

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Profesional de Agronomía



TESIS

**“PRODUCTIVIDAD DE CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO
EN UNICULTIVO EN LA LOCALIDAD DE SAPARCÓN,
PROVINCIA DE SAN MARCOS, CAJAMARCA”**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por la Bachiller:

YATI EVELYN VELASQUEZ TIRADO

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:

Yati Evelyn Velasquez Tirado

DNI: 77153352

Escuela Profesional/Unidad UNC: Agronomía

2. Asesor:

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: PRODUCTIVIDAD DE CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO EN UNICULTIVO EN LA LOCALIDAD DE SAPARCÓN, PROVINCIA DE SAN MARCOS, CAJAMARCA

7. Fecha de evaluación: 20/05/2025

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

9. Porcentaje de Informe de Similitud: 17%

10. Código Documento: oid: 3117:460863568

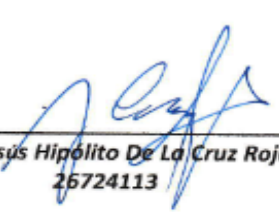
11. Resultado de la Evaluación de Similitud: 17%

☒ APROBADO

☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O
DESAPROBADO

Fecha Emisión: 20/05/2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia


M.Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
26724113



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 quince días del mes de mayo del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 170-2025-FCA-UNC, de fecha 22 de abril del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"PRODUCTIVIDAD DE CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO EN UNICULTIVO EN LA LOCALIDAD DE SAPARCÓN, PROVINCIA DE SAN MARCOS, CAJAMARCA"**, realizada por la Bachiller **YATI EVELYN VELASQUEZ TIRADO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y cero 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, la Bachiller queda expedita para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

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

Dr. Wilfredo Poma Rojas
PRESIDENTE

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego
VOCAL

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

Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, Alejandro Velásquez Abanto y Delia Tirado Castañeda, cuya dedicación y apoyo incondicional fueron fundamentales para la realización de este trabajo de investigación. Su amor y sacrificio han sido la fuerza que me ha impulsado a alcanzar mis metas.

A mi hermanos, Mariela y Diego, cuya compañía y apoyo me brindan una constante fuente de inspiración y motivación cuyas acciones influyen y me guían hacia el logro de mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la salud y protección constantes en mi vida. A mis padres, por su amor, sacrificio y dedicación, que han sido la base sobre la que he construido mi vida y mi carrera académica. A mis hermanos, por su amor y comprensión, que han sido una fuente de inspiración y motivación para mí.

Agradezco al Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos, por su guía paso a paso y apoyo durante mi investigación. Su experiencia y conocimiento en campo me han sido de gran ayuda y su dedicación fue pilar fundamental para completar mi trabajo de tesis.

También agradezco al Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas, por su apoyo y retroalimentación constructiva.

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I	1
INTRODUCCION	1
1.1 Problema de investigación	2
1.1.1 Planteamiento del problema de investigación	2
1.2. Formulación del problema de investigación.....	4
1.2.1. Problema general.....	4
1.2.2. Problemas específicos.	4
1.3. JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. Justificación	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES	6
1.5.1. HIPÓTESIS.....	6
1. 5.2. VARIABLES	7
1.5.2.1 Variable independiente.....	7
1.5.2.2 Variable dependiente	8
CAPITULO II.....	9
REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
2.1. Antecedentes	9
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.2.1. Origen y taxonomía del frijol.....	12
2.2.2. Morfología.	13
2.2.3. Fenología.	15
2.2.4. Fases de desarrollo de la Planta.	17
2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos.....	20
2.2.6. Manejo del cultivo	21
5.2.7. Plagas y enfermedades.....	25
c. Incidencia y severidad	27
2.2.8. Variedades de frijol	28
CAPITULO III.....	34
MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1 Ubicación	34
3.2. Materiales	36
3.2.1. Material biológico	36

3.2.2. Equipos, herramientas y materiales de campo	36
3.2.3. Insumos	36
3.3. Metodología	36
3.3.1. Diseño experimental, arreglos de los tratamientos	37
3.3.2. Características del campo experimental.....	38
3.3.3. Procedimiento de la investigación	40
3.3.3. Fase de campo	41
3.3. 4. Fase de almacén.....	43
3.3.5. Tratamiento y análisis de datos.....	43
CAPITULO IV	44
4.1. Días a la floración	44
4.2. Días a la madurez fisiológica	48
4. 3. Altura de planta.....	51
4.4. Número de granos por vaina.....	54
4.5. Peso de grano seco (peso de 100 semillas).....	57
4.5. Rendimiento de grano seco	60
4. 6. Evaluación de enfermedades fúngicas.....	64
CAPÍTULO V	67
5.1. Conclusiones	67
5.2. Recomendaciones	67
CAPITULO VI	68
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	68

ANEXOS

ANEXO 1: Datos de campo para el analisis de resultados.	78
ANEXO 2: Análisis de suelo	71
ANEXO 3: Panel fotografico.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Variable independiente y sus niveles de la investigación</i>	7
Tabla 2: <i>Variables dependientes de la investigación</i>	8
Tabla 3: <i>Severidad de Antracnosis</i>	28
Tabla 4: <i>Tratamientos de estudio y randomización en el campo experimental</i>	37
Tabla 5: <i>Análisis de Varianza (ANOVA), de la variable días a la floración</i>	45
Tabla 6: <i>Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%, para la variable días a la floración</i>	46
Tabla 7: <i>Análisis de varianza (ANOVA), de la variable días a la madurez fisiológica</i>	48
Tabla 8: <i>Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%, para la variable días a la madurez fisiológica</i>	49
Tabla 9: <i>Análisis de Varianza (ANOVA), de la variable altura de planta</i>	51
Tabla 10: <i>Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 %, para la variable altura de planta</i>	52
Tabla 11: <i>Análisis de varianza (ANOVA), de la variable número de granos por vaina</i>	54
Tabla 12: <i>Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%, para la variable número de granos por vaina</i>	55
Tabla 13: <i>Análisis de varianza (ANOVA), de la variable peso de grano seco</i>	58
Tabla 14: <i>Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%, para la variable peso de grano</i>	59
Tabla 15: <i>Análisis de varianza (ANOVA), de la variable rendimiento de grano seco</i>	61
Tabla 16: <i>Prueba de significación de Duncan al 5%, para la variable rendimiento</i>	62
Tabla 17: <i>Escala para evaluar la reacción del germoplasma de frijol a patógenos bacterianos y fungos</i>	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Mapa de ubicación de la investigación.</i>	35
Figura 2: <i>Croquis del campo experimental.</i>	38
Figura 3: <i>Promedio de días a la floración de los tratamientos.</i>	46
Figura 4: <i>Promedio de días a la madurez fisiológica de los tratamientos.</i>	50
Figura 5: <i>Promedio de altura de planta de los tratamientos.</i>	53
Figura 6: <i>Promedio del número de granos por vaina de los tratamientos.</i>	56
Figura 7: <i>Promedio de peso (100 semillas) de grano seco de los tratamientos.</i>	59
Figura 8: <i>Promedio de rendimiento de grano seco de los tratamientos.</i>	63
Figura 9: <i>Siembra de los cultivares de frijol arbustivo.</i>	78
Figura 10: <i>Deshierbo de los tratamientos.</i>	78
Figura 11: <i>Aporque de los tratamientos.</i>	79
Figura 12: <i>Campo experimental con los tratamientos de frijol arbustivo.</i>	79
Figura 13: <i>Evaluación de la floración de los tratamientos.</i>	80
Figura 14: <i>Madurez fisiológica de los tratamientos.</i>	80
Figura 15: <i>Tomando datos de altura de planta de los tratamientos.</i>	81
Figura 16: <i>Cosecha de los tratamientos.</i>	81
Figura 17: <i>Pesado de 100 semillas de frijol de los tratamientos.</i>	82

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la localidad de Saparcón, provincia de San Marcos y región de Cajamarca, con el objetivo de evaluar el rendimiento y la tolerancia a enfermedades de ocho cultivares de frijol arbustivo para la productividad de grano seco, bajo condición de unicultivo, el periodo comprendido en el que se llevó a cabo el experimento en campo fue durante los meses de mayo a octubre del año 2024. Se evaluaron variables como días a la floración, días a la madurez fisiológica, número de granos por vaina, rendimiento y reacción a enfermedades fúngicas. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Teniendo como resultados que el cultivar que alcanzó mayor rendimiento de grano fue Canario 2000 con 2227.20 kg. ha⁻¹; el mismo que estadísticamente fue similar a los cultivares Capsula Blanco y la Línea Super Bayo, con rendimientos de 1976.20 y 1785.70 kg. ha⁻¹, respectivamente. Por otro lado, no se pudo identificar el cultivar con mayor tolerancia a enfermedades fúngicas ya que no se presentaron las condiciones ambientales para el desarrollo de las mismas, ya que este trabajo de investigación se llevó a cabo en época de estiaje y con riego por gravedad; pero se observó que el cultivar INIA 408 Sumac Puka tuvo un leve daño de Oídium, mostrando un 8 % de Incidencia y Severidad de "Trazas".

Palabras clave: *Frijol arbustivo, unicultivo, rendimiento.*

ABSTRACT

The research work was carried out in the town of Saparcón, province of San Marcos and region of Cajamarca, with the objective of evaluating the yield and disease tolerance of eight bush bean cultivars for dry grain productivity, under single-crop conditions. The period in which the field experiment was carried out was from May to October of the year 2024. Variables such as days to flowering, days to physiological maturity, number of grains per pod, yield and reaction to fungal diseases were evaluated. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was used, with eight treatments and four replications. The results were that the cultivar that achieved the highest grain yield was Canario 2000 with 2227.20 kg. ha⁻¹; the same one that was statistically similar to the cultivars Capsula Blanco and the Super Bayo Line, with yields of 1976.20 and 1785.70 kg. ha⁻¹, respectively. On the other hand, it was not possible to identify the cultivar with the greatest tolerance to fungal diseases because the environmental conditions for their development were not present, as this research work was carried out during the dry season and with gravity irrigation. However, it was observed that the cultivar INIA 408 Sumac Puka had slight damage from *Oidium*, showing an 8% incidence and severity of "traces."

Keywords: *Bush bean, single crop, yield.*

CAPITULO I

INTRODUCCION

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es de gran importancia a nivel mundial debido a que cumple un rol fundamental dentro de la seguridad alimentaria y la alimentación humana.

Es una leguminosa originaria de América, que se cultiva en varios climas y diversos tipos de suelos, convirtiéndose en un cultivo versátil y adaptable (Quintana et al., 2016). En el Perú, tuvo gran relevancia en el año 2022, siendo la superficie sembrada de 68 237 ha de frijol grano seco, alcanzando una producción de 87 701 t, con un rendimiento promedio de 1 285 t ha⁻¹ de grano (FAO, 2024).

Este cultivo desempeña un rol importante en la rotación de cultivos y la mejora de la fertilidad del suelo, debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico al prosperar en simbiosis con bacterias. Además, presenta un potencial de mercado nacional debido a su diversidad genética y su amplia adaptabilidad que facilitan su producción, haciéndolo muy dinámico para el Perú (León et al., 2023).

En nuestro país, sus tres regiones naturales ofrecen condiciones óptimas en términos que facilitan el crecimiento y desarrollo de su cultivo; sin embargo, tiene algunas limitantes, se muestra susceptible a plagas y enfermedades, así como, no soporta períodos prolongados de sequía y suelos con alta salinidad. Además, el manejo agronómico deficiente y el uso de semillas de baja calidad por parte de los agricultores contribuyen a los bajos rendimientos (Rojas, 2019).

Frente a esta problemática se realiza esta investigación con el objetivo de evaluar la productividad de algunos cultivares de frijol arbustivo que proceden de la costa en las condiciones específicas de clima y suelo, de la localidad de Saparcón de la provincia de San Marcos, de la región Cajamarca; se ejecuta este trabajo con el fin de generar información valiosa para agricultores, investigadores y empresas sobre las variedades de frijol arbustivo, más adecuadas para maximizar el rendimiento y la calidad del cultivo; y contribuir con el desarrollo y uso de nuevas variedades adaptables, permitiendo así fortalecer este cultivo.

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del problema de investigación

El frijol es una de las leguminosas de grano comestible más importante en el mundo por ser parte de la dieta diaria que aporta proteínas, minerales y vitaminas; dentro de sus beneficios permite tener una agricultura sostenible debido a la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico. (Vásquez et al., 2024). Sin embargo, en la provincia de San Marcos y en la región Cajamarca y la sierra norte existen varias limitantes que el productor afronta, como uso de semilla de mala calidad y de variedades susceptibles a enfermedades, escasez del recurso hídrico, deficiente manejo agronómico como deshierbo, etc.; por lo que la investigación debe apoyar con nuevos conocimientos y tecnologías para su mejoramiento (Vásquez et al., 2024).

Según las estadísticas, en la región Cajamarca, la superficie de área sembrada de frijol fue de 14 818 hectáreas durante la campaña 2022-2023, lo que representó un porcentaje del 35.2% respecto a la superficie nacional de 42 163 hectáreas sembradas en esa misma campaña.

De acuerdo a lo antes mencionado, los rendimientos de la región Cajamarca son bajos en comparación al promedio nacional lo cual se debe a que los agricultores realizan el cultivo de manera tradicional como la asociación del frijol con el maíz, esto con fines para la alimentación campesina y rural. Por lo que es necesario hacer investigaciones para evaluar otras formas de cultivo y otras variedades; ello considerando algunos hechos importantes para la agricultura como el mercado y el fenómeno del cambio climático.

El bajo rendimiento del frijol impide que se pueda vender sus cosechas de manera comercial en una forma sostenible limitando la economía familiar. Esto muestra la necesidad de estudiar nuevas variedades y otras formas de siembra del cultivo de frijol para lograr parcelas más productivas y cosechas mejores con el uso de otras variedades como de hábito de crecimiento arbustivo que no necesitan de tutor para su cultivo y que se adapten a las condiciones locales para superar los rendimientos actuales.

En la actualidad, en la localidad de Saparcón los agricultores enfrentan desafíos significativos en la producción de frijol arbustivo, debido a las condiciones ambientales y las prácticas agrícolas locales. Aunque existen cultivares de frijol arbustivo disponibles como el cultivar “Cápsula Blanco”, su adaptación y rendimiento en unicultivo aún no se ha evaluado exhaustivamente. Por lo tanto, surge la necesidad de investigar y determinar qué cultivares de frijol arbustivo son más adecuados y rentables para el cultivo en unicultivo, considerando factores como la adaptación a las condiciones locales, el rendimiento, la resistencia a enfermedades y plagas, y la calidad del producto final.

1.2. Formulación del problema de investigación

El problema de investigación se formula mediante las siguientes preguntas:

1.2.1. Problema general.

¿Cuál cultivar de frijol arbustivo tiene mejor capacidad productiva en la localidad de Saparcón, provincia de San Marcos, Cajamarca?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál cultivar de frijol arbustivo alcanza mayor rendimiento de grano?

¿Cuál cultivar de frijol arbustivo presenta mayor tolerancia a enfermedades?

1.3. JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Justificación

El siguiente trabajo se justifica por las siguientes razones:

Porque es necesario conocer cuales variedades de frijol arbustivo generadas para la costa peruana, pueden ser cultivadas exitosamente en el valle de la localidad de Saparcón, Provincia de San Marcos, donde solamente se cultivan en pequeñas parcelas este tipo de frijol arbustivo, teniendo solo la variedad llamada Capsula Blanco; y así ofrecer buenos rendimientos y beneficios para los agricultores.

El cultivo de frijol es un alimento altamente nutricional indispensable en la dieta diaria y junto a otras leguminosas pueden mejorar la calidad alimenticia de los agricultores; aportando en la disminución de la desnutrición; lo cual es muy importante dado que región Cajamarca tienen un alto índice de desnutrición en su población.

En la actualidad, se observa un mercado demandante tanto para el frijol en verde como en grano seco, y con precios atractivos que resultan muy beneficiosos para el productor; esta situación se puede aprovechar para fomentar el cultivo nuevas variedades de frijol arbustivo; pero hay realizar un estudio sobre cuáles variedades tienen mejor rendimiento y adaptación.

Las variedades cultivadas en la zona presentan una producción muy baja, con un alto índice de susceptibilidad a enfermedades; por lo que es necesario hacer estudios de investigación sobre el uso de nuevas variedades que se cultivan en otros lugares para constatar su comportamiento a enfermedades de la sierra.

Esta investigación proporcionará información valiosa sobre qué variedades son más adecuadas para las condiciones específicas de la localidad de Saparcón, contribuyendo así a optimizar los rendimientos, reducir los riesgos asociados con enfermedades y condiciones ambientales desfavorables, y mejorar la seguridad alimentaria y la economía agrícola local de los productores.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Identificar el cultivar de frijol arbustivo con mejor capacidad productiva en la localidad de Saparcón, provincia de San Marcos, Cajamarca.

1.4.2. Objetivos específicos

Identificar el cultivar de frijol arbustivo que alcanza mayor rendimiento de grano en la localidad de Saparcón, provincia de San Marcos, Cajamarca.

Identificar el cultivar de frijol arbustivo que presenta mayor tolerancia a enfermedades fúngicas en la localidad de Saparcón, provincia de San Marcos, Cajamarca.

1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1. HIPÓTESIS

1.5.1.1. Hipótesis general.

El cultivar de frijol arbustivo que tiene mejor capacidad productiva en la localidad de Saporcón, provincia de San Marcos, Cajamarca es la variedad local llamada Cápsula Blanco.

1.5.1.2. Hipótesis específicas

El cultivar de frijol arbustivo que alcanza mayor rendimiento de grano en la localidad de Saporcón, provincia de San Marcos, Cajamarca es la variedad local llamada Cápsula Blanco.

El cultivar de frijol arbustivo que presenta mayor tolerancia a enfermedades fúngicas en la localidad de Saporcón, provincia de San Marcos, Cajamarca es la variedad local llamada Cápsula Blanco.

1. 5.2. VARIABLES

1.5.2.1 Variable independiente.

Tabla 1

Variable independiente y sus niveles de la investigación.

Factor de estudio	Variable independiente	Nivel de investigación	Tratamientos de estudio y sus niveles para la investigación	
			Clave	Nombre del tratamiento
Genotipos de frijol arbustivo	Cultivares de frijol arbustivo	Explicativa	T1	Variedad Capsula Blanco (Testigo)
			T2	Variedad INIA 408 Sumac Puka
			T3	Variedad Canario 2000
			T4	Línea Waf
			T5	Línea Super Bayo
			T6	Variedad Larán Mejorado
			T7	Variedad Blanco Larán
			T8	Variedad Bayo Mochica

1.5.2.2 Variable dependiente.

Tabla 2

Variables dependientes de la investigación

Variable dependiente	Definición conceptual	Indicadores	Técnicas e instrumentos	Unidad de observación
Días a la floración del frijol	Tiempo en días que demora desde la siembra hasta la aparición de la primera flor (abierta).	Días desde la siembra hasta que el 50% de plantas se hallen en floración	Observación visual y registro de datos	Parcela experimental
Días a la madurez fisiológica del frijol	Tiempo en días que demora desde la siembra hasta cuando la planta ha formado su vaina, sus granos, se ha iniciado su secado y las vainas se decoloran.	Días desde la siembra hasta que el 50% de plantas se hallen en madurez fisiológica	Observación visual, tacto y registro de datos.	Parcela experimental
Daño de enfermedades fúngicas en frijol	Alteración del adecuado crecimiento y desarrollo de la planta debido a la presencia del hongo, al observar sus respectivos síntomas	Escala de incidencia y severidad (%)	Observación visual y uso de escala de incidencia y severidad	Parcela experimental
Altura de planta de frijol	Medida desde el cuello de la planta hasta el ápice de la misma	Metro	Medición con wincha o cinta graduada.	Parcela experimental
Peso de grano de frijol	Peso de 100 semillas	Gramos	Pesado en balanza de precisión y registro de datos	Parcela experimental
Rendimiento de grano de frijol	Cantidad de grano seco cosechado por unidad experimental.	Kg/unidad experimental o parcela	Balanza	Parcela experimental

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

Rojas (2019), condujo la investigación titulada "Líneas Promisorias de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de la costa central"; con el objetivo de evaluar el rendimiento y la adaptabilidad de diferentes variedades de frijol común en la región de la costa peruana. Se empleó el Diseño Experimental Completamente Aleatorizado (DECA) con tres repeticiones, evaluando variables como rendimiento por planta, altura de planta, número de vainas por planta y número de granos por vaina. El material genético fue agrupado por clases comerciales en frijoles rojos (RJ), alubia (ALU), cranberry (CBR), cariocas (CAR) y panamito (PAN). Los resultados mostraron que las variedades de frijoles RJ, ALU Y CRB registraron caracteres favorables mientras que los frijoles CAR Y PAN no alcanzaron adaptarse debido a las condiciones requeridas como temperatura. Los frijoles Rojos registraron mayor rendimiento de grano de 8.12 g sin superar al testigo. En conclusión, la investigación de Rojas proporcionó información valiosa sobre las variedades promisorias de frijol común en la costa central del Perú, destacando la importancia de seleccionar cultivares adaptados a las condiciones locales para maximizar los rendimientos y la productividad del cultivo en la región.

Sánchez (2018), llevó a cabo una "Evaluación Agronómica de líneas avanzadas de frijol arbustivo con grano grande en condiciones de clima medio y frío moderado de Colombia". El objetivo fue determinar el rendimiento y la adaptabilidad de diferentes líneas avanzadas de frijol arbustivo en condiciones específicas de clima medio y frío moderado en Colombia, se implementó un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones, en parcelas de 5x5 metros. Se evaluaron variables como altura de planta, número de vainas por

planta, número de granos por vaina y peso de grano por planta. Donde, líneas L1 y L3 demostraron un rendimiento del 20% y 15% respectivamente en comparación a las demás líneas evaluadas. Además, estas líneas mostraron mayor adaptabilidad a las condiciones de clima medio y frío moderado, con un incremento de 10% en la producción de granos por planta.

Pumalpa et al., (2020), llevaron a cabo la investigación denominada “Caracterización fenotípica de líneas avanzadas de frijol voluble resistentes a virus en Perú”, con el objetivo de evaluar el comportamiento fenotípico de las líneas avanzadas de frijol voluble para identificar aquellas con resistencia al virus. Se realizó un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones. Donde se evaluaron estas variables: Altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento por planta. Como resultados se obtuvo que la línea MBC 53 sobresalió por su buen vigor, vainas, grano blanco, pequeño, ovalado, de brillo medio y rendimiento de 863 kg/ha respecto que las otras líneas y el testigo. La línea MBC111 de grano amarillo presentó excelente vigor, vainas en la parte superior de la planta, mayor número de granos por vaina, vainas por planta y rendimiento de 1256 kg/ha. Además, se observó una reducción del 15% en la incidencia de virus en las líneas resistentes.

Pastor, (2023), investigó el Efecto de la densidad de siembra entre golpes en el rendimiento del frijol arbustivo, variedad "Sumac puka", en Cajamarca. El objetivo fue determinar la densidad óptima de siembra para maximizar el rendimiento del frijol arbustivo en condiciones de cultivo en la región. Utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DEBCA) con tres tratamientos a densidades de siembra (20, 30, y 40 plantas por metro cuadrado) y cuatro repeticiones. Se evaluaron variables como altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento por parcela. Los resultados mostraron que los siguientes tratamientos: T1. 0.10 m entre golpes con una semilla por golpe, T2. 0.20 m entre golpes con 2 semillas por golpe, T3. 0.30 m entre golpes con 3 semillas por golpe, T4.

0.40m entre golpes con 4 semillas por golpe y T5. 0.50 m entre golpes con 5 semillas por golpe; no afectaron significativamente el rendimiento de frijol Sumac puka.

Gamarra, (2021), instaló el ensayo de distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE), de la nueva variedad INIA-HUAYNA. Diseñado experimentalmente en Bloques Completamente Randomizados. Se utilizó como material biológico a las variedades; INIA-HUAYNA, Qósqo Poroto INIA y ecotipo Chec'che Poroto mejorado. Se evaluó bajo los parámetros de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Obteniendo como resultados que la variedad INIA - HUAYNA varía en más de 10 caracteres a los frijoles de la misma clase comercial. De hábito de crecimiento arbustivo con cuatro meses de periodo vegetativo, y peso de 100 semillas, 1,75 onza, 59 semillas 1 onza. Además de caracteres cuantitativos distinguibles: hábito de crecimiento arbustivo erguido y eficiencia productiva. Estableciendo que la variedad INIA- HUAYNA es única y diferente en esta clase comercial poroto, de periodo vegetativo corto y adaptado en zonas productoras de Cusco y Cajamarca.

En Cajamarca, Perú, Alvarado (2018) realizó la investigación titulada “Ensayo de adaptación y rendimiento de nueve variedades de leguminosas de grano (*Phaseolus vulgaris* L.), en la localidad de Cuguit, provincia de Cutervo 2015” con el objetivo determinar la variedad con mejor adaptación en la localidad de Cuguit, durante la campaña agrícola 2015; teniendo como resultado que los mejores rendimientos se obtuvieron con la variedades Negro 77 de 930.95 kg/ha, Capsula de 910.71 kg/ha, Alubia 3011 de 628.57 kg/ha, Bayo Mochica de 615.48 kg/ha y Larán Mejorado de 607.72 kg/ha.

Sangay et al., (2024), en su trabajo de investigación “Comparativo de diez cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo para producción de grano fresco en la localidad de Paríamarca - Cajamarca”, llevado a cabo a una altitud de 2948 m, con el objetivo de evaluar el rendimiento y la tolerancia a enfermedades de los diez cultivares de frijol arbustivo para la producción de grano fresco, bajo condiciones de unicultivo y de secano. Las variables

que evaluaron fueron días a la emergencia, floración y madurez fisiológica, número de vainas por planta, número de granos por vaina, rendimiento y reacción a enfermedades de diez cultivares de frijol arbustivo. Utilizaron un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con diez tratamientos y cuatro repeticiones. Teniendo como resultado que la Línea Super Bayo alcanzó el mayor rendimiento de grano fresco con 12953.9 kg/ha.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Origen y taxonomía del frijol

El origen y domesticación del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se remonta entre los años 9000 y 5000 a.c, cuando diversas especies vegetales fueron domesticadas en diferentes partes del mundo. EL frijol común se originó en el continente americano: Mesoamérica (México y Centroamérica) y los Andes (Sudamérica). A partir del frijol silvestre, se desarrollaron dos acervos genéticos domesticados distintos, uno mesoamericano y otro andino (Hernández et al., 2013).

Según Linneo (1753), el frijol tiene la siguiente ubicación taxonómica:

Orden	:	Rosales
Familia	:	Leguminoseae
Sub familia	:	Papilionoidae
Tribu	:	Phaseolae
Sub Tribu	:	Phaseolinae
Género	:	Phaseolus
Especie	:	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

2.2.2. Morfología.

Valladolid (2001), menciona que el frijol tiene una serie de caracteres morfológicos, de los cuales algunos son poco influenciados por el medio ambiente, los cuales identifican la especie o variedad.

a. Raíz.

El sistema radicular del frijol es pivotante; es decir, la raíz principal es gruesa y profunda, mientras que las raíces secundarias son más delgadas y se extienden lateralmente en el suelo en busca de agua y nutrientes. Con frecuencia presentan nódulos de forma poliédrica colonizados por bacterias del género *Rhizobium* que se encargan de fijar el nitrógeno atmosférico (Valladolid, 2001).

b. Tallo.

El tallo es erecto y ramificado, es el eje central de la planta. Los tallos son de color verde y con una textura ligeramente áspera debido a la presencia de pequeños tricomas, pueden crecer o no indefinidamente dependiendo de sus hábitos de crecimiento (Valladolid, 2001).

Arias et al. (2007) refiere a los principales caracteres morfológicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento de la planta son: Tipo de desarrollo del terminal del tallo (determinado o indeterminado), número de nudos, longitud de entrenudos y altura de la planta, aptitud para trepar, grado y tipo de ramificación.

CIAT (1984), considera que los hábitos de crecimiento se clasifican en cuatro tipos:

- **Tipo I. Hábito determinado arbustivo:** Tallos y ramas terminan en una inflorescencia desarrollada; el tallo es fuerte y con entrenudos cortos, de 5-10. La altura de las plantas varía entre 30 cm y 50 cm. La floración es corta y la madurez de las vainas ocurre casi al mismo tiempo (CIAT, 1984).

- **Tipo II. Hábito indeterminado arbustivo:** Presenta tallo erecto no trepador, las ramas no producen guías; a pesar de tener pocas ramas, la cantidad de ramas y de nudos es superior al Tipo I. Las plantas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque menos acelerada (CIAT, 1984).
- **Tipo III. Hábito indeterminado postrado:** Son plantas postradas o semipostradas de ramificación bien desarrollada; la altura de la planta es superior a las de Tipo I y II, generalmente mayor de 80 cm (CIAT, 1984).
- **Tipo IV. Hábito indeterminado trepador:** Es un frijol trepador, presenta de 20 a 30 nudos y alcanzar más de dos metros de altura. La etapa de floración es más tardía que los otros hábitos de crecimiento (CIAT, 1984).

c. Hojas.

Son compuestas y alternadas, cada hoja está compuesta por tres folíolos o más dependiendo de la variedad; los folíolos son de forma ovalada a lanceolada y tienen bordes lisos, y de superficie lisa o ligeramente vellosa (Valladolid, 2001).

La planta de frijol tiene dos tipos de hojas; las simples están en posición opuesta en el segundo nudo y caen antes que la planta alcance su máximo desarrollo y las compuestas, son trifoliadas, el foliolo central es simétrico, en tanto que las dos laterales son asimétricas (López et al., 1985).

d. Flores

Las flores son papilionáceas, lo que significa que tienen una forma similar a la de una mariposa de la familia Papilionidae; además tienen cinco pétalos: un estandarte grande en la parte superior, dos alas a los lados y dos quillas fusionadas en la parte inferior. Las flores pueden variar el color de blancas, rosadas, moradas o una combinación de estos colores, dependiendo de la variedad (Valladolid, 2001).

e. Fruto.

Es una vaina alargada que contiene las semillas o granos, pueden variar en longitud y color dependiendo de cada variedad, al madura se tornan de color verde oscuro a marrón y se secan, abriéndose para liberar las semillas de su interior, cada vaina puede contener varias semillas o granos (Valladolid, 2001).

El fruto es una vaina con dos valvas que provienen del ovario comprimido, presenta dos suturas que aparecen en la unión de las valvas, una es la sutura dorsal llamada placentar y la otra sutura se denomina sutura ventral (López et al., 1985).

f. Semillas.

Son redondeadas u ovaladas y pueden ser de diversos colores como: blanco, crema, marrón, rojo o moteado (Valladolid, 2001).

Son exalbuminosa (no posee albumen) y sus reservas nutritivas se concentran en los cotiledones, las cuales se diferencian en forma (cilíndrica, riñón, esférica u otras), color (blanco, rojo, crema, negro, café, etc.) y brillo, estos caracteres externos de la semilla son criterios para la clasificación de variedades de frijol (López et al., 1985).

2.2.3. Fenología.

De acuerdo con Yzarra y López, (2017) el frijol presenta las siguientes etapas fenológicas:

a) Emergencia.

Inicia cuando los cotiledones se abren y liberan las primeras hojas verdaderas, conocidas como hojas primordiales. En esta fase la planta empieza a sintetizar sus propios nutrientes a través de la fotosíntesis. La emergencia suele ocurrir entre 7 y 14 días después de la siembra.

Se considera que el cultivo se encuentra en esta etapa cuando el 50 % de las plantas se encuentran los cotiledones a nivel del suelo y comienzan a separarse para empezar a desarrollarse (Fernández et al., S.f.).

b) Inicio de Formación de Guías.

La planta continúa creciendo, desarrollando hojas y fortaleciendo su estructura, se forman las hojas trifoliadas, esenciales para la fotosíntesis y el crecimiento del frijol.

Se inicia cuando las plantas ya se muestran con un tallo principal, donde ya se encuentran establecidas las plantas que producirán o pasan a formar flores y posteriormente frutos (Fernández et al., S.f.).

c) Floración.

Se abren las primeras flores. En el caso de plantas con hábito de crecimiento determinado la floración se inicia en el último nudo del tallo y de las ramas; en cambio, en variedades indeterminadas la floración comienza en la parte baja del tallo y de las ramas.

Generalmente esta etapa depende de los botones florales que se forman previamente, empieza en el último nudo del tallo o rama y continúa de forma descendentes hacia la parte inferior o basal (Fernández et al., S.f.).

d) Formación de vainas

Aparece la primera vaina con la corola de la flor colgada o recientemente desprendida, se presenta cuando en el 50% de las plantas, la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida, también comprende el desarrollo de las valvas, mayormente ocurre a los 10 a 15 días luego de la floración (Fernández et al., S.f.).

e) Llenado de vainas

Comienza el crecimiento activo de las semillas, la vaina empieza un crecimiento longitudinal a los 10 a 15 días y poco a poco van creciendo abultamientos que serán las futuras semillas, esto ocurre cuando las valvas han alcanzado un tamaño entre los 15 a 20 días y su peso máximo a los 30 a 35 días, luego los granos pierden el color verde y van alcanzando el color de grano según la variedad (Fernández et al., S.f.).

f) Maduración

Inicia la decoloración (cambio de color) y secado de las primeras vainas. Las semillas van adquiriendo la forma, solidez y color típico de la variedad.

Es la última etapa, donde se comienza a decolorar y secar la vaina, en un 50% de las plantas, se observa una coloración amarillenta, caída de hojas y los tallos se empiezan a secar, donde el contenido de agua en los granos baja hasta un 15%, alcanzando un punto ideal de cosecha (Fernández et al., S.f.).

2.2.4. Fases de desarrollo de la Planta.

Según Fernández et al., (1986); la planta de frijol se desarrolla de acuerdo a las siguientes fases:

A. Fases vegetativa

- **Etapa V0: Germinación**

Este proceso, empieza cuando la semilla que se ha sembrado absorbe agua y se hincha. Una vez la semilla dispone de agua, la radícula emerge de ella; la cual se alarga para convertirse en la raíz primaria. Luego, en la superficie del suelo aparecen las raíces secundarias y terciarias.

Posteriormente, se alarga el hipocótilo y los primeros cotiledones se pueden observar en la superficie del suelo (Fernández et al., 1986).

- **Etapas V1: Emergencia**

Se inicia cuando los cotiledones del 50 % de las plántulas aparecen al nivel del suelo; el hipocótilo se endereza y crece y alcanza su tamaño máximo, iniciando la formación de las hojas primarias. Los diferentes órganos de la parte aérea se vuelven verdes, en ciertas variedades aparece una pigmentación rosada o morada, especialmente en el hipocótilo (Fernández et al., 1986).

- **Etapas V2: Aparición de las hojas primarias**

Esta etapa se inicia cuando se despliegan las hojas primarias, las cuales son simples (unifoliadas) y opuestas (ambas en el mismo nudo, el segundo del tallo principal). Al comienzo de esta etapa, la yema terminal del tallo principal se puede distinguir entre las dos hojas primarias (Fernández et al., 1986).

- **Etapas V3: Primera hoja trifoliada**

Se inicia al desplegarse la primera hoja trifoliada en el 50 % de las plantas del cultivo. El entrenudo entre las hojas primarias y la primera hoja trifoliada como el pecíolo de esta última, son todavía cortos; también se puede observar que la segunda hoja trifoliada tiene un tamaño muy reducido. Los cotiledones se secan completamente y por lo regular se caen. Se empieza a formar la primera rama a partir de la yema de la primera hoja trifoliada (Fernández et al., 1986).

- **Etapas V4: Tercera hoja trifoliada**

Esta etapa es considerada la más larga de la fase vegetativa y comprende a todas las hojas completamente desplegadas del tallo principal de la planta (Fernández et al., 1986).

B. Fases reproductiva

- **Etapa R5: Prefloración**

Se inicia cuando en el 50 % de las plantas aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos, según sea el hábito de crecimiento. Al finalizar la prefloración los pedúnculos de los racimos se alargan y la corola aparece entre las bractéolas, adquiriendo la pigmentación característica de la variedad (Fernández et al., 1986).

- **Etapa R6: Floración**

Cuando está abierta la primera flor en el 50 % de las plantas. La primera flor abierta corresponde al primer botón formado; por lo tanto, en las variedades de Tipo I (determinadas) la floración empieza en el último nudo (nudo apical) del tallo principal y continúa en forma descendente, mientras que en las variedades de los Tipos II, III y IV (indeterminadas) empieza en la parte baja de la planta y continúa en forma ascendente (Fernández et al., 1986).

- **Etapa R7: Formación de vainas**

Después de la fecundación de la flor, la corola se marchita y la vaina empieza a crecer. Cuando aparece la primera vaina en el 50 % de las plantas, en ese momento la corola puede estar desprendida o colgada aún del extremo inferior de las vainas (Fernández et al., 1986).

- **Etapa R8: Llenado de vainas**

Empieza cuando en el 50 % de las plantas del cultivo la primera vaina cesa de alargarse y empieza a llenarse debido al crecimiento de las semillas. Esto se puede comprobar mirando las vainas por el lado de las suturas: se observan los abultamientos correspondientes a las semillas en crecimiento (Fernández et al., 1986).

- **Etapa R9: Maduración**

Se inicia cuando la primera vaina del 50 % de las plantas cambia su color verde por amarillo o pigmentado; las hojas, empezando por las inferiores, adquieren un color amarillo y se caen. Las semillas toman su color final y la planta está lista para la cosecha (Fernández et al., 1986).

2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos

a. Suelo.

El frijol se cultiva en suelos profundos, fértiles y bien drenados, con alto contenido de materia orgánica. Los suelos más aptos son los franco-arenosos, franco-arcilloso, y franco-limosos Polanco et al., (2023). Así mismo, Huerta, (2019), menciona que prefiere suelos neutros, moderadamente y ligeramente ácidos (pH 5.6 - 6.5).

b. Clima.

Esta planta se adapta mejor a un clima templado a cálido, en rango de temperatura de 18 °C a 26 °C, temperaturas inferiores a 16 °C afectan el crecimiento, mientras que temperaturas superiores de 30 °C ocasionan algunas alteraciones en las variedades tardías; disminuyendo así su capacidad productiva (Vásquez et al., 2023).

c. Agua

Huerta, (2019), menciona que el cultivo de frijol requiere 300 a 400 mm de agua durante todo su periodo vegetativo que dura aproximadamente 90 días, si el riego se realiza por gravedad se recomienda que sean riegos ligeros y frecuentes, con poco caudal para permitir la infiltración y evitar la erosión.

Duarte, (2018) menciona que la demanda hídrica del frijol es de 300 mm, cantidad que se debe distribuir durante el ciclo del cultivo, sin embargo, el INTA, (2009) propone una lámina bruta entre 200 a 400 mm y establece que el frijol no necesita grandes cantidades de agua y que va a depender de las fases fenológicas; la variedad permite elegir el sistema de riego y el manejo más oportuno.

La aplicación de 298 mm, que representa la menor cantidad de agua, favorece para acelerar los días a madurez fisiológica y mantener un índice de cosecha alto; Polanía, (2011) menciona que los genotipos de frijol con mayor producción en condiciones de limitada disponibilidad de agua se caracterizan por presentar ciclo fenológico corto.

2.2.6. Manejo del cultivo

a. Preparación del terreno.

Primero se realiza la limpieza del campo, posteriormente se remueve a una profundidad de 20 a 30 cm, para preparar, además de permitir una mejor aireación donde se pueden desarrollar mejor las raíces; se realiza de forma mecanizada o por tracción animal; luego se realiza el rastreo o nivelación, se recomienda dar una o dos pasos de rastra, según la textura del suelo. Por último, se realiza el surcado que consiste en trazar los surcos paralelos espaciados a una misma distancia, el cual facilitara las actividades de manejo, como la siembra y el riego (Vásquez et al., 2023).

b. Siembra.

El distanciamiento de siembra depende de la variedad y su hábito de crecimiento arbustivo o semi arbustivo, la mejor recomendación para sembrar en surcos es distanciamiento de 0.60 m entre surcos, 0.20 m entre plantas a razón de 3 semillas por golpe (Campos y Angulo, 2022).

SENASA, (2021) recomienda que la semilla se debe colocar en el fondo del surco a una profundidad de 5 a 7 cm, si es siembra manual se debe utilizar 80 kg, y con maquinaria aproximadamente 130 kg, de semilla.

c. Fertilización

Para una fertilización adecuada se debe hacer un análisis de fertilidad del suelo. En frijol la aplicación de fertilizantes es al momento previo a las etapas para el rendimiento final. Se recomienda por hectárea 40-60-40 unidades de NPK de manera fraccionada en dos momentos usando como fuente Urea, Fosfato di amonio y sulfato de potasio, la primera se realiza entre los 6 a 12 días después de la siembra aplicando el 50 % del del fertilizante, a 10 cm de la planta y la segunda se realiza entre los 30 a 45 días después de la siembra aplicando el resto del fertilizante (Vásquez et al., 2023).

Los fertilizantes nitrogenados y fosforados se deben aplicar en la siembra, sin embargo, hay que tener en cuenta que no toque la semilla, porque afectaría el poder germinativo de la semilla, si se utiliza abono orgánico debe aplicarse de 5 a 10 toneladas por ha, dependiendo de la condición del suelo (SENASA, 2021).

d. Riego

El cultivo de frijol es sensible al déficit o excesos de agua por el cual para realizar el riego se debe de considerar a frecuencia de riego, volumen de agua y la forma de aplicación. Se considera que, para toda la etapa de crecimiento, la planta requiere cinco riegos y una lámina de agua de 270 mm para obtener un óptimo rendimiento (Vásquez et al., 2023).

e. Deshierbo

Se debe realizar oportunamente lo más pronto posible, se hace de dos a tres labores por campaña, manteniendo limpio el campo (Rodríguez, 2022).

Esta labor es importante porque evita la competencia por nutrientes, luz y agua, además de eliminar hospedante de plagas y enfermedades (Rodríguez, 2022).

El campo debe estar libre de malezas al menos los primeros 45 días del cultivo. En caso de enmalezamiento de la hilera de siembra, el trabajo de cultivo debe complementarse con una deshierba manual utilizando una lampa (Vásquez et al., 2023).

f. Aporque

Se aporca de 2 a 3 veces por campaña antes del proceso de floración, con ayuda de lampa. Esta actividad se realiza con el propósito de brindarle soporte y protección a las plantas (Campos y Angulo, 2022).

g. Control fitosanitario

Es fundamental implementar un manejo integrado de plagas, para así disminuir el uso de productos fitosanitarios. Para ello, se debe implementar medidas preventivas y de control de plagas y enfermedades, como: eliminar los residuos de cultivos de campañas anteriores, adecuada preparación del suelo, mantener el control de malezas, realizar riegos en el momento adecuado, practicar la rotación de cultivos, emplear semillas de buena calidad, asegurar un distanciamiento óptimo en la siembra, eliminar las plantas enfermas y utilizar variedades resistentes (SENASA, 2020).

h. Cosecha

Se realiza cuando el 90% de las vainas han alcanzado su estado de madurez, el cual se determina identificando visualmente el cambio de color de las vainas, en este estado el grano tiene un 14 y 15 % de humedad, las hojas se vuelven amarillas, se cosecha primero las vainas completamente secas, la cosecha debe realizarse por la mañana para evitar el desgrane (Pastor, 2023).

Mayormente es cosechado de forma manual, recolectando solo las vainas maduras y secas o extrayendo todas las plantas, dejándolas secar al sol por 3 a 4 días; posteriormente se realiza la trilla, haciendo uso de un azote o de una máquina estacionaria (Vásquez et al., 2023).

i. *Trilla o desgrane*

Debe realizarse cuando la humedad del grano es de 14% a 15%, que es cuando las vainas se abren fácilmente al ser presionadas con la mano (Villatoro et al., 2022).

j. *Secado del grano*

Para el almacenamiento del grano, éste debe de tener una humedad menor del 13%. De esta manera, se protege del ataque de hongos e insectos y su deterioro fisiológico se hace más lento. Para esta operación se aprovecha el calentamiento natural solar y el movimiento natural del aire para secar la semilla de frijol (SENASA, 2020).

k. *Limpieza del grano*

Esta actividad consiste en separar el grano del material que no sirve (piedras, palos, residuos de cosecha) e incluso las semillas picadas, quebradas o podridas; esto porque pueden ser focos de contaminación al ser almacenadas junto con la semilla buena. La semilla debe ser de buen tamaño, forma y color (Villatoro et al., 2022).

l. *Almacenamiento*

El grano antes de ser almacenado debe estar bien seco, luego debe ser empacado e identificado con el nombre de la variedad. El almacén debe estar bien limpio, aislado de fuentes de humedad y sobre todo estar fresco y bien ventilado. Si se usan sacos de yute, éstos deben estar apilados, preferentemente, sobre tarimas de madera. De este modo siempre existe circulación de aire entre los sacos y faciliten la limpieza y desinfección cuando sean necesarios (INIA, 2023).

5.2.7. Plagas y enfermedades

a. Plagas

En este cultivo se destacan los gusanos cortadores, mosca minadora, masticadores de hoja, cigarrita o lorito verde, mosca blanca, barrenador de brotes, gusano perforador de hojas (Pastor, 2023).

- **Gusanos de tierra.**

Pertenece a la familia Noctuidae, producen daño en los estados iniciales de las plantas, en los primeros estadios se alimentan raspando y realizando pequeñas perforaciones en las hojas, mientras que las larvas más desarrolladas cortan las plántulas a nivel de cuello, provocando su muerte. Para su control se hace uso de cebos tóxicos, uso de trampas luz y aplicaciones de insecticidas.

- **Escarabajo de hoja (*Diabrotica* sp).**

Pertenece a la familia Chrysomelidae, es una plaga importante en plantas pequeñas y en desarrollo. Los adultos se alimentan del follaje, produciendo perforaciones irregulares en las hojas, retardando así el crecimiento de las plantas. Como control cultural se debe realizar una buena preparación del terreno para eliminar los estados inmaduros, como control químico se hace aplicaciones de insecticidas como la cipermetrina (Vásquez et al., 2023).

b. Enfermedades

La enfermedad que se presenta con mayor intensidad es la Antracnosis (*Colletotrichum lindemutiatum*) y más si el lugar de siembra es situado a mayo de 2000 m, con temperaturas que varían entre 13 y 26 °C. Roya (*Uromyces phaseoli*), Botritis (*Botritis* sp), Nematodos del nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*) (Huerta, 2019).

- **Antracnosis.**

Es una de las principales enfermedades causante de pérdidas económicas a los productores. Las condiciones óptimas para su desarrollo son temperaturas entre 13 y 26 °C y alta humedad relativa, entre 92% y 100%. Los síntomas en las hojas se manifiestan principalmente en el envés y avanzan a lo largo de las venas primarias o secundarias, causando necrosis de los tejidos. En las vainas, la enfermedad comienza con lesiones pequeñas y redondas de color marrón rojizo con bordes definidos, que posteriormente crecen y se vuelven hundidas. Para el manejo sanitario y control cultural, se recomienda practicar rotación de cultivos, eliminar residuos de cosecha y utilizar semillas certificadas libres de patógenos (Olmes, 2010).

- **Roya (*Uromices* sp).**

Puede infectar hojas, vainas, tallos y ramas. La infección ocurre en el haz y envés de las hojas. Los primeros estadios se manifiestan como pústulas de color café rojizo en el envés de las hojas, rodeadas de un halo amarillento, que luego aumentan de tamaño hasta cubrir completamente las hojas. Las condiciones en la cuales prospera son una humedad relativa superior a 80% y temperaturas entre 17 y 27 °C (Cortez, 2024).

- **Oídium (*Oídium* sp).**

Se inicia como manchas oscuras y moteadas que después se llenan de micelio blanco de apariencia polvosa, que puede cubrir toda la planta y deformar las vainas (Valladolid, 2001).

c. Incidencia y severidad

c.1. Incidencia.

Es el número de plantas enfermas, que muestren cualquier tipo de síntomas. La evaluación de la incidencia es fácil y rápida, siendo la medida que más se utiliza para determinar la diseminación de una enfermedad en un campo de cultivo. La incidencia se expresa en porcentaje, se obtiene dividiendo el número de plantas enfermas entre el número total de plantas evaluadas multiplicando por cien (Roncal, 2004).

$$\text{Incidencia de la Fito enfermedad} = \frac{\text{Número de plantas enfermas}}{\text{Número de plantas totales}} \times 100$$

c.2. Severidad.

Es la proporción expresada en porcentaje del área o cantidad de tejidos de la planta afectados por los patógenos, donde se calcula el porcentaje de severidad utilizando diferentes escalas de evaluación. El investigador de acuerdo a sus objetivos puede proponer escalas de evaluación lineal o logarítmica, la lineales varían desde grado cero a grado cien; otras tienen 10 grados, 6 grados, 5 grados hasta 3 grados. En cada grado se describe la patogenicidad en porcentaje (Roncal, 2004).

Escalante et al. (2021) describen la siguiente escala de severidad para antracnosis en el cultivo de frijol.

Tabla 3

Severidad de Antracnosis.

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad
2	Presencia de pocas lesiones, cubriendo el 25% del área foliar
3	50 % de la superficie foliar
4	75 % de manchas en las hojas
5	100 % de lesiones en el área foliar

2.2.8. Variedades de frijol

a. INIA 408 Sumac Puka

INIA, (2004), afirma que esta variedad posee un hábito de crecimiento: Arbustivo determinado, altura promedio de planta es de 50 a 70 cm, alcanza la floración 55 a 60 días, su periodo vegetativo es de 120 días, alcanza un rendimiento promedio de 1.5 a 2.0 t/ha, 100 semillas pesan de 72 a 80 g, la cosecha se realiza aproximadamente, 100 a 110 días después de la siembra.

b. Variedad Capsula Blanco (Alubia).

Esta variedad posee un hábito de crecimiento: Tipo I, Arbustivo determinado; alcanza la floración a los 50 días, grano de color blanco lustroso; la forma de grano es cilíndrica alargada con extremos agudos y semibrillante, el peso de 100 semillas es de 47 a 57 g, la cosecha se realiza a los 95 días después de la siembra (MINAGRI, 2016).

c. Variedad Canario 2000.

Variedad perteneciente al tipo I, de crecimiento arbustivo determinado, con altura de planta promedio de 54 cm, alcanza la floración a los 50 días, la madurez fisiológica a los 90 días y la cosecha a los 125 días, 100 semillas pesan 54 g, el rendimiento promedio de grano seco es de 1737 kg/ha (Valladolid, 2001).

d. Línea Waf.

La Línea corresponde al tipo III a, y de hábito de crecimiento; indeterminado-semi postrado, rendimiento comercial de 3.0 a 3.5 t/ha (INIA, 2020).

Alcanza la floración a los 36 días, presenta su grano de color blanco lechoso, ligeramente estriado, 100 semillas pesan de 45 a 62 g, la cosecha se realiza a los 100 días después de la siembra (MINAGRI, 2016).

e. Línea Super Bayo.

Proviene de una selección realizada de la variedad Bayo Mochica INIA, del tipo III y de hábito de crecimiento, indeterminado semipostrado; alcanza su floración a los 45 días, color del grano es bayo o café claro, semibrillante, de forma redondeada, 100 semillas pesan 45 a 55 gramos, la cosecha se realiza a los 105 días después de la siembra (MINAGRI, 2016).

f. Variedad Larán Mejorado.

El hábito de crecimiento es arbustivo indeterminado y Tipo IIa, la altura promedio de planta es de 60 cm, alcanza la floración a los 50 días, la madurez fisiológica a los 90 días y la cosecha a los 110 días, 100 semillas pesan 55 gramos, el rendimiento promedio es de 1500 a 2500 kg/ha grano seco y de 4000 a 6000 kg/ha de grano verde (Valladolid, 2001).

g. Variedad Blanco Larán.

Es de hábito arbustivo indeterminado y Tipo II a, alcanza la floración a los 45 días, la madurez fisiológica a los 90 días y la cosecha a los 105 días, el color de grano es blanco, 100 semillas pesan de 45 a 55 g, el rendimiento promedio es de 2000 kg/ha (Valladolid, 2001).

h. Variedad Bayo Mochica INIA

Es de hábito de crecimiento semipostrado indeterminado y Tipo III a, altura de planta de 55 cm, alcanza la floración a los 55 días, la madurez fisiológica a los 85 días y la cosecha a los 105 días, 100 semillas pesan 48 g, el rendimiento es de 1600 a 2500 kg/ha (INIA, 2013).

2.3. Definición de términos

a. Adaptación.

Se refiere a la capacidad de la planta para ajustarse y desarrollarse favorablemente en diferentes condiciones ambientales, como el suelo, el clima y la disponibilidad de agua. Las variedades de frijol adaptadas a ciertas condiciones pueden mostrar un mejor rendimiento y resistencia a enfermedades y plagas específicas (Mamani, 2017).

b. Arbustivo.

En el contexto del cultivo de frijol, "arbustivo" se refiere a un tipo de hábito de crecimiento de la planta. Las variedades de frijol con hábito arbustivo tienden a crecer en forma de arbusto compacto y denso, sin necesidad de soportes adicionales (Fonseca, 2015).

c. Cultivar.

Un cultivar es una variedad de planta que ha sido seleccionada y desarrollada por los agricultores o fitomejoradores por sus características específicas, como el rendimiento, la resistencia a enfermedades, el sabor, el tamaño de la semilla, entre otros. En el caso del cultivo de frijol, existen numerosos cultivares con diferentes características adaptadas a diversas condiciones de cultivo y preferencias de los agricultores (Arévalo et al., 2005).

e. Enfermedad.

Se refiere a cualquier condición anormal que afecta la salud y el rendimiento de las plantas. Las enfermedades pueden ser causadas por hongos, bacterias, virus u otros patógenos, y pueden manifestarse como manchas en las hojas, pudrición de raíces, marchitez de la planta, entre otros síntomas (Agrios, 2005).

d. Plaga.

Se refiere a cualquier organismo vivo que causa daño a las plantas o cultivos, reduciendo su rendimiento y calidad. Las plagas comunes de un cultivo incluyen insectos como pulgones, ácaros, trips y gorgojos, así como también animales como roedores y aves que pueden alimentarse de las semillas o las plántulas (Zepeda, 2018).

e. *Unicultivo.*

Se refiere al crecimiento de un solo cultivo en una parcela (Rodríguez y Mejía, 2001).

Unicultivo o monocultivo se denomina a la práctica de cultivar una sola especie de planta en una extensión agrícola durante un determinado período; que se enfoca el cultivo de una sola especie lo que simplifica las operaciones agrícolas y manejo de cultivo para alcanzar una producción agrícola elevada, cabe resaltar que la vulnerabilidad a plagas y enfermedades específicas del cultivo crecen de manera exponencial, que puede generar pérdidas económicas (García, 2024).

f. *Línea*

Descendencia de un genotipo sometidos a prueba de progenie, que en estudios anteriores a mostrado características sobresalientes como rendimiento y tolerancia a enfermedades (Allard, 1960).

Según (Fisher, 1952); línea es una población de plantas con características y genéticamente similares, se desarrollan a través de programas de mejoramiento genético, con la finalidad de crear variedades.

g. *Variedad*

División dentro de la especie, se refiere a un grupo de plantas que tienen características morfológicas en común (FAO, 2022).

Es un grupo de plantas con características fisiológicas morfológicas similares y con reconocimiento y denominadas de manera oficial, pueden ser desarrolladas a partir de líneas para utilizarse en la producción agrícola (Fisher, 1952).

h. Productividad.

La productividad se refiere a la cantidad de productos agrícolas que se han producido en relación con los recursos utilizados, es decir, la tierra, el agua, los fertilizantes, los pesticidas, el trabajo, entre otros; la calidad de estos recursos puede afectar la productividad agrícola (Quintero y Alonso, 2007).

Es el fruto de la siembra y cosecha en el campo, para conseguir, sobre todo, bienes comestibles para el consumo humano, aunque una parte puede destinarse a alguna industria para aporte un valor agregado (Westreicher, 2020).

i. Capacidad productiva.

La capacidad productiva se define como la capacidad de un cultivo ya sea variedad o especie, que debe tener recursos (semilla, suelo, agua, clima y manejo agronómico) de alta calidad que se necesita para alcanzar su máxima producción y utilizando todos los recursos aportados, también se puede definir como la relación entre producción y los recursos utilizados para producir (Quintero y Alonso, 2007).

j. Rendimiento

Producción cosechada en peso de una unidad de superficie cosechada de un cultivo, también viene a ser la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea, esto puede variar por condiciones climáticas y otros factores como el suelo, manejo del cultivo y calidad de semilla (Quintero y Alonso, 2007).

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

Este trabajo de investigación se realizó en el centro poblado de Saparcón, ubicado en el distrito Pedro Gálvez, provincia San Marcos de la región de Cajamarca. Se encuentra a una altitud de 2367 m, en las coordenadas geográficas UTM de 811807 m E, 9185821 m S (Figura 1).

Figura 1

Mapa de ubicación de la investigación.



3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Semillas de frijol: Variedad Capsula Blanco, Variedad Canario 2000, Línea Waf, Línea Super Bayo, Variedad Larán Mejorado, Variedad Blanco Larán, Variedad Bayo Mochica INIA, Variedad INIA 408 Sumac Puka.

3.2.2. Equipos, herramientas y materiales de campo

Mochila de fumigar, cadena de siembra, wincha, machete, arado, pico, lampa, palana, rastrillo, costales, bolsas de papel, bolsas plásticas, hilo pabilo, rafia, estacas, etiquetas, libreta de campo, lapiceros, lápiz, marcador permanente, cinta adhesiva

3.2.3. Insumos

Urea, Fosfato Diamónico, Cloruro de potasio, plaguicidas.

e. Equipos de oficina y gabinete

Balanza, cámara fotográfica, computadora, GPS.

3.3. Metodología

Esta investigación es de tipo experimental, donde se tuvo la variable independiente que se refiere a los cultivares de frijol arbustivo y las variables dependientes que vienen a ser las evaluaciones que se han realizado.

El experimento en campo se llevó a cabo en el periodo comprendido entre los meses de mayo hasta octubre del 2024.

3.3.1. Diseño experimental, arreglos de los tratamientos

Se usó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 8 tratamientos (Tabla 4) y cuatro repeticiones.

Tabla 4

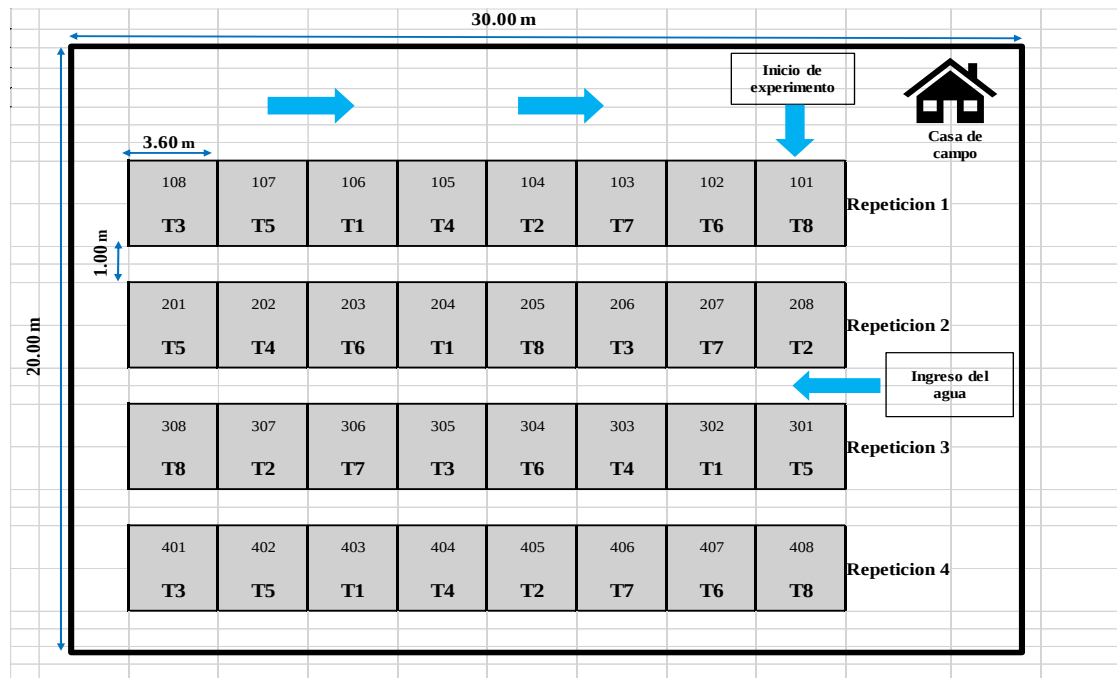
Tratamientos de estudio y randomización en el campo experimental.

Clave del Tratamiento	Nombre del tratamiento	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Rep. 4
T1	Variedad Cápsula Blanco (V. Local)	106 parcela	204 parcela	302 parcela	405 parcela
T2	Variedad INIA 408 Sumac Puka	104 parcela	208 parcela	307 parcela	406 parcela
T3	Variedad Canario 2000	108 parcela	206 parcela	305 parcela	407 parcela
T4	Línea Waf	105 parcela	202 parcela	303 parcela	408 parcela
T5	Línea Super Bayo	107 parcela	201 parcela	301 parcela	403 parcela
T6	Variedad Larán Mejorado	102 parcela	203 parcela	304 parcela	402 parcela
T7	Variedad Blanco Larán	103 parcela	207 parcela	306 parcela	401 parcela
T8	Bayo Mochica	101 parcela	205 parcela	308 parcela	404 parcela

A continuación, se indica el croquis del campo experimental (Figura 2).

Figura 2:

Croquis del campo experimental.



3.3.2. Características del campo experimental

Las características del campo experimental fueron las siguientes:

a. Bloques

Número de bloques: 4

Número de tratamientos por bloque: 8

Largo: 20 m

Ancho: 3.60 m

Área de bloque: 72 m²

Área total de bloques: 288 m²

b. Parcela experimental

Número de surcos por parcela: 3

Ancho de surco: 0.70 m

Largo de la parcela o largo del surco: 3.60 m

Ancho de la parcela: 2.52 m

Área de parcela: 9.072 m^2

Número total de parcelas: 32

Área total de las parcelas: 290.304 m^2

c. Calles de separación de bloques

Número de calles: 3

Ancho de la calle: 1 m

Largo de la calle: 20 m

Área total de las calles: 60 m^2

d. Área total del experimento

Largo: 30 m

Ancho: 20 m

Área total del experimento: 600 m^2 .

3.3.3. Procedimiento de la investigación

3.3.3.1 Fase de gabinete

Se realizó la selección y conteo de las semillas de frijol de las ocho cultivares de estudio: Variedad Capsula Blanco, Variedad INIA 408 Sumac Puka, Variedad Canario 2000, Línea Waf, Línea Super Bayo, Variedad Larán Mejorado, Variedad Blanco Larán, Variedad Bayo Mochica INIA; material que fue proporcionado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) a través del Programa Nacional de Cereales, Granos Andinos y Leguminosas.

Posteriormente, a las semillas se realizó un previo tratamiento con VITAVAX - 300 (Carboxín + Captan) para evitar el ataque hongos que puedan afectar una adecuada germinación.

3.3.3.2 Análisis de suelo

Para este trabajo de investigación, se realizó el análisis de suelo del campo experimental en el laboratorio de suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Estación Experimental de los Baños del Inca- Cajamarca; cuyos datos se presenta en el Anexo 2.

De acuerdo al análisis de suelo, se trata de un suelo moderadamente alcalino (pH: 7.9) *, nivel alto de materia orgánica (MO: 4.8%) *, nivel medio de fósforo disponible (P: 8.1 ppm) *, nivel medio de potasio disponible (K: 147 ppm) *, nivel alto (CaCO_3 : 55.6 %) ** calcáreo, no salino (CE: 0.18 dS/m) *.

*Reglamento de Clasificación de Tierras por Uso Mayor D.S.N° 005-2022- MIDAGRI

** Departamento de Suelos y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.3.3. Fase de campo

a. Preparación del terreno e instalación del cultivo

Una vez seleccionado el campo en la localidad de Saparcón perteneciente a la provincia de San Marcos, Cajamarca; se procedió a realizar la limpieza del terreno tanto de malezas y restos de campañas anteriores, la preparación del terreno primero se realizó con tractor y luego el arado con yunta para realizar el surcado. Posteriormente, se procedió a delimitar el área total, los bloques y las parcelas de cada repetición utilizando una wincha, rafia y estacas, que fueron ubicados en surcos que se habían hecho previamente.

b. Siembra

La siembra se realizó de forma manual con la ayuda de una cadena y una palana, colocando 3 semillas por golpe a un distanciamiento entre surcos de 70 cm y entre plantas 30 cm.

c. Sistema de riego

El riego se aplicó por gravedad.

d. Control de malezas

Se realizó los deshierbos de forma manual con la ayuda de una lampa para evitar el desarrollo de malezas, de forma oportuna manteniendo así un campo limpio para que el cultivo se desarrolle adecuadamente.

e. Fertilización

Se realizó de acuerdo a los requerimientos del cultivo mediante un análisis de suelo.

Estas aplicaciones fueron fraccionadas en 2 partes para ser aplicados, la primera al momento de la siembra y el segundo al momento del aporque.

Se usó la dosis de 30-90-50 kg de N₂-P₂O₅-K₂O por hectárea; de los fertilizantes (Urea, Fosfato Diamónico y Cloruro de Potasio) para esta investigación, cuyos datos se presenta en el Anexo 2.

f. Control fitosanitario

Se realizaron monitoreos constantes del cultivo revisando plantas al azar de los diferentes tratamientos y realizando aplicaciones fitosanitarias solamente para el caso de insectos, en forma oportuna, ya que para el caso de enfermedades se trata de hacer evaluaciones bajo infestación natural de los agentes patógenos.

g. Cosecha

La cosecha de frijol se realizó cuando las vainas de frijol se encuentren secas en un 90%, considerando que las vainas no estén demasiado secas sin desgranarse, de manera escalonada de acuerdo al periodo vegetativo de los tratamientos. El indicador de cosecha se da cuando la planta entera empieza a amarillarse y secar, observándose que las vainas de frijol se tornan de color marrón.

3.3. 4. Fase de almacén

Se realizó el conteo de 100 semillas de todos los tratamientos, para luego realizar el pesado y así poder determinar el rendimiento de grano seco.

3.3.5. Tratamiento y análisis de datos

a. Técnicas de evaluación.

Se realizaron las observaciones y evaluaciones de campo, con la finalidad de obtener la información y los datos de las variables de estudio.

b. Instrumento de evaluación.

Se usaron diversos instrumentos, como registros para las variables de campo, wincha para medir altura de planta, balanza para peso de grano y así obtener los datos de rendimiento de los tratamientos, escalas para la incidencia y severidad del frijol.

c. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.

Los datos fueron procesados usando las técnicas de la Estadística, con la finalidad de observar las diferencias entre los tratamientos de estudio; para lo cual, se empleó el Programa SAS (Statistical Analysis Software).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación, se presenta los resultados de los análisis estadísticos de las variables evaluadas; lo cual, se ha realizado en primer lugar el Análisis de Variancia y luego, la Prueba de Rango Múltiple de Duncan; cuyos datos se presenta en el Anexo 1.

4.1. Días a la floración (días desde la siembra)

Referente a la variable días a la floración, evaluada en días desde la siembra (dds), al realizar el Análisis de Varianza (ANOVA), se nota que en la fuente de variabilidad de repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la F-calculada es menor que los valores de la F-tabular a los niveles del 1 y 5%; indicando que no hay diferencia estadística en los promedios de las cuatro repeticiones. Por otra parte, en la fuente de variabilidad de tratamientos sí se observa que existe alta significación estadística, dado que la F- calculada es mayor que la F-tabular a los niveles 1 y 5% (Tabla 5); es decir, que los promedios de los ocho tratamientos son estadísticamente diferentes; por lo cual, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 1.87 %, que es bajo y existe escasa variación entre sus datos.

Tabla 5

Análisis de Varianza (ANOVA), de la variable días a la floración.

Fuente Variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	0.0918	0.0306	1.65 NS	3.07	4.87
Tratamientos	7	5.3995	0.7713	41.64**	2.49	3.64
Error	21	0.3889	0.0185			
Total	31	5.8803				

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

NS: Sin significación estadística

** : Alta significación estadística.

CV = 1.87 %

$\bar{X}$ = 52.81 dds

$\bar{X}$ (Datos transformados) = 7.25

Luego, en base a los resultados del ANOVA, para saber cuál de los tratamientos son iguales o diferentes se ha hecho la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95%, cuyos resultados se presentan en la Tabla 6 y la Figura 3; donde se observa que la variedad Canario 2000 fue la más tardía en alcanzar la floración con 67 dds; siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos; caso contrario fue la variedad INIA 408 Sumac Puka que fue la más precoz para florecer, alcanzar la floración a los 46 dds; siendo estadísticamente similar con la Línea Waf y la variedad Capsula Blanco, que ambos alcanzaron la floración a los 47.75 dds. De otro lado, se observa un grupo intermedio formado por los tratamientos Línea Super Bayo, variedad Bayo Mochica, variedad Blanco Larán y variedad Larán Mejorado que alcanzaron la floración a los 54, 54, 53 y 53 dds, respectivamente, y que fueron estadísticamente similares.

Tabla 6

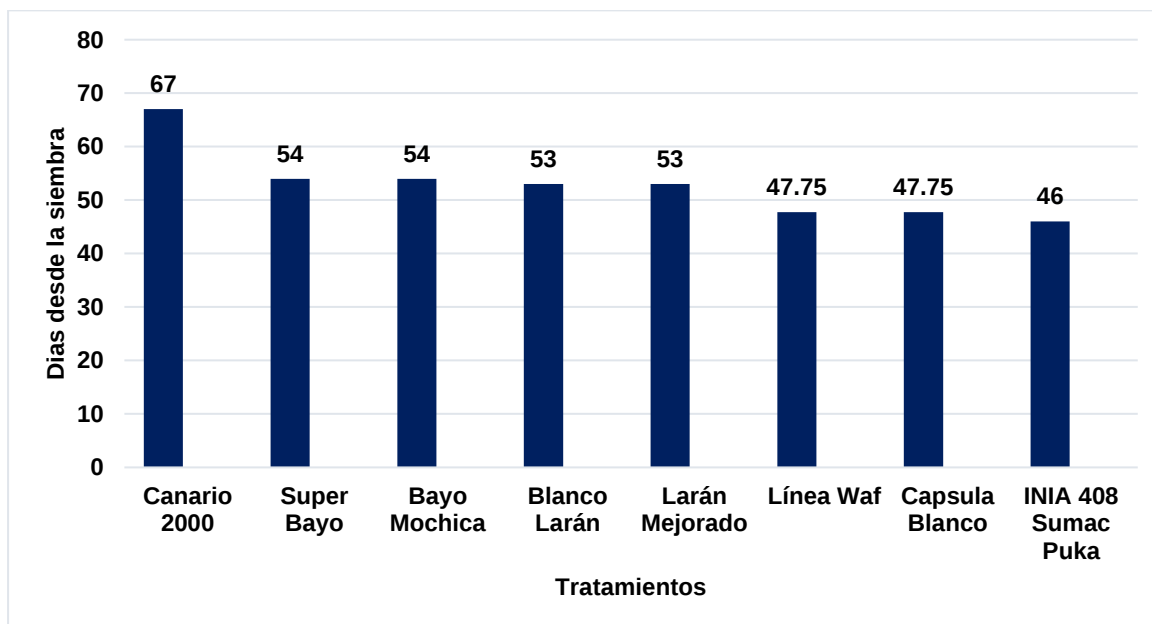
Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%, para la variable días a la floración.

Tratamientos	Promedio (dds) a la floración	Significación
Canario 2000	67.00	A
Super Bayo	54.00	B
Bayo Mochica	54.00	B
Blanco Larán	53.00	B
Larán Mejorado	53.00	B
Línea Waf	47.75	C
Capsula Blanco	47.75	C
INIA 408 Sumac Puka	46.00	C

*dds: días desde la siembra

Figura 3

Promedio de días desde la siembra a la floración de los tratamientos



En cuanto a esta variable de floración, Sangay et al. (2024) en su trabajo de investigación “Comparativo de diez cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo para producción de grano fresco en la localidad de Paríamarca – Cajamarca”, llevado a cabo a una altitud de 2948 m , observó que la Línea Waf fue la que floreció más rápido con 55.75 dds; luego la variedad Larán Mejorado con 63.25 dds, Línea Super Bayo, con 64.25 dds, variedad Blanco Larán con 64.75 dds y variedad Bayo Mochica con 64.75 dds, siendo todos estos cultivares estadísticamente similares; de otro lado, para este autor la variedad Canario 2000 no fue el tratamiento más tardío alcanzando la floración a los 75.75 días, como ha ocurrido en el caso de esta investigación; lo cual, probablemente se debe a que se trata de diferentes ambientes de estudio.

Para Cajamarca, en la provincia de Cutervo Alvarado (2018) indica que la variedad Larán Mejorado alcanza la floración a los 41 dds; mientras para las condiciones de la Costa Valladolid (2001) menciona que lo hace a los 50 dds; esta diferencia se debe probablemente a las condiciones ambientales en las que se llevaron a cabo ambos trabajos. Para las condiciones de Costa referente a otras variedades, Valladolid (2001) menciona que la variedad Blanco Larán alcanza la floración a los 45 dds; luego INIA (2013), menciona que la Variedad Bayo Mochica alcanza la floración a los 45 dds; e INIA (2004), menciona que la floración de la Variedad Canario 2000 es a los 50 dds.

4.2. Días a la madurez fisiológica (días desde la siembra)

En la Tabla 7, se presenta el análisis de varianza de la variable días a la madurez fisiológica, evaluados en días desde la siembra (dds), donde se observa que no hay significación estadística para fuente de variabilidad de repeticiones; lo que significa que las 4 repeticiones tuvieron valores de promedio estadísticamente similares; dado que F-calculada es menor a los valores de F-tabular a los niveles del 1 y 5%. Luego, respecto a la fuente de variabilidad de tratamientos se observa que existe alta significación estadística; lo cual significa que hay una alta diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos; dado que la F-calculada es mayor a los valores de F-tabular a los niveles del 1 y 5%.

También para esta variable el coeficiente de variabilidad fue de 1.32%, que es bajo y aceptable para la investigación.

Tabla 7

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

Fuente Variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	0.0702	0.0234	1.05 NS	3.07	4.87
Tratamientos	7	1.9492	0.2784	12.49 **	2.49	3.64
Error	21	0.4681	0.0222			
Total	31	2.4876				

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

NS: Sin significación estadística.

**: Alta significación estadística

$$CV = 1.32 \%$$

$$\bar{X} = 126.31 \text{ dds}$$

$$\bar{X} \text{ (Datos transformados)} = 11.23$$

Luego, en base a los resultados del ANOVA, para saber cuál de los tratamientos son iguales o diferentes se ha hecho la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95%, cuyos resultados se presentan en la Tabla 8 y la Figura 4; donde se observa que el tratamiento más precoz fue la variedad INIA 408 Sumac Puka que alcanzó la madurez fisiológica a los 116.50 dds, siendo estadísticamente diferente a las demás variedades; por lo contrario, el tratamiento más tardío fue la variedad Canario 2000 que alcanzó la madurez fisiológica a los 135.25 dds; y también fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos. Luego, hay tratamientos intermedios; observándose que la variedad Blanco Larán fue estadísticamente similar a la variedad Bayo Mochica y Línea Waf, teniendo como valores de 131, 130 y 128 dds respectivamente; luego, también se observa otro grupo de promedios estadísticos similares formado por los tratamientos de la variedad Capsula Blanco, Línea Super Bayo y variedad Larán Mejorado teniendo como valores de 124.25, 123 y 122.50 dds respectivamente.

Tabla 8

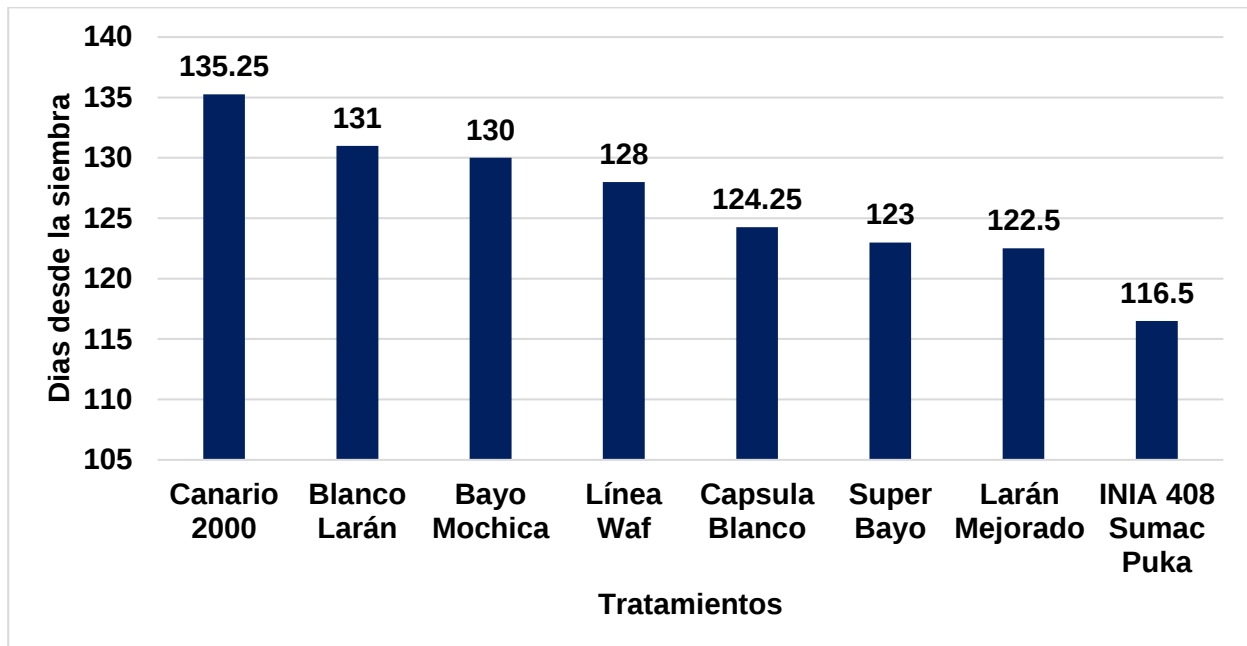
Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%, para la variable días a la madurez fisiológica.

Tratamientos	Promedio (dds) a la madurez fisiológica	Significación
Canario 2000	135.25	A
Blanco Larán	131.00	B
Bayo Mochica	130.00	B
Línea Waf	128.00	B C
Capsula Blanco	124.25	C D
Super Bayo	123.00	C D
Larán Mejorado	122.50	D
INIA 408 Sumac Puka	116.50	E

*dds: días desde la siembra

Figura 4

Promedio de días desde la siembra a la madurez fisiológica de los tratamientos.



Respecto a esta variable de madurez fisiológica, Sangay et al. (2024) en su trabajo de investigación “Comparativo de diez cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo para producción de grano fresco en la localidad de Pariamarca – Cajamarca”, llevado a cabo a una altitud de 2948 m , observó que el tratamiento más precoz en alcanzar la madurez fisiológica fue la variedad Larán Mejorado con 112.00 dds; de otro lado, para este autor la variedad Canario 2000 no fue el tratamiento más tardío alcanzando la madurez fisiológica a los 127 días, como ha ocurrido en el caso de esta investigación; lo cual, probablemente se debe a que se trata de diferentes ambientes de estudio.

Para condiciones de la costa, Valladolid (2001) indica que la Variedad Larán Mejorado alcanza la madurez fisiológica a los 90 dds; luego INIA (2004), menciona que la variedad Canario 2000 alcanza la madurez fisiológica a los 90 dds.

4. 3. Altura de planta (cm)

En la Tabla 9, al realizar el Análisis de Varianza (ANOVA) de la variable altura de planta, donde se observa que en la fuente de variabilidad de repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la F-calculada es menor que los valores de la F-tabular a los niveles del 1 y 5%; indicando que no hay diferencia estadística en los promedios de las cuatro repeticiones. Por otro lado, en la fuente de variabilidad de tratamientos sí se observa que existe alta significación estadística, dado que la F- calculada es mayor que la F-tabular a los niveles 1 y 5%; es decir, que los promedios de los ocho tratamientos son estadísticamente diferentes; por lo cual, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 15.92 %, lo cual significa que los datos obtenidos en campo tuvieron baja variación entre ellos y se ajusta a lo previsto.

Tabla 9

Análisis de Varianza (ANOVA), de la variable altura de planta (cm)

Fuente Variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	19.0909	6.3636	0.18 NS	3.07	4.87
Tratamientos	7	1537.0921	219.5845	6.38**	2.49	3.64
Error	21	722.6565	34.412			
Total	31	2278.839				

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

NS: Sin significación estadística.

** : Alta significación estadística

$$CV = 15.92 \%$$

$$\bar{X} = 36.84 \text{ cm}$$

$$\bar{X} \text{ (Datos transformados)} = 11.23$$

Posteriormente , en base a los resultados del ANOVA, para saber cuál de los tratamientos son iguales o diferentes se ha hecho la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95%, cuyos resultados se presentan en la Tabla 10 y la Figura 5 ; donde se observa que los tratamientos que alcanzaron mayor altura de planta fueron la variedad Larán Mejorado, variedad Bayo Mochica, Línea Super Bayo y variedad Blanco Larán, que mostraron valores de 46.32, 44.47, 44.17 y 38.92 cm, respectivamente siendo estadísticamente similares; por lo contrario; los tratamientos que alcanzaron menor altura fueron la variedad INIA 408 Sumac Puka con 29.52 cm y Línea Waf con 29.35 cm siendo estadísticamente similares; pero también fueron estadísticamente similares a tratamientos de las variedades Capsula Blanco con 31.15 cm y Canario 2000 con 30.85 cm.

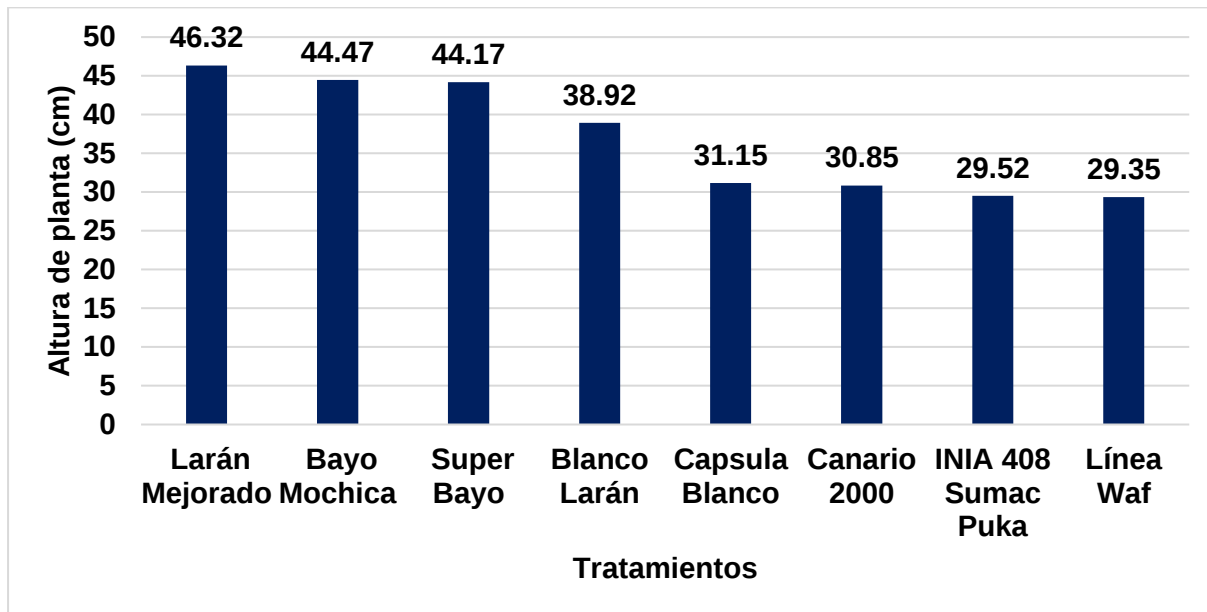
Tabla 10

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5 %, para la variable altura de planta (cm).

Tratamientos	Promedio de altura de planta (cm)	Significación
Larán Mejorado	46.32	A
Bayo Mochica	44.47	A
Super Bayo	44.17	A
Blanco Larán	38.92	A B
Capsula Blanco	31.15	B C
Canario 2000	30.85	B C
INIA 408 Sumac Puka	29.52	C
Línea Waf	29.35	C

Figura 5

Promedio de altura de planta (cm) de los tratamientos.



En cuanto a esta variable de altura de planta, Sangay et al. (2024) en su trabajo de investigación “Comparativo de diez cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo para producción de grano fresco en la localidad de Pariamarca – Cajamarca”, llevado a cabo a una altitud de 2948 m , observó que la Línea Super Bayo, variedad Bayo Mochica y variedad Larán Mejorado con valores de 58, 57 y 56.75 cm, respectivamente siendo estos cultivares estadísticamente similares, los cuales alcanzaron mayor altura de planta; estos resultados son superiores a los datos obtenidos en este trabajo de investigación, lo cual, probablemente se debe a que se trata de diferentes ambientes de estudio.

Para las condiciones de la Costa, INIA (2013) indica que la variedad Bayo Mochica alcanza una altura de planta de 55 cm. Respecto a la variedad Larán Mejorado, Valladolid (2001) menciona que alcanza una altura de planta de 60 cm. Luego, INIA (2004) menciona que la Variedad Canario 2000 alcanza una altura de planta de 54 cm.

4.4. Número de granos por vaina

Referente a la variable número de granos por vaina, al realizar el Análisis de Varianza (ANOVA), se nota que en la fuente de variabilidad de repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la F-calculada es menor que los valores de la F-tabular a los niveles del 1 y 5%; indicando que no hay diferencia estadística en los promedios de las cuatro repeticiones. Por otro lado, en la fuente de variabilidad de tratamientos sí se observa que existe alta significación estadística, dado que la F- calculada es mayor que la F-tabular a los niveles 1 y 5% (Tabla 11); es decir, que los promedios de los ocho tratamientos son estadísticamente diferentes; por lo cual, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 2.61%, que es un valor aceptable para esta investigación.

Tabla 11

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

Fuente Variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	0.0010	0.0003	0.12 NS	3.07	4.87
Tratamientos	7	0.1565	0.0223	7.58**	2.49	3.64
Error	21	0.0619	0.0029			
Total	31	0.2195				

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

NS: Sin significación estadística.

** : Alta significación estadística.

$$CV = 2.61 \%$$

$$\bar{X} = 4.32$$

$$\bar{X} \text{ (Datos transformados)} = 2.07$$

Luego, en base a los resultados del ANOVA, para saber cuál de los tratamientos son iguales o diferentes se ha hecho la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95%, cuyos resultados se presentan en la Tabla 12 y la Figura 6; donde se observa que los tratamientos con mayor número de granos por vaina fueron el testigo, variedad Capsula Blanco con 4.65 granos y la variedad Canario 2000 con 4.63 granos por vaina que resultaron ser estadísticamente similar a los tratamientos variedad Bayo Mochica con 4.52 granos por vaina y Línea Waf con 4.42 granos por vaina; caso contrario el tratamiento con menor número de granos por vaina fue la variedad INIA 408 Sumac Puka con 3.72 granos por vaina siendo estadísticamente diferente a los demás tratamientos en estudio.

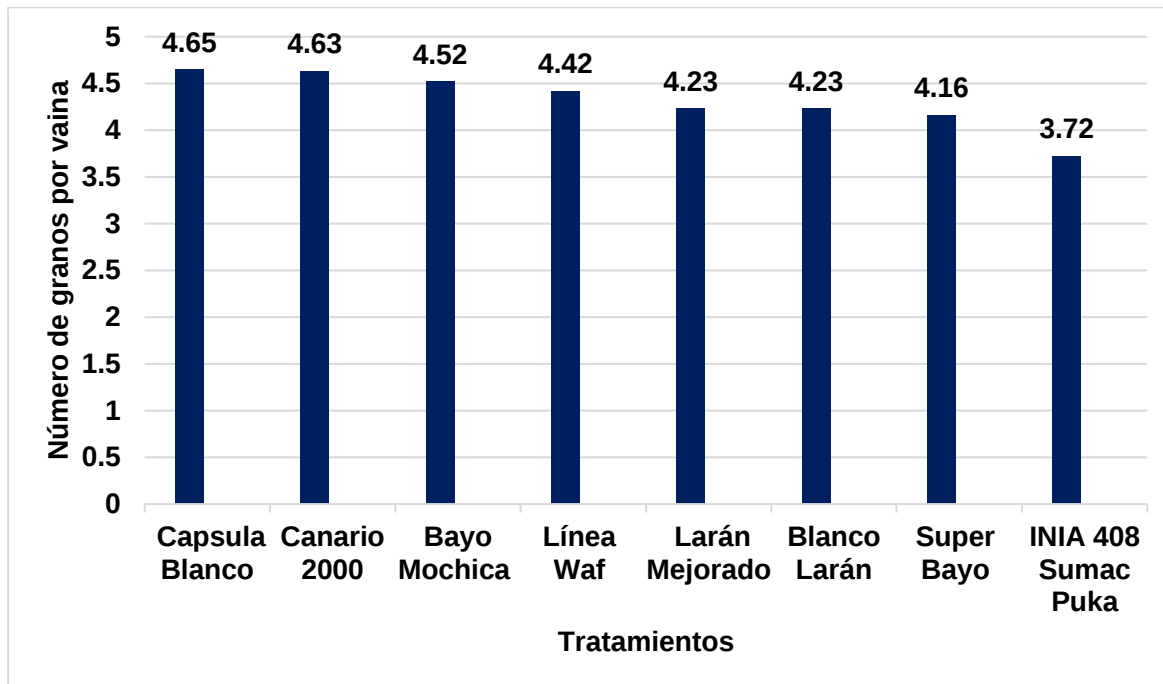
Tabla 12

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

Tratamientos	Promedio del número de granos por vaina	Significación
Capsula Blanco	4.65	A
Canario 2000	4.63	A
Bayo Mochica	4.52	A B
Línea Waf	4.42	A B
Larán Mejorado	4.23	B
Blanco Larán	4.23	B
Super Bayo	4.16	B
INIA 408 Sumac Puka	3.72	C

Figura 6

Promedio del número de granos por vaina de los tratamientos.



Respecto a esta variable número de granos por vaina , Sangay et al. (2024) en su trabajo de investigación “Comparativo de diez cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo para producción de grano fresco en la localidad de Pariamarca – Cajamarca”, llevado a cabo a una altitud de 2948 m , observó que los tratamientos con mayor número de granos por vaina fueron la variedad Blanco Larán , variedad Larán Mejorado , Línea Super Bayo, Línea Waf y la variedad Canario 2000 con valores de 4.50, 4.47, 4.20 y 3.60 granos por vaina, respectivamente siendo estos cultivares estadísticamente similares; de otro lado, para este autor la variedad Bayo Mochica con 2.57 granos por vaina fue la que tuvo el menor número de granos por vaina con 2.57, mientras que para este trabajo de investigación fue uno de los cultivares que alcanzó el mayor número de granos por vaina ; lo cual, probablemente se debe a que estos trabajos de investigación se llevaron a cabo en diferentes ambientes de estudio.

Para las condiciones de la Costa, estos resultados concuerdan con los de Valladolid (2001) quien menciona que la Variedad Blanco Larán tiene de 4 a 5 granos por vaina; mientras que la variedad Larán Mejorado tiene de 6 a 7 granos por vaina. Respecto a otras variedades; INIA (2004) menciona que la Variedad Canario 2000 presenta 4 granos por vaina; luego INIA (2013), indica que la Variedad Bayo Mochica tiene de 5 a 6 granos por vaina.

4.5. Peso de grano seco (g)

Referente a la variable peso de grano seco, al realizar el Análisis de Varianza (ANOVA), se nota que en la fuente de variabilidad de repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la F-calculada es menor que los valores de la F-tabular a los niveles del 1 y 5%; indicando que no hay diferencia estadística en los promedios de las cuatro repeticiones. Por otra parte, en la fuente de variabilidad de tratamientos sí se observa que existe alta significación estadística, dado que la F- calculada es mayor que la F-tabular a los niveles 1 y 5% (Tabla 13); es decir, que los promedios de los ocho tratamientos son estadísticamente diferentes; por lo cual, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

El coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 5.12%, lo cual significa que los datos obtenidos tuvieron baja variación entre ellos y es aceptable para la investigación.

Tabla 13

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable peso de grano seco (g)

Fuente Variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	49.3476	16.4492	2.21 NS	3.07	4.87
Tratamientos	7	2516.2000	359.4571	48.24 **	2.49	3.64
Error	21	156.4826	7.4515			
Total	31	2722.0302				

NS: Sin significación estadística.

** : Alta significación estadística

CV = 5.12%

$\bar{X}$: 53.21

Luego, en base a los resultados del ANOVA, para saber cuál de los tratamientos son iguales o diferentes se ha hecho la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95%, cuyos resultados se presentan en la Tabla 14 y la Figura 7; donde se observa que los tratamientos con mayor peso de grano seco fueron la variedad INIA 408 Sumac Puka con 66.15 g y Línea Waf con 65.23 g, siendo estadísticamente diferentes a los demás tratamientos pero similares entre sí; caso contrario fueron las variedades Canario 2000 con 42.38 g y Larán Mejorado con 41.94 g que tuvieron el menor peso de grano seco, pero fueron estadísticamente semejantes.

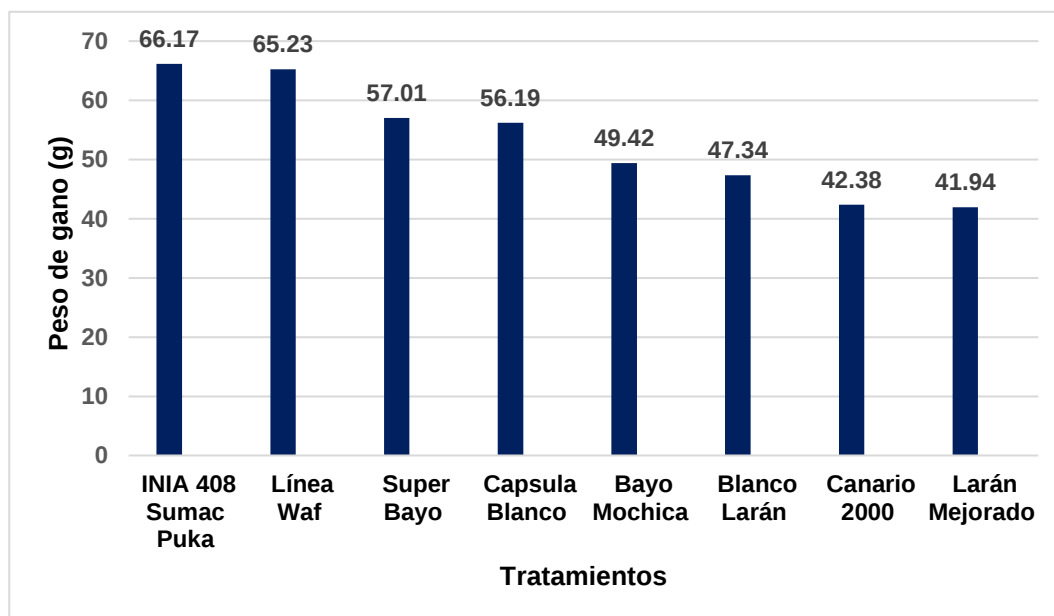
Tabla 13

Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 5%, para la variable peso de grano seco (g).

Tratamientos	Promedio de peso de grano (g)	Significación
INIA 408 Sumac Puka	66.17	A
Línea Waf	65.23	A
Super Bayo	57.01	B
Capsula Blanco	56.19	B
Bayo Mochica	49.42	C
Blanco Larán	47.34	C
Canario 2000	42.38	D
Larán Mejorado	41.94	D

Figura 7

Promedio de peso de grano (g) de los tratamientos.



Para las condiciones de la Costa, estos resultados difieren INIA (2004), indica que 100 semillas de la variedad INIA 408 Sumac Puka pesan de 72 a 80 g. Luego MINAGRI (2016), indica que 100 semillas de la Línea Waf pesan de 45 a 62 g. Valladolid (2001), indica que 100 semillas de la variedad Canario 2000 pesan 54 g, mientras 100 semillas de la variedad Larán Mejorado pesan 55 gramos.

4.5. Rendimiento de grano seco (kg/ha)

Referente a la variable rendimiento de grano seco, al realizar el Análisis de Varianza (ANOVA), se nota que en la fuente de variabilidad de repeticiones no hay significancia estadística, por motivos que la F-calculada es menor que los valores de la F-tabular a los niveles del 1 y 5%; indicando que no hay diferencia estadística en los promedios de las cuatro repeticiones. Por otra parte, en la fuente de variabilidad de tratamientos sí se observa que existe alta significación estadística, dado que la F- calculada es mayor que la F-tabular a los niveles 1 y 5% (Tabla 15); es decir, que los promedios de los ocho tratamientos son estadísticamente diferentes; por lo cual, se ha realizado la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

También el coeficiente de variabilidad para esta variable fue de 22.08 %, que es bajo y es aceptable para la investigación.

Tabla 14

Análisis de varianza (ANOVA), de la variable rendimiento de grano seco (kg/ha)

Fuente Variación	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	599001.498	199667.166	1.69 NS	3.07	4.87
Tratamientos	7	716727.152	673818.165	5.69 **	2.49	3.64
Error	21	486257.216	118393.201			
Total	31	801985.867				

NS: Sin significación estadística.

** : Alta significación estadística

$$CV = 22.08\%$$

$$\bar{X}: 1557.91 \text{ kg. ha}^{-1}$$

Luego, en base a los resultados del ANOVA, para saber cuál de los tratamientos son iguales o diferentes se ha hecho la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95%, cuyos resultados se presentan en la Tabla 16 y la Figura 8; donde se observa que el tratamiento con mayor rendimiento fue la variedad Canario 2000 con 2227.2 kg.ha⁻¹, siendo este estadísticamente similar con los tratamientos variedad Capsula Blanco con 1976.2 kg.ha⁻¹ y la Línea Super Bayo con 1785.7 kg.ha⁻¹ que también alcanzaron rendimientos altos; por el contrario el tratamiento con menor rendimiento fue la variedad INIA 408 Sumac Puka con 968.3 kg.ha⁻¹; siendo éste similar estadísticamente a los tratamientos Línea Waf con 1499.0 kg.ha⁻¹, variedades Bayo Mochica con 1383.9 kg.ha⁻¹, Larán Mejorado con 1339.3 kg.ha⁻¹ y Blanco Larán 1283.7 kg.ha⁻¹, los cuales tuvieron un rendimiento medio respecto a los demás tratamientos.

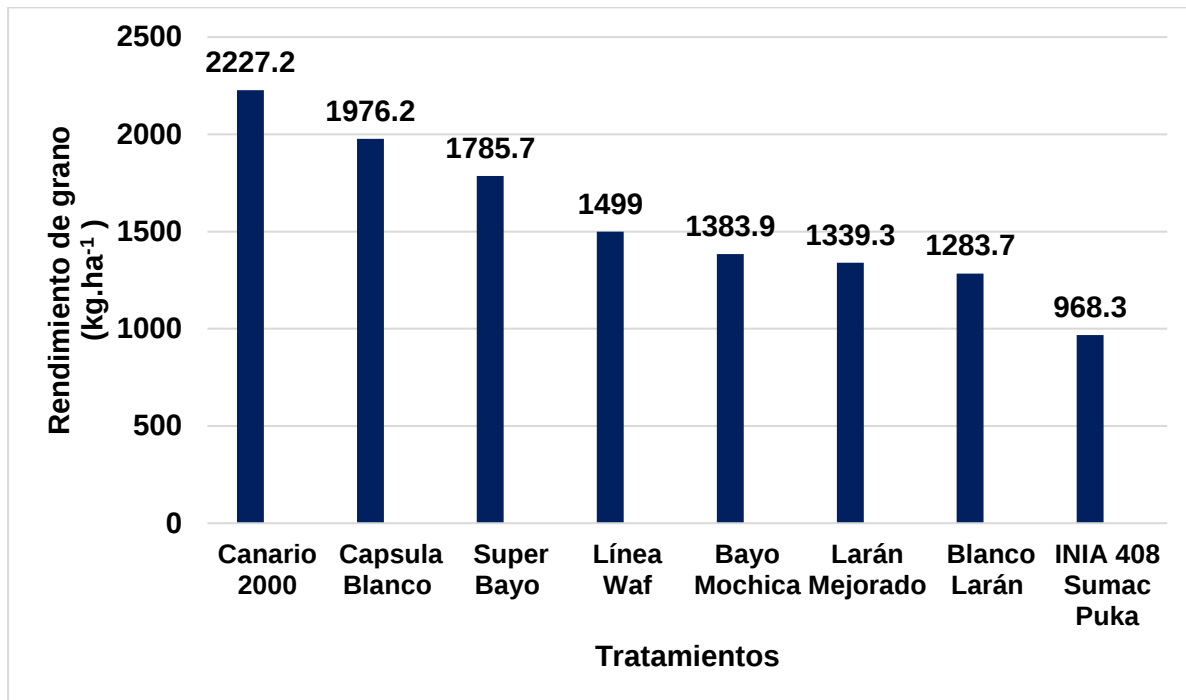
Tabla 15

Prueba de significación de Duncan al 5%, para la variable rendimiento (kg/ha)

Tratamientos	Promedio de rendimiento (kg. ha⁻¹)	Significación
Canario 2000	2227.2	A
Capsula Blanco	1976.2	A B
Super Bayo	1785.7	A B C
Línea Waf	1499.0	B C D
Bayo Mochica	1383.9	C D
Larán Mejorado	1339.3	C D
Blanco Larán	1283.7	C D
INIA 408 Sumac Puka	968.3	D

Figura 8

Promedio de rendimiento de grano seco (kg/ha) de los tratamientos.



En cuanto a esta variable de rendimiento, Sangay et al. (2024) en su trabajo de investigación “Comparativo de diez cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) en unicultivo para producción de grano fresco en la localidad de Pariamarca – Cajamarca”, llevado a cabo a una altitud de 2948 m , observó que fue la Línea Super Bayo 12953.9 kg.ha⁻¹ que alcanzó el mayor rendimiento de grano fresco, seguido de la variedad Larán Mejorado con 10895.3 kg.ha⁻¹, Línea Waf con 10131.0 kg.ha⁻¹, variedad Blanco Larán con 9670.1 kg.ha⁻¹ y la variedad Canario 2000 con 3697.4 kg.ha⁻¹ que también alcanzaron rendimientos altos, estos resultados son superiores a los datos obtenidos en este trabajo de investigación ya que los rendimientos se obtuvieron de grano seco; asimismo, se debe considerar que las diferencias de rendimiento se debe probablemente a que la investigación antes referida se llevó a cabo en un ambiente de clima frío ya que el lugar de investigación estuvo ubicado a 2948 m.s.n.m. y la investigación realizada se llevó a cabo en una zona calurosa ubicada a una altitud de 2367

m.s.n.m.; por lo que se espera que los cultivares tengan diferente respuesta de acuerdo al ambiente donde fueron cultivados.

Para las condiciones de Costa, para la variedad Canario 2000 Valladolid (2001), indica el rendimiento promedio de grano seco es de 1737 kg. ha⁻¹ mientras INIA (2004), indica un rendimiento promedio de 1500 a 2000 kg. ha⁻¹ luego INIA (2004), indica que la variedad INIA 408 Sumac Puka alcanza un rendimiento de 2000 a 2500 kg. ha⁻¹.

4. 6. Evaluación de enfermedades fúngicas

Para evaluar esta variable, se planeó utilizar un sistema estándar de evaluación de enfermedades del frijol que es uniforme, rápido y preciso para evaluar la reacción del germoplasma de frijol a patógenos fungosos y bacterianos en condiciones de campo. Obteniendo un estimativo preciso e imparcial de la incidencia (porcentaje de la población total que presenta síntomas de la enfermedad) y severidad (porcentaje del tejido de la planta afectada por organismos causante de la enfermedad) de la enfermedad, y también registrando la etapa de desarrollo de la planta. Según el cual, es necesario y recomendable hacer más de una evaluación durante el ciclo de cultivo, con el fin de obtener datos precisos que sean apropiados para hacer comparaciones y para calificar el germoplasma (CIAT, 1987).

Tabla 16

Escala para evaluar la reacción del germoplasma de frijol a patógenos bacterianos y fungos.

Calificación	Categoría	Descripción	Comentarios
1	Resistente	Síntomas no visibles o muy	Germoplasma útil como progenitor o variedad comercial
2		leves	
3			
4	Intermedio	Síntomas visibles y conspicuos	Germoplasma utilizable como variedad comercial o como fuente de resistencia a ciertas enfermedades
5		que sólo ocasionan un daño	
6		económico limitado	
7	Susceptible	Síntomas severos que causan	En la mayoría de los casos, germoplasma no útil, ni aun como variedad comercial
8		pérdidas considerables en	
9		rendimiento o la muerte de la planta	

Nota. CIAT (1987, p. 22).

Para el caso de esta investigación al evaluar la incidencia y severidad de los tratamientos, no fue posible determinar la presencia de enfermedades fúngicas que afectaron a los tratamientos de estudio en una forma significativa solamente se pudo observar la leve presencia de la enfermedad fúngica del Oídium (*Oidium* sp.) en el tratamiento de la variedad INIA 408 Sumac Puka, habiéndose registrado al momento de inicio del llenado de vaina una incidencia de 8 % y una severidad denominada “Trazas”, es decir que fue imposible cuantificar el área foliar afectada por ser mínima-insignificante.

Referente a los demás tratamientos no se pudo determinar la presencia de enfermedades fúngicas ya que probablemente no se presentaron las condiciones ambientales para el desarrollo de las mismas, ya que este trabajo de investigación se llevó a cabo en época de estiaje (entre los meses de mayo y octubre) y con riego por gravedad; siendo la humedad relativa baja; lo cual, probablemente, no haya permitido la invasión de hongos patógenos. Al respecto, Roncal, (2004), indica que, bajo condiciones de nubosidad permanente, y alta humedad relativa el signo de los hongos patógenos llegan a cubrir gran parte o la totalidad de los órganos (hojas, flores, frutos) afectando a la planta.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El cultivar que alcanzó mayor rendimiento de grano fue Canario 2000 con 2227.20 kg. ha⁻¹; el mismo que estadísticamente fue similar a los cultivares Capsula Blanco y la Línea Super Bayo, con rendimientos de 1976.20 y 1785.70 kg. ha⁻¹, respectivamente.
- No se logró identificar el cultivar con mayor tolerancia a enfermedades fúngicas ya que no se presentaron las condiciones ambientales para el desarrollo de las mismas, ya que este trabajo de investigación se llevó a cabo en época de estiaje y con riego por gravedad; pero se observó que el cultivar INIA 408 Sumac Puka tuvo un leve daño de Oídium, mostrando un 8 % de Incidencia y Severidad de “Trazas”.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda seleccionar adecuadamente los cultivares de frijol arbustivo que mejor se adapten a las condiciones específicas de cada localidad; esto puede incluir la identificación de variedades y líneas con altos rendimientos y buena adaptabilidad a factores como el clima, el suelo y la tolerancia de plagas y enfermedades en cada área de cultivo.
- Se sugiere continuar monitoreando el desempeño de los cultivares seleccionados a largo de diferentes temporadas de cultivo; ello permitirá una comprensión más completa de su estabilidad y consistencia en diferentes condiciones ambientales a lo largo del tiempo.
- Se hace un llamado a los agricultores a implementar prácticas agrícolas sostenibles que optimicen el rendimiento y la calidad de los cultivares de frijol arbustivo; incluyendo el uso de técnicas de manejo del suelo, riego oportuno y control integrado de plagas y enfermedades.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS

Agrios, G. (2005). Plant Pathology (Vol. 5).

Arévalo, R., Bertoncini, E., Guirado, N., & Chaila, S. (2005). Los términos Cultivar o Variedad de caña de azúcar (*Saccharum* spp.). Revista Chapingo Serie Horticultura, 12(1), 1–6.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912102>

Campos, J., & Angulo, C. (2022). MANUAL TÉCNICO BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL CAUPÍ EN ÁREAS DE TIERRA FIRME. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. www.gob.pe/

Cortez, S. (2024). Evaluación del Comportamiento Agronómico de Líneas Experimentales de Frijol en la Región Sureste de Coahuila [Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Repositorio Institucional UAAN.
<https://oai.uaan.mx/bitstream/handle/123456789/49783/K%2069128%20Cortez>.

Escalante, Y., Escalante, J., & Samper, L. (2021). Antracnosis en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Foro de Estudios Sobre Guerrero, 9(2), 1–7.
<https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/845/638>

FAO. (2024). FAOSTAT: Base de datos de estadísticas agrícolas. Recuperado de.
<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

García, J. (2024). Monocultivo. Disponible en: <https://significadosweb.com/definicion-de-icosaedro-que-es-ejemplos-tipos-y-para-que-sirve-sinonimo-y-significado/> Consultado: 01 de febrero de 2024.

Fonseca, F. (2015). Manual FRIJOL (Vol. 1).

Fonseca, F. (2015). Manual FRIJOL (Vol. 1).

Hernández, V., Vargas, L., & Muruaga, J. (2013). Origen, domesticación y diversificación del frijol común. Avances y perspectivas. Rev. Fitotec. Mex, 36(2), 1–10.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v36n2/v36n2a2.pdf>

Huerta, M. (2019). “Efecto de diferentes coberturas orgánicas en la mejora de fertilidad del suelo y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Macará, Carhuaz, Ancash - 2018” [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Antúnez de Mayolo, Repositorio Institucional UNASAM. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5153>].
<https://orcid.org/0000-0003-0940-6843>

INIA. (2004). INIA 408 “SUMAC PUKA.”

INIA. (2013). Frijol Bayo Mochica INIA.

León, J., Díaz, E., Bravo, H. R., Báez, I., Francisco, N., & Morales, A. (2023). Plasticidad fenotípica del frijol bajo cuatro niveles de nitrógeno en Tehuacán. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 14(2), 1–12.

<https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v14n2/2007-0934-remexca-14-02-223.pdf>

Mamani, T. (2017). Caracterización de la adaptabilidad mediante el análisis multivariado y su valor como predictor del rendimiento académico. Rev. Cient. Cepies, 3(1), 1–8.

Meza, K., Lépiz, R., & López, J. (2015). Caracterización morfológica y fenológica de especies silvestres de frijol (*Phaseolus*). Rev. Fitotec. Mex, 38(1), 1–13.
<https://www.redalyc.org/pdf/610/61035375004.pdf>

Olmes. (2010). FICHA TÉCNICA Antracnosis del Frijol *Colletotrichum lindemuthianum*.

- Pastor, J. (2023). Efecto de la densidad de siembra entre golpes, en el rendimiento de frijol arbustivo, variedad “Sumac puka” (*Phaseolus vulgaris* L.), en Cajamarca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/6015/TESIS%20JUAN%20ALEX%20PASTOR%20MARIN.pdf?sequence=5>.
- Polanco, M., Mejía, A. L., & Prada, Y. (2023). Frijol UNAD DOSQ – ZANDÚ, nueva variedad de frijol arbustiva para el clima medio y frío moderado. <https://doi.org/10.22490/notas.6002>
- Pumalpa, D., Cantaro, H., Estrada, R., & Huaranga, A. (2020). Caracterización fenotípica de líneas avanzadas de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) resistentes a virus en Perú. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria, 7(1), 7–20. http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v7n1/v7n1_a03.pdf
- Quintana, A., Pinzón, E., & Torres, D. (2016). Evaluación del crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Cv Ica Cerniza, bajo estrés salino. Rev. U.D.C.A Act., 19(1), 1–9.
- Quintero, E. y Alonso, A. (2007). Ecología Agrícola. Plaza de la Revolución, Cuba: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela
- Rodríguez, O., & Mejía, Z. (2001). La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en particular con Tagetes spp. Revista Mexicana de Fitopatología, 19(1), 94–99. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61219114>
- Rodríguez, W. (2022). “Densidades de plantas y niveles de guano de islas en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Red Kidney, Pichari - 550 msnm Cusco”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <https://repositorio.unsch.edu.pe/xmlui/handle/UNSCH/5641>.

Rojas, L. (2019). "Líneas Promisorias de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de la costa central". [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio Institucional UNALM.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4222/rojas-matos-laura-amalia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Roncal, M. S. (2004). Principios de la Fitopatología Andina (1 ed). Oficina General de Investigación de la UNC.

Sánchez, C. (2018). Evaluación Agronómica de líneas avanzadas de frijol arbustivo con grano grande en condiciones de clima medio y frio moderado de Colombia. [Tesis de pregrado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21422/1112626371.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

SIEA. (2023). EL AGRO EN CIFRAS.

Valladolid, A. (2001). El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú (1ra Ed, Vol. 1).

Valladolid, B. (2001). El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú I (Primera Ed, Vol. 4).

Vásquez, J., Vilca, N. C., Malqui, R., Fernández, E., Duarez, E., & Ayala, R. (2024). Agromorphological characterization of *Phaseolus* spp., accessions in Amazonas region, Peru. *Bioagro*, 36(2), 129–142. <https://doi.org/10.51372/bioagro362.1>

Vásquez, J., Vilca, N., & Malqui, R. (2023). Manual de manejo Agronómico de Frijol en Regiones Andinas (Vol. 1). www.gob.pe/inia

Westreicher, G. (2020). Producción agrícola. Economipedia.com

Yanac, L. (2018). “*ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) CON DIFERENTES DOSIS NITROGENADAS, EN LA MOLINA*”

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a5673dbc-c7cb-4907-b6a1-e956a33c4f4f/content>

Zepeda, I. (2018). Manejo sustentable de plagas Agrícolas en México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 15(1), 1–10.

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo 1: Datos de campo para el análisis de resultados.

Tabla 17

Datos de campo de las variables evaluadas

Parcela	Tratamiento	Rep.	Df	dmf	hp (cm)	ngv	pg (g)	Rendimiento (kg/ha)
101	Bayo Mochica	1	57	130	53	4.7	48.05	988.10
102	Larán Mejorado	1	53	122	50.6	3.95	38.73	1190.48
103	Blanco Larán	1	53	131	40.5	4.15	44.39	1444.44
104	INIA 408	1	46	111	29.6	3.5	63.93	1031.75
105	Línea Waf	1	46	125	27.9	4.65	63.51	1257.94
106	Capsula Blanco	1	53	124	23.0	4.55	55.57	1428.57
107	Línea Super Bayo	1	57	123	35.3	4.05	54.13	1559.52
108	Canario 2000	1	67	130	30.3	4.8	41.31	2369.05
201	Línea Super Bayo	2	53	123	41.2	4.5	60.56	2075.40
202	Línea Waf	2	53	125	23.3	4.3	64.49	801.59
203	Larán Mejorado	2	53	122	47.3	4.15	42.24	1206.35
204	Capsula Blanco	2	46	124	30.3	4.55	54.32	1928.57
205	Bayo Mochica	2	53	130	39.3	4.6	47.10	1579.37
206	Canario 2000	2	67	137	28.5	4.45	45.17	1694.44
207	Blanco Larán	2	53	131	43.2	4.4	45.14	1293.65
208	INIA 408	2	46	122	35.3	3.85	67.10	1095.24
301	Línea Super Bayo	3	53	123	57.0	4.05	54.20	1849.21
302	Capsula Blanco	3	46	125	34.6	4.8	58.08	1948.41
303	Línea Waf	3	46	125	31.9	4.65	60.96	2031.75
304	Larán Mejorado	3	53	123	45.2	4.5	41.99	1535.71
305	Canario 2000	3	67	137	28.5	4.45	43.24	1984.13
306	Blanco Larán	3	53	131	38.5	4.3	51.04	1341.27
307	INIA 408	3	46	122	23.6	3.55	68.10	821.43
308	Bayo Mochica	3	53	130	44.9	4.25	53.37	1317.46
401	Blanco Larán	4	53	131	33.5	4.1	48.82	1055.56
402	Larán Mejorado	4	53	123	42.2	4.35	44.80	1424.60
403	Línea Super Bayo	4	53	123	43.2	4.05	59.17	1658.73
404	Bayo Mochica	4	53	130	40.7	4.55	49.16	1650.79
405	Capsula Blanco	4	46	124	36.7	4.7	56.81	2599.21
406	INIA 408	4	46	111	29.6	4	65.56	924.60
407	Canario 2000	4	67	137	36.1	4.85	39.80	2861.11
408	Línea Waf	4	46	137	34.3	4.1	71.98	1904.76

*df: días a la floración, dmf: días a la madurez fisiológica, hp: altura de planta ($\bar{X}$ de 10 plantas), ngv: número de granos por vaina ($\bar{X}$ de 20 vainas), pg: peso de grano (100 semillas)

ANEXO 1: Análisis de suelo.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO N° 060725-24/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : YATI EVELYN VELASQUEZ TIRADO
 Propietario / Productor : ALEJANDRO VELASQUEZ ABANTO
 Dirección del cliente* : JR. HISTORIA N° 246-CAJAMARCA
 Solicitado por : Cliente
 Muestreado por : Cliente
 Número de muestra(s) : 01 muestras
 Producto declarado : Suelo Agrícola
 Presentación de las muestras(s) : Bolsa de plástico
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente
 Procedencia de muestra(s)* : PEDRO GALVEZ/SAN MARCOS/CAJAMARCA
 Fecha(s) de muestreo* : 28/05/2024
 Fecha de recepción de muestra(s)* : 29/05/2024
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Baños del Inca
 Fecha(s) de análisis : 17/06/2024
 Cotización del servicio : 206-24-BI
 Fecha de emisión : 18/06/2024

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1					
Código de Laboratorio	SU0816-BI-24					
Matriz Analizada	Suelo					
Fecha de Muestreo*	2024-05-15					
Hora de Inicio de Muestreo (h)*	12:30:00					
Condición de la muestra	Conservada					
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	Parcela 01					
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH		0,1	7,9			
Acidez intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	0,5	--			
Aluminio intercambiable (**)	(Cmol/Kg)	0,5	--			
Carbonatos de Calcio equivalente (**)	%	0,5	55,6			
Materia Orgánica	%	0,1	4,8			
Fósforo disponible (**)	mg/kg	0,5	8,1			
Potasio disponible (**)	mg/kg	0,5	147,0			
Conductividad Eléctrica	mS/m	1,0	18,4			



Firmado digitalmente por:
 CABRERA HOYOS Hector
 Antonio FAU 20131365994 soft
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 19/06/2024 09:28:09-0500

INFORME DE ENSAYO
N° 060725-24/SU/ LABSAF - BAÑOS DEL INCA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	EPA 9045D, Rev. 4, 2004. Soil and waste pH.
Conductividad Eléctrica	ISO 11265, First Edition. 1994. Soil Quality. Determination of the Specific Electrical Conductivity
Acidez Intercambiable y Aluminio intercambiable	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.29 AS-33.2000. Determinación de la Acidez y Aluminio Intercambiable
Carbonatos de Calcio equivalente	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.3.25 AS-29.2000. Determinación de Carbonatos de Calcio
Materia Orgánica	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.7 AS-07. 2000. Contenido de Materia Orgánica por el método de Walkley y Black.
Fósforo Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.10 AS-10 / ítem 7.1.11 AS-11. 2000. Determinación de Fósforo (Validado)
Potasio Disponible	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Segunda Sección (31 de Diciembre 2002). ítem 7.1.12 AS-12. 2000. Determinación de Potasio (Validado)

IV. CONSIDERACIONES

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

(*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.

(**) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

(***) El (Los) resultado(s) obtenido(s) corresponde(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el

<LC Por debajo del Limite de Cuantificación

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

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

FIN DE INFORME DE ENSAYO



Firmado digitalmente por:
CABRERA HOYOS Hector
Antonio FAU 20131365994 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19/08/2024 09:28:18-0500

INTERPRETACIONES DE RESULTADOS DE ANALISIS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN VALOR DE PH

pH	Evaluación	Efectos
< 5.0	Fuertemente ácido	Condiciones muy desfavorables.
5.1 - 6.5	Moderadamente ácido	Deficiente asimilación de algunos elementos
6,6 - 7,3	Neutro	Efectos tóxicos mínimos
7.4 - 8.5	Medianamente alcalino	Existencia de carbonato cálcico. Deficiente asimilación de algunos nutrientes
> 8.5	Alcalino	Presencia de carbonato sódico. Poca asimilación de algunos nutrientes

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN EL VALOR DE LA CONDUCTIVIDAD (CE)

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

Nota: 1 dS/m = 100 mS/m

MATERIA ORGANICA

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

FÓSFORO

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

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

Clasificación	CIC (Cmol/Kg suelo)	Efectos
Muy Bajo	<5.0	Suelo muy pobre
Bajo	5.0 - 15	Suelo pobre
Medio	15 - 25	Suelo medio
Alto	25 - 40	Suelo rico
Muy Alto	> 40	Suelo muy rico

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

CATIONES INTERCAMBIABLES (Ca, Mg, K Cmol/Kg)

Clase	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Potasio (K)
Muy Baja	<2.0	<0.5	<0.2
Baja	2.0 - 5.0	0.5 - 1.3	0.2 - 0.3
Medía	5.0 - 10	1.3 - 3.0	0.3 - 0.6
Alta	>10	>3.0	>0.6

Nota: 1 Cmol/Kg = meq/100 g

SATURACIÓN DE BASES CAMBIABLES

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

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



Firmado digitalmente por:
CABRERA HOYOS Hector
Antonio F AU 20131305904 soft
laktivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 19/06/2024 09:28:28-0500

RECOMENDACIONES

Código de Muestra	Cultivo a Instalar	Cantidad de Nutriente Kg/Ha			Cantidad en Tn/Ha	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CAL	ESTERCOL
SU0816-BI-24	Frijol	30	90	50	-	1,2

PLAN DE FERTILIZACION QUIMICA

Primera Fertilización Kg/Ha - Siembra	
Urea	
Fosfato Diamonico	
Sulfato de Potasio	

Programa de Fertilización	Siembra	Aporque
N		
P ₂ O ₅		
K ₂ O		

Fuente	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Azufre
Urea				

PLAN DE ABONO ORGANICO

Abonamiento Kg/Ha - Siembra
Incorporar Materia Organica Procesada

COMENTARIOS:

Suelo muy salino para frijol



Firmado digitalmente por:
CABRERA HOTOS Hector
Antonio FAU 2013130094 soft
lectivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 10/06/2024 09:28:40-0500

ANEXO 3: Panel fotográfico.

Figura 9

Siembra de los cultivares de frijol arbustivo.



Figura 10

Deshierbo de los tratamientos.



Figura 11

Aporque de los tratamientos.



Figura 12

Campo experimental con los tratamientos de frijol arbustivo.



Figura 13

Evaluación de la floración de los tratamientos.



Figura 14

Madurez fisiológica de los tratamientos.



Figura 15

Tomando datos de altura de planta de los tratamientos.



Figura 16

Cosecha de los tratamientos.



Figura 17

Pesado de 100 semillas de frijol de los tratamientos.

