable de madurez fisiológica fue de 0.59 %, lo cual significa que los datos obtenidos en campo tuvieron escasa variación entre ellos.

Tabla 8.

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable madurez fisiológica.

Tratamientos en estudio	Días desde la siembra hasta la madurez fisiológica	Significación
T9 Bayo	184.00	A
T7 Manteca Jaspes Negros	184.00	A
T6 Granate Moteado	181.75	A B
T2 Caballero Local	179.50	B
T1 CAB-37-12	175.00	C
T4 Manteca Grande Jaspes Morados	175.00	C
T5 Manteca Chico Jaspes Morados	175.00	C
T8 Pardo Moteado	175.00	C
T10 Rayado Alargado	175.00	C
T3 Rojo Moteado	175.00	C

Según la Prueba de Rango Múltiple de Duncan los tratamientos más precoces fueron el cultivar Rojo Moteado, Rayado Alargado, Pardo Moteado, Manteca Chico Jaspes Morados, Manteca Grande Jaspes Morados y CAB-37-12, siendo estadísticamente iguales

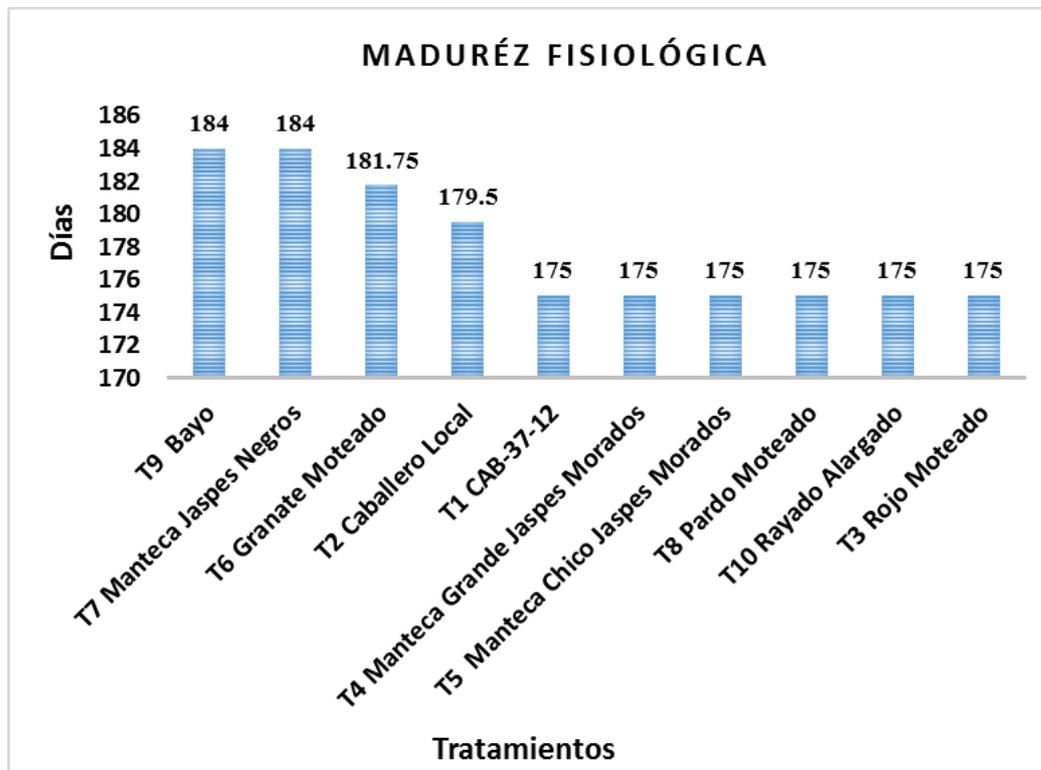
teniendo todos un valor de 175 días desde la siembra hasta la madurez fisiológica; seguidamente los cultivares con un periodo vegetativo intermedio fueron el Caballero Local y Granate Moteado siendo estadísticamente similares con un valor de 179.50 y 181.75 días, respectivamente; y por último los tratamientos con periodo vegetativo tardío fueron Manteca Jaspes Negros y Bayo, ambos con valores de 184 días, siendo estadísticamente iguales; y a la vez similares al tratamiento Granate Moteado.

Por lo tanto, los tratamientos más precoces fueron los cultivares CAB-37-12, Manteca grande jaspes morados, Manteca chico jaspes morados, Pardo moteado, Rayado alargado y Rojo moteado que alcanzaron la Madurez Fisiológica a los 175 días desde la siembra.

De otra perspectiva, Ligarreto et al. (2007) realizaron un análisis ecofisiológico del cultivo asociado maíz y frijol, donde la madurez fisiológica del frijol alcanzó a los 158 días, estos resultados discrepan con nuestros resultados donde se obtuvo una madurez fisiológica a los 180 días en promedio, lo que nos da un retraso en el periodo vegetativo de 22 días; nos da a entender que el comportamiento precoz o tardío de los genotipos y cultivares resulta del efecto génico de cada material, temperaturas óptimas, fertilización y competencia por luz y agua con las plantas de maíz, entre otros factores.

Figura 4.

Gráfica de comparación, días a la madurez fisiológica desde la instalación del cultivo.



4.1.3. Altura de Planta

De acuerdo a la Tabla 9, se presenta el ANOVA de la variable altura de planta de los diferentes cultivares de frijol voluble, notamos que en la fuente de variabilidad de Repeticiones existe una alta significación estadística, debido a que la F-calculada es mayor que los valores de la F-tabular a los niveles del 1 y 5 %, mostrando que hay una alta significación entre los promedios de las repeticiones. Seguidamente, en la fuente de variabilidad de tratamientos también se puede observar que hay una alta significación estadística, debido a que los promedios de los tratamientos son estadísticamente diferentes. Cabe considerar, para saber cuál o cuáles de los tratamientos fueron los que alcanzaron un mayor y menor tamaño se ha procedido a hacer la Prueba de Duncan, cuyos resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 9.*Análisis de varianza (ANOVA), de la variable altura de planta.*

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	8516.040	2838.680	6.10 **	2.96	4.60
Tratamientos	9	18155.916	2017.324	4.34 **	2.25	3.14
Error	27	12554.380	464.977			
Total	39					

** : Alta significación estadística.

CV = 13.80 %

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 13.80 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado.

Tabla 10.*Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable altura de planta.*

Tratamientos en estudio	Altura de planta	Significación		
T6 Granate Moteado	188.80	A		
T8 Pardo Moteado	175.85	A	B	
T9 Bayo	169.65	A	B	C
T7 Manteca Jaspes Negros	168.35	A	B	C
T2 Caballero Local	158.20	A	B	C
T5 Manteca Chico Jaspes Morados	158.00	A	B	C
T10 Rayado Alargado	149.05		B	C
T4 Manteca Grande Jaspes Negros	147.25		B	C
T3 Rojo Moteado	139.45			C
T1 CAB-37-12	107.80			D

En relación con la tabla 10, de la Prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable altura de planta de frijol, el tratamiento cuyo promedio de altura de planta alcanzó un mayor tamaño fue el cultivar Granate Moteado (188.80 cm) siendo estadísticamente similar a los cultivares Pardo Moteado (175.85 cm), Bayo (169.65), Manteca Jaspes Negros (168.35 cm), Caballero Local (158.20 cm) y Manteca Chico Jaspes Morados (158 cm); luego tenemos al cultivar que alcanzó un tamaño medio Manteca Grande Jaspes Negros (147.25

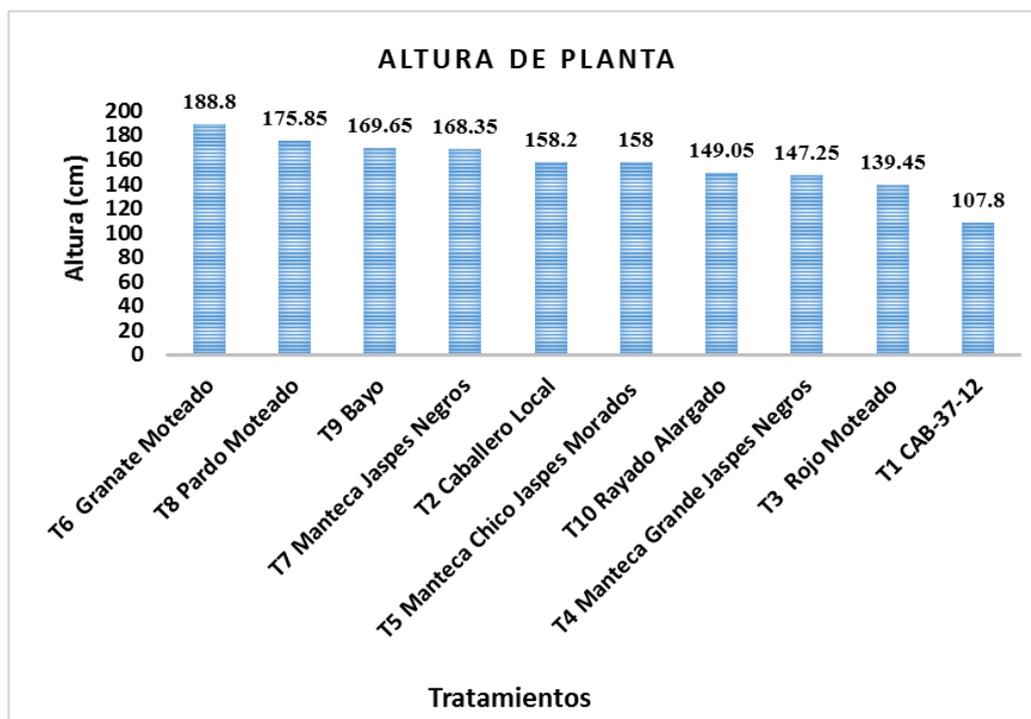
cm), siendo estadísticamente similar al tratamiento Rayado Alargado (149.05 cm), y a la vez a los tratamientos Pardo Moteado, Bayo, Manteca Jaspes Negros, Caballero Local y Manteca Chico Jaspes Morados; seguidamente tenemos al tratamiento que alcanzó un tamaño bajo el Rojo Moteado (139.45 cm), siendo este estadísticamente similar a los cultivares Bayo, Manteca Jaspes Negros, Caballero Local, Manteca Chico Jaspes Morados, Rayado Alargado y Manteca Grande Jaspes Negros; y por último tenemos al cultivar que alcanzó un menor tamaño a comparación de los demás tratamientos y fue el cultivar CAB-37-12 con un tamaño de 107.80 cm.

De manera similar, Vélez et al. (2007), en un estudio realizado en Medellín, sostiene que, a medida que la densidad de siembra de maíz aumenta, se observó una reducción más pronunciada en la altura del frijol. Específicamente, cuando la proporción de maíz y frijol era de 4:2 (es decir, por cada cuatro plantas de maíz, se sembraban dos de frijol), la altura del frijol disminuyó en promedio en 40 cm. En contraste, cuando la proporción de siembra era 1:1 (una planta de maíz por cada planta de frijol), la disminución en la altura del frijol fue mucho menor, alcanzando solo una reducción de 5 cm en comparación al frijol sembrado como monocultivo.

En resumen, se dice que, a medida que aumenta la población de maíz, la competencia por recursos como luz, agua y nutrientes se intensifica, lo que afecta negativamente el crecimiento vertical del frijol. En particular, la competencia por agua es más pronunciada durante la floración del frijol, momento en el cual el consumo de agua en la asociación de maíz y frijol es entre un 30% y un 40% mayor que en los monocultivos.

Figura 5.

Gráfica de comparación, de altura de planta.



4.1.4. Número de vainas por planta

El número de granos por vaina es un factor clave en el rendimiento del cultivo de frijol común, ya que, junto con el número de vainas por planta, determina en gran medida la cantidad total de grano producido. Según los autores citados, este componente juega un papel importante en el aumento del rendimiento del cultivo, por lo que podría ser un criterio útil para seleccionar nuevos cultivares (Montenegro et al., 2016).

De acuerdo con el ANOVA para el número de vainas por planta que se muestra en la Tabla 11, se aprecia que hay significación estadística para fuente de variabilidad de repeticiones debido a que la F-calculada es mayor que la F-tabular al nivel del 5%; lo que significa que las 4 repeticiones tuvieron valores estadísticamente diferentes. Por otra parte, respecto a la fuente de variabilidad de tratamientos podemos ver que existe alta significación estadística debido a que la F-calculada es mayor que la F-tabular a los niveles del 1 y 5%; lo

que significa que hay una alta diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos; por lo tanto, para saber cuál de los tratamientos, o cultivares de frijol, tuvo mayor número de vainas por planta fue necesario realizar la Prueba de Rango Múltiple de Duncan que se muestra en la Tabla 12.

Tabla 11.

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable número de vainas por planta.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	9.2560	3.0853	4.54 *	2.96	4.60
Tratamientos	9	28.2481	3.1387	4.62 **	2.25	3.14
Error	27	18.3495	0.6796			
Total	39					

Nota: El ANVA y el Coeficiente de Variabilidad de esta variable se ha calculado en base a datos transformados (\sqrt{x}), por ser discontinua.

*: Significación estadística.

**: Alta Significación estadística.

$$CV = 24.94 \%$$

El coeficiente de variabilidad para esta variable de número de vainas por planta fue de 24.94 %, lo cual significa que los datos obtenidos en campo tuvieron cierta variación entre ellos; lo cual era de esperarse.

Tabla 12.

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable número de vainas por planta.

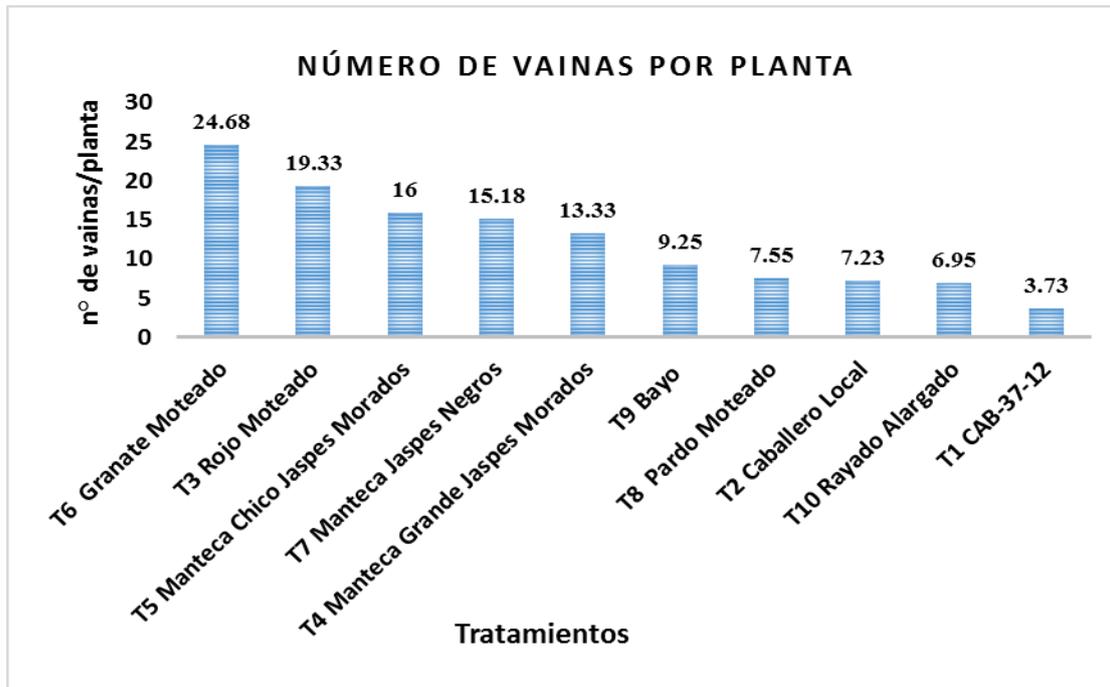
Tratamientos en estudio	Número de vainas por planta	Significación
T6 Granate Moteado	24.68	A
T3 Rojo Moteado	19.33	A B
T5 Manteca Chico Jaspes Morados	16.00	A B C
T7 Manteca Jaspes Negros	15.18	A B C D
T4 Manteca Grande Jaspes Morados	13.23	B C D
T9 Bayo	9.25	B C D
T8 Pardo Moteado	7.55	C D
T2 Caballero Local	7.23	C D
T10 Rayado Alargado	6.95	C D
T1 CAB-37-12	3.73	D

Según la Tabla 12, de la Prueba del Rango Múltiple de Duncan para número de vainas por planta, nos indica que el tratamiento con mayor número de vainas por planta es el Cultivar Granate Moteado (24.68 vainas por planta), que resultó estadísticamente similar con los tratamientos Rojo Moteado (19.33 vainas por planta), Manteca Chico Jaspes Morados (16 vainas por planta) y Manteca Jaspes Negros (15.18 vainas por planta), de otro lado el tratamiento con menor número de vainas es el cultivar CAB-37-12 con una valor de 3.27 vainas por planta, siendo éste estadísticamente similar a los tratamientos Manteca Jaspes Negros (15.18 vainas por planta), Manteca Grande Jaspes Morados (13.23 vainas por planta), Bayo (9.25 vainas por planta), Pardo Moteado (7.55 vainas por planta), Caballero Local (7.23 vainas por planta) y Rayado Alargado (6.95 vainas por planta).

Nuestros resultados de vainas por planta concuerdan con Montenegro et al. (2016), donde reporta que un genotipo del CIAT estudiado llegó a producir 24,3 vainas por planta en promedio, de otro lado sostiene que con un promedio de ocho vainas/planta y una densidad de 250 mil plantas por hectárea, se puede alcanzar rendimientos que sobrepasen los 1500 kg/ha, dependiendo de muchos factores limitantes, como es calidad de la semilla, fertilización y factores ambientales. También afirma que la cantidad de vainas por planta es un factor clave del rendimiento, ya que está directamente relacionada con un mayor potencial productivo; además, esta variable está fuertemente influenciado por las condiciones del entorno.

Figura 6.

Gráfica de comparación, de número de vainas por planta.



4.1.5. Número de granos por vaina

Con respecto a la variable número de granos por vaina, al realizar el ANOVA (Tabla 13), se ha observado similitud estadística en la Fuente de repeticiones, pero una alta diferencia estadística en la Fuente de tratamientos; lo cual, significa que existe una alta diferencia estadística entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio, luego para saber cuál o cuáles de los tratamientos tuvieron mayor y menor número de granos por vaina se ha procedido a hacer la Prueba de Duncan, cuyos resultados se presentan en la Tabla 14.

Tabla 13.

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable número de granos por vaina.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	0.0184	0.0062	0.77 NS	2.96	4.60
Tratamientos	9	1.4116	0.1568	19.69 **	2.25	3.14
Error	27	0.2151	0.0080			
Total	39					

Nota: El ANVA y el Coeficiente de Variabilidad de esta variable se ha calculado en base a datos transformados (\sqrt{x}), por ser discontinua.
NS: Sin significación estadística.

** : Alta Significación estadística.

CV = 3.83 %

El coeficiente de variabilidad para la variable número de granos por vaina fue de 3.83 %, lo cual significa que los datos obtenidos en campo tuvieron baja variación entre ellos, y se ajusta a lo esperado.

Tabla 14.

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable número de granos por vaina.

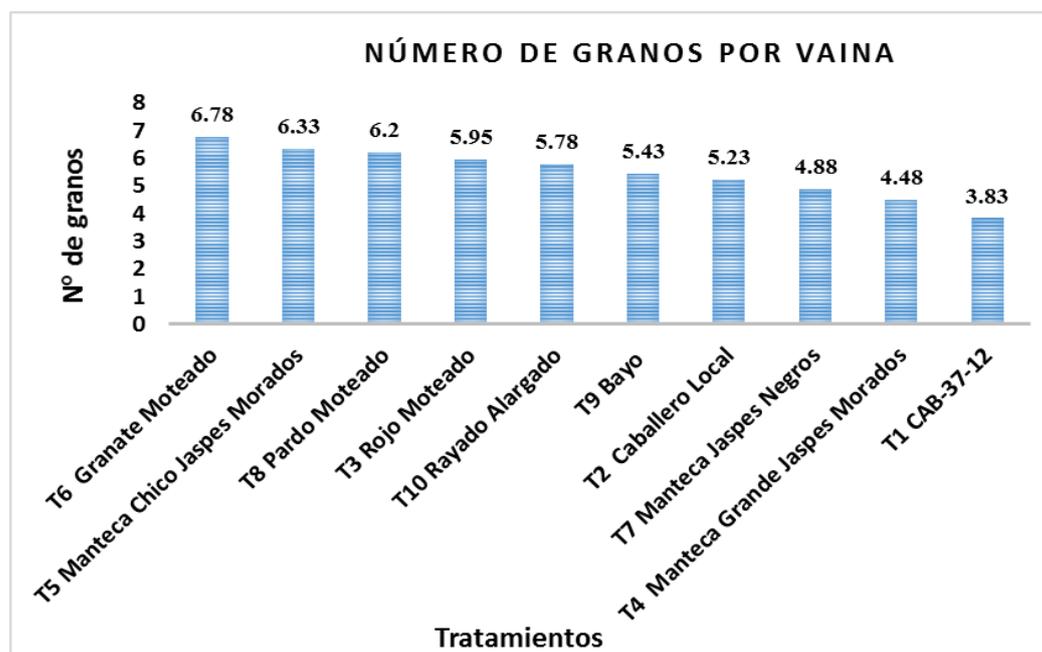
Tratamientos en estudio	Número de granos por vaina	Significación
T6 Granate Moteado	6.78	A
T5 Manteca Chico Jaspes Morados	6.33	A B
T8 Pardo Moteado	6.20	A B
T3 Rojo Moteado	5.95	B C
T10 Rayado Alargado	5.78	B C D
T9 Bayo	5.43	C D E
T2 Caballero Local	5.23	D E
T7 Manteca Jaspes Negros	4.88	E F
T4 Manteca Grande Jaspes Morados	4.48	F
T1 CAB-37-12	3.83	G

Según la tabla 14, de la prueba de significación de Duncan para el número de granos por vaina, se observa que el tratamiento con mayor número de granos es el cultivar Granate Moteado con (6.78 granos por vaina) que resultó estadísticamente similar a los tratamientos Manteca Chico Jaspes Morados y Pardo Moteado con valores de 6.33 y 6.20 granos por vaina respectivamente; luego tenemos al tratamiento con menor número de granos por vaina al cultivar CAB-37-12 con promedio de 3.83 granos por vaina.

De otro lado Lescay et al. (2017) afirman que la variable "número de granos por vaina", que presenta una alta relación con el rendimiento, es de gran relevancia para los fitomejoradores; esto se debe a que su uso como criterio de selección podría agilizar significativamente el avance en los programas.

Figura 7.

Gráfica de comparación, de número de granos por vaina.



4.1.6. *Peso de grano*

En cuanto a la Tabla 15 donde se muestra el ANOVA de la variable peso de grano de frijol, que se realizó pesando 100 semillas, se observa que hay una alta significación estadística para la Fuente de variabilidad de Repeticiones, de la misma manera para la fuente de Tratamientos; lo cual, significa que hay alta diferencia estadística entre los promedios tanto de las 4 Repeticiones, así también como de los 10 Tratamientos. Seguidamente para saber cuál o cuáles de los tratamientos fueron los de mayor peso de grano, se ha procedido a realizar la Prueba de Duncan, dichos resultados se plasman en la Tabla 16.

Tabla 15.

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable peso de grano.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	69.475	23.158	9.96 **	2.96	4.60
Tratamientos	9	2847.725	316.414	136.09 **	2.25	3.14
Error	27	62.775	2.325			
Total	39					

** : Alta significación estadística.

CV = 2.36 %

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 2.36 %, lo cual significa que los datos obtenidos tuvieron baja variación entre ellos, y se ajusta a lo esperado.

Tabla 16.

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable peso de grano.

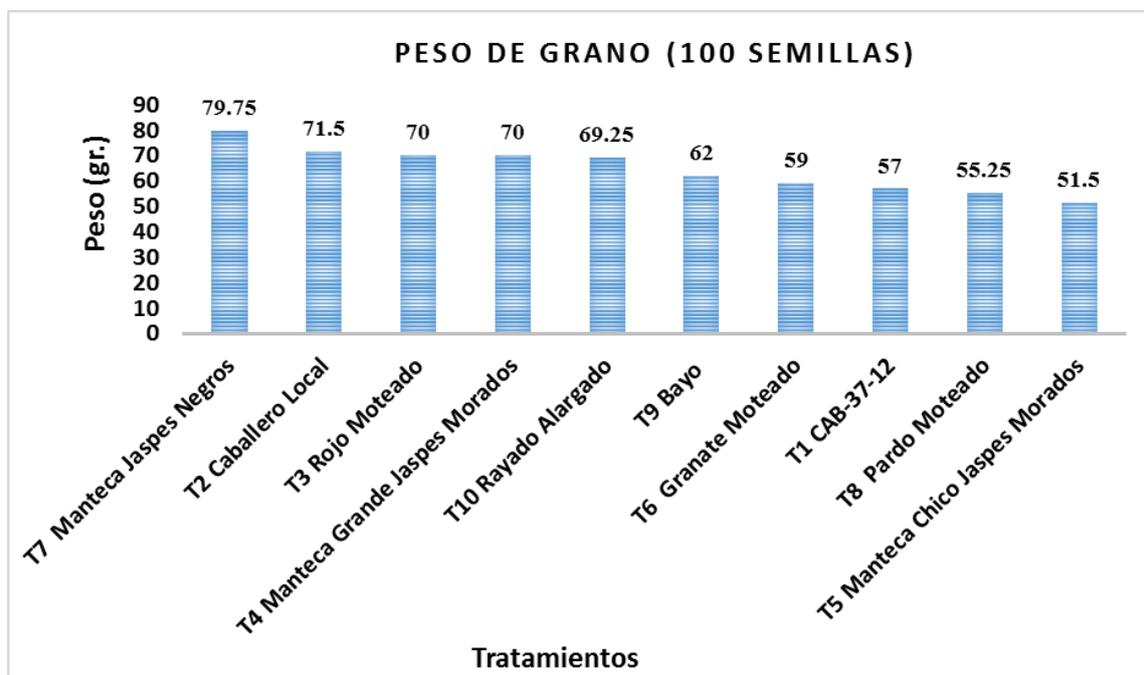
Tratamientos en estudio	Peso de grano	Significación
T7 Manteca Jaspes Negros	79.75	A
T2 Caballero Local	71.50	B
T3 Rojo Moteado	70.00	B
T4 Manteca Grande Jaspes Morados	70.00	B
T10 Rayado Alargado	69.25	B
T9 Bayo	62.00	C
T6 Granate Moteado	59.00	D
T1 CAB-37-12	57.00	D E
T8 Pardo Moteado	55.25	E
T5 Manteca Chico Jaspes Morados	51.50	F

Al observar la Tabla 16 de la Prueba de Significación de Duncan para la variable peso de grano, podemos deducir que el tratamiento con mayor peso es el cultivar Manteca Jaspes Negros (79.75 gr) que es estadísticamente diferente que los demás; seguidamente se encuentran los Tratamientos Caballero Local (71.50 gr), Rojo Moteado y Manteca Grande Jaspes Morados ambos con valor de 70 gr y Rayado alargado con 69.25 gr siendo éstos semejantes estadísticamente; posteriormente tenemos al tratamiento Bayo con peso de grano (62 gr) siendo éste diferente estadísticamente al resto; enseguida tenemos al tratamiento Granate Moteado (59 gr), siendo este estadísticamente similar al tratamiento CAB-37-12 (57 gr); después se encuentra el Tratamiento Pardo Moteado (55.25 gr) siendo parecido estadísticamente al cultivar CAB-37-12; y finalmente tenemos al Tratamiento Manteca Chico Jaspes Morados con el menor peso de grano (51.50 gr), siendo estadísticamente diferente a los demás Tratamientos en estudio.

Nuestros resultados obtenidos sobre el peso de 100 semillas de los tratamientos presenta coincidencias y discrepancias con los pesos que muestra el catálogo de leguminosas de grano del MIDAGRI (2016), el cual muestra valores de peso promedio que oscilan entre 50 y 65 gramos para el cultivar Bayo, entre 40 y 50 gramos para el Rojo Moteado, y entre 65 y 80 gramos para el Caballero; no obstante, en nuestro estudio, los resultados obtenidos para Bayo (62 gr) y Caballero (71.5 gr) se encuentran dentro de los rangos obtenidos por el MIDAGRI, sin embargo, se tuvo una discrepancia significativa en el caso del cultivar Rojo Moteado, donde el peso promedio obtenido fue de 70 gramos, un valor que excede ampliamente el rango reportado por el MIDAGRI (40 a 50 gramos). Esta diferencia podría atribuirse a factores específicos del entorno agroecológico, las condiciones de manejo del cultivo o la selección de material genético empleado.

Figura 8.

Gráfica de comparación, de peso de grano.



4.1.7. Rendimiento

Considerando la variable rendimiento de frijol, al realizar el ANOVA que se muestra en la Tabla 17, se ha observado que hay una alta significación estadística tanto para la fuente

de Tratamientos y Repeticiones; los cual manifiesta que existe alta diferencia estadística entre los promedios de Repeticiones y de Tratamientos. Seguidamente, para conocer cuál o cuáles de los Tratamientos fueron los de mayor rendimiento se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para la comparación entre ellos, cuyos resultados se presentan en la Tabla 18.

Tabla 17.

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable rendimiento.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	716897.3979	238965.7993	15.18 **	2.96	4.60
Tratamientos	9	939325.4091	104369.4899	6.50 **	2.25	3.14
Error	27	433349.6240	16049.9860			
Total	39					

** : Alta significación estadística.

CV = 18.08 %

El coeficiente de variabilidad para la variable rendimiento de frijol fue de 18.08 %, lo cual significa que los datos obtenidos en campo tuvieron baja variación entre ellos, y se ajusta a lo previsto.

Tabla 18.

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5% para la variable rendimiento.

Tratamientos en estudio	Rendimiento (kg/ha)	Significación	
T6 Granate Moteado	875.96	A	
T3 Rojo Moteado	862.85	A	
T5 Manteca Chico Jaspes Morados	811.54	A	B
T2 Caballero Local	795.33	A	B
T4 Manteca Grande Jaspes Morados	745.18	A	B
T10 Rayado Alargado	684.99	A	B
T9 Bayo	637.92		B
T8 Pardo Moteado	637.35		B
T7 Manteca Jaspes Negros	632.14		B
T3 CAB-37-12	324.27		C

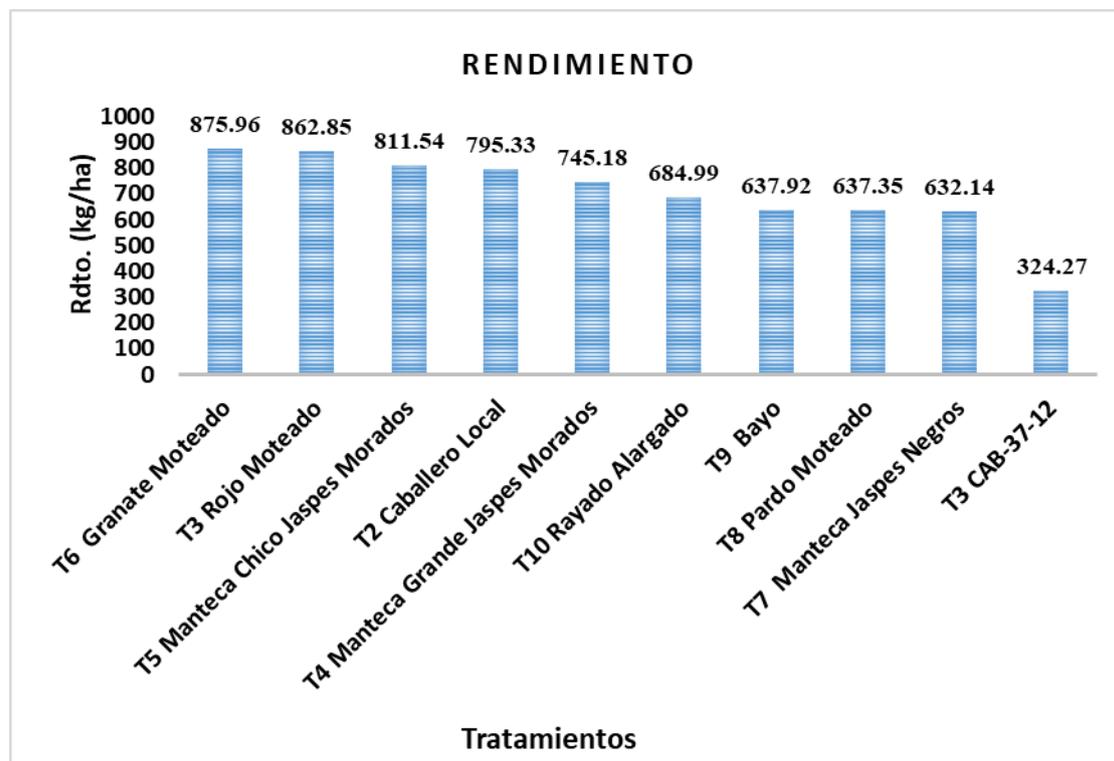
Según la Tabla 18, de la Prueba de Duncan para la variable rendimiento de frijol se aprecia que los tratamientos con mayor rendimiento son el cultivar Granate Moteado y Rojo Moteado con 875 y 862.85 kg/ha siendo estos estadísticamente similares y la vez con los tratamientos Manteca Chico Jaspes Morados (811.54 kg/ha), Caballero Local (795.33 kg/ha), Manteca grande Jaspes Morados (745.18 kg/ha) y Rayado Alargado (684.99 kg/ha); seguidamente al tratamiento con un rendimiento mediano tenemos al cultivar Bayo con 637.92 kg/ha, siendo este estadísticamente semejante a los tratamientos Pardo Moteado (637.35 kg/ha) y Manteca Jaspes negros (632.14 kg/ha), y la vez a los cultivares Rojo Moteado, Manteca Chico Jaspes Morados, Caballero Local, Manteca grande Jaspes Morados y Rayado Alargado; y por último el cultivar con menor rendimiento fue el tratamiento CAB-37-12 con 324.27 kg/ha siendo distinto estadísticamente a los demás cultivares.

Estos resultados concuerdan con Montenegro et al. (2016), el cual realizó un estudio donde el cultivar con mayor rendimiento presentó el mayor número de vainas por planta y de granos por vaina, con respuesta significativamente superior al resto de los cultivares estudiados.

Así mismo, nuestros resultados discrepan con Ramírez (2018), en la provincia de Cutervo evaluó los rendimientos de diferentes líneas promisorias de frijol, la línea CAB-37-7 obtuvo el mayor rendimiento, alcanzando 797.80 kg/ha, seguida por la línea CAB-37-12, con 631.13 kg/ha; en comparación, el rendimiento del testigo (*Phaseolus lunatus* L.) fue significativamente inferior, con apenas 499,39 kg/ha. Por otro lado, en nuestro experimento, el rendimiento observado para la línea CAB-37-12 fue considerablemente menor, con apenas 324.27 kg/ha, lo que está por debajo de los resultados reportados en Cutervo; esto sugiere que factores como las condiciones locales de cultivo, manejo agronómico o estrés ambiental podrían haber influido negativamente en la producción obtenida.

Figura 9.

Gráfica de comparación, de rendimiento de tratamientos en estudio.



4.2. Cultivo de Maíz

4.2.1. Altura de mazorca

En cuanto a la altura de mazorca de maíz, al hacer el ANOVA que se muestra en la Tabla 19, se observa que no existe diferencia estadística tanto para la Fuente de Repeticiones y de Tratamientos; lo cual, significa que no hay diferencias estadísticas entre los promedios de las 4 repeticiones y 10 tratamientos en estudio.

Tabla 19.

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable altura de mazorca.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05 0.01
Repeticiones	3	16.0160	5.3387	0.17 NS	2.96 4.60
Tratamientos	9	382.1390	42.4599	1.35 NS	2.25 3.14
Error	27	849.3090	31.4559		
Total	39				

NS: Sin significación estadística.

CV = 4.99 %

Del cuadro ANOVA también se ha obtenido un Coeficiente de Variabilidad de 4.99 %, dando a comprender que los datos obtenidos en campo tuvieron baja variación entre ellos, y se ajusta a lo esperado.

4.2.2. *Altura de planta*

Posteriormente al realizar el ANOVA para la variable altura de planta de maíz que se muestra en la Tabla 20, se observa que no hay diferencia estadística para la Fuente de variabilidad de Repeticiones, de la misma manera tampoco la hay para la de Tratamientos; lo cual, nos da a entender que no existe diferencia estadística para ambas Fuentes de Variabilidad.

Tabla 20.

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable altura de planta.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	164.7740	54.9247	1.15 NS	2.96	4.60
Tratamientos	9	541.5250	60.1694	1.26 NS	2.25	3.14
Error	27	1286.2410	47.6386			
Total	39					

NS: Sin significación estadística.

$$CV = 3.28 \%$$

De la Tabla estudiada también se ha conseguido un Coeficiente de Variabilidad de 3.28 %, que nos da entender que es bajo y se ajusta a lo deseado.

4.2.3. *Rendimiento*

Finalmente, en lo que respecta a la variable rendimiento del maíz, al hacer el ANOVA (Tabla 21), se ha observado alta diferencia estadística en la Fuente de Repeticiones; pero no hay diferencia estadística en la Fuente de Tratamientos; lo cual, significa que no presentan diferencias estadísticas entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio.

Tabla 21.*Análisis de varianza (ANOVA), de la variable rendimiento.*

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	7957098.628	2652366.209	15.18 **	2.96	4.60
Tratamientos	9	1380618.850	153402.094	0.88 NS	2.25	3.14
Error	27	4717505.680	174722.43			
Total	39					

** : Alta Significación

NS: Sin significación estadística.

CV = 15.93 %

El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 15.93 %, lo cual significa que los datos obtenidos en campo tuvieron baja variación entre ellos, y se ajusta a lo esperado.

Por lo tanto, en base a estas variables sobre el cultivo del maíz, se puede afirmar que su asociación con los diferentes cultivares de frijol no ha influido en alterar su comportamiento, como lo referente a su altura de planta, altura de mazorca y rendimiento de grano.

4.3. Rentabilidad de los tratamientos

De acuerdo al resultado de rentabilidad de cultivares de frijol en un sistema asociado con maíz (Tabla 22), se observa que el cultivar Rojo Moteado presenta el Índice de rentabilidad más alto con un 35.54%, este valor es seguido por el cultivar Caballero Local con 30.59%; Los demás cultivares presentan índices de rentabilidad decrecientes, en el siguiente orden: Rojo Moteado, Rayado Alargado, Manteca Grande Jaspes Morados, Pardo Moteado, Manteca Chico Jaspes Morados, Manteca Jaspes Negros y Bayo con valores de 24, 18.72, 14.82, 11.81, 10.08, 10.07 y 7.04% respectivamente; por otro lado, el cultivar CAB-37-12 presentó un índice de rentabilidad negativo, con una pérdida del -14.79% significando que por cada sol que se invierte se pierde 0.15 céntimos. Con base en estos

resultados, los cultivares Rojo Moteado y Caballero Local son los más rentables desde el punto de vista económico en el sistema de asociación maíz y frijol.

De manera similar Carrillo et al. (2019) realizaron un análisis económico sobre el sistema de cultivo asociado de maíz con frijol y chile, logrando determinar un índice de rentabilidad del 38% (relación del beneficio/costo de 1.38). Dicho resultado muestra una notable concordancia con los datos obtenidos en nuestro estudio ya que no son de mucha diferencia, fortaleciendo así la validez y consistencia de las estimaciones realizadas.

Por otro lado, Vega (2000) reportó un índice de rentabilidad muy alto, del 105.05%, en uno de sus tratamientos, que consistía en utilizar al maíz como soporte para 3 plantas de frijol por golpe. Sin embargo, estos resultados difieren considerablemente de los obtenidos en nuestro estudio, donde la rentabilidad fue significativamente menor.

Tabla 22.

Rendimiento de grano y rentabilidad de los tratamientos en el sistema de cultivo asociado de maíz y frijol.

Tratamientos	Rendimiento		Precio		Ingreso Total (S/.)	Costo Total (S/.)	Ingreso neto o ganancia (S/.)	Relación Beneficio/Costo	Índice Rentabilidad (%)
	Frijol (kg/ha)	Maíz (kg/ha)	Frijol (S/.)	Maíz (S/.)					
CAB-37-12	324.27	2482.1	7.00	1.50	5993.04	7033.50	-1040.46	- 0.85	-14.79
Caballero Local	795.33	2411.9	7.00	1.50	9185.16	7033.50	2151.66	1.31	30.59
Rojo Moteado	862.85	2848.8	6.00	1.50	9450.3	6972.30	2478.00	1.36	35.54
Manteca Grande Jaspes Morados	745.18	2356.4	6.00	1.50	8005.68	6972.30	1033.38	1.15	14.82
Manteca Chico Jaspes Morados	811.54	2411.7	5.00	1.50	7675.25	6972.30	702.95	1.10	10.08
Granate Moteado	875.96	2843.8	5.00	1.50	8645.5	6972.30	1673.20	1.24	24.00
Manteca Jaspes Negros	632.14	2587.6	6.00	1.50	7674.24	6972.30	701.94	1.10	10.07
Pardo Moteado	637.35	2647.9	6.00	1.50	7795.95	6972.30	823.65	1.12	11.81
Bayo	637.92	2848.8	5.00	1.50	7462.8	6972.30	490.50	1.07	7.04
Rayado Alargado	684.99	2778.5	6.00	1.50	8277.69	6972.30	1305.39	1.19	18.72

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los cultivares Granate Moteado y Rojo Moteado fueron los más sobresalientes en cuanto a rendimiento, alcanzando 875.96 kg/ha y 862.85 kg/ha, respectivamente; además, destacaron por su mayor número de vainas por planta y granos por vaina, siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos evaluados.

Los cultivares con mayor índice de rentabilidad fueron Rojo Moteado (35,54%) y Caballero Local (30,59%); esto significa que, por cada sol invertido, se obtiene el mismo monto invertido más una ganancia de 0,36 y 0,31 céntimos, respectivamente. En cambio, el cultivar CAB-37-12 tuvo una pérdida económica, con un índice de -14.79%; esto indica que por cada sol invertido, solo se recuperan 0,85 céntimos, lo que genera una pérdida de 0,15 céntimos.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda continuar investigando los rendimientos y la rentabilidad del cultivo de frijoles volubles en sistemas asociados con maíz; además, se sugiere realizar pruebas directamente con agricultores de la zona para obtener resultados más precisos y representativos, considerando que los factores ambientales pueden variar cada año.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfredo, S. (2015). *Revista digital Universitaria*.
https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ru.tic.unam.mx/bitstream/handle/123456789/2293/art11_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alvarado, E. (2018). *Ensayo de Adaptación y Rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (Phaseolus vulgaris l.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo*. [Tesis de ing. Agrónomo; Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Consultado el 22 de octubre del 2022 .
- Benites, J. (2016). *Leguminosas y plantas silvestres en la alimentación y la agricultura. Revista de agroecología, 32(2), (18-22)*.
- Camareno , F., Chura, J. & Blas, R. (2014). *Mejoramiento Genético y Biotecnológico de plantas*. Promotora Lima. https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf
- Carrillo, C., Álvarez, G., Aguilar, G., García, J. & Contreras, C. (2019). Rentabilidad de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y chile (*Capsicum annum*.) en el municipio de Morelos, Zacatecas. *Ley de Universidades*. 29, e1984. Recuperado el 12 de octubre del 2024. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662019000100140
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (1984). *Morfología de la planta de frijol comun (Phaseolus vulgaris L.)*. CIAT.
- Fernando, F., Gepts, P. & Lopez, M. (s/f). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol*. Obtenido de Google Académico : disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/132691059.pdf>
- FAO. (2018). *Legumbres. Pequeñas semillas, grandes soluciones*. Ciudad de Panamá. 292 páginas. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- FONTAGRO. (2004). *Selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en frijol voluble autóctono de la región Alto Andina*. doi:https://www.fontagro.org/wp-content/uploads/1999/01/pp_IST_99_09_0.pdf
- Gepts, P. (2000). Etapas de desarrollo de la planta de frijol – CIAT. Cali – Colombia.
- Maya, A. (2024). *Acumulación de unidades calor y su relación con la fenología del cultivo de frijol* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma De México). Disponible en <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000853162/3/0853162.pdf>
- Hernán, A. H. (2015). *Google académico*. Obtenido de Google académico : chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/file:///C:/Users/ESTHER/Downloads/BC-TES-TMP-1707.pdf
- Hernández, V., Vargas, M. Luisa P., Muruaga, J., Hernández, S. & Pérez, N. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común: Avances y perspectivas. *Revista fitotecnica mexicana*, 36(2), 95-104. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000200002&lng=es&tlng=es.
- Hernandez, C. (2015). *Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas*. doi:<https://oa.upm.es/36955/>
- INIA. (2004). *Proyecto de Investigación en Leguminosas de Grano*. Cusco. Obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/7131486c-282a-4dc9-bcb3-b69dc6bd49ea/content>
- INIA. (2010). *Frijol Bayo Mochica INIA*. Chiclayo. Obtenido de <https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/frijol/Bayo-mochica.pdf>
- INIA. (2006). Boletín INIA N° 457: Estimación de rendimiento y calidad. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/d5766e51-6f15-4a18-a943-ab37996e8195/content>

- José, A. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente* , 43-52.
- Lamz, A., Cárdenas, R., Ortiz, R., Eladio, L. & Sandrino, A. (2017). *Evaluación preliminar de líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris l.) promisorios para siembras tempranas en melena del sur*. *Cultivos Tropicales*, 38 (4), 111-118.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193254602013.pdf>
- Lemus, C. (2017). *Evaluación de diez genotipos de frijol voluble (phaseolus spp.) bajo el sistema en asocio con maíz (Zea mays) en los municipios de San Juan Ostuncalco y Concepción Chiquirichapa, del departamento de Quetzaltenango*. [Tesis de ing. Agrónomo; Universidad de San Carlos de Guatemala]. Disponible en <https://www.cytacunoc.gt/wp-content/uploads/2017/10/Lemus-Garcia-Christian-Daniel-2017.pdf>
- Lescay, E., Vásquez , Y. & Celeiro, F. (2017). Variabilidad y relaciones fenotípicas en variables morfoagronómicas en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). *Revista Centro Agrícola*, 61.
doi:<https://biblat.unam.mx/hevila/Centroagricola/2017/vol44/no4/9.pdf>
- Mahuku, G., Tamayo, P., Jara, C., García, O. & Santana, G. (2003). *Identificación de líneas tempranas con resistencia a ascochyta (Phoma exigua var. Diversispora) que puedan servir como padres para mejorar el frijol cargamanto, procedentes del Ciat*. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2016). *Leguminosas de grano, cultivares y clases comerciales del Perú*. Lima. Disponible en <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- MINAGRI. (2015). Requerimientos agroclimáticos del frijol. Obtenido de <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/ais-2015/ficha05-frijol.pdf>
- Montenegro, C., Piedra, A., Cárdenas, R. & Hernández, J. (2016). Respuesta agronómica de cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) de reciente introducción en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 37(2), 102-107. Recuperado el 05 de noviembre de 2024,

de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000200012&lng=es&tlng=en.

Ontiveros, A., Kohashi, J., Yáñez, P., Acosta, J. A., Martínez, E. & García, A. (2005). Crecimiento de la raíz del frijol con diferentes velocidades de secado del suelo. 23(3), 311-322. <https://www.redalyc.org/pdf/573/57311101002.pdf>

Orlando, C. V. (1998). *Folia Amazónica* . Obtenido de Folia Amazónica : <https://revistas.iiap.gob.pe/index.php/foviaamazonica/article/view/95>

Puente, M. (2020). *Comportamiento de líneas de Frijol voluble (Phaseolus vulgaris L.) en Costa Central*. [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio UNMSM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4533/puente-ramirez-maria-victoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pumalpa, D., Cantaro, H., Estrada, R. & Huaranga, A. (2020). Caracterización Fenotípica y Agronómica de líneas avanzadas del frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a virus en Perú. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182020000100003&script=sci_arttext

Quiroz, M. (2018). Characterization of the secondary metabolites in the seeds of nine native bean varieties (*Phaseolus vulgaris* and *P. coccineus*). *Scielo*, 96.

Ramírez, D. (2017). *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 de ing. Agrónomo; Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Disponible en <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/2084>

Roncal, M. (2004). *Principios de fitopatología andina*. Editorial Bracamonte. https://isbn.cloud/9789972937453/principios-de-fitopatologiaandina/#google_vignette

SENAMHI. (2024). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. Consultado 15 de setiembre del 2024. Datos Hidrometeorológicos - Estaciones meteorológicas

en Cajamarca: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones>

SENASA. (2007). Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de frijol. Obtenido de Plataforma del Estado Peruano: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-FRIJOL.pdf>

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2019). Aptitud agroclimática del frijol en México ciclo agrícola otoño invierno. Dirección de Soluciones Geoespaciales. Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/495087/Reporte_de_Aptitud_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_OI_2019-2020.pdf

SIEA (Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias). (2019). Anuario Agrícola. Lima-Peru. 26p.

Sorel, W. (2014). Adaptación y comparativo de rendimiento de dos cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tipo Caballero con tres densidades de siembra. [Tesis de ing. Agrónomo; Universidad Nacional del Centro del Perú]. Disponible en <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4640/browse?type=title>

Troncoso, J., & Tobar, P. (2005). Evolución de la rentabilidad de la agricultura y del precio de la tierra, periodo 1983-2002. *Panorama socioeconómico*, (30), 0. <https://www.redalyc.org/pdf/399/39903002.pdf>

Valladares, C. (2010). *Guía técnica del frijol*. Obtenido de https://issuu.com/oscaraliriovalladareslima/docs/guia_tecnica_frijol

Valladolid, C. (2001). *El cultivo del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la costa del Perú*. Intituto Nacional de Investigación Agraria .

- Vargas, L. (1970). *Cultivos alimenticios – capítulo leguminosas*. Universidad Agraria la Molina. Lima – Perú.
- Vega, C. (2000). *Cuatro tipos de soportes y dos densidades de siembra en frijol (Phaseolus vulgaris L.) var. 'huallaguino' en Tingo Maria*. [Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6b56920a-299f-44fd-81c5-b298bbcf31b/content>
- Vélez, L., Clavijo, J. & Ligarreto, G. (2007). Análisis ecofisiológico del cultivo asociado maíz (*zea mays* L.) - fríjol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 60 (2), 3965-3984. Recuperado el 14 de septiembre de 2024, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472007000200008&lng=en&tlng=es.

ANEXOS

Anexo 1.

Datos de campo para el análisis de resultados

1.1. Tablas de datos para el análisis de resultados en frijol y maíz.

Tabla 23.

Datos obtenidos en campo del experimento para Frijol.

Parcela	Tratamiento	Bloque	Df	Mf	Ap (cm)	Pc	Vpa	Vp	Gv	Pg (gr por 100 semillas)	Rendimiento		
											gr/parcela	kg/parcela	kg/ha
101	T5	I	129	175	155	38	488	12.8	6.5	54	1183	1.18	912.81
102	T9	I	119	184	187.4	28	321	11.5	6.1	66	877	0.88	676.70
103	T3	I	102	175	143.8	30	375	12.5	5.9	73	1210	1.21	933.64
104	T8	I	116	175	202.4	31	474	15.3	6.5	58	1236	1.24	953.70
105	T6	I	112	175	191.8	30	431	14.4	7.5	59	1445	1.45	1114.97
106	T2	I	129	175	153.6	28	459	16.4	5.2	75	1438	1.44	1109.57
107	T10	I	129	175	129.4	22	290	13.2	5.8	72	811	0.81	625.77
108	T4	I	112	175	147.6	29	477	16.4	4.2	70	1301	1.30	1003.86
109	T7	I	119	184	169.8	28	357	12.8	4.8	82	1156	1.16	891.98
110	T1	I	129	175	139.2	22	325	14.8	4.0	59	511	0.51	394.29
201	T10	II	102	175	190.2	32	463	14.5	6.0	68	1353	1.35	1043.98
202	T3	II	109	175	179.4	29	411	14.2	6.5	69	1302	1.30	1004.63
203	T5	II	116	175	178.2	33	509	15.4	5.9	51	1163	1.16	897.38
204	T6	II	119	184	217	33	506	15.3	7.2	60	1559	1.56	1202.93
205	T1	II	102	175	83	17	213	12.5	3.6	57	321	0.32	247.69
206	T4	II	119	175	178	28	469	16.8	4.2	72	1162	1.16	896.60

207	T9	II	119	184	167.8	26	293	11.3	5.5	57	812	0.81	626.54
208	T2	II	122	175	202	30	428	14.3	5.4	71	1062	1.06	819.44
209	T8	II	119	175	190.8	21	283	13.5	5.7	54	725	0.73	559.41
210	T7	II	122	184	188.8	18	234	13.0	5.0	80	798	0.80	615.74
301	T8	III	122	175	148	23	223	9.7	6.4	56	635	0.64	489.97
302	T4	III	122	175	145.8	22	314	14.3	5.0	69	712	0.71	549.38
303	T1	III	106	175	106.4	20	225	11.3	3.6	56	345	0.35	266.20
304	T10	III	106	175	135.8	24	267	11.1	5.1	69	684	0.68	527.78
305	T5	III	109	175	118.4	31	402	13.0	6.5	51	996	1.00	768.52
306	T3	III	112	175	95.4	25	392	15.7	6.0	68	965	0.97	744.60
307	T7	III	122	184	186	21	256	12.2	4.8	78	625	0.63	482.25
308	T2	III	122	184	140.8	20	222	11.1	5.4	69	729	0.73	562.50
309	T9	III	119	184	179	30	299	10.0	5.1	62	862	0.86	665.12
310	T6	III	119	184	171	29	232	8.0	5.7	58	825	0.83	636.57
401	T5	IV	116	175	180.4	24	417	17.4	6.4	50	865	0.87	667.44
402	T8	IV	119	175	162.2	25	285	11.4	6.2	53	708	0.71	546.30
403	T1	IV	129	175	102.6	26	342	13.2	4.1	56	504	0.50	388.89
404	T4	IV	116	175	117.6	23	317	13.8	4.5	69	688	0.69	530.86
405	T10	IV	102	175	140.8	25	246	9.8	6.2	68	703	0.70	542.44
406	T7	IV	122	184	128.8	23	279	12.1	4.9	79	698	0.70	538.58
407	T2	IV	119	184	136.4	28	356	12.7	4.9	71	894	0.89	689.81
408	T9	IV	122	184	144.4	27	285	10.6	5.0	63	756	0.76	583.33
409	T6	IV	119	184	175.4	26	276	10.6	6.7	59	712	0.71	549.38
410	T3	IV	109	175	139.2	30	375	12.5	5.4	70	996	1.00	768.52

Df: Días a la floración, **Mf:** Días a la madurez fisiológica, **Ap:** Altura de planta, **Pc:** plantas cosechadas, **Vpa:** Vainas por parcela, **Vp:** vainas por planta, **Gv:** granos por vaina, **Pg:** Peso de grano

Tabla 24.*Datos obtenidos en campo del experimento para Maíz.*

Parcela	Trata.	Bloque	Pc	Mc	Ap (cm)	Am (cm)	Rendimiento		
							gr/parcela	kg/parcela	kg/ha
101	T5	I	37	35	205.1	121.2	7.20	5555.56	5.56
102	T9	I	42	44	215.6	118.1	9.20	7098.77	7.10
103	T3	I	24	36	214.3	115.7	8.50	6558.64	6.56
104	T8	I	38	36	214.7	111.3	8.80	6790.12	6.79
105	T6	I	38	47	191.8	101.1	9.95	7677.47	7.68
106	T2	I	35	41	208.1	125	8.40	6481.48	6.48
107	T10	I	39	44	198.5	104	10.50	8101.85	8.10
108	T4	I	33	32	219.8	111.2	7.50	5787.04	5.79
109	T7	I	35	27	211.4	116.2	6.90	5324.07	5.32
110	T1	I	36	34	197.6	107.5	7.25	5594.14	5.59
							0.00		
201	T10	II	26	28	214.4	119.6	6.40	4938.27	4.94
202	T3	II	31	31	218.4	114.2	7.45	5748.46	5.75
203	T5	II	20	18	216.3	119.2	4.60	3549.38	3.55
204	T6	II	25	27	207.6	112.1	6.75	5208.33	5.21
205	T1	II	37	34	199.8	103.3	6.50	5015.43	5.02
206	T4	II	17	21	214.7	113.9	4.80	3703.70	3.70
207	T9	II	20	31	214.3	114.6	6.85	5285.49	5.29
208	T2	II	28	27	217.7	111	6.40	4938.27	4.94
209	T8	II	41	26	207.9	107	5.50	4243.83	4.24

210	T7	II	31	30	213.5	112	6.25	4822.53	4.82
301	T8	III	30	35	203.7	107.6	6.25	4822.53	4.82
302	T4	III	24	22	221.9	119.8	5.40	4166.67	4.17
303	T1	III	30	33	216	108.1	6.20	4783.95	4.78
304	T10	III	21	28	210.1	110.4	4.25	3279.32	3.28
305	T5	III	37	34	217.4	118.7	7.70	5941.36	5.94
306	T3	III	24	24	214.9	110	5.20	4012.35	4.01
307	T7	III	40	38	203	109.5	7.25	5594.14	5.59
308	T2	III	27	25	207.6	108	4.90	3780.86	3.78
309	T9	III	31	30	217.6	113.2	6.50	5015.43	5.02
310	T6	III	30	27	208.7	108.8	5.70	4398.15	4.40
401	T5	IV	28	20	208.6	107.7	4.50	3472.22	3.47
402	T8	IV	27	28	213.4	113.9	5.80	4475.31	4.48
403	T1	IV	24	21	212.9	117.2	4.75	3665.12	3.67
404	T4	IV	32	29	207.8	118.1	5.75	4436.73	4.44
405	T10	IV	32	37	200.7	98.1	6.50	5015.43	5.02
406	T7	IV	30	27	215.3	113	5.35	4128.09	4.13
407	T2	IV	29	25	220.1	117.1	4.60	3549.38	3.55
408	T9	IV	26	27	197.9	111.7	5.80	4475.31	4.48
409	T6	IV	27	25	206.2	112.3	5.90	4552.47	4.55
410	T3	IV	27	28	206.7	115.8	7.20	5555.56	5.56

Pc: Plantas cosechadas, **Mc:** Mazorcas cosechadas, **Ap:** Altura de planta, **Am:** Altura de mazorca

1.2. Tablas de costos y rentabilidad estimados de producción para los cultivares de frijol en un sistema asociado con maíz.

Tabla 25. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar CAB-37-12 en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Cultivar CAB-37-12
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	12	360
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6405.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				128.11
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				628.11
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 7,033.50
BENEFICIO BRUTO (S/.)				
	Frijol	Producción (kg/ha)	Precio/1 kg	
	Maíz	324.27	7	2269.89
		2482.1	1.5	3723.15
		total		S/ 5,993.04
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				-14.79

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 26. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Caballero Local la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Caballero Local
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	12	360
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6405.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				128.11
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				628.11
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 7,033.50
		Producción (kg/ha)	Precio/1 kg	
BENEFICIO BRUTO (S/.)	Frijol	795.33	7	5567.31
	Maíz	2411.9	1.5	3617.85
				S/
total				9,185.16
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				30.59

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 27. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Rojo Moteado en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Rojo Moteado
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	10	300
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6345.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				126.91
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				626.91
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 6,972.30
Producción (kg/ha) Precio/1 kg				
BENEFICIO BRUTO (S/.)	Frijol	862.85	6	5177.1
	Maíz	2848.8	1.5	4273.2
				S/ 9,450.30
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				35.54

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 28. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Manteca Grande Jaspes Morados en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con maíz (*Zea mays* L.)
- Manteca Grande Jaspes Morados
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	10	300
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6345.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				126.91
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				626.91
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 6,972.30
		Producción (kg/ha)	Precio/1 kg	
BENEFICIO BRUTO (S/.)	Frijol	745.18	6	4471.08
	Maíz	2356.4	1.50	3534.6
	total			S/ 8,005.68
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				14.82

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 29. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Manteca Chico Jaspes Morados en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Manteca Chico Jaspes Morados
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	10	300
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6345.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				126.91
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				626.91
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 6,972.30
Producción (kg/ha) Precio/1 kg				
BENEFICIO BRUTO (S/.)	Frijol	811.54	5	4057.7
	Maíz	2411.7	1.5	3617.55
	total			S/ 7,675.25
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				10.08

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 30. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Granate Moteado en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Granate Moteado
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	10	300
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6345.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				126.91
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				626.91
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 6,972.30
BENEFICIO BRUTO (S/.)				
	Frijol	Producción (kg/ha)	Precio/1 kg	
	Maíz	875.96	5	4379.8
		2843.8	1.5	4265.7
		total		S/ 8,645.50
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				24.00

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 31. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Manteca Jaspes Negros en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Manteca Jaspes Negros
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	10	300
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6345.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				126.91
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				626.91
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 6,972.30
BENEFICIO BRUTO (S/.)				
		Producción (kg/ha)	Precio/1 kg	
	Frijol	632.14	6	3792.84
	Maíz	2587.6	1.5	3881.4
	total			S/ 7,674.24
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				10.07

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 32. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Pardo Moteado en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Pardo Moteado
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	10	300
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6345.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				126.91
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				626.91
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 6,972.30
Producción (kg/ha) Precio/1 kg				
BENEFICIO BRUTO (S/.)	Frijol	637.35	6	3824.1
	Maíz	2647.9	1.5	3971.85
	total			S/ 7,795.95
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				11.81

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 33. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Bayo en la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Bayo
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	10	300
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6345.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				126.91
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				626.91
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 6,972.30
Producción (kg/ha) Precio/1 kg				
BENEFICIO BRUTO (S/.)	Frijol	637.92	5	3189.6
	Maíz	2848.8	1.5	4273.2
total				S/ 7,462.80
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				7.04

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

Tabla 34. Costos y rentabilidad estimados de producción del cultivar Rayado Alargado de la localidad de Amoshulca. Campaña 2022-2023.

- Cultivo: Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con Maíz (*Zea mays* L.)
- Rayado Alargado
- Extensión: 1 ha
- Abonamiento: 130-80-40 NPK/ha
- Época de siembra: Diciembre
- Época de cosecha: Julio

Rubro de gastos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)
a) COSTOS DIRECTOS				
a.1. Insumos				
- Semilla maíz	kg.	13	10	130
- Semilla frijol	kg.	30	10	300
- Fosfato Diamónico	kg.	173.9	3.5	608.65
- Urea	kg.	214.6	2.3	493.58
- Cloruro de potasio	kg.	66.6	2.6	173.16
a.2. Preparación de terreno				
- Arada	Hrs/maq	4	90	360
- Cruza (rastra)	Hrs/maq	3	140	420
- Surcado	Hrs/maq	2	90	180
a.3. Siembra y primer abonamiento				
- Primer abonamiento	Jornal	4	40	160
- Siembra	Jornal	6	40	240
a.4. Labores culturales				
- Desahije	Jornal	2	40	80
- Deshierbo manual	Jornal	12	40	480
- Segundo abonamiento	Jornal	2	40	80
- Aporque	Jornal	13	40	520
a.5. Cosecha y almacenamiento				
- Corte	Jornal	5	40	200
- Despanque y desgrane	Jornal	7	40	280
- Carguío	Jornal	5	40	200
- Trilla/máquina	Global	1	900	900
- Limpieza	Jornal	4	40	160
- Envasado	Jornal	3	40	120
a.6. Otros materiales				
- Alquiler manta	Global	1	50	50
- Sacos de polietileno: blancos 50 kg	Unidad	200	1	200
- Rafia en cono	Unidad	1	10	10
TOTAL COSTOS DIRECTOS				6345.39
b. COSTOS INDIRECTOS				
b.1. C. Administrativos (*)				126.91
b.2. C. Generales (costo de tierra)				500
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				626.91
TOTAL DE COSTOS (S/.)				S/ 6,972.30
BENEFICIO BRUTO (S/.)				
		Producción (kg/ha)	Precio/1 kg	
	Frijol	684.99	6	4109.94
	Maíz	2778.5	1.5	4167.75
		total		S/ 8,277.69
INDICE DE RENTABILIDAD (%)				18.72

(*): Al calcular el 2% de los costos directos

1.3. Análisis de suelo

Figura 10.

Resultado de análisis de suelo.



INFORME DE ENSAYO N° 110918-22/SU/BAÑOS DEL INCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : PN CEREALES GRANOS ANDINOS Y LEGUMINOSAS
 Propietario / Productor : MARIA FRANCISCA MISAHUAMAN BARDALES
 Dirección del cliente : JR. WIRACOCCHA S/N
 Solicitado por : Cliente
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestra
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsas de plástico oscura
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s) : PARIAMARCA / CAJAMARCA
 Fecha(s) de muestreo : 09/10/2022 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 03/11/2022
 Lugar de ensayo : LABSAF Baños del Inca
 Fecha(s) de análisis : 07/11/2022
 Cotización del servicio : 0292-22-BI
 Fecha de emisión : 16/11/2022

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1					
Código de Laboratorio	SU1218-EEBI-22					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo	: 09/10/2022					
Hora de Inicio de Muestreo (h)	--					
Condición de la muestra	--					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Las Culebras					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH	unid. pH	0.1	8,0			
Aluminio	mg/100 g	--	--			
Materia Orgánica	%	0.1	2,9			
Fósforo	ppm	--	8,59			
Potasio	ppm	--	380			
Conductividad Eléctrica	(mS/m)	0,1	29,3			

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Aluminio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.3.29 AS-33.2000. Determinación de aluminio intercambiable en suelo.
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.1.7 AS-07.2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.1.10 AS-07.2000. Determinación de fósforo.
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002) ítem 7.2.6 AS-19.2000. Determinación de Potasio.

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados
- Medicion de pH realizada a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha informacion.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: M. Sc. Marieta Cervantes Peraltá - Responsable del laboratorio del LABSAF Baños del Inca


 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRICOLA
 ESTACION EXPERIMENTAL AGUAZAR BAÑOS DEL INCA
 Dr. Néstor Antonio Cabrero Hoyo
 DIRECTOR

FIN DE INFORME DE ENSAYO

LABSAF EEABI
 Dirección: Jr. Wiracocha S/N Baños del Inca - Cajamarca
 Telf. 076-348386
 Email: inca@inia.gob.pe

Figura 11.

Tablas para interpretación de resultados de análisis de suelos.



INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH		Efectos
pH	Evaluación	
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables.
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6.6 - 7.3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)		Efectos
CLASIFICACIÓN	CE (mS/m)	
Normal	<100	Efecto despreciable de la salinidad. No existe restricción para ningún cultivo, aunque algunos cultivos muy sensibles pueden ser afectado en sus rendimientos.
Muy ligeramente salino	110 - 200	Los rendimientos de cultivos sensibles pueden verse afectados en sus rendimientos.
Moderadamente salino	210 - 400	Los rendimientos de cultivos pueden verse afectados en sus rendimientos.
Suelo salino	410 - 800	El rendimiento de casi todos los cultivos se ve afectado por esta condición de salinidad.
Fuertemente salino	810 - 160	Solo los cultivos muy resistentes a la salinidad pueden crecer en estos suelos.
Muy fuertemente salino	> 160	Prácticamente ningún cultivo convencional puede crecer económicamente en estos suelos.

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

MATERIA ORGANICA	
Clasificación	%MO
Muy Bajo	<0.5
Bajo	0.6 - 1.5
Medio	1.6 - 3.5
Alto	3.6 - 6.0
Muy Alto	> 6.0

FÓSFORO	
Clasificación	mg/kg de P
Bajo	<5.5
Medio	6.5 - 11
Alto	>11

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO		Efectos
Clasificación	CIC (cmol/kg suelo)	
Muy Bajo	<5.0	Suelo muy pobre
Bajo	5.0 - 15	Suelo pobre
Medio	15 - 25	Suelo medio
Alto	25 - 40	Suelo rico
Muy Alto	> 40	Suelo muy rico

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/kg)			
Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Bajo	<2.0	<0.5	<0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Media	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	>10	>3.0	>0.6

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES		Efectos
Calificativo	Saturación de Bases (%)	
Bajo	< 35	Suelo muy ácido. Aconsejable una enmienda caliza.
Medio	35 - 80	Suelo medio. Su riqueza dependerá de la CIC.
Alto	> 80	Suelo neutro a alcalino. Suelo saturado de bases.

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNA-T-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002)

Anexo 2. Panel fotográfico

Figura 13.

Preparación del terreno para la instalación del experimento.



Figura 14.

Surcado para realizar la siembra.



Figura 15.

Tratamiento de la semilla con fungicida agrícola.



Figura 16.

Embolsado de la semilla para trasladar a campo.



Figura 17.

Preparación y cálculo de la cantidad de fertilizante necesario para la siembra.



Figura 18.

Distribución del fertilizante para luego proceder a la siembra.



Figura 19.

Distribución de los tratamientos en su parcela respectiva.



Figura 20.

Siembra de los cultivos en un sistema asociado con maíz.



Figura 21.

Deshierbo de los cultivos en un sistema asociado con maíz.



Figura 22.

Distribución del segundo abonamiento con fertilizante (urea) para luego realizar el aporque.



Figura 23.

Aporque del cultivo asociado.



Figura 24.

Etiquetado de los tratamientos por parcelas.



Figura 25.

Guiado del frijol para asegurar su crecimiento adecuado.



Figura 26.

Visita del asesor para revisar el progreso del experimento.



Figura 27.

Evaluación de la floración.

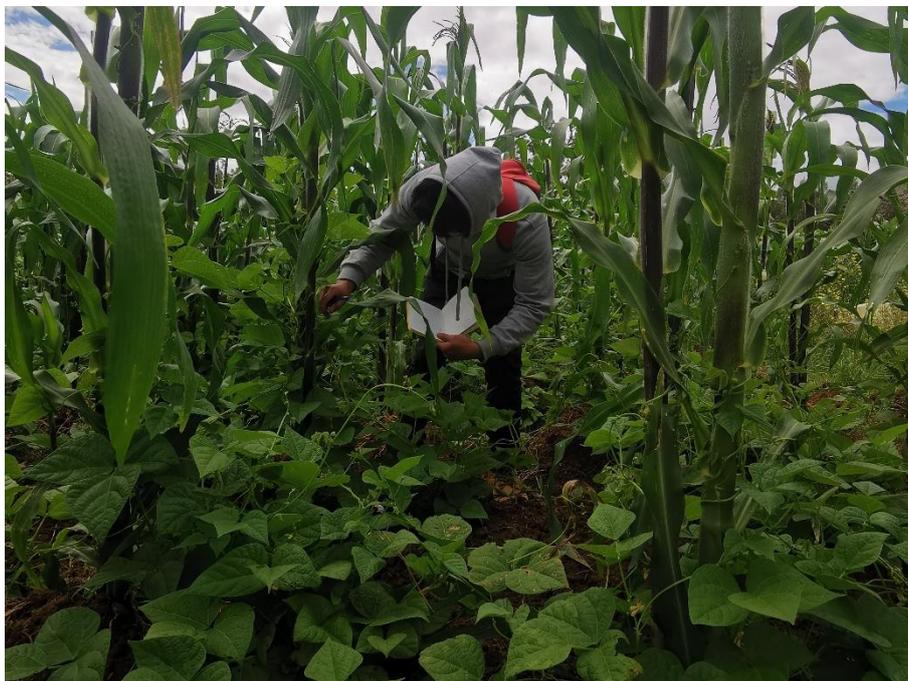


Figura 28.

Floración del cultivar Caballero Local.



Figura 29.

Evaluación de la madurez fisiológica.



Figura 30.

Cosecha de los cultivares de frijol.



Figura 31.

Ensacado de los cultivares de frijol para el proceso de post cosecha y fase de gabinete.



Figura 32.

Evaluación de altura de plantas de maíz.



Figura 33.

Cosecha de maíz.



Figura 34.

Pesado en campo de mazorcas de maíz.



Figura 35.

Trilla o desgrane de los cultivares de frijol.



Figura 36.

Evaluación de conteo de vainas y número de granos por vaina.



Figura 37.

Secado de maíz para proceder a su almacenamiento.



Figura 38.

Evaluación de peso de grano de los diferentes cultivares de frijol.



Figura 39.

Evaluación del peso de grano del cultivar Rojo Moteado.

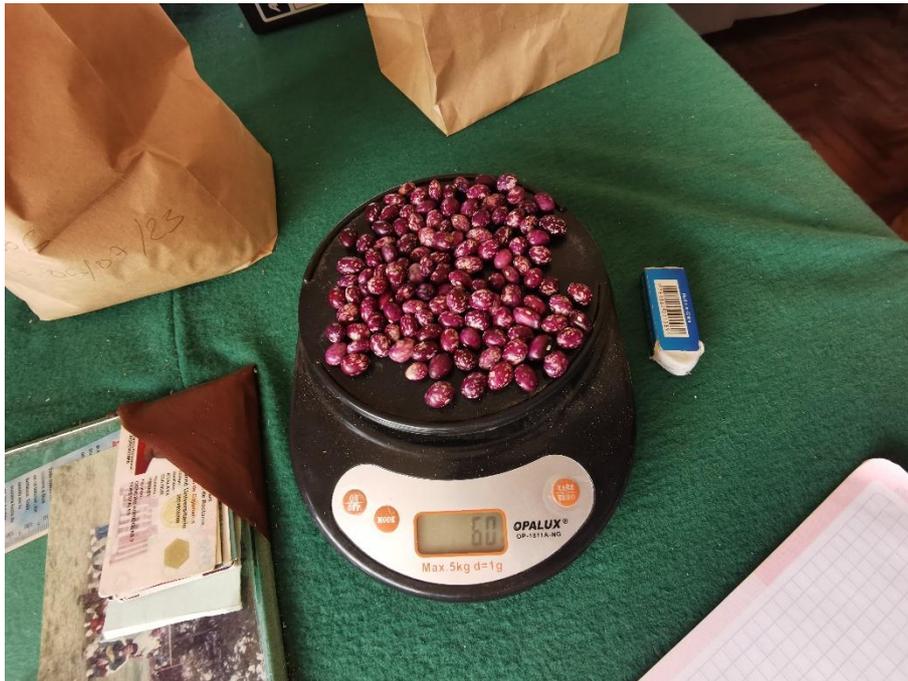


Figura 40.

Evaluación del peso de grano del cultivar Rayado Alargado.

