

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**“ASOCIACIÓN DE MAÍZ (*Zea mays* L.) CON FRIJOL
ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL VALLE DE
CAJAMARCA”**

Para optar Título Profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:
WILDER SANGAY MISAHUAMÁN

Asesores:

Ing. M. Sc. JESÚS HIPÓLITO DE LA CRUZ ROJAS

Dr. TORIBIO NOLBERTO TEJADA CAMPOS

CAJAMARCA – PERÚ

-2025-

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:

Wilder Sangay Misahuamán

DNI: 71908709

Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía

2. Asesor:

Ing.M.Sc. Jesús Hipólito De la Cruz Rojas.

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: "ASOCIACIÓN DE MAÍZ (*Zea mays* L.)
CON FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL VALLE DE
CAJAMARCA"**

7. Fecha de evaluación: 15/10/2025

8. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)

9. Porcentaje de Informe de Similitud: 21%

10. Código Documento: oid: 3117:513423704

11. Resultado de la Evaluación de Similitud: 21%

☒ APROBADO

☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O
DESAPROBADO

Fecha Emisión: 16/10/2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



M.Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
26724113

** 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

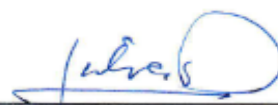
En la ciudad de Cajamarca, a los ocho días del mes de agosto del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 370-2025-FCA-UNC, de fecha 24 de junio del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"ASOCIACIÓN DE MAÍZ (*Zea mays* L.) CON FRIJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL VALLE DE CAJAMARCA"**, realizada por el Bachiller **WILDER SANGAY MISAHUAMÁN** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y cinco 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 dieciséis (16); 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 cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.



Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE



Ing. José Lizandro Silva Mego
SECRETARIO



Dr. Isidro Rimarachín Cabrera
VOCAL



Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
ASESOR



Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos
ASESOR

DEDICTORIA

A mis queridos padres Gregorio y María Francisca por ser mi motivo, apoyo, mis más grandes consejeros de vida en todo momento de mi proceso educativo, además, de demostrarme un amor incondicional y en especial para lograr se haga realidad este trabajo de investigación.

A mis hermanos Yovana, Jorge y Eduardo; por brindarme apoyo emocional y mucha motivación en toda mi vida profesional.

El autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios ‘Jehová’, por su cuidado, por mantenerme con salud y por permitir que logre mis sueños académicos y completar con éxito mi investigación. Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis padres y hermanos, quienes me han inculcado valores y han brindado apoyo constante en mi camino hacia la formación profesional, contribuyendo a ser una persona comprometida con la sociedad.

Quiero reconocer y agradecer al Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos (INIA), al Ing. MSc Jesús Hipólito De la Cruz Rojas (UNC) y a todos los Docentes de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de Cajamarca por su apoyo invaluable, por compartir conocimientos científicos que han dejado una marca significativa en mi vida profesional, y por ser modelos a seguir con prestigio tanto dentro como fuera de la Alma Mater.

El autor

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación de la Investigación	2
1.2. Problema	2
1.2.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2.2. Formulación del Problema	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Hipótesis	4
1.4.1. Hipótesis General.....	4
1.4.2. Hipótesis Específicas	4
CAPÍTULO II	5
Revisión de Literatura	5
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	5
2.2. Bases Teóricas	9
2.2.1. Origen	9
2.2.2. Botánica.....	10
2.2.3. Descripción de las Etapas de Desarrollo	12
2.2.4. Habito de crecimiento del frijol	14
2.2.5. Condiciones climáticas favorables para el cultivo	16

2.2.6.	<i>Variedades de frijol arbustivo</i>	18
2.2.7.	<i>Definición de Términos Básicos</i>	21
CAPÍTULO III		22
Materiales y Métodos		22
3.1.	Ubicación del Experimento	22
3.2.	Características climatológicas de la zona de estudio	24
3.3.	Características edáficas del campo experimental	25
3.3.1.	<i>Resultados e interpretación del análisis de suelo</i>	25
3.4.	Disposición Experimental	26
3.4.1.	<i>Tratamientos en Estudio</i>	26
3.4.2.	<i>Diseño Experimental</i>	27
3.4.3.	<i>Randomización</i>	27
3.4.4.	<i>Características del Campo Experimental</i>	29
3.4.5.	<i>Material experimental</i>	29
3.4.6.	<i>Conducción Experimental</i>	30
3.4.7.	<i>Variables evaluadas</i>	32
3.4.8.	<i>Análisis Estadístico</i>	34
CAPÍTULO IV		35
Resultados y Discusión		35
4.1.	Días a la Emergencia del Frijol	35
4.2.	Días a la floración del frijol	36
4.3.	Número de vainas por planta	39
4.4.	Días a la madurez fisiológica del frijol	39
4.5.	Peso de 100 granos de frijol	42
4.6.	Rendimiento del frijol	44
4.7.	Incidencia de enfermedades foliares en la etapa vegetativa	47
4.8.	Severidad de enfermedades foliares en la etapa vegetativa	49

4.9.	Incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva	51
4.10.	Severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva	52
4.11.	Altura de planta de maíz	54
4.12.	Altura de mazorca de maíz.....	54
4.13.	Rendimiento del maíz	55
CAPÍTULO V		57
Conclusiones y Recomendaciones		57
5.1.	Conclusiones	57
5.2.	Recomendaciones	57
CAPITULO VI		58
Referencias Bibliográficas		58
ANEXOS		63
Anexo 1. Datos de Campo Para Análisis de Resultados.....		63
Anexo 2. Panel fotográfico		67
Anexo 3. Análisis de suelo.....		85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1 <i>Taxonomía del frijol común</i>	10
Tabla 2 <i>Temperatura máxima, mínima, media y precipitación correspondiente a la campaña agrícola 2022 - 2023 de la Estación Meteorológica La Victoria – Cajamarca</i>	24
Tabla 3 <i>Resultados de análisis de suelos</i>	25
Tabla 4 <i>Interpretación de resultados de análisis de suelo</i>	25
Tabla 5 <i>Tratamientos en estudio</i>	26
Tabla 6 <i>Líneas o Variedades utilizadas en el experimento</i>	27
Tabla 7 <i>Análisis de Varianza (ANOVA) para días desde la siembra a la emergencia del frijol</i>	35
Tabla 8 <i>Análisis de varianza (ANOVA), para días a la floración</i>	36
Tabla 9 <i>Prueba de significación de Duncan para la variable días a la floración</i>	37
Tabla 10 <i>Análisis de varianza (ANOVA), numero de vainas por planta</i>	39
Tabla 11 <i>Análisis de varianza (ANOVA), para días a la madurez fisiológica del frijol</i>	40
Tabla 12 <i>Prueba de significación de Duncan para días a la madurez fisiológica del frijol (días)</i>	40
Tabla 13 <i>Análisis de varianza (ANOVA), peso de 100 granos de frijol</i>	42
Tabla 14 <i>Prueba de significación de Duncan para el peso de 100 granos de frijol (g)</i>	43
Tabla 15 <i>Análisis de Varianza (ANOVA), rendimiento de Frijol</i>	45
Tabla 16 <i>Prueba de significación de Duncan para rendimiento de frijol (kg/ha)</i>	45
Tabla 17 <i>Incidencia de enfermedades foliares durante el desarrollo vegetal (%)</i>	48
Tabla 18 <i>Severidad de enfermedades foliares en etapa vegetativa (%)</i>	49
Tabla 19 <i>Incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva</i>	51
Tabla 20 <i>Severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva</i>	52
Tabla 21 <i>Análisis de varianza (ANOVA), altura de plantas de maíz</i>	54

Tabla 22 <i>Análisis de varianza (ANOVA), altura de mazorca de maíz.....</i>	55
Tabla 23 <i>Análisis de varianza (ANOVA), rendimiento de maíz.....</i>	55
Tabla 24 <i>Rendimiento de maíz en asociación con los 10 tratamientos</i>	56
Tabla 25 <i>Datos de evaluación en etapa vegetativa</i>	63
Tabla 26 <i>Datos de evaluación en etapa reproductiva</i>	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1 <i>Esquema de los cuatro tipos de hábitos de crecimiento según CIAT, 1984</i>	16
Figura 2 <i>Ubicación del experimento</i>	23
Figura 3 <i>Croquis del experimento</i>	28
Figura 4 <i>Gráfico de comparación para días a la floración.....</i>	38
Figura 5 <i>Gráfico de comparación de los días a la madurez fisiológica del frijol (días).....</i>	41
Figura 6 <i>Gráfico de comparación de peso de 100 granos de frijol</i>	44
Figura 7 <i>Gráfico de comparación de rendimientos de frijol</i>	47
Figura 8 <i>Gráfico de comparación de Incidencia de enfermedades foliares durante el desarrollo vegetal.....</i>	49
Figura 9 <i>Gráfico de comparación de Severidad de enfermedades foliares en etapa vegetativa</i>	50
Figura 10 <i>Gráfico de comparación de incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva</i>	52
Figura 11 <i>Gráfico de comparación de severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva</i>	53
Figura 12 <i>Comparación del rendimiento de maíz asociado a 10 tratamiento de frijol arbustivo</i>	56
Figura 13 <i>Preparación de terreno para la instalación del experimento</i>	67
Figura 14 <i>Medida de ancho de surco</i>	67
Figura 15 <i>Surcado de terreno.....</i>	68
Figura 16 <i>Tratamiento de semilla de frijol con VITAVAX-300.....</i>	68
Figura 17 <i>Medida para instalación de golpes de semillas (frijol y maíz)</i>	69
Figura 18 <i>Delimitación de bloques.....</i>	69
Figura 19 <i>Distribución de semillas por tratamiento</i>	70

Figura 20 Primera aplicación de abonamiento	70
Figura 21 Evaluación de días a la emergencia del frijol	71
Figura 22 Presencia de plagas, estado larval de (<i>Astylus</i> sp).....	71
Figura 23 Aplicación de abono foliar	72
Figura 24 Toma de datos según el desarrollo del experimento	72
Figura 25 Realizando aporque del experimento asociado frijol arbustivo con maíz.....	73
Figura 26 Toma de datos de la variable días a la floración del frijol.....	73
Figura 27 Segunda aplicación de abono foliar	74
Figura 28 Toma de datos en etapa reproductiva.....	74
Figura 29 Síntomas de antracnosis y ascochyta en la Variedad INIA 439 Costacen	75
Figura 30 Síntomas de antracnosis y ascochyta en la variedad Larán Mejorado	75
Figura 31 Síntomas de antracnosis y ascochyta en la variedad INIA 404 CIFAC 90105	76
Figura 32 Síntomas de antracnosis y ascochyta en la Línea Waf	76
Figura 33 Síntomas de antracnosis y ascochyta en la Variedad Bayo Mochica.....	77
Figura 34 Síntomas de antracnosis y ascochyta en la Línea Super Bayo	77
Figura 35 Síntomas de antracnosis y ascochyta en la variedad Camanejo	78
Figura 36 Síntomas de antracnosis y ascochyta en la variedad Blanco Larán	78
Figura 37 Síntoma de antracnosis y ascochyta de la variedad Canario 2000	79
Figura 38 Síntoma de antracnosis y ascochyta de la Línea Alubia 3011	79
Figura 39 Vainas de los 10 tratamientos. (a) Variedad Bayo Mochica, (b) variedad Larán Mejorado, (c) Línea Super Bayo, (d) Variedad INIA 439 COSTACEN, (e) Línea Waf, (f) Variedad Camanejo, (g) Variedad Blanco Larán, (h) Variedad Canario 2000, (i) Línea Alubia 3011 y (j) Variedad INIA 404 CIFAC 90105	80
Figura 40 Selección de vainas de los 10 tiramientos.....	81
Figura 41 Conteo y selección de vainas por parcela.....	81
Figura 42 Toma de datos de altura de planta y altura de mazorca del maíz	82

Figura 43 <i>Cosecha y selección de maíz</i>	82
Figura 44 <i>Mazorcas de maíz clasificadas por calidad.....</i>	83
Figura 45 <i>Pesado de mazorcas de maíz para cálculo de rendimiento.....</i>	83
Figura 46 <i>Peso de 100 granos de frijol por tratamiento.....</i>	84
Figura 47 <i>Peso de granos por parcela, para cálculo de rendimiento de frijol por tiramiento</i>	84
Figura 48 <i>Informe de análisis de suelo.....</i>	85
Figura 49 <i>Interpretación de análisis de suelo</i>	86
Figura 50 <i>Recomendación de abonamiento para el cultivo de maíz asociado con frijol.....</i>	86

RESUMEN

¿Qué variedades de frijol arbustivo son promisorias, cuyo cultivo es asociado con maíz, bajo las condiciones del valle de Cajamarca? La presente investigación tuvo el objetivo de identificar variedades promisorias de frijol arbustivo asociadas con maíz, adaptadas a las condiciones del valle de Cajamarca. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con diez tratamientos y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables agronómicas y sanitarias como días a la emergencia, floración y madurez fisiológica, incidencia y severidad de enfermedades foliares en fases vegetativa y reproductiva, número de vainas por planta, peso de 100 granos y rendimiento. El análisis estadístico comprendió ANOVA y la prueba de rango múltiple de Duncan. Los resultados indicaron que no hubo diferencias estadísticas en días a la emergencia. Las líneas Super Bayo y Alubia 3011 mostraron mayor resistencia a enfermedades foliares. Alubia 3011 fue la más precoz en floración (54.25 días) y Bayo Mochica en madurez fisiológica (153.75 días). En peso de 100 granos, destacaron Waf (76.75 g) y Super Bayo (74.50 g). La línea Super Bayo presentó el mayor rendimiento (540.46 kg/ha), siendo estadísticamente superior. Se concluye que la línea Super Bayo es la más recomendable para cultivo asociado con maíz en el valle de Cajamarca.

Palabras clave: promisorias, cultivares, incidencia, severidad, rendimiento.

ABSTRACT

Which bush bean varieties are promising when intercropped with maize under the conditions of the Cajamarca Valley? This research aimed to identify promising bush bean varieties intercropped with maize, adapted to the conditions of the Cajamarca Valley. A Randomized Complete Block Design (RCBD) with ten treatments and four replications was used. Agronomic and sanitary variables were evaluated, such as days to emergence, flowering and physiological maturity, incidence and severity of foliar diseases in vegetative and reproductive stages, number of pods per plant, weight of 100 seeds, and yield. Statistical analysis included ANOVA and Duncan's multiple range test. Results indicated no statistical differences in days to emergence. The lines Super Bayo and Alubia 3011 showed higher resistance to foliar diseases. Alubia 3011 was the earliest in flowering (54.25 days), while Bayo Mochica reached physiological maturity earlier (153.75 days). For 100-seed weight, Waf (76.75 g) and Super Bayo (74.50 g) stood out. The line Super Bayo achieved the highest yield (540.46 kg/ha), being statistically superior. It is concluded that the Super Bayo line is the most recommendable for intercropping with maize in the Cajamarca Valley.

Keywords: promising, cultivars, incidence, severity, yield.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa muy importante en América Latina y a nivel mundial, siendo un cultivo fundamental en la dieta peruana debido a su alto contenido de carbohidratos (59-60%) y proteínas (20-23%). Sus aminoácidos esenciales, como lisina y triptófano, son comparables a los de la carne, y su presencia sustituye deficiencias en cultivos como el maíz (Valladolid, 1993). Además, el Frijol común es rico en vitaminas del complejo B, proporciona minerales y cuenta con un elevado contenido de fibra.

Existen numerosas variedades de frijol que difieren en tamaño, forma, color y tipo de crecimiento, con alrededor de 150 formas en total. En el Perú, se cultiva en la costa, sierra y selva, mostrando una amplia adaptabilidad que permite la producción durante todo el año. Además, su cultivo beneficia los suelos al incorporar nitrógeno atmosférico (Torres et al. 2018).

El frijol común presenta numerosas variedades adaptadas a diversas regiones de Perú, incluyendo la costa, la sierra y la selva. En la sierra norte, se extiende desde los valles interandinos ubicados a unos 2200 metros sobre el nivel del mar hasta la región Quechua, llegando a unos 3000 metros de altitud. En esta zona, se encuentran dos tipos principales: el frijol arbustivo, que predomina en lugares más cálidos, mientras que a partir de los 2500 metros sobre el nivel del mar se halla el frijol voluble, a menudo asociado con maíz, siendo una práctica común en la agricultura familiar.

El desarrollo del frijol, al igual que otros cultivos, se ve afectado principalmente por fitoenfermedades en la sierra norte, como la antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*) y la ascochyta (*Ascochyta phaseolorum*). Estas enfermedades dan como resultado una disminución del rendimiento y calidad del grano, así como en un aumento de los costos de producción, especialmente para los pequeños productores en la región de Cajamarca. Además, otros factores limitantes de su producción incluyen el uso de semillas de baja calidad, sistemas de siembra inadecuados y la presencia de insectos.

En tal sentido, en respuesta a estos desafíos, mediante este trabajo se busca considerar la influencia del cambio climático mediante la identificación y selección de variedades de frijol arbustivo adaptadas al sistema de siembra en asociación con maíz en el valle de Cajamarca. Este proyecto tiene como propósito hacer un estudio para la introducción del cultivo del frijol arbustivo en la sierra como una práctica innovadora para los agricultores locales.

1.1. Justificación de la Investigación

La justificación de este proyecto de investigación radica en su intento de fomentar el cultivo de frijol arbustivo en la sierra, utilizando variedades desarrolladas originalmente para la costa, adaptadas a climas más cálidos. Dada la influencia del cambio climático, en el sentido que se ha elevado la temperatura lo cual puede ser aprovechado para la adaptación de cultivos propios de zonas cálidas, se plantea esta investigación que se orienta a buscar la posibilidad de cultivar estas variedades a altitudes superiores a los 2600 metros sobre el nivel del mar en la región de Cajamarca.

Además, esta investigación se justifica al buscar mejorar la agricultura aprovechando el cambio climático, ya que la temperatura está aumentando. El objetivo es promover mayores áreas cultivadas de frijol, que tiene la capacidad de mejorar los suelos mediante la fijación del nitrógeno atmosférico.

1.2. Problema

1.2.1. Planteamiento del Problema

El cultivo de frijol en Cajamarca y la sierra norte presenta un rendimiento muy bajo, especialmente en el caso del frijol voluble, donde se estima un rendimiento de 851 kg/ha. Este bajo rendimiento se atribuye al cultivo de frijoles volubles en asociación con maíz, utilizando variedades agresivas que provocan el acame del maíz. Además, muchos de estos cultivares son susceptibles a enfermedades como antracnosis, ascochyta, oídium (*Erysiphe polygoni*), entre otras. El frijol voluble también es caracterizado por su tardía maduración, y en algunos años no

completa su período vegetativo debido a la falta de lluvia, ya que se cultiva en condiciones de secano, resultando la falta de desarrollo de flores y vainas.

Por otro lado, existe el frijol arbustivo, de porte bajo, que se cultiva en la costa y en valles abrigados como los valles de la costa norte y el Valle Condebamba, en la provincia de Cajabamba. En estas áreas se utilizan variedades desarrolladas originalmente para la costa peruana, adaptadas a condiciones abrigadas. Sin embargo, debido al cambio climático y al aumento de la temperatura en la sierra, sería beneficioso realizar ensayos con estas variedades en dicha zona. Además, aunque el frijol arbustivo suele cultivarse en monocultivo, también podría ser una alternativa tecnológica interesante para la sierra norte si se cultiva en asociación con maíz.

1.2.2. *Formulación del Problema*

a. Problema general

- ¿Qué variedades de frijol arbustivo son promisorias, cuyo cultivo es asociado con maíz, bajo las condiciones del valle de Cajamarca?

b. Problemas específicos

- ¿Qué variedades de frijol arbustivo alcanzan buen rendimiento, cuyo cultivo es asociado con maíz, bajo las condiciones del valle de Cajamarca?
- ¿Qué variedades de frijol arbustivo son más tolerantes a enfermedades, cuyo cultivo es asociado con maíz, bajo las condiciones del valle de Cajamarca?

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo General*

- Contar con información sobre variedades promisorias de frijol arbustivo, cuyo cultivo es asociado con maíz, bajo las condiciones del valle de Cajamarca.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Identificar y seleccionar variedades de frijol arbustivo de buen rendimiento, cuyo cultivo es asociado con maíz, bajo las condiciones del valle de Cajamarca.

- Identificar y seleccionar variedades de frijol arbustivo tolerantes a enfermedades, cuyo cultivo es asociado con maíz, bajo las condiciones del valle de Cajamarca.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis General

- Alrededor del 20 % de las variedades de frijol arbustivo evaluadas en asociación con maíz son promisorias para el valle de Cajamarca.

1.4.2. Hipótesis Específicas

- Alrededor del 20% de las variedades de frijol arbustivo evaluadas en asociación con maíz alcanzan buen rendimiento (mayor a 800 kg/ha) en el valle de Cajamarca.
- Alrededor del 20% de las variedades de frijol arbustivo evaluadas en asociación con maíz son tolerantes a enfermedades en el valle de Cajamarca.

CAPÍTULO II

Revisión de Literatura

2.1. Antecedentes de la Investigación

Quenter (2013) desarrolló una tesis titulada "Evaluación de Adaptación de Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Palma Real, Distrito de Echaratela Convención – Cusco". La investigación se centró en evaluar la adaptación y rendimiento de variedades de frijol en dos localidades de San Luis-Palma Real y Rosalinas-Palma Real, ubicadas en el Distrito de Echarate-La Convención, a altitudes de 916 y 900 metros sobre el nivel del mar, respectivamente. El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con seis tratamientos, provenientes de la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco-INIA, y cuatro repeticiones. Se evaluaron diversas variables como días a la emergencia, floración, madurez fisiológica, periodo vegetativo, altura de planta, número de vainas por planta, longitud de vaina, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, rendimiento, resistencia a enfermedades, costos de producción y beneficio económico. Los resultados destacan que la variedad INIA 408 Sumac Puka mostró la mejor adaptación y mayor rendimiento de grano (1856 Kg/ha), siendo estadísticamente igual a Jacinto INIA (1714 Kg/ha), pero superior a otras variedades y testigos. Además, se observó que ciertas variedades fueron precoces en días a la floración, a la madurez fisiológica y al periodo vegetativo en comparación con otras. En condiciones de Echarate (Ceja de Selva), las variedades INIA 408 Sumac Puka, Jacinto INIA, INIA 426 Perla Cusco e INIA 425 Martín Cusco fueron precoces en el periodo vegetativo en comparación con lo reportado en Valles Interandinos por INIA.

Según Torres et al. (2018), estudios realizados en diversos países han demostrado que la asociación de cultivos, también conocida como policultivo, mejora la eficiencia biológica en comparación con los monocultivos tradicionales. En el caso de la siembra de policultivos, es crucial mantener una distancia adecuada, como 0.9 m entre hileras por 0.4 m entre plantas para el maíz y de 0.9 m a 0.25 m para los frijoles. Esta disposición permite que una de las especies

libere compuestos alelopáticos que limitan la aparición de malas hierbas. Esta técnica agroecológica se presenta como una alternativa viable para mejorar la fertilidad del suelo. La intercalación de maíz con leguminosas no solo suprime las malezas, sino que también contribuye a la conservación de los nutrientes del suelo, como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), mejorando así el rendimiento de grano. En conjunto, esto genera beneficios tanto ecológicos como económicos.

En el "Ensayo de Adaptación y Rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015" realizado por Alvarado (2018), se empleó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con nueve tratamientos y tres repeticiones. Los rendimientos más destacados se observaron en las variedades Negro 77, Capsula, Alubia 3011, Bayo mochica y Larán Mejorado, con cifras de 930.95, 910.71, 628.57, 615.48 y 607.72 kg/ha respectivamente. Por otro lado, la variedad Canario 2000 mostró el rendimiento más bajo con solo 480.95 kg/ha. Mediante la metodología Stepwise (regresión múltiple), se determinó que las variables más influyentes en el rendimiento fueron el número de vainas por planta y la longitud de la vaina, con un coeficiente de determinación $R^2 = 82.75\%$. Los resultados del análisis multivariado indicaron una variabilidad significativa en todos los atributos evaluados.

En la investigación de Rojas (2019) titulada "Líneas promisorias de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de la costa central", se evaluaron 130 líneas promisorias de frijol común introducidas del CIAT en condiciones del INIA, La Molina. El material genético se clasificó en frijoles rojos (RJ), alubia (ALU), cranberry (CBR), cariocas (CAR) y panamito (PAN), y se comparó con cinco variedades comerciales. La evaluación se realizó en surcos de observación, donde se analizaron características agronómicas, rendimiento y componentes tanto cuantitativos como cualitativos. Las líneas de frijoles rojos (RJ), alubia (ALU) y cranberry (CBR) exhibieron características agronómicas muy favorables, mientras que los frijoles cariocas (CAR) y panamitos (PAN) no lograron adaptarse debido a condiciones subóptimas, como la temperatura.

A pesar de que los frijoles rojos (RJ) registraron un rendimiento de grano mayor (8.12 g), ningún grupo superó a los testigos comerciales. Se observó una correlación positiva y significativa entre el rendimiento y el número de granos por vaina en los grupos CBR, ALU y RJ. Además, la longitud de vaina mostró una asociación directa y significativa con el rendimiento en los grupos CAR y PAN.

Agraria.pe (2021) informa sobre estudios realizados en el Programa de Mejoramiento Genético del Instituto de Innovación Agraria (INIA), donde Carlos Arbizu Berrocal, director de la subdirección de Investigación y de estudios especiales del INIA, destaca los resultados de la investigación sobre la adaptación de variedades de frijol al cambio climático. El estudio sometió variedades de frijol a diferentes niveles de riego, simulando condiciones de estrés hídrico. Los resultados indican que las variedades de frijol mejor adaptadas al estrés hídrico causado por el cambio climático son el frijol Costacen, desarrollado por el INIA, y el frijol Canario Camanejo, originario de la provincia arequipeña de Camaná.

Cervantes (2022) realizó una tesis titulada “Comparativo de Rendimiento de Nueve Líneas de *Phaseolus Vulgaris* Frijol, en el Valle de Chíncha”; se buscó comparar el rendimiento de nueve líneas promisorias de frijol en el Valle de Chíncha. El experimento se realizó con un diseño de bloques completos al azar que incluía nueve tratamientos y cuatro bloques, utilizando líneas como ALUBIA 29, WAF 78/20, CANARIO PF-210-113, CANARIO PF-210-69, CANARIO DIVEX 8120, ARBOLITO, CAN 40, CANARIO 2000 INIAA y LARAN MEJORADO. Utilizando la prueba de Duncan al 5% para la comparación de medias, se destacó que las líneas WAF 78/20, CAN – 40, ALUBIA 29 y LARAN MEJORADO exhibieron precocidad, longitud de vaina y peso de 100 granos. Las líneas CAN 40, ARBOLITO, CANARIO PF-210-69 y CANARIO PF-210-113 presentaron un mayor número de granos por vaina. En cuanto al número de vainas por planta, las líneas mostraron valores similares, excepto CAN 40 que tuvo el menor valor. Las líneas con los mayores rendimientos fueron ARBOLITO, CANARIO DIVEX 8120, CANARIO PF-210-69 y LARAN MEJORADO, mientras que WAF 78/20, CAN – 40 y ALUBIA 29, a pesar de su

precocidad, tuvieron los menores rendimientos. En conclusión, las líneas destacadas fueron ARBOLITO, CANARIO DIVEX 8120 y CANARIO PF-210-69.

Usedo (2022) llevó a cabo una investigación titulada "Respuesta de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de diferentes dosis del bioestimulante folcisteína en el valle de Moquegua". El estudio se realizó en el Centro Poblado de Los Ángeles, departamento de Moquegua, con el objetivo de identificar la variedad de frijol con mayor respuesta al rendimiento ante diferentes dosis del bioestimulante Folcisteína, determinar la dosis óptima del bioestimulante para el rendimiento de dos variedades de frijol y estimar el efecto de la interacción entre las variedades y las dosis del bioestimulante. El diseño utilizado fue bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo de parcelas divididas 2 x 4, que incluía ocho tratamientos y cuatro repeticiones (32 unidades experimentales). Se analizaron dos factores: variedades de frijol (Canario 2000 y Canario Barranquino) y dosis de bioestimulante Folcisteína (0 cc, 200 cc, 400 cc y 600 cc). En cuanto al rendimiento de frijol, la variedad Canario 2000 mostró un mejor rendimiento con 1705,44 kg/ha, superando a la variedad Canario Barranquino. En términos de dosis, la dosis de 600 cc de Folcisteína resultó en el mejor rendimiento con 1836,63 kg/ha. La interacción más favorable se observó en el tratamiento que combinó Canario 2000 con 600 cc de bioestimulante Folcisteína, alcanzando un rendimiento máximo de 2038,75 kg/ha.

Simon (2022) en una investigación titulada "Efecto del Biol en el Rendimiento del Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) Variedad Canario 2000 en Condiciones Agroecológicas Umari - Pachitea 2021", evaluó el impacto de fertilizantes bioorgánicos en el rendimiento de frijoles en Pavina, Umari - Pachitea - Huánuco, a una altitud de 2190 msnm. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos, incluyendo diferentes dosis de biol y un tratamiento control. Los resultados destacaron que la dosis de 1L de biol/10L de agua (T1) tuvo un efecto significativo, mostrando 48,03 vainas por golpe, peso de vaina de 161,30 g por golpe, peso de 100 granos de 68,20 g y peso neto de grano por área de 1,08 kg, equivalente a 2365,00 kg por hectárea. Se recomienda a los agricultores utilizar biol en una dosis de 1L de biol/10 L de agua (T1) para

mejorar el rendimiento del cultivo de frijol variedad Canario 2000, alcanzando 2365,00 kg por hectárea.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Origen

El frijol común se originó en Mesoamérica y fue domesticado entre los 5000 y 2000 años a.C. en dos regiones del continente americano: Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica). La evidencia, incluyendo la edad de los restos fósiles y las características morfológicas, agronómicas y genéticas, respalda esta distribución geográfica de su origen y domesticación (López et al., 2013).

El frijol arbustivo tiene su origen en diversas regiones del continente americano, donde ha sido cultivado y adaptado a lo largo de los años. Este tipo de frijol pertenece a la especie *Phaseolus vulgaris*, que es nativa de América y ha sido cultivada desde tiempos precolombinos. Los frijoles arbustivos se han desarrollado a partir de selecciones y cruces que han permitido obtener variedades con características específicas, como un hábito de crecimiento compacto y vertical, a diferencia de los frijoles volubles que tienden a enredarse.

Es importante destacar que el proceso de mejoramiento genético y adaptación de variedades de frijol arbustivo ha sido llevado a cabo por instituciones de investigación agrícola en diferentes países, con el objetivo de obtener plantas más productivas, resistentes a enfermedades y adaptadas a diversos ambientes de cultivo. Estos esfuerzos buscan aprovechar las cualidades del frijol arbustivo para mejorar su rendimiento y facilitar su cultivo en distintas zonas, incluso en aquellas afectadas por el cambio climático.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) fue domesticado entre los años 9000 y 5000 a.C. en diversas partes del mundo. La identificación del centro de origen y domesticación de *P. vulgaris* es crucial para la mejora genética y comprensión de su evolución. Evidencias fósiles y características genéticas indican que el frijol común se originó en Mesoamérica, siendo domesticado entre 5000 y 2000 a.C. en Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes

(Sudamérica). De estas regiones surgieron dos acervos genéticos distintos: el Mesoamericano y el Andino. Herramientas biotecnológicas y genómicas han confirmado estos hallazgos sobre el origen y diversidad del frijol común (Hernández Et al., 2013).

2.2.2. Botánica

a. Clasificación Taxonómica. Desde el punto de vista taxonómico, el frijol común es considerado el prototipo del género *Phaseolus*, y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L., designado por Linneo en 1753 (Perez, 2020).

Tabla 1

Taxonomía del frijol común

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Angiosperma
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Rosales
Suborden	Leguminosinae
Familia	Fabaceae
Genero	<i>Phaseolus</i>
Especie	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

Nota: fuente: (Pérez, 2020)

b. Morfología. Según ESPINOZA (2009), el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una planta anual, herbácea, de días cortos, con diversos hábitos de desarrollo, como arbustivo o semipostrado. Su altura varía entre 50 y 90 cm, dependiendo de la variedad y las condiciones del suelo. La planta muestra un crecimiento determinado, y su porte está determinado por la forma y la posición de los tallos. Además, describe las siguientes partes morfológicas del frijol.

c. Raíz. En términos generales, el sistema radicular del frijol común es poco profundo, extendiéndose principalmente en los primeros 20 cm de profundidad del suelo. La naturaleza del sistema radicular varía, siendo fasciculado y fibroso en algunos casos, con una amplia variación incluso dentro de una misma variedad. Los nódulos, asociados a la fijación de nitrógeno, se encuentran distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical.

- d. Tallos y rama.** El tallo del frijol es el eje principal de la planta, con una forma cilíndrica angulosa y compuesto por nudos y entrenudos con yemas axilares. Su posición puede ser erecta, semipostrada o postrada, variando según el hábito de crecimiento de la variedad. Hay dos tipos de crecimiento: indeterminado, caracterizado por plantas trepadoras o guiadoras, y determinado, donde se presenta una inflorescencia terminal
- e. Hojas.** El frijol presenta dos tipos de hojas: primarias o unifoliadas, que son simples, alternas y pubescentes; y trifoliadas, compuestas por tres folíolos con extremos acuminados y de forma acorazonada.
- f. Inflorescencia.** La inflorescencia del frijol se presenta en forma de racimos axilares, siendo la parte de la planta donde se desarrollan las flores. Las inflorescencias terminales se presentan en los frijoles con hábito de crecimiento Tipo I.
- g. La flor.** La flor del frijol es típicamente papilionácea (amariposada), perfecta (con órganos masculinos y femeninos en la misma flor) y completa (posee corola y cáliz). Es hermafrodita y consta de un cáliz con 5 pétalos libres: un estandarte, dos alas y una quilla. La fórmula floral del frijol es $K(5), C_3 + A(9) + 1, G_1 C_3 + (2)$, indicando que 3 pétalos están libres y 2 soldados, 9 estambres están soldados y 1 es libre.
- h. Fruto o vaina.** La vaina del frijol es una legumbre con dos valvas, de tamaño variable (6 a 12 cm de largo) y forma alargada y ovalada, que contiene de 3 a 5 semillas, dependiendo de la variedad.
- i. Semilla.** Las semillas del frijol, originadas del óvulo fecundado, tienen formas diversas, desde cilíndricas a esféricas, y exhiben brillo. Vienen en varios colores, como blanco, negro, crema y negro, dependiendo de la variedad. Estas semillas presentan tres partes distintas: la cubierta (testa), el hilio y el microfilo.

2.2.3. Descripción de las Etapas de Desarrollo

ARIAS et al, (2007) describen las etapas de desarrollo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la siguiente manera:

- a. Etapa Vo (Germinación).** Durante la germinación, la semilla de frijol absorbe agua, experimenta divisiones celulares y reacciones bioquímicas para liberar nutrientes de los cotiledones. La radícula emerge, convirtiéndose en la raíz primaria con el desarrollo de raíces secundarias. Simultáneamente, el hipocótilo crece, y los cotiledones quedan al nivel del suelo.
- b. Etapa V1 (Emergencia).** La etapa de crecimiento de la planta de frijol inicia cuando los cotiledones emergen al nivel del suelo. El hipocótilo se endereza y continúa su crecimiento, mientras que los cotiledones se separan y despliegan para formar las hojas primarias.
- c. Etapa V2 (Hojas primarias).** La etapa de crecimiento vegetativo rápido del frijol comienza cuando las hojas primarias están completamente desplegadas, marcándose usualmente cuando el 50% de las plantas presentan esta característica en el cultivo. Durante esta fase, se inicia el desarrollo rápido del tallo, las ramas y las hojas trifoliadas, mientras que los cotiledones pierden su forma original, arrugándose y arqueándose.
- d. Etapa V3 (Primera hoja trifoliada).** comienza cuando la planta ha desplegado completamente la primera hoja trifoliada y se considera que esta etapa inicia cuando el 50% de las plantas en el cultivo han alcanzado este desarrollo.
- e. Etapa V4 (Tercera hoja trifoliada).** Comienza cuando la tercera hoja trifoliada se encuentra completamente desplegada. En un cultivo, esta etapa se inicia cuando el 50% de las plantas ha alcanzado este desarrollo. A partir de la etapa V4, se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y las hojas trifoliadas que se desarrollan a partir de las tríadas de yemas. La primera rama generalmente inicia su desarrollo cuando la planta comienza la etapa V3.

f. Etapa R5 (Prefloración). La etapa R5 se inicia cuando aparece el primer botón o el primer racimo floral. Para un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

g. Etapa R6 (Floración). La etapa R6 del frijol inicia cuando la planta presenta la primera flor abierta, marcando el inicio de la producción de vainas. En un cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas muestra esta característica. La floración puede empezar en diferentes nodos dependiendo del hábito de crecimiento de la variedad: en las de hábito determinado, comienza en el último nudo y desciende; en las de crecimiento indeterminado, inicia en la parte baja y asciende. Después de la fecundación, la corola se marchita y la vaina empieza a crecer.

h. Etapa R7 (Formación de las vainas). La etapa R7 del frijol, conocida como "Formación de las vainas", inicia cuando aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida. En condiciones de cultivo, se considera que esta etapa comienza cuando el 50% de las plantas presenta esta característica. En esta fase, se observa principalmente el desarrollo de las valvas de las vainas. Durante los primeros 10 o 15 días después de la floración, se produce un crecimiento longitudinal de la vaina, con un crecimiento limitado de la semilla. Una vez que las valvas alcanzan su tamaño final y peso máximo, comienza el llenado de las vainas.

i. Etapa R8 (Llenado de las vainas). La etapa R8 del frijol, conocida como "Llenado de las vainas", inicia cuando el 50% de las plantas comienza a llenar la primera vaina. En esta fase, se inicia el crecimiento activo de las semillas. Al final de esta etapa, los granos pierden su color verde y comienzan a adquirir las características específicas de la variedad. En algunas variedades, las valvas de las vainas pueden empezar a pigmentarse, aunque este proceso generalmente ocurre después del inicio de la pigmentación de las semillas.

j. Etapa R9 (Maduración). La etapa R9 del frijol, conocida como "Maduración", es la última fase de desarrollo. Durante esta etapa, las vainas experimentan la maduración y el secado. El cultivo entra en esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta al menos una vaina que inicia

su decoloración y secado. Las vainas, al secarse, pierden su pigmentación, y el contenido de agua de las semillas disminuye hasta alcanzar entre el 15% y el 20%. Este es el momento en el cual las semillas adquieren su coloración típica. Con la culminación de esta etapa, finaliza el ciclo biológico de la planta, y la cosecha está lista.

2.2.4. Hábito de crecimiento del frijol

(CIAT, 1984), describe los hábitos de crecimiento del frijol de la siguiente manera:

a. Hábito de crecimiento determinado arbustivo (Tipo I). Las plantas tipo I presentan las siguientes características:

- El tallo y las ramas culminan en una inflorescencia desarrollada, deteniendo su crecimiento una vez formada.
- El tallo es robusto, con pocos entrenudos, generalmente de 5 a 10 cortos.
- La altura varía entre 30 a 50 cm, aunque algunas plantas pueden ser enanas (15 a 25 cm).
- La etapa de floración es breve y todas las vainas maduran casi simultáneamente.
- Existe cierta variabilidad en este hábito, con plantas que tienen entrenudos más largos, a veces más numerosos (más de 8), y en algunos casos con capacidad para trepar.

b. Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo (Tipo II). Pertenece a este tipo las plantas con las siguientes características:

- El tallo es erecto y no tiene capacidad para trepar, aunque puede terminar en una guía corta. Las ramas no producen guías.
- Aunque tienen menos ramas que las plantas del tipo I, su número es superior y suelen ser más cortas en comparación con el tallo.
- El número de nudos en el tallo es mayor que en las plantas del tipo I, generalmente más de 12.
- Estas plantas, al ser de hábito indeterminado, continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo más lento.

c. Hábito de crecimiento indeterminado postrado (Tipo III). Las características más sobresalientes de las plantas de hábito de crecimiento tipo III son:

- Son plantas postradas o semipostradas con una ramificación bien desarrollada.
- Tienen una altura similar a las plantas del tipo I, generalmente mayor de 80 cm.
- Esto se debe a que el número de nudos en el tallo y las ramas es superior al de los tipos I y II, y la longitud de los entrenudos es mayor, lo que hace que tanto el tallo como las ramas terminen en guías.
- La arquitectura del tipo III varía según el desarrollo del tallo y el grado de ramificación. Algunas plantas pueden estar postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa, mientras que otras pueden ser arbustivas hasta la prefloración y luego volverse postradas.
- En algunas variaciones, estas plantas pueden mostrar aptitud trepadora, especialmente si tienen algún soporte, en cuyo caso suelen denominarse semitrepadoras.

d. Hábito de crecimiento indeterminado trepador (Tipo IV). Se considera que las plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las del típico frijol trepador. Este es el tipo de hábito de crecimiento que se encuentra generalmente en la asociación maíz–frijol.

Se caracteriza por:

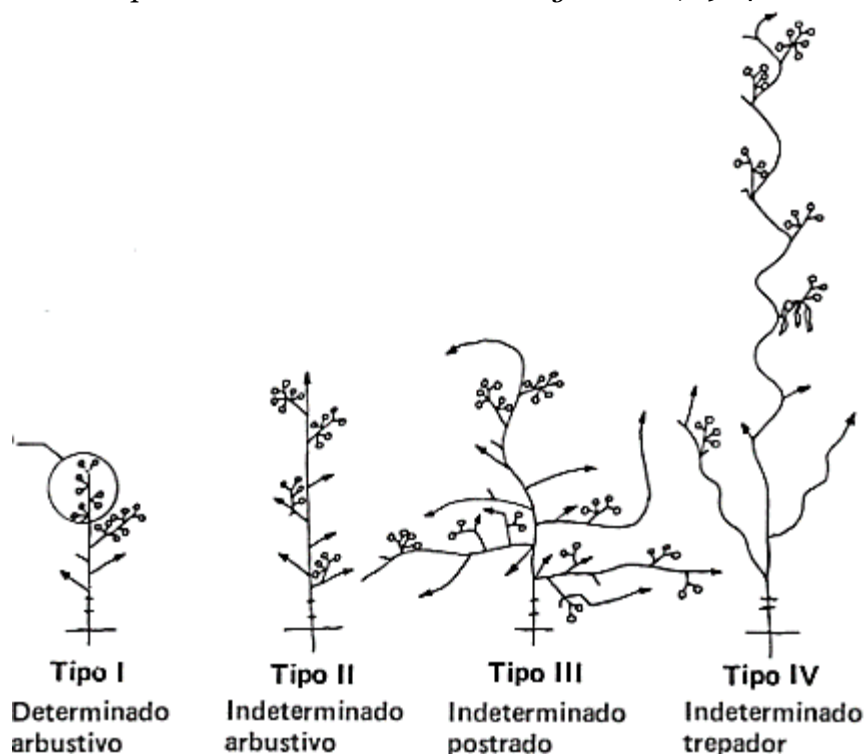
- A partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla una capacidad de torsión que le permite trepar.
- Las ramas están poco desarrolladas, principalmente debido a la dominancia apical.
- El tallo puede tener de 20 a 30 nudos y alcanzar más de dos metros de altura con un soporte adecuado.
- La etapa de floración es considerablemente más larga que en otros hábitos, lo que significa que en la planta se presentan simultáneamente las etapas de floración, formación de las vainas, llenado de las vainas y maduración.

Es importante destacar que algunas variedades presentan hábitos de crecimiento intermedios que no se ajustan completamente a ninguno de los cuatro tipos descritos

anteriormente. Además, las condiciones ambientales tienen un impacto significativo en la expresión del hábito de crecimiento. Por ejemplo, una variedad clasificada como tipo III en un ambiente puede mostrar características similares a los tipos II o IV en otro ambiente. Factores como la fertilidad del suelo, la densidad de población, la presencia de tutores y el sistema de cultivo también pueden influir en esta variación (CIAT, 1984).

Figura 1

Esquema de los cuatro tipos de hábitos de crecimiento según CIAT, 1984



2.2.5. Condiciones climáticas favorables para el cultivo

a. Temperatura. El frijol prospera mejor en climas templados a cálidos, con un rango de temperatura óptimo entre 18 °C y 26 °C. Temperaturas inferiores a 16 °C pueden afectar negativamente su crecimiento, mientras que temperaturas superiores a 30 °C pueden causar problemas en variedades tardías, reduciendo la producción, el cuajado de flores, el tamaño del grano y el número de semillas por vaina. Además, el frijol no es resistente a sequías prolongadas (Valladolid, 2001).

b. Suelo. El cultivo de frijol se beneficia especialmente en suelos franco arenosos, francos arcillosos y francos limosos, que deben ser profundos y contener una cantidad adecuada de materia orgánica (SENASA, 2019). Los suelos arcillosos tienden a retener más agua y presentar menor capacidad de drenaje, lo que puede conducir a problemas de compactación. La compactación del suelo afecta la aireación y la penetración de las raíces, lo que a su vez puede limitar el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas, incluido el frijol. Además, la retención excesiva de agua en suelos arcillosos puede favorecer la proliferación de hongos patógenos del suelo, lo que aumenta el riesgo de enfermedades en las plantas. En la medida de lo posible, se deben implementar prácticas de manejo del suelo para mejorar la estructura y el drenaje en suelos arcillosos, como la adición de materia orgánica. El rango de pH del suelo para el cultivo de frijol generalmente se encuentra entre 6.0 y 7.0, lo que se considera ligeramente ácido a neutro. En este rango de pH, el frijol suele tener una mejor disponibilidad de nutrientes en el suelo. Es importante monitorear y ajustar el pH del suelo según sea necesario para optimizar las condiciones de crecimiento del frijol.

c. Agua. El cultivo de frijol necesita un riego que oscila entre 300 y 400 mm de agua, dependiendo del ciclo vegetativo y las condiciones climáticas. La demanda de agua es más alta durante las fases de floración y llenado de vainas (Hernandez, 2009). El estrés hídrico durante la floración y el establecimiento de las vainas puede resultar en el aborto de numerosas inflorescencias y vainas en etapas tempranas de desarrollo del frijol. Las condiciones de cultivo óptimas incluyen una pluviosidad anual entre 350 y 500 mm, así como una baja humedad relativa para reducir el riesgo de enfermedades bacterianas y fúngicas (Salcedo, 2023).

2.2.6. Variedades de frijol arbustivo

- a. INIA 408 "Sumac Puka".** La variedad de frijol arbustivo, denominada INIA 408 "Sumac Puka", fue generada y liberada para productores de valles interandinos con acceso a riego. Esta variedad, surgida de la cruce entre la "Catrachita" de Honduras y la INIA 17, es resistente a virus, roya y antracnosis. La "Catrachita" es conocida por su grano rojo y resistencia a antracnosis, mientras que la INIA 17 destaca por su grano rojo moteado, tamaño grande y resistencia a diversas enfermedades. INIA 408 "Sumac Puka" se adapta a altitudes entre 2000 y 2700 m (INIA, 2004).
- b. Bayo Mochica INIA.** Esta variedad está disponible para los agricultores de la costa norte y valles interandinos hasta los 1500 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por un hábito de crecimiento semipostrado indeterminado (tipo IIIa). La floración se observa a los 45 días, la madurez fisiológica a los 85 días, la madurez de cosecha alcanza a los 105 días, el peso de 100 semillas llega a 48 gramos, de 5 a 6 granos por vaina y presenta un rendimiento promedio que oscila entre 1500 y 2500 kg/ha. Destaca por su amplia adaptación, resistencia al virus del Mosaico Común del Frijol (BCMV) y la roya (*Uromyces phaseoli*), así como por la calidad comercial y culinaria de sus granos (INIA, 2010).
- c. Frijol Alubia 3011.** También conocido como frijol cápsula, es un tipo especial de frijol cultivado en la sierra norte del Perú, específicamente en valles interandinos con riego en los departamentos de Cajamarca, Piura y Ancash. Su producción se limita y se comercializa principalmente en mercados locales y costeros cercanos. Este frijol se distingue por su forma cilíndrica alargada con extremos agudos, grano blanco lustroso y semi brillante, y es de tamaño grande. Presenta un periodo de 55 días para el inicio de la floración y en 115 días alcanza la madurez de cosecha. Por cada 100 semillas, su peso oscila entre 45 y 70 gramos, con un calibre que varía entre 145 y 222 granos por cada 100 gramos de semilla. Es especialmente adaptado a valles interandinos en regiones como Cajamarca (Cajabamba, San Marcos, San Miguel, Santa Cruz) y Piura (Ayabaca y Huancabamba). En la extensión agrícola realizada por el INIA, se destaca

la línea mejorada de frijol Alubia 3011, que tiene un hábito de crecimiento tipo II, buen rendimiento y resistencia a virus y roya (MINAGRI, 2016).

d. Frijol INIA-CIFAC 90105. Es el resultado de un proceso de hibridación y selección iniciado en 1984 en la Estación Experimental de Chíncha. Proviene de la línea CCo7332, seleccionada por su resistencia a roya y virus del CIAT, y el cultivar local Canario Camanejo. Esta variedad se destacó en pruebas de rendimiento y evaluación de enfermedades. Adaptada a zonas productoras de frijol en la costa central, sur y norte del Perú, puede sembrarse hasta los 2,000 metros de altitud. Con hábito de crecimiento semipostrado indeterminado (tipo IIIa), una altura de planta de 56 cm, alas de flor blancas, grano amarillo ovoide y vainas rectas. Presenta floración a los 55 días, madurez fisiológica a los 98 días y madurez de cosecha a los 135 días. Con 5-6 granos por vaina y un peso de 100 semillas de 45-46 gramos, su rendimiento potencial es de 3.5 T/ha. Es resistente a roya (*Uromyces appendiculatus*), al virus del mosaico común (BCMV) y tolerante a Oidium, mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y salinidad. (INIA, 2009).

e. Canario 2000 INIA. Canario 2000 INIA es una variedad de frijol resultado de selecciones masales en la cruza 'CIFAC 1233' x 'Canario Divex 8130', llevada a cabo en 1983 en la EEA-Chíncha, bajo la codificación experimental CIFAC 87005. Destaca por su hábito de crecimiento arbustivo determinado (tipo I), con una altura promedio de 54 cm. Presenta floración a los 50 días y madurez fisiológica y de cosecha a los 90 y 120 días, respectivamente. Su grano es de color amarillo, con un peso de 100 semillas de 54 gramos y un rendimiento promedio de 1737 kg/ha de grano seco en la zona costera. Se adapta bien a los valles de la costa subtropical, con siembras recomendadas desde febrero hasta mediados de junio. Resiste al virus del mosaico común (BCMV), roya (*Uromyces appendiculatus*) y mosca minadora; sin embargo, es susceptible a nemátodos (*Meloidogyne incognita*) (Valladolid Ch, 2001).

f. Blanco Larán. La variedad CIFEM 691 es el resultado de selecciones en la cruza entre una línea en generación F4 ('Muy Finca' x II 247-F1-2-1-15) y la variedad 'Tumi Blanco' (VF-19), llevada a cabo por A. Valladolid y C. Apolitano en las Estaciones Experimentales La Molina y

Chincha. Experimentalmente fue codificada como CIFEM 691 y se liberó debido a su alto potencial de rendimiento, precocidad y resistencia al virus y la roya. Esta variedad presenta un hábito de crecimiento arbustivo determinado (tipo IIa), con floración a los 45 días y madurez fisiológica y de cosecha a los 90 y 110 días, respectivamente. El color de grano es blanco, la forma de la vaina a la cosecha es recta, con un peso de 100 semillas de 50 gramos y un rendimiento promedio de 2000 kg/ha de grano seco en la zona costera. Se adapta a los valles de la costa central con siembras recomendadas de febrero a junio y de agosto a octubre. Es resistente al virus del mosaico común (BCMV), roya y Oidium; susceptible a nematodos y pudriciones de la raíz (*Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani*); tolerante a mosca minadora y susceptible a otras plagas importantes en la costa (Valladolid Ch, 2001).

g. Larán mejorado INIA. Experimentalmente fue codificada como NEMA 89022. La variedad NEMA 89022, originada de selecciones realizadas por A. Valladolid en la cruce entre 'Blanco Larán' y la variedad 'NEMA SNAP' en 1986 en la EEA-Chincha, es la primera con resistencia a los nemátodos del nudo de la raíz. Presenta un hábito de crecimiento arbustivo determinado (tipo IIa), con altura promedio de 60 cm, floración a los 50 días, madurez fisiológica y de cosecha a los 90 y 115 días, respectivamente. El color de grano es blanco, la forma de la vaina a la cosecha es recta, con un peso de 100 semillas de 50 gramos y un rendimiento promedio de 1500 a 2500 kg/ha de grano seco en la zona costera. Se adapta a los valles de la costa subtropical (departamentos de Lima e Ica) con siembras recomendadas de febrero a junio y de agosto a octubre. Es resistente al virus del mosaico común (BCMV), roya (*Uromyces appendiculatus*) y nemátodos (*Meloidogyne incognita*); tolerante a mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y susceptible a otras plagas del frijol en la costa (Valladolid Ch, 2001).

h. INIA 439 – COSTACEN. Es una variedad desarrollada en la Estación Experimental Agraria Donoso, Huaral del INIA-MINAGRI. Es adaptable a diversos valles de la costa y sierra del Perú. Destaca por su rendimiento promedio de 3.5 toneladas por hectárea, resistencia al virus del

mosaico común y un crecimiento más precoz que la variedad Canario Camanejo (Cayetano et al., 2022).

i. Las variedades Camanejo y Costacen. Destacan por su alta calidad genética, siendo su productividad el atributo principal, alcanzando hasta 3.5 toneladas por hectárea. Son resistentes al virus del mosaico común y presentan granos de color amarillo medianamente intenso. Gracias a su amplia adaptabilidad, estas variedades pueden cultivarse en diversos valles de la costa y la sierra del país (Andina.pe, 2021).

2.2.7. Definición de Términos Básicos

a. Frijol Arbustivo. Se trata de un tipo de frijol clasificado como tipo 1, caracterizado por tener un tallo que culmina en una inflorescencia reproductiva, dando la apariencia general de un árbol en miniatura.

b. Adaptación. La adaptación de plantas agrícolas a desafíos climáticos implica ajustar su tolerancia o resistencia a distintos tipos de estrés, abarcando factores abióticos como sequía, salinidad, calor, frío, así como factores bióticos como plagas y enfermedades (GARCÍA, 2017).

c. Variedad Promisoria. El concepto se refiere a especies y variedades que desempeñaron un papel crucial en la agricultura y alimentación tradicional, pero que han sido olvidadas o subutilizadas en la actualidad debido a factores socioeconómicos y políticos (Egea et al, 2015).

d. Cultivo Asociado. El cultivo asociado es una práctica agrícola en la que se siembran y cultivan diferentes especies de plantas en la misma área al mismo tiempo. Estas plantas pueden beneficiarse mutuamente al compartir recursos como nutrientes, agua y espacio, o al actuar como repelentes naturales de plagas. Esta técnica puede aumentar la eficiencia del uso de la tierra y fomentar una interacción positiva entre las plantas, promoviendo un equilibrio en el ecosistema agrícola.

e. Asociación de maíz y leguminosas. La asociación de maíz con leguminosas es una estrategia agrícola que busca aprovechar los beneficios mutuos entre estas plantas para mejorar la salud del suelo, aumentar la fertilidad y obtener cosechas más sostenibles.

CAPÍTULO III

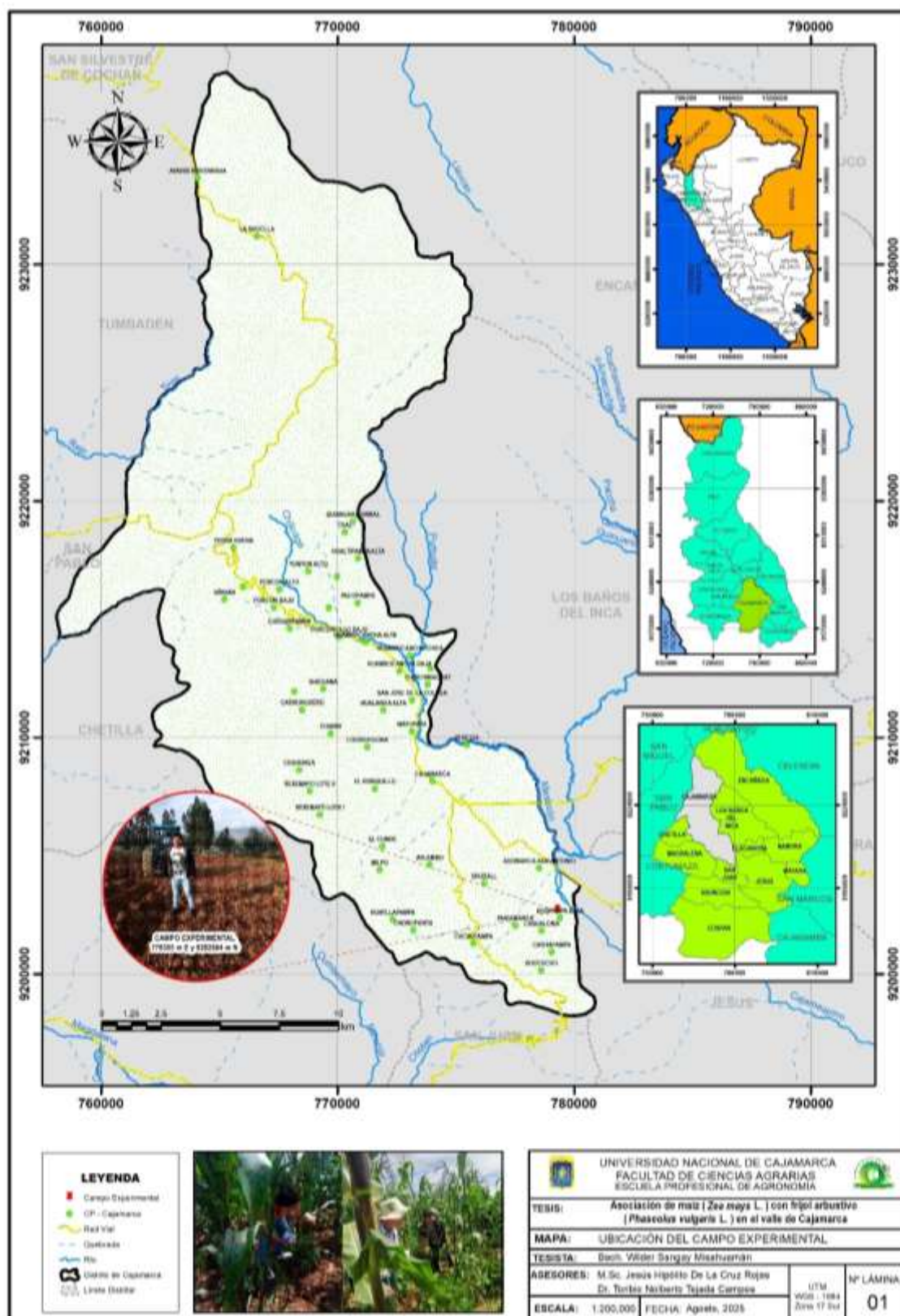
Materiales y Métodos

3.1. Ubicación del Experimento

La investigación se realizó en la localidad del Centro Poblado Agopampa Baja, distrito de Cajamarca, región de Cajamarca; con coordenadas UTM 17M 779305 mE y 9202684 mN, a una altitud de 2,654 m.s.n.m, a 15 minutos de la Universidad Nacional de Cajamarca, haciendo un recorrido de un aproximado de 6 Km.

Figura 2

Ubicación del experimento



3.2. Características climatológicas de la zona de estudio

El clima en Cajamarca se caracteriza por ser templado, moderadamente lluvioso y con una amplitud térmica moderada. Los datos meteorológicos de la zona de estudio fueron obtenidos de la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) - Ministerio del Ambiente, de la Estación Meteorológica más cercana a la instalación de la parcela experimental.

Tabla 2

Temperatura máxima, mínima, media y precipitación correspondiente a la campaña agrícola 2022 - 2023 de la Estación Meteorológica La Victoria – Cajamarca.

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	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agos	Set	Oct	Nov	Total	Promedio
T°max. (°C)	17.87	20.15	20.48	17.43	16.43	17.58	17.63	20.44	18.57	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	5.23	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	11.53	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	135.0	135	75.7	778.90	

(SENAMHI, 2025)

3.3. Características edáficas del campo experimental

En la investigación, se recopilaron muestras de suelo en la parcela antes de la instalación del experimento. Estas submuestras se combinaron para formar una muestra compuesta representativa del área experimental, que posteriormente fue trasladada a la Estación Experimental Agraria Baños del Inca en Cajamarca, perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), para realizar el análisis correspondiente.

El resultado, presentó un pH ligeramente alcalino de 7.5, materia orgánica baja de 1.5% la cual demuestra en el Análisis de suelo.

3.3.1. Resultados e interpretación del análisis de suelo

Tabla 3

Resultados de análisis de suelos

pH (1:1)	C.E (1:1) mS/m	CaCO ₃ %	M.O %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			CIC meq/100g
						Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
7.3	-	-	1.5	7.16	345	-	-	-	-

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

Tabla 4

Interpretación de resultados de análisis de suelo

pH	M.O	P	K	Recomendación (Maíz + Frijol)		
7.3	1.5	7.16	345	N	P	K
Neutro	Bajo	Medio	Alto	145	80	45

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

De acuerdo al análisis de los resultados, se recomendada la fórmula de abonamiento de 145-80-45 kg/ha de N₂ P₂O₅ K₂O, además la aplicación de 4.5 Tn/ha de estiércol, el cual fue aplicado durante las labores culturales.

3.4. Disposición Experimental

3.4.1. Tratamientos en Estudio

los tratamientos en estudio fueron 10, formados por variedades y líneas de frijol arbustivo provenientes de diferentes Estaciones Experimentales del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Su principal característica es que son cultivares generados y liberados para las zonas costeras del Perú. En la tabla, se indican las variedades o líneas de frijol consideradas en el presente trabajo de investigación.

Tabla 5

Tratamientos en estudio

Repeticiones	Tratamientos									
	T1 (Variedad Bayo Mochica)	T2 (Variedad Canario 2000)	T3 (Variedad Camanejo)	T4 (Variedad Blanco Larán)	T5 (Variedad Larán Mejorado)	T6 (Variedad INIA 404 CIFAC 90105)	T7 (Variedad INIA 439 COSTACEN)	T8 (Línea Super Bayo)	T9 (Línea Alubia 3011)	T10 (Línea Waf)
Repetición 1	109	106	101	110	107	104	102	108	105	103
Repetición 2	205	209	207	208	202	203	201	206	210	204
Repetición 3	301	308	306	307	302	310	304	303	309	305
Repetición 4	409	406	402	410	405	408	404	401	407	403

las líneas y variedades empleadas en el presente trabajo de investigación son las siguientes:

Tabla 6

Líneas o Variedades utilizadas en el experimento

Nombre de variedad	Tratamientos	Procedencia	Color de grano
Variedad Bayo Mochica	T1	EEA. Vista Florida	Bayo
Variedad Canario 2000	T2	EEA. Donoso	Beige
Variedad Camanejo	T3	EEA. Donoso	Beige
Variedad Blanco Larán	T4	EEA. Donoso	Blanco
Variedad Larán Mejorado	T5	EEA. Donoso	Blanco
Variedad INIA 404	T6	EEA. Donoso	Beige
CIFAC 90105			
Variedad INIA 439	T7	EEA. Donoso	Beige
COSTACEN			
Línea Super Bayo	T8	EEA. Vista Florida	Bayo
Línea Alubia 3011	T9	EEA Baños del Inca	Blanco
Línea Waf	T10	EEA. Donoso	Beige

3.4.2. Diseño Experimental

En el estudio se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones y 10 tratamientos.

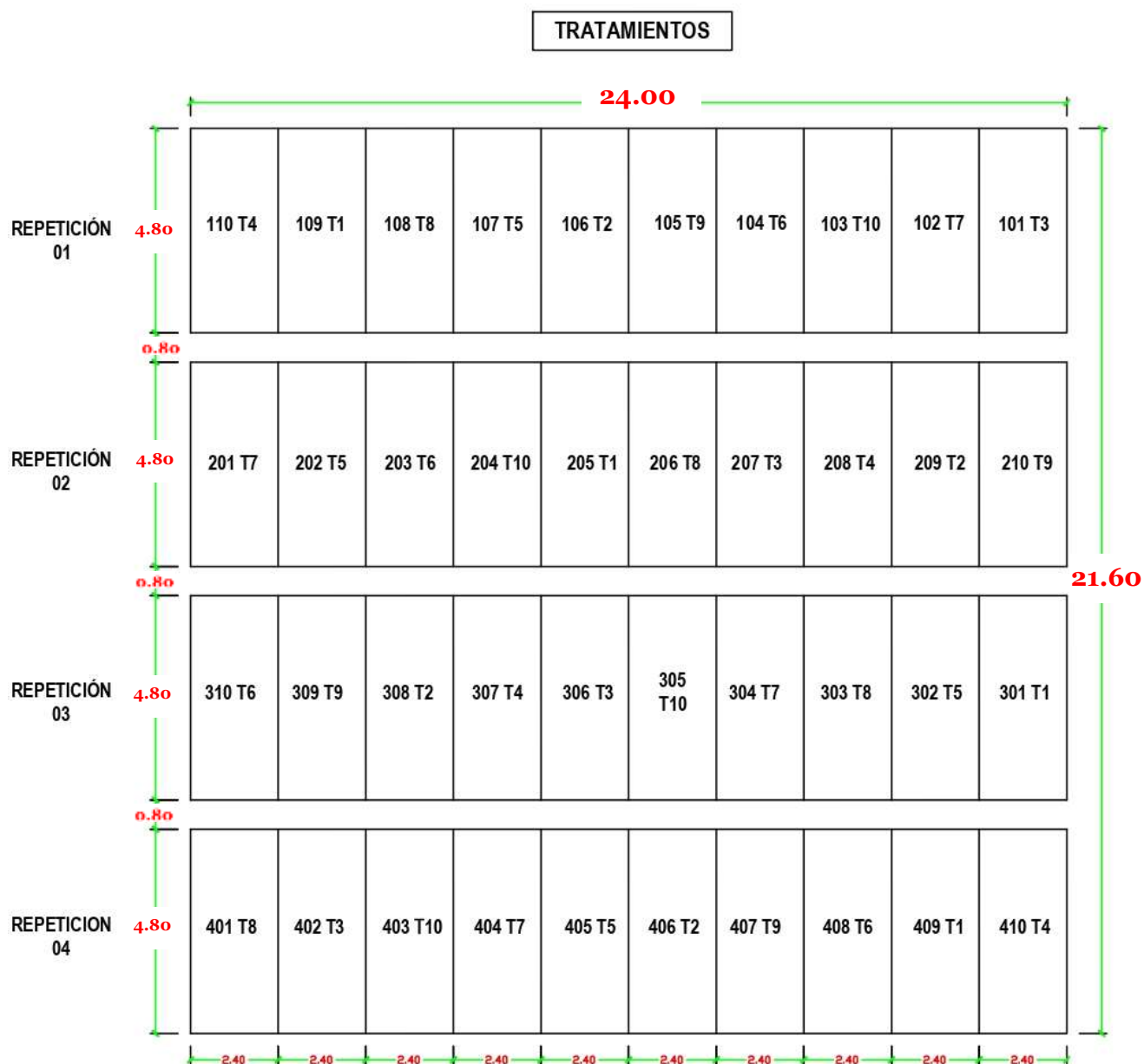
3.4.3. Randomización

Es un proceso por el cual se ubican los tratamientos aleatoriamente o al azar en las diferentes parcelas o unidades experimentales, teniendo en cuenta que no se repita en el mismo bloque o repetición.

En la figura 3, se indica el diseño y distribución de los tratamientos en estudio, correspondiente al presente trabajo de investigación.

Figura 3

Croquis del experimento



3.4.4. Características del Campo Experimental

- a. Repeticiones.** El experimento tuvo cuatro repeticiones; cada repetición fue de una longitud de 24.0 metros y un ancho de 4.80 metros, lo que resulta en una superficie de 115.20 m² por repetición.
- b. Unidad Experimental (UE) o parcela experimental.** El experimento tuvo en total 40 unidades experimentales, cada una con una longitud de 4.80 metros y un ancho de 2.40 metros, lo que resulta en una superficie total de 11.52 m² por unidad experimental. Cada unidad experimental tuvo 3 surcos distanciados a 0.80 m entre ellos.
- c. Surcos.** Cada unidad experimental o parcela consistió de 3 surcos, cada uno con una longitud de 4.80 metros y una distancia entre surcos de 0.80 metros.
- d. Golpes de maíz y frijol.** En los surcos se tuvo golpes intercalados a 0.80 m, teniendo 7 golpes de maíz y 6 de frijol por surco.
- e. Resumen de Área.** El área de estudio consiste en unidades experimentales de 11.52 m² cada una, repeticiones de 115.20 m² cada una, con un área neta del experimento de 460.80 m² y un área total de 518.40 m².

3.4.5. Material experimental

- a. Material biológico.** Se estudiaron las siguientes siete variedades y tres líneas de frijol tipo arbustivo: Variedad Bayo Mochica, Variedad Canario 2000, Variedad Camanejo, Variedad Blanco Larán, Variedad Larán Mejorado, Variedad INIA 404 CIFAC 90105, Variedad INIA 439 COSTACEN, Línea Super Bayo, Línea Alubia 3011 y Línea Waf; asociado con Maíz INIA 603 Choclero.
- b. Equipos, insumos, herramientas y materiales.**
 - b.1. Equipos.** Se utilizó maquinaria agrícola (tractor) para la preparación del terreno, mochila de fumigación de 15 litros, balanza de reloj y balanza de precisión, cámara fotográfica, entre otros equipos.
 - b.2. Insumos.** Se utilizó abonos foliares, fertilizantes NPK y plaguicidas.

- b.3. *Herramientas.*** Se requirió de machetes, palanas, lampas y picos.
- b.4. *Materiales de campo.*** Se dio uso a cordeles, wincha, etiquetas, estacas, bolsas de papel y los materiales de campo para toma de datos fueron lápices, tajador, borrador, lapiceros, papel, libreta de apuntes, etc.
- b.5. *Materiales de gabinete.*** Se utilizó lo siguiente: computadora e impresora, USB, software estadístico SAS y útiles de escritorio.

3.4.6. *Conducción Experimental*

- a. *Preparación de terreno.*** El proceso de preparación del terreno incluyó el uso de maquinaria agrícola, específicamente un tractor. Se llevó a cabo una aradura profunda seguida de dos cruces adicionales, y finalmente se realizó el surcado con una separación de 0.80 m entre ellos.
- b. *Preparación de Semilla.*** Se aplicó VITAVAX a una dosis de 5 gramos por kilogramo de semilla de frijol como tratamiento para protegerla de enfermedades del suelo, especialmente contra los hongos que producen chupadera.
- c. *Instalación del experimento.*** Esta actividad se realizó el 19 de diciembre del 2022. Antes de la siembra, se procedió a trazar el campo experimental, es decir, ubicar las parcelas para efectivizar la randomización diseñada.

Posteriormente se realizó la siembra en forma manual a palana, sembrando golpes intercalados a 80 cm, teniendo en cada surco 7 golpes de maíz y 6 de frijol; en cada golpe, tanto en maíz como en frijol, se colocaron 3 semillas.

- d. *Abonamiento.*** El abonamiento se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones del análisis del suelo y la extracción del cultivo. Se aplicó el primer abonamiento, que consistió en el 50% de N_2 y el 100% de P_2O_5 y K_2O , durante la siembra. El nitrógeno restante se aplicó previo a realizar el aporque.

Basado en el análisis del suelo y las necesidades de la planta, se recomienda aplicar la dosis: 145-80-45 kg de N_2 - P_2O_5 - K_2O por hectárea. Además, se sugirió aplicar 4.5 toneladas por

hectárea de materia orgánica (estiércol). Las fuentes utilizadas fueron: urea al 46 % de N₂, Fosfato diamónico (DAP) al 46 % de P₂O₅ y cloruro de potasio al 60 % de K₂O, aplicando (315.2 en kg de urea /ha), (174 kg de Fosfato diamónico (DAP)/ ha) y (75 kg de cloruro de potasio/ha). Siendo el abonamiento para la toda la parcela experimental de 595.2 m², se aplicó el 50 % del abono nitrogenado (9.38 kg de urea), el 100 % del fósforo (10.35 kg de Fosfato diamónico (DAP) y 100 % de potasio (4.46 kg de cloruro de potasio).

e. Riegos. El riego fue aplicado por gravedad de forma oportuna, según los requerimientos del cultivo, siendo en número de dos al momento de la floración del frijol y otra al momento de floración del maíz.

f. Deshierbo. Se llevó a cabo de forma manual, manteniendo el cultivo libre de plantas indeseables durante los primeros 32 días de crecimiento, que es el período crítico de competencia, la cual conlleva un bajo desarrollo del cultivo.

g. Control de plagas y enfermedades.

Durante el desarrollo del cultivo, se llevaron a cabo evaluaciones preliminares para detectar el ataque de plagas y enfermedades. Se observó el ataque de Diabroticas, gusanos comedores de hojas, así como perforadores de brotes y vainas; el cual se controló con un plaguicida químico de uso agrícola con ingredientes activos de “Alpha Cypermethrin y Chlorpyrifos” a una dosis de 30 cc por mochila fumigadora de 15 Litros en dos oportunidades (días después de la emergencia y días a la floración).

En cuanto a enfermedades, se registró la presencia de antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*) y la ascochyta (*Ascochyta phaseolorum*), la cual no se dio tratamiento con ningún producto, con el objetivo de verificar y comprobar la susceptibilidad en los diferentes tratamientos.

h. Aporque. Esta labor se ejecutó a los 61 días de desarrollo del cultivo, la cual previa labor, la aplicación del segundo abonamiento completando la dosis de nitrógeno, el 50% faltante. Luego se realizó el aporque acumulando tierra alrededor de la base de las plantas para proporcionarles

mayor estabilidad y protección contra el viento, así como para promover un mejor desarrollo radicular. Esta técnica ayuda a prevenir el acame de las plantas, especialmente en suelos sueltos o durante condiciones climáticas adversas. Además, el aporque puede facilitar la retención de humedad en el suelo y reducir la competencia de malezas alrededor de las plantas de maíz y frijol.

i. Cosecha. La cosecha del cultivo de frijol se llevó a cabo el 12 de julio de 2023, cuando el cultivo alcanzó su estado de madurez de cosecha. En este punto, más del 90% de las vainas entraron en senescencia y cambiaron de color, indicando que las semillas estaban maduras y listas para ser recolectadas.

3.4.7. Variables evaluadas

a. Días a la Emergencia. Se contó el tiempo transcurrido desde la siembra hasta que las primeras plantas emergen del suelo. Este dato es importante para evaluar la velocidad y uniformidad de la germinación de las semillas, lo que puede influir en el establecimiento del cultivo y en la programación de las actividades agrícolas subsiguientes.

b. Días a la Floración. Es el número de días transcurridos desde la siembra hasta que la población de plantas de cada unidad experimental muestra las primeras flores. Este dato es importante para determinar el momento en que comienza la fase reproductiva del cultivo de frijoles, lo que puede influir en el manejo agronómico y la planificación de la cosecha.

c. Numero de Vainas por Planta. El número de vainas por planta se determinó mediante el conteo de las vainas llenas más las vainas vacías en cada planta. Este dato es importante para evaluar el potencial de rendimiento del cultivo de frijoles, ya que las vainas son las estructuras que contienen las semillas y, por lo tanto, influyen directamente en la producción final.

d. Días a la Madurez Fisiológica. Se registró la duración en días desde la siembra hasta que el 90 % de las plantas en cada unidad experimental presentaron senescencia y cambio de color en sus vainas.

e. Peso de Granos. Se pesaron 100 granos de frijol obtenidos de cada tratamiento para determinar el peso promedio de los granos.

f. Rendimiento del Frijol. Se determinó el rendimiento de grano pesando la cantidad de granos cosechados de cada unidad experimental y luego se calculó el rendimiento por hectárea. La cosecha se realizó con un porcentaje de humedad del 13%.

g. Incidencia de Enfermedades Foliares en Etapa Vegetativa. Es el número de plantas en etapa vegetativa con algún síntoma de la enfermedad dividido entre el número total de plantas; y ese resultado multiplicado por 100, y nos da en % de incidencia.

$$\text{Incidencia (\%)} = \left(\frac{\text{Número de plantas con síntomas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \right) \times 100$$

Esta medida permite cuantificar el grado de afectación de la enfermedad dentro de la población de plantas y es un indicador clave para determinar la susceptibilidad o resistencia de las variedades en estudio.

h. Severidad de Enfermedades Foliares en Etapa Vegetativa. Es la medida del grado de daño causado por una o más enfermedades foliares en el área total del follaje durante la etapa vegetativa del frijol. Se expresa como el porcentaje (%) de tejido foliar afectado en relación al área total evaluada (parcela, planta o hoja). La severidad se estima visualmente y puede variar desde 0% (ausencia de daño) hasta 100% (daño total del follaje).

$$\text{Severidad (\%)} = \left(\frac{\text{Área foliar dañada}}{\text{Área foliar total evaluada}} \right) \times 100$$

Esta medición es fundamental para evaluar el impacto de las enfermedades en el desarrollo del cultivo y para identificar variedades con mayor resistencia o susceptibilidad.

i. Incidencia de Enfermedades Foliares en Etapa Reproductiva. Es el número de plantas en etapa reproductiva con algún síntoma de la enfermedad dividido entre el número total de plantas; y ese resultado multiplicado por 100, y nos da el % de incidencia.

j. Severidad de Enfermedades Foliares en Etapa Reproductiva. Es la medida del grado de daño causado por una o más enfermedades foliares en el área total del follaje durante la etapa reproductiva.

3.4.8. Análisis Estadístico

Se realizó un “Análisis de Varianza (ANOVA)” para cada variable estudiada con el fin de determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. Los datos recopilados fueron procesados e introducidos en el software SAS (Statistical Analysis System), un sistema especializado para análisis estadístico de datos.

Tabla 7

Análisis de varianza

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

Posteriormente, cuando se detectaron diferencias significativas mediante el ANOVA, se aplicó la “Prueba de Rango Múltiple de Duncan” para realizar comparaciones de medias entre tratamientos. Esta prueba permitió identificar cuáles de los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas y cuáles resultaron estadísticamente similares, con un nivel de significancia del 5% ($p \leq 0.05$).

CAPÍTULO IV

Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados estadísticos y sus comentarios sobre las variables estudiadas.

4.1. Días a la Emergencia del Frijol

De acuerdo a la tabla 8, del análisis de varianza (ANOVA) para días a la emergencia del frijol desde la siembra, notamos que en la fuente de variabilidad de repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la F calculada (Fc) es menor que los valores de la F tabular (Ft) a los niveles del 1% y 5%; indicando que no hay diferencia estadística entre los promedios de las cuatro repeticiones. Luego, en la fuente de tratamientos también se observa que no hay diferencia estadística, es decir, que los promedios de los 10 tratamientos son estadísticamente similares, los resultados de campo que respaldan este análisis se encuentran en la Tabla 26, ubicada en el Anexo 1.

Tabla 8

Análisis de Varianza (ANOVA) para días desde la siembra a la emergencia del frijol

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	0.029439	0.009813	0.21 NS	2.96	4.60
Tratamientos	9	0.766323	0.085147	1.86 NS	2.25	3.14
Error	27	1.235966	0.045776			
Total	39					

NS: No Significativo

CV=5.79%

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un Coeficiente de Variabilidad (CV) de 5.79 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado. Pimentel (1985) señala que normalmente en los ensayos agrícolas de campo los CV se consideran bajos cuando son inferiores a 10%; medios de 10 a 20%, altos cuando van de 20 a 30% y muy altos cuando son superiores a 30%. Una gran cantidad de

investigadores (Gómez y Gómez, 1984; Martínez, 1988; Patel et al., 2001) indican que, si el valor del CV supera el 30%, los datos deben ser descartados por la baja precisión que se tuvo.

4.2. Días a la floración del frijol

En cuanto a la variable días a la floración del frijol (ver resultado de los datos de campo en la Tabla 26 en el Anexo 1), al hacer el ANOVA (Tabla 9), se ha observado similitud estadística en la Fuente de Repeticiones; pero alta diferencia estadística en la Fuente de Tratamientos; lo cual significa existen altas diferencias estadísticas entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio. Luego, para saber cuál o cuáles de los tratamientos fueron los más afectados y los menos afectados, se ha procedido a hacer la Prueba de Duncan, cuyos resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 9

Análisis de varianza (ANOVA), para días a la floración

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	0.06841	0.0228	0.09 NS	2.96	4.60
Tratamiento	9	10.0645	1.1182	44.10 **	2.25	3.14
Error	27	0.68464	0.0253			
Total	39					

NS: no significativo
 **: Alta significación

CV= 1.87 %

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 1.87 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado.

Tabla 10*Prueba de significación de Duncan para la variable días a la floración*

Tratamiento de estudio	Días desde la siembra a la floración	Significación(*)
T3: Variedad Camanejo	83.75	A
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	81.75	A
T7: Variedad INIA 439 Costacen	80.00	A
T2: Variedad Canario 2000	74.75	B
T10: Línea Waf	74.75	B
T8: Línea Super Bayo	70.25	C
T1: Variedad Bayo Mochica	70.00	C
T4: Variedad Blanco Larán	67.00	C
T5: Variedad Larán Mejorado	66.00	C
T9: Línea Alubia 3011	54.25	D

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95% de seguridad.

Según la tabla 10, de la prueba de significación de Duncan para la variable días a la floración, los tratamientos más tardíos en iniciar la floración fueron Variedad Camanejo (83.75 días desde la siembra), Variedad INIA 404 CIFAC 90105 (81.75 días) y Variedad INIA 439 Costacen (80 días) que fueron estadísticamente similares; luego, se hallan los tratamientos semitardíos que fueron Variedad Canario 2000 (74.75 días) y Línea Waf (74.75 días), que fueron estadísticamente similares; luego se han tenido los tratamientos semiprecoces que fueron Línea Super Bayo (70.25 días), Variedad Bayo Mochica (70.00 días), Variedad Blanco Larán (67.00 días) y Variedad Larán Mejorado (66.00 días) que también fueron estadísticamente similares; y, finalmente, el único tratamiento más precoz fue la Línea Alubia 3011 con 54.25 días desde la siembra y que fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos.

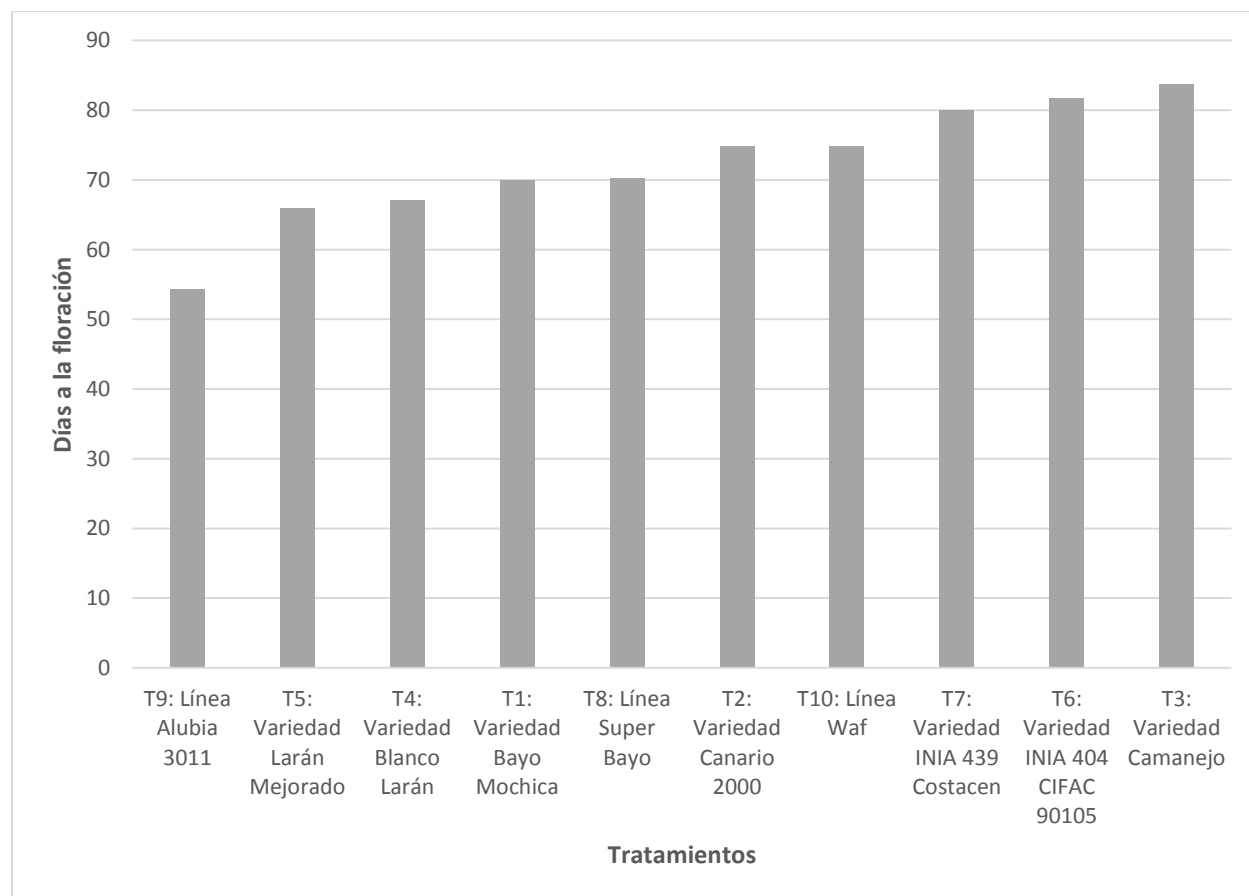
Sin embargo, en zonas costeras del Perú, estos cultivares inician su floración días anteriores a la comparación de este experimento. Según estudios en las Estaciones Experimentales de Vista Florida y Donoso del INIA, nos muestran que la variedad INIA–CIFAC 90105 inicia la floración a los 55 días; y la variedad Bayo mochica INIA a los 45 días; variedad

Alubia 3011 a los 55 días. Según Valladolid (2001) afirma también que las variedades Canario 2000 INIA inician la floración a los 50 días; Blanco Larán a los 45 días y Larán Mejorado INIA a los 50 días.

Según Cervantes (2022), la variedad Larán Mejorado es uno de los más precoces en iniciar la floración a los 48 días; la línea Waf 78/20 considerada semitardía, con 50.75 días, y la variedad más tardía es Canario 2000 INIAA con 51.50 días, en condiciones agroecológicas del valle de Chíncha.

Figura 4

Gráfico de comparación para días a la floración



4.3. Número de vainas por planta

De acuerdo a la tabla 11, del ANOVA para número de vainas por planta de frijol (ver resultado de los datos de campo en la Tabla 27 en el Anexo 1), notamos que en la fuente de variabilidad de repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la (Fc) es menor que los valores de la (Ft) a los niveles del 1% y 5%; indicando que no hay diferencia estadísticamente entre los promedios de las cuatro repeticiones. Luego, en la fuente de tratamientos también se observa que no hay diferencia estadística, es decir, que los promedios de los 10 tratamientos son estadísticamente similares.

Tabla 11

Análisis de varianza (ANOVA), numero de vainas por planta

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	1.5784	0.5261	1.30 NS	2.96	4.60
Tratamiento	9	3.3817	0.3757	0.93 NS	2.25	3.14
Error	27					
Total	39					

NS: no significativo

CV=21.41%

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 21.41 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado.

4.4. Días a la madurez fisiológica del frijol

De acuerdo a la tabla 12, del ANOVA de la variable días a la madurez fisiológica del frijol (ver resultado de los datos de campo en la Tabla 27 en el Anexo 1), que fue tomado en la fase de madurez (R9), notamos que en la fuente de variabilidad de Repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la (Fc) es menor que los valores de la (Ft) a los niveles del 1% y 5%; indicando que no hay diferencia estadísticamente entre los promedios de las cuatro repeticiones. Pero presenta una alta diferencia estadística en la Fuente de Tratamientos, lo cual significa existen altas diferencias estadísticas entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio. Luego, para

saber cuál o cuáles de los tratamientos fueron los más afectados y los menos afectados, se ha procedido a hacer la Prueba de Duncan, cuyos resultados se muestran en la Tabla 13.

Tabla 12

Análisis de varianza (ANOVA), para días a la madurez fisiológica del frijol

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	0.002311	0.00077	0.75 NS	2.96	4.60
Tratamiento	9	1.569086	0.174342	168.71**	2.25	3.14
Error	27	0.027902				
total	39					

NS: No Significativo

C.V. = 0.248 %

** : Alta significación

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 0.248 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado.

Tabla 13

Prueba de significación de Duncan para días a la madurez fisiológica del frijol (días)

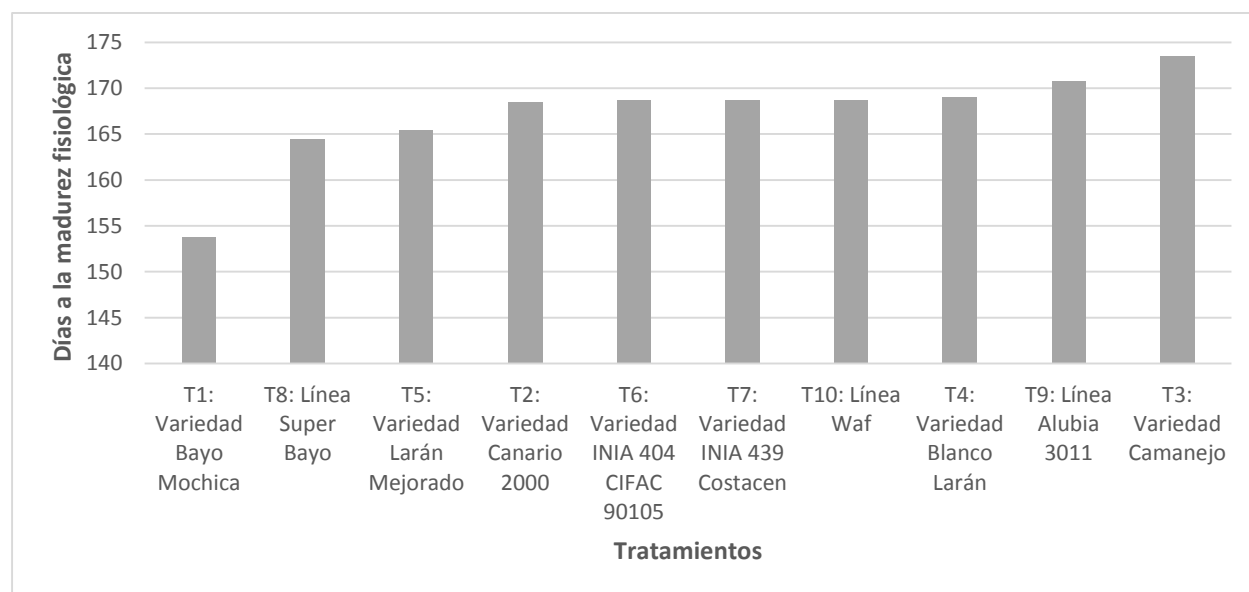
Tratamiento de estudio	Días desde la siembra a la madurez fisiológica del frijol	Significación(*)
T3: Variedad Camanejo	173.50	A
T9: Línea Alubia 3011	170.75	B
T4: Variedad Blanco Larán	169.00	C
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	168.75	C
T7: Variedad INIA 439 Costacen	168.75	C
T10: Línea Waf	168.75	C
T2: Variedad Canario 2000	168.50	C
T5: Variedad Larán Mejorado	165.50	D
T8: Línea Super Bayo	164.50	D
T1: Variedad Bayo Mochica	153.75	E

(*) : Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95% de seguridad.

Observando la tabla 13, de la prueba de significación de Duncan para días a la madurez fisiológica del frijol, vemos que el tratamiento más tardío fue la Variedad Camanejo con 173.50 días siendo estadísticamente diferente que los demás; seguido del tratamiento semitardío fue la Línea Alubia 3011 con 170.75 días, que también fue estadísticamente diferente que los demás; luego, se tuvo los tratamientos con estado de madurez fisiológica intermedia correspondientes a Variedad Blanco Larán (169.00 días), Variedad INIA 404 CIFAC 90105 (168.75 días), Variedad INIA 439 Costacen (168.75 días), Línea Waf (168.75 días) y Variedad Canario 2000 (168.50 días) que fueron estadísticamente similares; luego, están los tratamientos semiprecoces correspondiendo a la Variedad Larán Mejorado (165.50 días) y la Línea Super Bayo con 164.50 días que fueron similares estadísticamente; y, finalmente, se tuvo el tratamiento más precoz en llegar a la madurez fisiológica es la Variedad Bayo Mochica a con 153.73 días desde la siembra, que fue estadísticamente diferente que los demás. Según Valladolid (2001), considera que las variedades de frijol como Canario 2000, Blanco Larán y Larán Mejorado INIA llegan a la madurez fisiológica en un periodo de 90 días.

Figura 5

Gráfico de comparación de los días a la madurez fisiológica del frijol (días)



4.5. Peso de 100 granos de frijol

En cuanto a la variable peso de grano de frijol, consistente pesar en 100 granos o semillas (ver resultado de los datos en la Tabla 27 en el Anexo 1), al hacer el ANOVA (Tabla 14), se ha observado similitud estadística en la fuente de repeticiones; pero alta diferencia estadística en la fuente de tratamientos; lo cual significa que existe alta diferencia estadística entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio. Luego, para saber cuál o cuáles de los tratamientos fueron los de mayor peso, se ha procedido a hacer la Prueba de Duncan, cuyos resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 14

Análisis de varianza (ANOVA), peso de 100 granos de frijol

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	46.0750	15.3583	0.56 NS	2.96	4.60
Tratamiento	9	4100.22	455.5805	16.74**	2.25	3.14
Error	27	734.6750	27.2101			
total	39					

NS: no significativo
**: Alta significación

C.V. = 8.66%

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 8.66 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado.

Tabla 15

Prueba de significación de Duncan para el peso de 100 granos de frijol (g)

Tratamiento de estudio	Peso de 100 granos de frijol (g)	Significación(*)
T10: Línea Waf	76.75	A
T8: Línea Super Bayo	74.50	A
T9: Línea Alubia 3011	73.50	A
T1: Variedad Bayo Mochica	59.25	A
T2: Variedad Canario 2000	57.75	B
T4: Variedad Blanco Larán	56.50	B C
T5: Variedad Larán Mejorado	52.75	B C
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	52.50	B C
T7: Variedad INIA 439 Costacen	49.50	C
T3: Variedad Camanejo	49.25	C

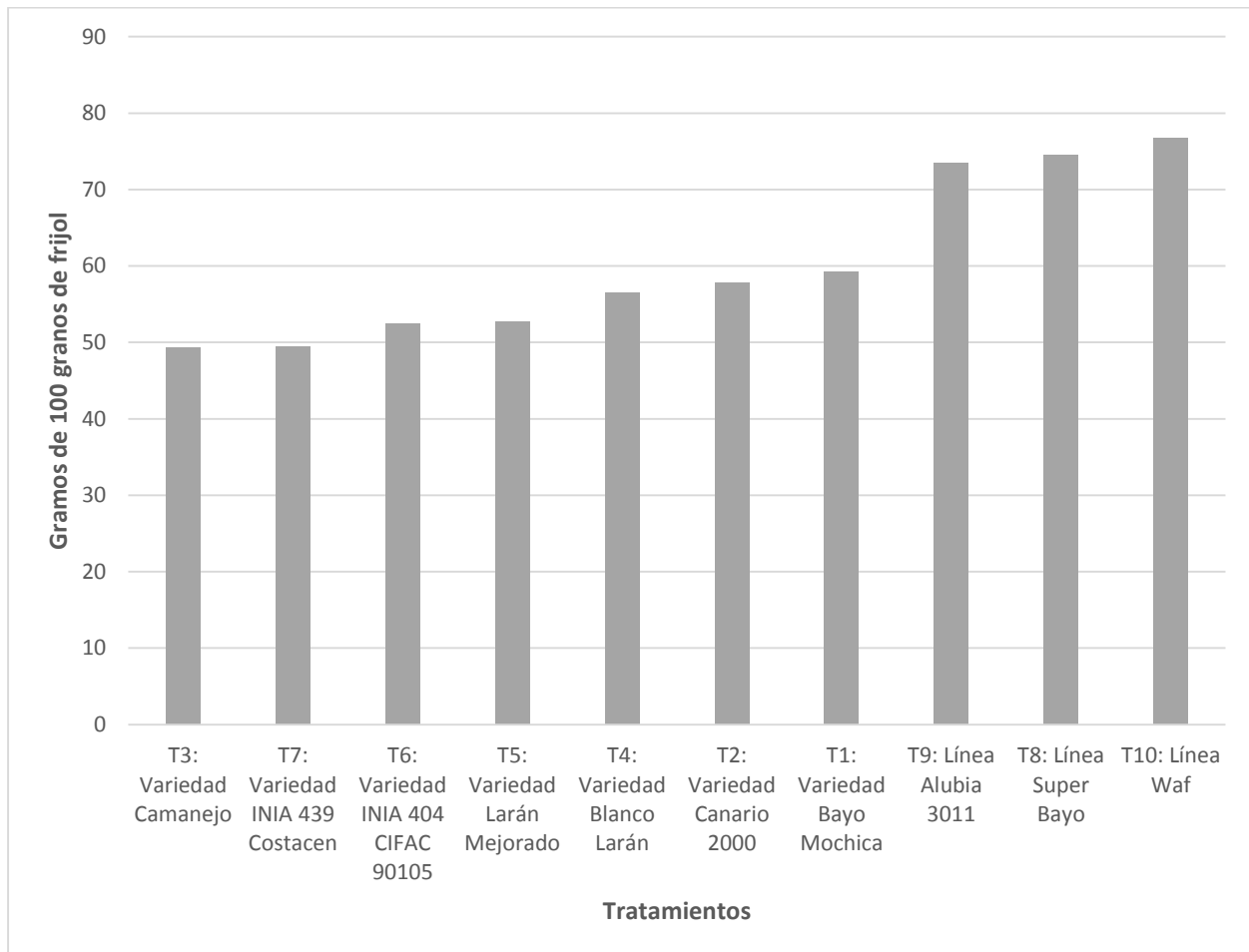
(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95% de seguridad.

Según la tabla 15, de la prueba de significación de Duncan para el peso de 100 granos de frijol, se observa que los tratamientos con mayor peso son la Línea Waf (76.75 gr), Línea Super Bayo (74.50 gr), Línea Alubia 3011 (73.50 gr) y Variedad Bayo Mochica (59.25 gr) que fueron estadísticamente similares y estadísticamente superiores que los demás; luego, se halla el tratamiento con peso intermedio que es la Variedad Canario 2000 con 57.75 gr. que resultó estadísticamente similar tanto que la Variedad Blanco Larán (56.50 gr), Variedad Larán Mejorado (52.50 gr) y Variedad INIA 404 CIFAC 90105 (52.50 gr); y finalmente, los tratamientos con menor peso de 100 granos fueron Variedad INIA 439 Costacen (49.50 gr) y Variedad Camanejo (49.25 gr) que resultaron estadísticamente similares tanto entre sí, así como con los tratamientos la Variedad Blanco Larán, Variedad Larán Mejorado y Variedad INIA 404 CIFAC 90105.

Según Cervantes (2022), la línea Waf 78/20 es uno de los cultivares que presenta mayor peso de 100 semillas, llegando a 61.40 gr, seguido de la variedad Larán Mejorado con 59.60 gr y la variedad Canario 2000 INIAA, considerado un peso bajo con 49.70 gr.

Figura 6

Gráfico de comparación de peso de 100 granos de frijol



4.6. Rendimiento del frijol

En cuanto a la variable rendimiento de Frijol (ver resultados de campo en la Tabla 27 del Anexo 1), al hacer el ANOVA (Tabla 16), se ha observado similitud estadística en la fuente de repeticiones; pero diferencia estadística en la fuente de tratamientos; lo cual significa existen diferencias estadísticas entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio. Luego, para saber cuál o cuáles de los tratamientos fueron los de mayor rendimiento, se ha procedido a hacer la Prueba de Duncan, cuyos resultados se muestran en la Tabla 17.

Tabla 16*Análisis de Varianza (ANOVA), rendimiento de Frijol*

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	46372.4830	15457.4943	1.04 NS	2.96	4.60
Tratamiento	9	389787.7696	43309.7522	2.90 *	2.25	3.14
Error	27	402788.9390	14918.1089			
total	39					

NS: no significativo

* : Significación

C.V. = 35.25%

Respecto al CV de esta variable, se tuvo un valor de 35.25 %, lo cual es algo elevado, debido probablemente a la incidencia y severidad del ataque de fitoenfermedades y adaptabilidad del cultivo a la sierra norte del país, y también influenciada por los factores climáticos.

Tabla 17*Prueba de significación de Duncan para rendimiento de frijol (kg/ha)*

Tratamiento de estudio	Rendimiento de frijol En kg/ha	Significación(*)		
T8: Línea Super Bayo	540.46	A		
T3: Variedad Camanejo	452.59	B	A	
T9: Línea Alubia 3011	392.41	B	A	C
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	370.74	B	A	C
T2: Variedad Canario 2000	352.38	B	A	C
T5: Variedad Larán Mejorado	350.58	B	A	C
T1: Variedad Bayo Mochica	329.22	B		C
T4: Variedad Blanco Larán	250.37			C
T7: Variedad INIA 439 Costacen	228.70			C
T10: Línea Waf	196.81			C

(*): Letras iguales en la columna, significa tratamientos estadísticamente similares. Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95% de seguridad.

Según la Tabla 17, de la Prueba del Rango Múltiple de Duncan para rendimiento de frijol se observa que el tratamiento con alto rendimiento es la Línea Super Bayo con 540.46 kg/ha, que resultó estadísticamente similar con los tratamientos Variedad Camanejo (452.59 kg/ha), Línea Alubia 3011 (392.41 kg/ha), Variedad INIA 404 CIFAC 90105 (370.74kg/ha), Variedad Canario 2000 (352.38kg/ha) y Variedad Larán Mejorado (350.58kg/ha); de otro lado, los tratamientos con bajo rendimiento fueron la Variedad Blanco Larán (250.37 kg/ha), Variedad INIA 439 Costacen (228.70 kg/ha) y la Línea Waf (196.81 kg/ha); que fueron estadísticamente iguales y a la vez similares que la Línea Alubia 3011 (392.41 kg/ha), Variedad INIA 404 CIFAC 90105 (370.74kg/ha), Variedad Canario 2000 (352.38kg/ha) y Variedad Larán Mejorado (350.58kg/ha) y la Variedad Bayo Mochica (329.22 kg/ha).

Valladolid (2001) sugiere que la variedad Canario 2000 puede alcanzar un rendimiento promedio de 1737 kg/ha, mientras que las variedades Blanco Laran y Laran Mejorado pueden llegar a 2000 kg/ha en zonas costeras. Por otro lado, según INIA (2009), la variedad INIA 404 CIFAC 90105 muestra un potencial de rendimiento de 3.5 Tm/ha en estudios experimentales realizados en la Estación Experimental Donoso, en diversas zonas de la costa peruana. INIA (2010) también señala que la variedad Bayo Mochica logra un rendimiento de 2000 kg/ha en condiciones de la costa norte, según estudios en la Estación Experimental Vista Florida.

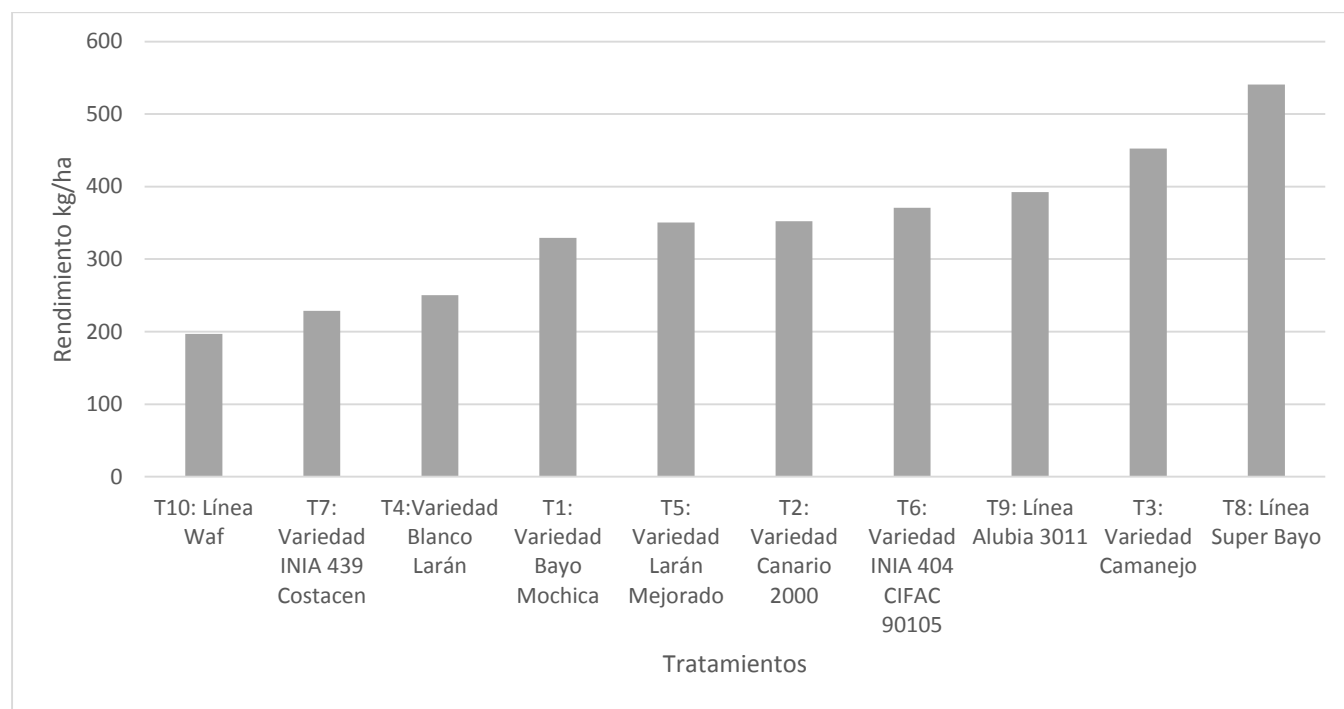
Alvarado (2018) destaca las variedades con los rendimientos más altos, como Alubia 3011 con 628.57 kg/ha, Bayo Mochica con 615.48 kg/ha y Laran Mejorado con 607.72 kg/ha. Además, señala que la variedad Canario 2000 mostró el rendimiento más bajo, con 408.95 kg/ha, en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo, región Cajamarca.

Según Usedo (2022) y Simón (2022), se ha demostrado que la variedad Canario 2000 puede alcanzar un rendimiento notablemente alto con el uso de diferentes bioestimulantes. En el valle de Moquegua, la aplicación de folcisteina ha llevado el rendimiento hasta los 2038,75 kg/ha, mientras que en la región de Huánuco, a 2190 msnm, la aplicación de biol ha logrado un rendimiento aún mayor, llegando a 2365,00 kg/ha.

Según Azcón Bieto y Talón (2013), el rendimiento de un cultivo está intrínsecamente ligado a su periodo vegetativo. Un periodo vegetativo más prolongado facilita que la planta continúe fotosintetizando y acumulando reservas, lo cual impacta directamente en el rendimiento final.

Figura 7

Gráfico de comparación de rendimientos de frijol



4.7. Incidencia de enfermedades foliares en la etapa vegetativa

En esta variable hay que mencionar que hubo dos enfermedades, *Ascochyta (Ascochyta phaseolorum)* y *Antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum)*, cuyos síntomas se hallaban conjuntamente, tanto en hojas en tallos; por lo cual, se han evaluado su incidencia y severidad como una sola variable para ambos hongos, los resultados de campo que respaldan este análisis se encuentran en la Tabla 26, ubicada en el Anexo 1.

Respecto a la incidencia de enfermedad|es foliares en la etapa vegetativa que fue tomada en la fase de botón floral (R5), en donde resultó lo siguiente:

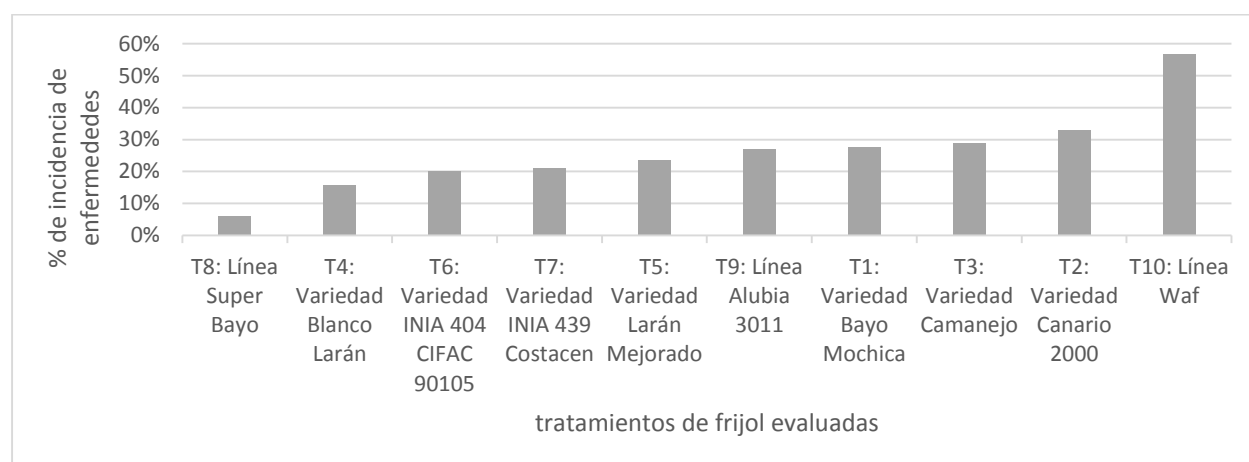
Tabla 18*Incidencia de enfermedades foliares durante el desarrollo vegetal (%)*

Tratamiento de estudio	Incidencia de enfermedades foliares en etapa vegetativa (%)
T10: Línea Waf	56.75
T2: Variedad Canario 2000	33.00
T3: Variedad Camanejo	29.00
T1: Variedad Bayo Mochica	27.75
T9: Línea Alubia 3011	27.00
T5: Variedad Larán Mejorado	23.50
T7: Variedad INIA 439 Costacen	21.00
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	20.25
T4: Variedad Blanco Larán	15.83
T8: Línea Super Bayo	6.00

Según el análisis de la gráfica de incidencia de enfermedades foliares en la etapa vegetativa, la línea Waf (T10) mostró la mayor susceptibilidad a las enfermedades Ascochyta y Antracnosis con una incidencia del 56.75%, seguida por la variedad Canario 2000 (T2) con 33%. Las variedades Camanejo (T3) y Bayo Mochica (T1) presentaron incidencias similares, alrededor del 29% y 27.75%, respectivamente. En contraste, la línea Super Bayo (T8) fue la más resistente, con solo un 6% de incidencia, mientras que las demás variedades tuvieron valores intermedios, entre el 15.83% y el 27%.

Figura 8

Gráfico de comparación de Incidencia de enfermedades foliares durante el desarrollo vegetal



4.8. Severidad de enfermedades foliares en la etapa vegetativa

En cuanto a la variable severidad de enfermedades foliares en la etapa vegetativa, los resultados de campo que respaldan este análisis se encuentran en la Tabla 26, ubicada en el Anexo 1, que fue tomada en la fase de botón floral (R5), encontrándose con el siguiente análisis.

Tabla 19

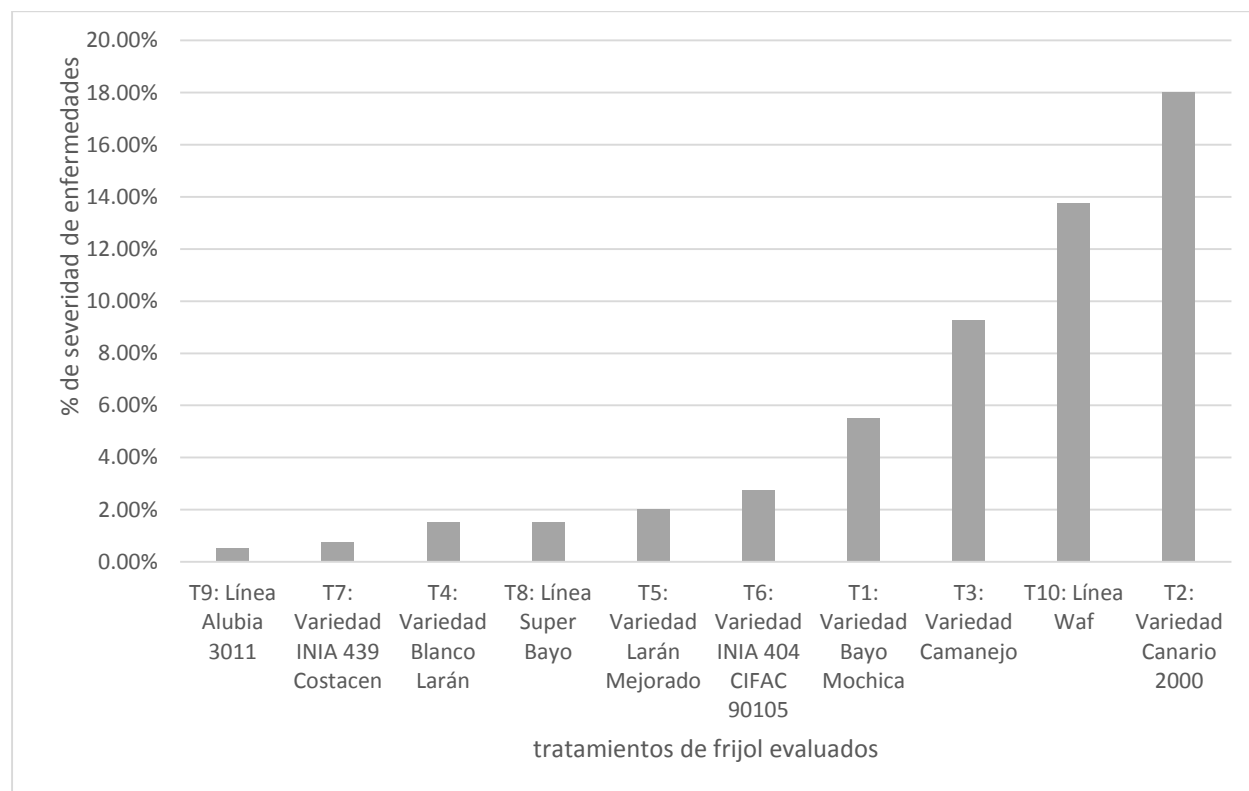
Severidad de enfermedades foliares en etapa vegetativa (%)

Tratamiento de estudio	Severidad de enfermedades foliares en etapa vegetativa (% área foliar dañada)
T2: Variedad Canario 2000	18.00
T10: Línea Waf	13.75
T3: Variedad Camanejo	9.25
T1: Variedad Bayo Mochica	5.50
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	2.75
T5: Variedad Larán Mejorado	2.00
T4: Variedad Blanco Larán	1.50
T8: Línea Super Bayo	1.50
T7: Variedad INIA 439 Costacen	0.75
T9: Línea Alubia 3011	0.50

La variedad Canario 2000 (T2) presentó la mayor severidad de enfermedades foliares en la etapa vegetativa con un 18%, seguida de la línea Waf (T10) con 13.75%, ambas mostrando alta susceptibilidad. Las variedades Camanejo (T3) y Bayo Mochica (T1) tuvieron severidades moderadas con 9.25% y 5.50%, respectivamente. En contraste, las variedades más resistentes fueron Línea Alubia 3011 (T9) y Línea Super Bayo (T8) con solo 0.50% y 0.75% de severidad, respectivamente, lo que indica su alta tolerancia a las enfermedades evaluadas.

Figura 9

Gráfico de comparación de Severidad de enfermedades foliares en etapa vegetativa



4.9. Incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva

En cuanto a la variable incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva que fue tomada en la fase de formación de vainas (R7), se tiene el siguiente análisis, de los resultados de campo que se encuentran en la Tabla 26, ubicada en el Anexo 1.

Tabla 20

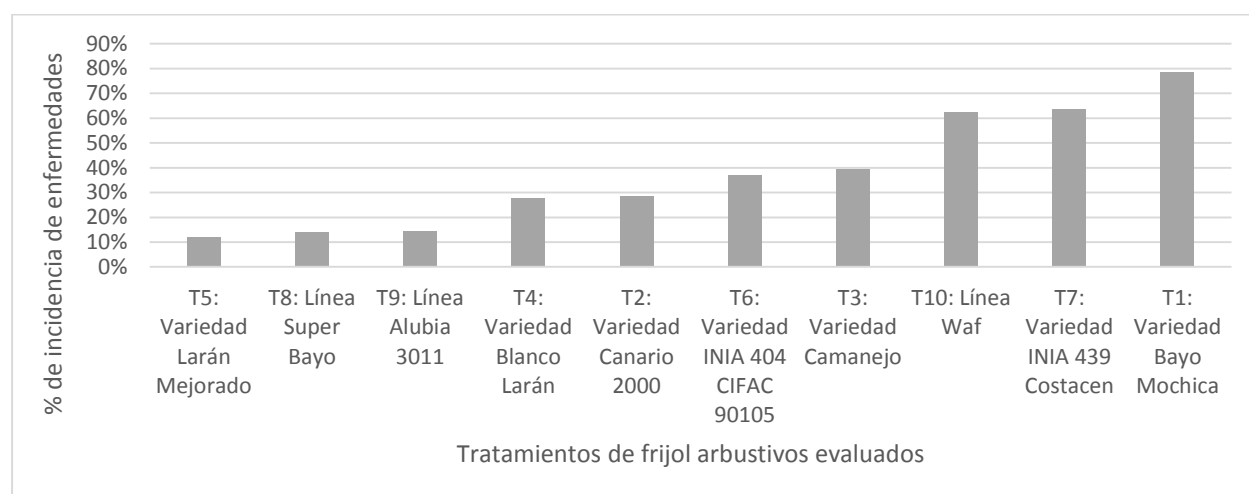
Incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva

Tratamiento de estudio	Incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva (%).
T1: Variedad Bayo Mochica	78.50
T10: Línea Waf	62.50
T7: Variedad INIA 439 Costacen	63.50
T3: Variedad Camanejo	39.50
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	37.00
T2: Variedad Canario 2000	28.50
T4: Variedad Blanco Larán	27.67
T9: Línea Alubia 3011	14.50
T8: Línea Super Bayo	14.00
T5: Variedad Larán Mejorado	12.00

En la etapa reproductiva, la variedad Bayo Mochica (T1) presentó la mayor incidencia de enfermedades foliares con un 78.5%, seguida de la línea Waf (T10) con 62.5% y la Variedad INIA 439 Costacen (T7) con 53.5%, mostrando una alta susceptibilidad. Las variedades Camanejo (T3) e INIA 404 CIFAC 90105 (T6) tuvieron incidencias moderadas de 39.5% y 37%. En contraste, las líneas más resistentes fueron Larán Mejorado (T5) con 12%, Super Bayo (T8) con 14% y Alubia 3011 (T9) con 14.5%, lo que indica una mayor tolerancia en esta etapa.

Figura 10

Gráfico de comparación de incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva



4.10. Severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva

Para severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva de frijol, se tomaron los datos en la etapa de formación de vainas (R8), se tiene el siguiente análisis, de los resultados de campo que se encuentran en la Tabla 26, ubicada en el Anexo 1.

Tabla 21

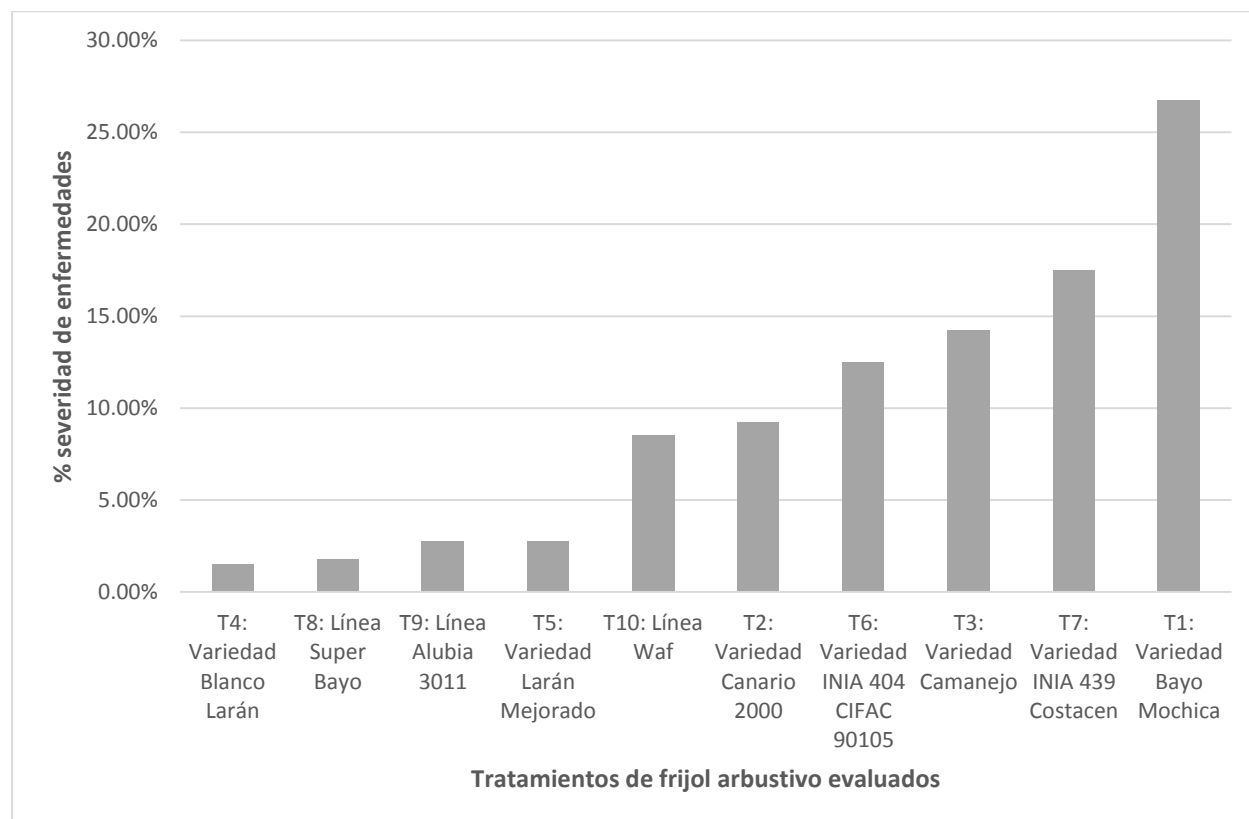
Severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva

Tratamiento de estudio	Severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva (%)
T1: Variedad Bayo Mochica	26.75
T7: Variedad INIA 439 Costacen	17.50
T3: Variedad Camanejo	14.25
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	12.50
T2: Variedad Canario 2000	9.25
T10: Línea Waf	8.50
T9: Línea Alubia 3011	2.75
T5: Variedad Larán Mejorado	2.75
T8: Línea Super Bayo	1.75
T4: Variedad Blanco Larán	1.50

En la etapa reproductiva del frijol, la variedad Bayo Mochica (T1) presentó la mayor severidad de enfermedades foliares con un 26.75%, seguida por INIA 439 Costacen (T7) con 17.50% y Camanejo (T3) con 14.25%, mostrando mayor susceptibilidad. Las variedades INIA 404 CIFAC 90105 (T6) y Canario 2000 (T2) también registraron niveles de severidad de 12.50% y 9.25%, respectivamente. En contraste, las menos afectadas fueron la Línea Alubia 3011 (T9) y Larán Mejorado (T5) con 2.75%, mientras que Super Bayo (T8) y Blanco Larán (T4) fueron las más resistentes con severidades de 1.75% y 1.50%.

Figura 11

Gráfico de comparación de severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva



4.11. Altura de planta de maíz

En cuanto a la altura de planta de maíz (ver resultados de campo en la Tabla 27 del Anexo 1), al hacer el ANOVA (Tabla 22), se ha observado diferencia estadística en la Fuente de Repeticiones; pero no hay diferencia estadística en la fuente de tratamientos, porque los datos de la Fc son bajos en relación al 95% y 99% de probabilidad, lo cual significa que no hay diferencias estadísticas entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio.

Tabla 22

Análisis de varianza (ANOVA), altura de plantas de maíz

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	2121.7827	707.2609	3.96*	2.96	4.60
Tratamiento	9	863.1052	95.9005	0.54NS	2.25	3.14
Error	27	4825.43	178.7199			
total	39					

NS: no significativo

* : Significación

C.V. = 6.61%

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 6.61 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado.

4.12. Altura de mazorca de maíz

En cuanto a la altura de mazorca de maíz (ver resultados de campo en la Tabla 27 del Anexo 1), al hacer el ANOVA (Tabla 23), se ha observado alta diferencia estadística en la fuente de repeticiones; pero no hay diferencia estadística en la fuente de tratamientos, porque los datos de la Fc son bajos en relación al 95% y 99% de probabilidad, lo cual significa que no hay diferencias estadísticas entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio.

Tabla 23*Análisis de varianza (ANOVA), altura de mazorca de maíz*

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	1896.3807	632.1269	9.96**	2.96	4.60
Tratamiento	9	392.5172	43.6130	0.69 NS	2.25	3.14
Error	27	1712.8117	63.4374			
total	39					

NS: no significativo
 **: Alta significación

C.V. = 7.29%

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 7,29 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado.

4.13. Rendimiento del maíz

En cuanto al rendimiento del maíz, (ver resultados de campo en la Tabla 27 del Anexo 1), al hacer el ANOVA (Tabla 24), se ha observado alta diferencia estadística en la fuente de repeticiones; pero no hay diferencia estadística en la fuente de tratamientos, porque los datos de la Fc son bajos en relación al 95% y 99% de probabilidad, lo cual significa que no hay diferencias estadísticas entre los promedios de los 10 tratamientos en estudio.

Tabla 24*Análisis de varianza (ANOVA), rendimiento de maíz*

F V	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	6358329.738	2119443.246	6.13 **	2.96	4.60
Tratamiento	9	4346795.310	482977.257	1.40 NS	2.25	3.14
Error	27	9336966.82	345813.59			
total	39					

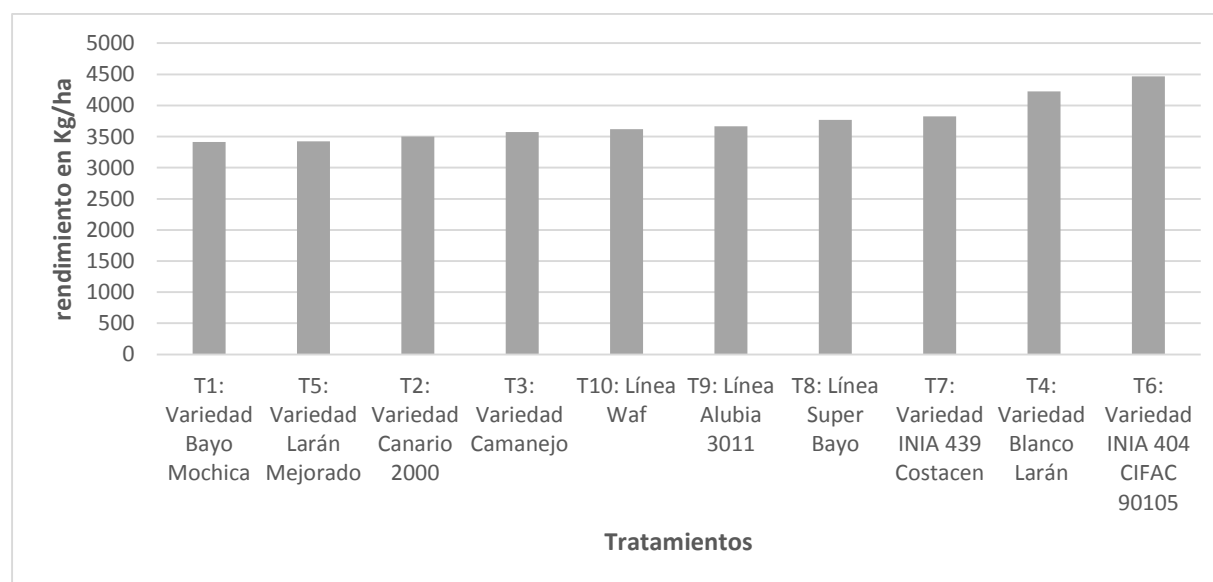
NS: no significativo
 **: Alta significación

C.V. = 15.69 %

En el cuadro ANOVA también se ha obtenido un (CV) de 15.69 %, lo cual es bajo y se ajusta a lo esperado.

Tabla 25*Rendimiento de maíz en asociación con los 10 tratamientos*

Tratamiento de estudio	Rendimiento del Maíz Kg/ha
T6: Variedad INIA 404 CIFAC 90105	4467.4
T4: Variedad Blanco Larán	4226.2
T7: Variedad INIA 439 Costacen	3824.3
T8: Línea Super Bayo	3766.9
T9: Línea Alubia 3011	3663.5
T10: Línea Waf	3621.0
T3: Variedad Camanejo	3571.6
T2: Variedad Canario 2000	3502.7
T5: Variedad Larán Mejorado	3422.3
T1: Variedad Bayo Mochica	3410.9

Figura 12*Comparación del rendimiento de maíz asociado a 10 tratamiento de frijol arbustivo*

Identificamos que hubo similitud estadística entre tratamientos, no obstante, se muestra que el maíz que con mayor rendimiento obtuvo en asociación con frijol fue con la Variedad INIA 404 CIFAC 90105 (T6) y el rendimiento más bajo con la Variedad Bayo Mochica (T1) con 4467.4 kg/ha y 3410.9 kg/ha respectivamente.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

La Línea Super Bayo (T8) alcanzó el mayor rendimiento de grano con 540.46 kg/ha, siendo estadísticamente similar a la variedad Camanejo (T3) y la línea Alubia 3011 (T9) que tuvieron rendimientos de 452.59 kg/ha y 392.41 kg/ha, respectivamente.

La Línea Super Bayo (T8) y la Línea Alubia 3011 (T9) demostraron mayor resistencia a las enfermedades de antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*) y ascochyta (*Ascochyta phaseolorum*) en ambas etapas fenológicas; observándose en la etapa vegetativa una severidad conjunta para las dos enfermedades de 1.50 y 0.50% para Super Bayo y Alubia 3011, respectivamente y en etapa reproductiva esos valores respectivos fueron 1.75 y 2.75%.

Se identifica como tratamiento promisorio para el cultivo en asociación con maíz a la línea Super Bayo que ha alcanzado el mayor rendimiento de grano (540.46 kg/ha) y con menor daño de las enfermedades antracnosis y ascochyta (severidad menor que 2%).

5.2. Recomendaciones

Continuar con investigaciones complementarias sobre la línea Super Bayo y otras líneas sobresalientes, evaluando su comportamiento en diferentes campañas agrícolas, zonas agroecológicas y sistemas de manejo, con el fin de consolidar su potencial agronómico, resistencia a enfermedades y viabilidad para su liberación como variedad comercial.

CAPITULO VI

Referencias Bibliográficas

- Alvarado Heredia, E. H. (2018). *Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (phaseolus vulgaris L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015 [Tesis Para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2886>
- Andina.pe. (05 de Mayo de 2021). Frijoles Costacen y Canario Camanejo se adaptan mejor al estrés hídrico. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/frijoles-costacen-y-canario-camanejo-se-adaptan-mejor-al-est-23832>
- Arias Restrepo, J. H., Rengifo Martínez, T., & Jaramillo Carmona, M. (2007). *Beuenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la Produccion de Frijol Voluble [Manual Tecnico - FAO-MANA-CORPOICA]*. Colombia. Obtenido de <https://www.fao.org/3/a1359s/a1359s01.pdf>
- Azcón Bieto, J., & Talón, M. (2013). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. Universidad de Barcelona , Madrid. Obtenido de <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FundamentosdeFisiologiaVegetal2008Azcon..pdf>
- Cayetano Terrel, P., Peña Pineda, M. K., Olivarez Rivera, E. L., & Vargas Cisneros, S. M. (2022). *Estudio de Vigilancia Tecnológica en el cultivo del frijol*. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Obtenido de <https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1685/1/Estudio%20de%20Vigilancia%20Tecnol%C3%B3gica%20en%20el%20cultivo%20de%20frijol.pdf>
- Cervantes Zamudio, R. J. (2022). *Comparativo de Rendimiento de Nueve Líneas de Phaseolus vulgaris Frijol, en el Valle de Chincha [Tesis para Optar el Título de Ingeniero Agrónomo - Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]*. Huacho. Obtenido de

- https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/7145/tesis_compressed%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CIAT. (Febrero, 1984). *Morfología de la Planta de Frijol Común (Phaseolus vulgaris L.)* (segunda ed.). Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Morfologia_de_la_Planta_de_frijol_Comun/AtOLF2NhJogC?hl=es-419&gbpv=1&dq=Habito+de+crecimiento+del+frijol&printsec=frontcover
- Egea, J. M., Egea Sánchez, J. M., Egea, I., & Rivera, D. (2015). *Cultivos promisorios para enfriar el clima y alimentar al mundo. Una propuesta agroecológica para tierra de iberos.*
- Espinoza Montesinos, E. A. (2009). *Evaluación de 16 Genotipos Seleccionados en Dos Densidades de Siembra de Frijol Canario CV. Centenario (Phaseolus vulgaris L.) Por su Calidad y Rendimiento en Condiciones de Costa Central [Tesis para optar el grado de Magister Scientiae-UNALM]*. Repositorio Universitario. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1710/PAG%2011-137-TM.pdf?sequence=1>
- García Olmedo, F. (6 de Junio de 2017). *Adaptación de los cultivos al cambio.* Obtenido de <https://www.elmundo.es/economia/innovadores/2017/06/01/59303c13468aebd4658b45bo.html>
- Gómez, K., & A.A. Gómez. (1984). *Statistical procedures for agricultural research.* John Wiley Inter Science, Hoboken, NJ, USA.
- Hernandez Fonseca, J. C. (2009). *Manual de Recomendaciones Técnicas Cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris).* San José, Costa Rica.
- Hernández López, V. M., Vargas Vásquez, M. P., Muruaga Martínez, J. S., Hernández Delgado, S., & Mayek Pérez, N. (Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 (2): 95 - 104, 2013). *Origen, Domesticación y Diversificación Del Frijol Común. Avances y Perspectivas.* 1Centro de

- Biotecnología Genómica, Instituto Politécnico Nacional. Blvd. del Maestro esq. Elías Piña s/n, Col. Narciso Mendoza, 88710, Reynosa, Tamaulipas., Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 56230, Chapingo, México.
- López, V. M., Vázquez, M. L., Martínez, J. S., Delgado, S. H., & Pérez, N. M. (19 de Marzo de 2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. *Revista fitotecnica mexicana*, vol.36 n^o.2. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So187-73802013000200002
- María Salcedo, J. (2023). *Guías para la regeneración de germoplasma Frijol común [Bioversity International, Oficina Regional para las Américas, Cali, Colombia]*.
- Martínez, A. (1988). *Diseños experimentales: métodos y elementos de teoría*. Editorial Trillas, México. Editorial Trillas, México.
- MINAGRI. (2016). *Leguminosas de Grano "Semillas nutritivas para un futuro sostenible"*. Lima: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Patel, J., Patel, N., & Shiyani, R. (2001). *Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study*. Curr. Sci. 81(9):1163-1164.
- Perez Matos, A. (2020). *Evaluación de cinco cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) : fundamentos teóricos*. Editorial Universitaria (Cuba).
- Pimentel, F. (1985). *Curso de estadística experimental*. Livraria Nobel S.A., São Paulo, Brasil.
- Quenter Condori, C. (2013). *Evaluación de Adopción de Variedades de Frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Palma Real, Distrito de Echaratela - La Convención - Cusco [Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/906>

- Rojas Matos, L. A. (2019). *Líneas promisorias de Frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de la Costa Central [Tesis Para Optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria La Molina]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4222>
- SENAMHI. (04 de agosto de 2025). *Datos Hidrometeorológicos en Cajamarca*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones>
- SENASA. (2019). *Guía Para la Implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) Para el Cultivo de Frijol*. Obtenido de <https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-FRIJOL.pdf>
- Simon Bravo, R. N. (2022). *Efecto del Biol en el Rendimiento Del Cultivo de Frijol (Phaseolus vulgaris) Variedad Canario 2000 en Condiciones Agroecológicas Umari- Pachitea 2021 [Tesis para Optar el Título de Ingeniero Agrónomo - Universidad Nacional Hermilio Valdizan]*. Repositorio Institucional, Huanuco. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/7460/TAG00937S56.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres Calderón, S., Huaraca Fernadez, J., Laura Pezo, D., & Crisóstomo Calderón, R. (20 de Julio de 2018). Asociación de cultivos, maíz y leguminosas para la conservación de la fertilidad del suelo. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(1), 15-22. doi:10.17162/rictd.v4i1.1068
- Usedo Aguilar, A. J. (2022). *Respuesta de Dos Variedades de Frijol (Phaseolus vulgaris L.) a la Aplicación de Diferentes Dosis Del Bioestimulante Folcisteína en el Valle de Moquegua [Tesis para Optar Título Profesional de Ingeniero Agrónomo - Universidad José Carlos Mariátegui]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/1541/Americo_tesis_titulo_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valladolid Ch, A. (2001). El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú. *INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria)*, 105.

ANEXOS

Anexo 1. Datos de Campo Para Análisis de Resultados

Tabla 26

Datos de evaluación en etapa vegetativa

Parcela	Repetición	Tratamiento	dem	df	a1in	a1se	a2in	a2se
101	1	Camanejo	14	79	15	10	15	5
102	1	INIA-439	14	81	0	0	42	5
103	1	L-Waf	16	72	42	5	8	1
104	1	INIA-404	13	83	36	8	79	45
105	1	Alubia-3011	15	53	0	0	0	0
106	1	Canario-2000	13	74	14	2	21	1
107	1	Larán-Mejorado	15	67	18	5	18	8
108	1	Super-Bayo	10	67	0	0	7	1
109	1	Bayo-Mochica	13	71	61	20	83	60
110	1	Blanco-Laran	15	65	8	2	41	2
201	2	INIA-439	12	80	17	1	75	20
202	2	Larán-Mejorado	13	67	14	1	21	2
203	2	INIA-404	13	82	6	1	24	1
204	2	L-Waf	20	76	44	10	78	8
205	2	Bayo-Mochica	12	71	25	1	88	20
206	2	Super-Bayo	13	71	0	0	0	0
207	2	Camanejo	10	81	27	2	20	5
208	2	Blanco-Laran	16	71	9	1	27	1
209	2	Canario 2000	13	75	29	5	35	25
210	2	Alubia-3011	12	52	0	0	20	5
301	3	Bayo-Mochica	13	66	25	1	50	2
302	3	Larán-Mejorado	15	63	17	1	0	0
303	3	Super-Bayo	15	71	17	5	42	5
304	3	INIA-439	13	79	17	2	33	5
305	3	L-Waf	15	76	63	10	75	20
306	3	Camanejo	13	92	53	20	73	45
307	3	Blanco-Laran	13	65	31	1	13	2
308	3	Canario-2000	14	75	47	5	33	10
309	3	Alubia-3011	14	53	54	1	15	1
310	3	INIA-404	12	82	19	1	25	2

Parcela	Repetición	Tratamiento	dem	df	a1in	a1se	a2in	a2se
401	4	Super-Bayo	13	72	7	1	7	1
402	4	Camanejo	13	83	21	5	50	2
403	4	L-Waf	13	75	78	30	89	5
404	4	INIA-439	13	80	50	0	64	40
405	4	Larán-Mejorado	15	67	45	1	9	1
406	4	Canario-2000	15	75	42	60	25	1
407	4	Alubia-3011	13	59	54	1	23	5
408	4	INIA-404	13	80	20	1	20	2
409	4	Bayo-Mochica	15	72	0	0	93	25
410	4	Blanco-Laran	15	67	15	2	29	1

Nota: códigos de evaluación, **dem:** Días a la Emergencia del Frijol, **df:** Días a la floración del frijol, **a1in:** Incidencia de enfermedades foliares en etapa vegetativa, **a1se:** Severidad de enfermedades foliares en etapa vegetativa, **a2in:** Incidencia de enfermedades foliares en etapa reproductiva, **a2se:** Severidad de enfermedades foliares en etapa reproductiva.

Tabla 27*Datos de evaluación en etapa reproductiva*

Parcela	Repetición	Tratamiento	nvp	dmf	pgF	ppF	RdtoF	hpM	hmM	RdtoM
101	1	Camanejo	14.50	173	52	384	462.22	202.5	109.1	4685.62
102	1	INIA-439	18.17	168	53	352	423.70	203.4	118.2	4318.12
103	1	L-Waf	9	168	84	241	290.09	202..6	111.1	4653.46
104	1	INIA-404	6.91	169	53	186	223.89	196.7	112.5	4915.30
105	1	Alubia-3011	9.28	172	81	418	503.15	205.7	105.3	3629.06
106	1	Canario-2000	10.77	168	55	259	311.76	174.8	97.8	3537.18
107	1	Larán-Mejorado	6.44	165	51	136	163.70	198.0	110.9	3491.24
108	1	Super-Bayo	8.88	164	77	354	426.11	211.3	122.1	4869.37
109	1	Bayo-Mochica	2.43	153	60	221	266.02	207.3	113.3	4180.30
110	1	Blanco-Laran	5.27	169	54	170	204.63	220.3	113.3	4409.99
201	2	INIA-439	6.06	170	53	183	220.28	222.6	117.6	3904.68
202	2	Larán-Mejorado	9.35	166	56	413	497.13	212.2	120.7	4869.37
203	2	INIA-404	11.21	168	53	416	500.74	206.4	119.8	4777.49
204	2	L-Waf	4.31	169	62	70	84.26	203.2	116.0	3674.99
205	2	Bayo-Mochica	5.26	155	55	243	292.50	207.1	117.8	3858.74
206	2	Super-Bayo	12.36	165	72	654	787.22	203.3	106.6	3812.81
207	2	Camanejo	12.39	174	57	433	521.20	220.2	122.8	2848.12
208	2	Blanco-Laran	8	169	54	179	215.46	202.0	119.7	4088.43
209	2	Canario 2000	14.15	168	64	468	563.33	223.8	126.6	3904.68
210	2	Alubia-3011	7.29	170	70	284	341.85	218.9	127.6	3720.93
301	3	Bayo-Mochica	9.20	152	64	342	411.67	208.6	124.2	3123.74
302	3	Larán-Mejorado	12	166	54	352	423.70	195.6	99.2	3169.68
303	3	Super-Bayo	9.32	164	75	282	339.44	191.3	101.1	3215.62
304	3	INIA-439	8.81	168	50	160	192.59	195.5	97.1	3445.31
305	3	L-Waf	9	170	77	156	187.78	177.4	90.6	2388.75
307	3	Blanco-Laran	5.18	169	59	281	338.24	207.2	97.6	5144.99

Parcela	Repetición	Tratamiento	nvp	dmf	pgF	ppF	RdtoF	hpM	hmM	RdtoM
309	3	Alubia-3011	5.32	171	72	324	390.00	200.6	108.5	4180.30
310	3	INIA-404	9.21	169	53	281	338.24	250.0	111.1	4364.05
401	4	Super-Bayo	14.04	165	74	506	609.07	200.0	112.0	3169.68
402	4	Camanejo	13.26	174	47	421	506.76	189.9	104.8	3491.24
403	4	L-Waf	13.22	168	84	187	225.09	195.7	105.8	3766.87
404	4	INIA-439	3.74	169	42	65	78.24	199.7	105.1	3629.06
405	4	Larán-Mejorado	15.15	165	50	264	317.78	186.1	92.6	2159.06
406	4	Canario-2000	13	169	56	290	349.07	176.4	87.6	3169.68
407	4	Alubia-3011	7.83	170	71	278	334.63	193.1	100.7	3123.74
408	4	INIA-404	12.68	169	51	349	420.09	186.5	97.8	3812.81
409	4	Bayo-Mochica	7.09	155	58	288	346.67	186.6	101.5	2480.62
410	4	Blanco-Laran	10.22	169	59	202	243.15	200.4	113.3	3261.56

Nota: códigos de evaluación **nvp**: Número de vainas por planta, **dmf**: Días a la madurez fisiológica del frijol, **pgF**: Peso de 100 granos de frijol, **ppF**: peso de parcela, **RdtoF**: Rendimiento del frijol, **hpM**: Altura de planta de maíz, **hmM**: Altura de mazorca de maíz, **RdtoM**: Rendimiento del maíz.

Anexo 2. Panel fotográfico

Figura 13

Preparación de terreno para la instalación del experimento



Figura 14

Medida de ancho de surco



Surcado de terreno



Tratamiento de semilla de frijol con VITAVAX-300



Figura 17

Medida para instalación de golpes de semillas (frijol y maíz)



Figura 18

Delimitación de bloques



Figura 19

Distribución de semillas por tratamiento



Figura 20

Primera aplicación de abonamiento



Figura 21

Evaluación de días a la emergencia del frijol



Figura 22

*Presencia de plagas, estado larval de (*Astylus* sp)*



Figura 23

Aplicación de abono foliar



Figura 24

Toma de datos según el desarrollo del experimento



Figura 25

Realizando aporque del experimento asociado frijol arbustivo con maiz



Figura 26

Toma de datos de la variable días a la floración del frijol



Figura 27

Segunda aplicación de abono foliar



Figura 28

Toma de datos en etapa reproductiva



Figura 29

Síntomas de antracnosis y ascochyta en la Variedad INIA 439 Costacen



Figura 30

Síntomas de antracnosis y ascochyta en la variedad Larán Mejorado



Figura 31

Síntomas de antracnosis y ascochyta en la variedad INIA 404 CIFAC 90105



Figura 32

Síntomas de antracnosis y ascochyta en la Línea Waf



Figura 33

Síntomas de antracnosis y ascoshyta en la Variedad Bayo Mochica



Figura 34

Síntomas de antracnosis y ascochyta en la Línea Super Bayo



Figura 35

Síntomas de antracnosis y ascochyta en la variedad Camanejo



Figura 36

Síntomas de antracnosis y ascochyta en la variedad Blanco Larán



Figura 37

Síntoma de antracnosis y ascochyta de la variedad Canario 2000



Figura 38

Síntoma de antracnosis y ascochyta de la Línea Alubia 3011



Figura 39

Vainas de los 10 tratamientos. (a) Variedad Bayo Mochica, (b) variedad Larán Mejorado, (c) Línea Super Bayo, (d) Variedad INIA 439 COSTACEN, (e) Línea Waf, (f) Variedad Camanejo, (g) Variedad Blanco Larán, (h) Variedad Canario 2000, (i) Línea Alubia 3011 y (j) Variedad INIA 404 CIFAC 90105



Figura 40

Selección de vainas de los 10 tiramientos



Figura 41

Conteo y selección de vainas por parcela



Figura 42

Toma de datos de altura de planta y altura de mazorca del maíz



Figura 43

Cosecha y selección de maíz



Figura 44

Mazorcas de maíz clasificadas por calidad



Figura 45

Pesado de mazorcas de maíz para cálculo de rendimiento



Figura 46

Peso de 100 granos de frijol por tratamiento



Figura 47

Peso de granos por parcela, para cálculo de rendimiento de frijol por tiramiento



Anexo 3. Análisis de suelo

Figura 48

Informe de análisis de suelo



INFORME DE ENSAYO

N° 110919-22/SU/BAÑOS DEL INCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente	PN CEREALES GRANOS ANDINOS Y LEGUMINOSAS
Propietario / Productor	DIEGO SANGAY COTRINA
Dirección del cliente	JR. VFRACCHIA del
Solicitado por	Cliente
Muestrado por	Cliente
Número de muestra(s)	01 muestra
Producto destinado	Suelo Agrícola
Procedencia de las muestras	Batallas en plásticos oscuros
Referencia del muestreo	Reservado por el Cliente
Procedencia de muestras	ACOPAMPA BAJO / CAJAMARCA
Forma de muestreo	09/10/2022 (*)
Fecha de recepción de muestras	10/11/2022
Lugar de ensayo	LABSAF Baños del Inca
Fecha(s) de análisis	07/11/2022
Calificación del informe	0202-02-SI
Fecha de emisión	16/11/2022

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1				
Código de Laboratorio	SU1219-E08-02				
Muestra Analizada	Suelo				
Fecha de Muestreo	09/10/2022				
Hora de Inicio de Muestreo (H)	-				
Condición de la muestra	-				
Codificación de la Muestra por el Cliente	Las Palmas				
Ensayo	Unidad	L.C.			Resultados
pH	und. pH	0.1	7.3		
Aluminio	mg/100 g	-	-		
Materia Orgánica	%	0.1	1.0		
Fósforo	ppm	-	7.98		
Potasio	ppm	-	349		

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	DTA 9340, Rev. 4, 2004. Soil and water pH
Aluminio	Norma Oficial Mexicana NOM-201-AR-2002, Segunda Sección (01 de Diciembre 2002). Item 7.3.29/AR-2002. Determinación de Aluminio y Arsénico en Suelo
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-201-AR-2002, Segunda Sección (01 de Diciembre 2002). Item 7.1.7.35/AR-2002. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley & Black
Fósforo	Norma Oficial Mexicana NOM-201-AR-2002, Segunda Sección (01 de Diciembre 2002). Item 7.1.10 AR-07, 2000. Determinación de Fosforo
Potasio	Norma Oficial Mexicana NOM-201-AR-2002, Segunda Sección (01 de Diciembre 2002). Item 7.2.3.45/AR-2000. Determinación de Potasio

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingresó la Muestra: Buenas Condiciones de almacenamiento
- Este informe puede ser reproducido total o parcialmente por los miembros de LABSAF y del cliente
- Los resultados se relacionan solamente con los items acordados a ensayo
- Los resultados se aplican a las muestras, tal como se recibieron
- Este documento es válido sólo para el producto que es ensayado anteriormente
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados
- Método de pH realizado a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

El presente informe de ensayo ha sido autorizado por: M. Sc. Marcela Cervantes Pareda - Responsable del laboratorio de LABSAF Baños del Inca



M. Sc. Marcela Cervantes Pareda
Responsable del laboratorio de LABSAF Baños del Inca

FIN DE INFORME DE ENSAYO

LABSAF-ECAM
Procción. A, Huancayo del Centro del Inca-Cajamarca
Tel: 076-322506
Email: direccion@labsof.org.pe

Página 1 de 1

7 de 11/2022

Figura 49

Interpretación de análisis de suelo

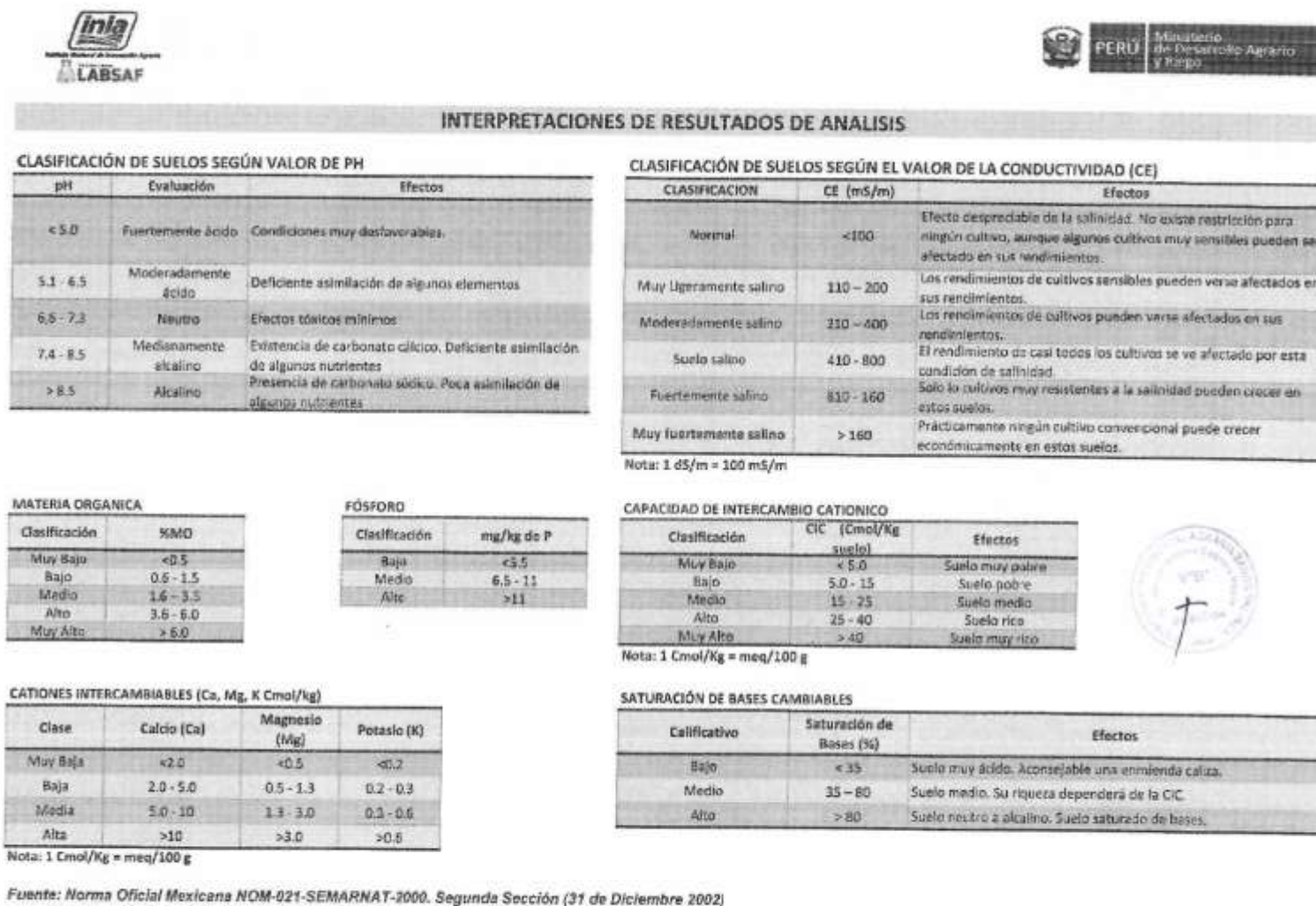


Figura 50

Recomendación de abonamiento para el cultivo de maíz asociado con frijol



INIA
Instituto Nacional de Innovación Agraria



PERU
Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego

RECOMENDACIONES

Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidades de Nutriente			CAL	ESTIERCOL
		N2	P2O5	K2O	Tn/ha	Tn/ha
SU1218-EEBI-22	MAIZ + FRIJOL	145	80	45		4,5

PLAN DE FERTILIZACIÓN QUIMICA

Primera Fertilización Kg/Ha - Siembra		Programa de Fertilización		
Urea		N2	Siembra	Aporque
Fosfato Diamónico		P2O5		
Sulfato de Potasio		K2O		

Segunda Fertilización Kg/Ha - Aporque		Fuente				
Urea		N2	P2O5	K2O	Azufre	
Fosfato Diamónico						
Sulfato de Potasio						

Fuente	Kg/Ha
Urea	
Fosfato Diamónico	
Sulfato de Potasio	

PLAN DE ABONO ORGANICO

Abonamiento Kg/Ha - Siembra



COMENTARIOS:
