UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Agronomía

Tema:

DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE TRES ACCESIONES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN

Proyecto de investigación previo a la obtención de título Ingeniero Agrónomo otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agronomía.

Autor:

Luis Antonio Pinguil Chuma

Tutor:

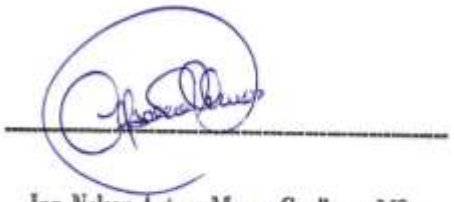
Ing. Nelson Monar Gavilanez Msc.

Guaranda – Ecuador

2024

DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE TRES ACCESIONES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris* L.), BAJO DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Nelson Arturo Monar Gavilanez MSc.

TUTOR



Ing. David Rodrigo Silva García Mg.

DOCENTE LECTOR



Ing. Hugo Fabián Vásquez Coloma PhD.

DOCENTE LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Pinguil Churna Luis Antonio, con 0302718465, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Pinguil Churna Luis Antonio

CI. 0302718465

AUTOR

DR. GUIDO FIERRO BARRAGÁN
NOTARIO PRIMERO
GUARANDA - ECUADOR

Ing. Nelson Arturo Monar Gavilanez MSc.

CI. 0201089836

TUTOR

ESCRITURA PÚBLICA
DECLARACION JURADA
Señor LUIS ANTONIO PINGUIL CHUMA

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día viernes, veintidós de noviembre de dos mil veinticuatro, ante mi Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparece el señor **LUIS ANTONIO PINGUIL CHUMA**. El compareciente es de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estado civil soltero, capaz de contraer obligaciones, domiciliado en esta ciudad de Guaranda con número de teléfono móvil 09873404750 a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía y papeletas de votación cuyas copias adjunto a esta escritura.- Advertido por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinado de que comparece al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentado en debida forma, prevenido de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: "Previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo manifiesto que los criterios e ideas emitidas en el trabajo de investigación titulado: DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE TRES ACCESIONES DE FRÉJOL ARBUSTIVO (*Phaseolus vulgaris L.*), BAJO DOS TIPOS DE FERTILIZACIÓN, es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de autor. (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por el compareciente la misma que queda elevada a escritura pública con todo el valor legal.) Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso; y leída que le fue al compareciente íntegramente por mí el Notario, se ratifica en todo su contenido y firma conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-

DR. GUIDO FIERRO BARRAGÁN
NOTARIO PRIMERO
GUARANDA - ECUADOR

Señor LUIS ANTONIO PINGUIL CHUMA
C.C. 0302718465

Doctor Guido Fabián Fierro Barragán,
NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA

Factura: 001-002-000046382

20240201001P02196

NOTARIO(A) GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN

NOTARÍA PRIMERA DEL CANTON GUARANDA

EXTRACTO

DR. GUIDO FIERRO BARRAGAN
NOTARIO PRIMERO
GUARANDA - ECUADOR

Escritura N°:	20240201001P02196
ACTO O CONTRATO:	DECLARACIÓN JURAMENTADA PERSONA NATURAL
FECHA DE OTORGAMIENTO:	22 DE NOVIEMBRE DEL 2024, (13:06)

OTORGANTES

OTORGADO POR

Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que le representa
Natural	PINGUIL CHUMA LUIS ANTONIO	POR SUS PROPIOS DERECHOS	CÉDULA	0302718465	ECUATORIANA	COMPARECIENTE	

A FAVOR DE

Persona	Nombres/Razón social	Tipo interviniente	Documento de identidad	No. Identificación	Nacionalidad	Calidad	Persona que representa

UBICACIÓN

Provincia	Cantón	Parroquia
BOLIVAR	GUARANDA	GABRIEL I VEINTIMILLA

DESCRIPCIÓN DOCUMENTO:

OBJETO/OBSERVACIONES:

CUANTÍA DEL ACTO O CONTRATO:	INDETERMINADA

NOTARIO(A) GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN

NOTARÍA PRIMERA DEL CANTÓN GUARANDA







Dr. Guido Pierro Barragán.
NOTARIO PÚBLICO 1ro.
GUARANDA - ECUADOR

DOY FE: Que esta copia fotostática
ES EXACTA A SU ORIGINAL
que me fue exhibido.
Guaranda 22 de Noviembre del 20 14

Dr. Guido Pierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO 1ro. DEL CANTÓN GUARANDA

turnitin

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	VÍCTOR ALEJANDRO BÓSQUEZ BARCENES
Título del ejercicio:	40
Título de la entrega:	Tesis Luis Antonio Pinguil Chuma
Nombre del archivo:	FINAL_DE_PROYECTO_DE_INVESTIGACIÓN_-_LUIS_PINGUIL.pdf
Tamaño del archivo:	1,016.26K
Total páginas:	91
Total de palabras:	18,182
Total de caracteres:	95,320
Fecha de entrega:	19-nov.-2024 10:51a. m. (UTC-0600)
Identificador de la entre...	2525167010



Ing. Nelson Arturo Monar Gavilánez
TUTOR

Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Tesis Luis Antonio Pinguil Chuma

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	8%	0%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet	6%
2	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	2%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 2%
Excluir bibliografía	Activo		

Ing. Nelson Arturo Moñar Gavilánez
TUTOR

DEDICATORIA

Este trabajo le dedico principalmente a Dios quién me ha dado la oportunidad de vivir y fortalecer mi sabiduría para culminar con una de las etapas más anheladas.

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pero sobre todo a mi Madre que fue y será el pilar fundamental para mi vida y mi padre que está en el cielo que en paz descanse. Sin ellos, jamás hubiera podido conseguir lo que es he logrado hasta ahora. Gracias por ser valiente, amorosa y sobre todo paciente, gracias por esa lucha inalcanzable que han hecho de ella mi gran ejemplo a seguir y destacar, no solo a mí, si no para mis hermanos y familia en general.

También, no podría haberlo logrado sin el apoyo de mi padre, gracias a su carácter, me ha ayudado a tener disciplina y mantener siempre claro cuáles son mis objetivos para no desviarme del camino y a pesar de nuestras diferencias, aún existe el cariño y respeto.

A mis queridos hermanos y abuelos que han sido y seguirán siendo el apoyo emocional y económico, gracias por todo el cariño brindado y los consejos recomendados.

Luis Antonio Pinguil Chuma

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar, específicamente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, por abrirme las puertas y brindarme el conocimiento necesario para sobresalir en el mundo laboral y profesional.

Agradezco a Dios por haberme guiado por el camino del bien, por no desampararme en ningún momento de mi vida, por proporcionarme la salud y la fortaleza de seguir adelante y culminar con éxito una etapa de mi vida.

Un agradecimiento enorme a mis profesores, a mi tutor Ing. Nelson Arturo Monar Gavilánez que, con su ayuda, tiempo, dedicación y sobre todo mucha paciencia, me ha brindado su conocimiento para culminar mi proyecto de investigación.

A mis docentes lectores Ing. David Rodrigo Silva García e Ing. Hugo Fabián Vásquez Coloma por brindarme de su preciado tiempo y conocimiento durante el proceso de formación académica.

Mi agradecimiento también a programa de semilla de la UEB, por facilitarme el germoplasma y el apego técnico – científico en el proceso de implementación, seguimiento y evaluación del presente proyecto.

Mi agradecimiento a toda mi familia, quienes me apoyaron en los momentos más difíciles y me brindaron consejos que me han sido útiles para mejorar mi estilo de vida. Gracias a Mamá y a Papá por darme el cariño y la confianza necesaria para contarles todo y demostrar que pueden ser mis mejores amigos.

Gracias a todas esas personas amigos, vecinos y conocidos que se han presentado durante el trayecto de mi vida, y que de una u otra manera llegaron a ser muy importantes y necesarias para proporcionarme alegría.

Luis Antonio Pinguil Chuma

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido **Pag.**

CAPÍTULO I.....1

1.1. INTRODUCCIÓN 1

1.2. PROBLEMA.....3

1.3. OBJETIVOS 4

1.3.1. Objetivo general.....4

1.3.2. Objetivos específicos 4

1.4. HIPÓTESIS.....5

CAPÍTULO II 6

2.1 Origen.....6

2.2. Taxonomía.....6

2.3. Descripción botánica.....7

2.3.1. Raíz……. 7

2.3.2. Tallo…. 7

2.3.3. Hojas…. 7

2.3.4. Flores.....7

2.3.5. Frutos 7

2.3.6. Semilla 8

2.3.7. Dehiscencia 8

2.4. Importancia del cultivo 8

2.5. Hábitos de crecimiento.....8

2.5.1. Tipo I: Hábito de crecimiento determinado arbustivo 8

2.5.2. Tipo II: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo.....9

2.5.3. Tipo III - Hábito de crecimiento indeterminado postrado 9

2.5.4. Tipo IV - Hábito de crecimiento indeterminado trepador.....9

2.6. Etapas del desarrollo fenológico del fréjol.....10
2.7. Composición química de fréjol.....10
2.8. Requerimientos edafoclimáticos.....11
2.8.1. Temperatura.....11
2.8.2. Suelo.....11
2.8.3. pH.....11
2.8.4. Clima.....12
2.8.5. Luminosidad.....12
2.8.6. Humedad relativa.....12
2.9. Manejo del cultivo.....12
2.9.1. Preparación del suelo.....12
2.9.2. Siembra.....12
2.9.3. Riego.....13
2.9.4. Nutrición de la planta.....13
2.9.5. Fertilización.....13
2.9.6. Época de siembra.....14
2.10. Variedades de fréjol en el Ecuador.....15
2.11. Variedades de fréjol en la provincia de Bolívar.....16
2.11.1. Fréjol panamito blanco.....16
2.11.2. Variedades mejoradas.....16
2.12. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de fréjol.....16
2.12.1. Plagas.....16
2.12.2. Enfermedades.....18
2.13. Virus.....18
2.14. Cosecha y Postcosecha.....19
2.14.1. Secado.....19

2.14.2. Trillado o desgrane.....20
2.14.3. Limpieza.....20
2.14.4. Selección.....20
2.14.5. Empaque.....20
2.14.6. Almacenamiento.....20
CAPÍTULO III.....21
3. MARCO METODOLÓGICO.....21
3.1. Ubicación de la investigación.....21
Localización de la investigación.....21
Situación geográfica y edafoclimática.....21
Zona de vida.....21
3.2. Metodología.....22
3.2.1. Material experimental.....22
3.2.2. Factores en estudio.....22
3.2.3. Tratamientos.....22
3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico.....22
3.2.5. Manejo del experimento en campo.....23
3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta).....25
3.2.7. Tipos de análisis.....27
CAPÍTULO IV.....28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....28
4.1. Variables agronómicas para el factor A (Accesiones de fréjol).....28
4.2 Variables agronómicas para el factor B (Tipos de fertilización).....39
4.3 Variables agronómicas, en relación con interacción de factores A×B (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización).....42
4.4 Análisis de correlación y regresión.....53

4.5 Análisis económico de la relación beneficio/costo 54
4.6 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 55
CAPÍTULO V 56
5.1 CONCLUSIONES……. 56
5.2 RECOMENDACIONES 57
BIBLIOGRAFÍA 58
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag.
1	Resultados estadísticos de factor A (Accesiones de fréjol)	28
2	Resultados estadísticos de factor B (Tipos de fertilización)	39
3	Resultados estadísticos de la interacción entre factores A×B (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización)	42
4	Análisis de correlación y regresión	53

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Detalle	Pag.
1	Días a la emergencia en las accesiones de fréjol	29
2	Incidencia de manchas foliares en las accesiones de fréjol	30
3	Días a la cosecha seco en las accesiones de fréjol	31
4	Número de vaina por planta en las accesiones de fréjol	32
5	Número de granos por vaina en las accesiones de fréjol	33
6	Daño físico de grano en las accesiones de fréjol	34
7	Daño fitosanitario de grano en las accesiones de fréjol	35
8	Grano limpio y sano en las accesiones de fréjol	36
9	Rendimiento bruto en las accesiones de fréjol	37
10	Rendimiento de grano sano en las accesiones de fréjol	38
11	Porcentaje de emergencia en tipos de fertilización	40
12	Días a la cosecha en tipos de fertilización	41
13	Porcentaje de emergencia en la interacción de AxB	43
14	Incidencias de manchas foliares en la interacción de AxB	44
15	Días a la cosecha en seco en la interacción AxB	45
16	Número de vainas por planta en la interacción AxB	46
17	Número de granos por vaina en la interacción AxB	47
18	Daño físico de grano en la interacción AxB	48
19	Daño fitosanitario de grano en la interacción AxB	49
20	Grano limpio y sano en la interacción de AxB	50
21	Rendimiento bruto en la interacción AxB	51
22	Rendimiento de grano sano en la interacción AxB	52

ÍNDICE DE ANEXOS

N.º **Detalle**

1. Mapa de ubicación de la investigación
2. Croquis del ensayo
3. Base de datos
4. Fotografías
5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

El fréjol es una de las leguminosas de grano comestible más importante del Ecuador que aporta proteínas, carbohidratos, hierro, fósforo, zinc, y fibra por lo que se considera como fuente importante en la soberanía y seguridad alimentaria del Ecuador. La provincia Bolívar dispone de zonas agroecológicas con un gran potencial para el cultivo de fréjol en variados sistemas de producción. El ensayo se ubicó en el sector de la Granja Experimental Laguacoto III de la UEB, el objetivo general fue: Determinar la eficiencia productiva de tres accesiones de fréjol arbustivo con dos tipos de fertilización. Se empleó un Diseño de Bloques Completos al azar (DBCA) factorial con seis tratamientos y tres repeticiones. Se aplicó un análisis de varianza, la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios entre las accesiones, análisis de correlación y regresión lineal y el beneficio/costo. El tipo de fertilización con mejor respuesta fue la Ecoabonaza alcanzando mayores resultados en las diferentes características agronómicas evaluadas. El tratamiento con mayor respuesta alcanzó en la mayoría de las características evaluadas fue el T4: (INIAP-483 + Ecoabonaza), superando notablemente a los demás tratamientos. Se observa que los tratamientos que incluyen a la variedad INIAP-483 INTAG, para fertilización química (T3) y abonadura orgánica (T4) presentan los menores índices de pérdida económica, en el rango de -0.36 y -0.42 respectivamente, lo que se traduce en que por cada dólar de inversión se estaría generando una pérdida de $ 0.36 y $ 0.42 dólares.

Palabras Clave: Accesiones, Fertilización, Humedad estándar, Rendimiento

SUMMARY

Beans are one of the most important edible grain legumes in Ecuador that provide proteins, carbohydrates, iron, phosphorus, zinc, and fiber, which is why it is considered an important source of food sovereignty and security in Ecuador. The Bolívar province has agroecological zones with great potential for growing beans in various production systems. The trial was located in the Laguacoto III Experimental Farm sector of the UEB, the general objective was: Determine the productive efficiency of three bush bean accessions with two types of fertilization. A Randomized Complete Block Design (DBCA) Factorial was used with six treatments and three repetitions. An analysis of variance, the Tukey test at 5% was applied to compare the averages between the accessions, correlation analysis and linear regression and the benefit/cost. The type of fertilization with the best response was Ecoabonaza, achieving greater results in the different agronomic characteristics evaluated. The treatment with the greatest response in most of the evaluated characteristics was T4: (INIAP-483 + Ecoabonaza), notably surpassing the other treatments. It is observed that the treatments that include the INIAP-483 INTAG variety, for chemical fertilization (T3) and organic fertilization (T4) present the lowest economic loss indices, in the range of -0.36 and -0.42 respectively, which translates in that for every dollar of investment a loss of $0.36 and $0.42 dollars would be generated.

Keywords: Accessions, Fertilization, Standard humidity, Yield

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa de grano comestible más importante del Ecuador que aporta proteínas, carbohidratos, hierro, fósforo, zinc, y fibra por lo que se considera como fuente importante en la soberanía y seguridad alimentaria del Ecuador. De este modo, el fréjol es una de las leguminosas más sembradas en el mundo debido a los beneficios que brinda desde el punto de vista nutricional y también económico para las familias rurales que se dedican a esta actividad. A nivel mundial se cultivan alrededor de 34.9 millones de hectáreas de fréjol. Entre 2010 y 2020 la producción de esta leguminosa creció a una tasa promedio anual de 1.1%, para ubicarse en 30 millones de toneladas, siendo los mayores productores mundiales India 19.8%, Myanmar 11.1%, Brasil, 11.0 % Estados Unidos con 5.4 %, China 4.7% y México en quinto lugar con un 3.8 %, otros 39.6%. Estas naciones del total producido (FIRE, 2022)

El cultivo de fréjol, en el Ecuador, lo desarrollan pequeños agricultores, orientando la producción al autoconsumo y al abastecimiento del mercado interno. La superficie sembrada en Ecuador en el año 2023 fue de 22747.76 ha, fréjol seco con una producción de 12971.77 t/ha. Para ese mismo año en el rubro fréjol tierno registró una superficie sembrada de 8512.72ha, con una producción de 12160.33 t/ha, (INEC, 2023)

En el año 2023 en la provincia Bolívar tuvo una superficie cultivada de fréjol seco donde se siembran alrededor de 7407.70 ha con una producción de 5292.34 t en grano seco. (MAG, 2024)

En la provincia Bolívar dispone de zonas agroecológicas con un gran potencial para el cultivo de fréjol que van desde los 1200 a los 2700 m de altitud, en variados sistemas de producción principalmente dentro de los cantones: Guaranda con 1237.00 ha sembradas de fréjol seco solo con una producción de 838.36 t, Chimbo 131.95ha sembradas de fréjol seco asociado y 52.92ha de fréjol seco solo, con una producción de 30.23t , San Miguel 218.74ha sembradas de fréjol seco solo, con una producción de 680.43tm. (MAG, 2024)

La fertilización es aplicar los fertilizantes en el momento oportuno y en el lugar adecuado, para que sean aprovechados por la planta de una mejor manera. El fréjol requiere una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio. Aunque siempre se recomienda que el diagnóstico de los problemas nutricionales del fréjol se realice el análisis de suelos, de tejido vegetal o bien por observación directa tomando en cuenta las deficiencias del cultivo. (Gasasola, 2021)

1.2.PROBLEMA

La baja productividad del cultivo de fréjol, está condicionada por la falta de variedades adecuadas y el establecimiento de tecnologías apto para la zona agro-ecológica en estudio.

La falta de germoplasma óptimo de fréjol es un problema significativo en el cultivo, ya que sin materiales que sean resistentes a plagas y enfermedades o condiciones climáticas adversas, los agricultores están limitados para obtener rendimientos consistentes y satisfactorios. Además, la falta de diversidad genética puede limitar la capacidad de adaptación del cultivo a cambios ambientales o a nuevas amenazas biológicas.

Los problemas de rendimiento, generalmente están fuertemente condicionados por un ineficiente sistema de fertilización en las diferentes etapas del cultivo, lo que incide directamente sobre su bajo desarrollo vegetativo y reproductivo, generando a la vez bajos rendimientos. Además, se debe anotar que los planes de fertilización en el contexto actual de la agricultura, mayormente integrar insumos de síntesis química, lo que trae consigo otras complicaciones en la calidad de suelo como acidez y pérdida de la macro y micro biota.

Este estudio tiene como finalidad lograr optimizar e incrementar el rendimiento y la calidad de cosecha del fréjol, empleando tecnologías alternativas como parte de las buenas prácticas agrícolas en su manejo integral.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia productiva de tres accesiones de fréjol arbustivo, bajo dos tipos de fertilización.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta productiva de las accesiones de fréjol introducidas a esta zona agroecológica.
- Determinar el tipo de fertilización con mejor respuesta productiva para el cultivo de fréjol
- Establecer la relación Beneficio/Costo de las tecnologías evaluadas.

1.4.HIPÓTESIS

Ho: La eficiencia productiva del cultivo de fréjol, no depende de las accesiones y el tipo de fertilización.

Ha: La eficiencia productiva del cultivo de fréjol, depende de las accesiones y el tipo de fertilización.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Origen

Estudios arqueológicos indican que el fréjol del género *Phaseolus* L, son nativos de las Américas, y al respecto se han encontrado evidencias que datan de entre 500 a 8 mil años antes de Cristo en algunas regiones del mundo, México, Estados Unidos y Perú. Sin embargo, existe un relativo acuerdo sobre sus orígenes en México, donde se plantaron las primeras semillas al sur del continente americano donde crecieron, también está planta se caracteriza por ser casi vulnerable a los problemas fitosanitarios y por ser capaz de adaptarse a diversos ecosistemas. (Baque, 2023)

2.2.Taxonomía

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Sufamilia:	Faboideae
Tribu:	Phaseoleae
Subtribu:	Phaseolinae
Género:	Phaseolus
Sección	P. sect. Phaseolus
Especie:	vulgaris
Nombre científico	*Phaseolus vulgaris* L.
Nombres comunes	Fréjol, frijol, poroto. (Osorio, 2022)

2.3.Descripción botánica

2.3.1. Raíz

Su sistema radicular es bien desarrollado compuesto de una raíz principal y raíces secundarias, que se encuentran cercanas a la superficie del suelo. (Curay, 2019)

2.3.2. Tallo

Herbáceo delgado erecto con un diámetro de 4 a 7 mm, el número de nudos es bajo de 5 a 10 generalmente cortos. La altura de las plantas es variada de entre 30 y 50 centímetros. (Tello, 2022)

2.3.3. Hojas

Las flores son hermafroditas y autofecundables, las flores que se desarrollan en una inflorescencia de racimo, pueden ser terminales, como sucede en variedades de hábito determinado, o lateral, como en las indeterminadas. (Correa, 2022)

2.3.4. Flores

Las flores son papilionáceas y el color varía del blanco al morado dependiendo de la variedad, se encuentra organizada en racimos, las cuales se originan en las axilas de las hojas. La flor se abre después de la antesis favoreciendo a su autopolinización. El fréjol presenta dos tipos de flores hermafroditas o completas. (Curay, 2019)

2.3.5. Frutos

El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen de un ovario comprimido; poseen pelos muy pequeños, su epidermis es cerosa y pueden ser de diversos colores, formas y dimensiones variables, en su interior se encuentran de 4 a 6 semillas con características particulares. Estas se encuentran adheridas a las valvas en forma alterna sobre la sutura dorsal o placenta y la sutura ventral. Existen diferencias entre las vainas jóvenes o en estado inmaduro, las vainas maduras y las vainas completamente secas, mismas que en un estado avanzado refuerzan las paredes de la vaina o cáscara por tejidos fibrosos. (Diaz, 2021)

2.3.6. Semilla

La semilla es exalbuminosa es decir que no posee albumen, por tanto, las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Las partes más importantes de la semilla son:

La testa. - corresponde a la capa secundario del óvulo

El hilum. - conecta a la semilla con la placenta.

El micrópilo. - se realiza principalmente la absorción del agua.

El rafe. - proveniente de la soldadura de funículo. (Villalba, 2017)

2.3.7. Dehiscencia

Es un carácter morfo agronómico muy importante que se usa algunas veces para clasificar las variedades del fréjol. (Medina, 2022)

2.4.**Importancia del cultivo**

El Ecuador consumía solo el 20% de la productividad, sin embargo, el 80% que sobraba era para la exportación a Colombia; hoy en día, el Gobierno del país obtiene 20% de la productividad para sus programas de alimentación, que adiciona el 40% para el consumo de todas las personas. Es fundamental para la salud, sobre todo para diabéticos, para personas con inconvenientes cardiovasculares, desnutrición, anemia, obesidad, para impedir el cáncer además de diversos beneficios. La capacidad de proteína del fréjol oscila del 20 al 28% con respecto a la clase y la región donde es producida. Entre los aminoácidos fundamentales posee 20 se encuentran la metionina, diversa entre 0,17 y 0,53%, la lisina, entre 1,69 y 2,44%, y el triptófano, entre 0,14 y 0,22%. (Villares, 2020)

2.5.Hábitos de crecimiento

2.5.1. Tipo I: Hábito de crecimiento determinado arbustivo

El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. En general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente. La altura puede variar entre 30 y 50 cm, sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas. La etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo. (Quinatoa, 2019)

2.5.2. Tipo II: Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo

Tallo erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta. Las ramas no producen guías. (Quinatoa, 2019)

2.5.3. Tipo III - Hábito de crecimiento indeterminado postrado

Plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada.

- La altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I generalmente mayor a 80 cm.
- El número de nudos de tallos y de las ramas es superior al de los tipos I y II así mismo a longitud de los entrenudos y tanto el tallo como las ramas terminan en guías. (Chávez, 2018)

2.5.4. Tipo IV - Hábito de crecimiento indeterminado trepador

- A partir de las primeras hojas trifoliadas el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión lo que se traduce en su habilidad trepadora.
- Las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominación apical
- El Tallo el cual, puede tener de 20 a 30 nudos puede ser alcanzada más de 2 m de altura con un soporte adecuado.
- La etapa de floración es significativamente más larga que las de los otros hábitos de tal manera que la planta se presenta a un mismo tiempo, la etapa de floración la formación de las vainas el llenado de las vainas y la maduración. (Bravo, 2017)

2.6.Etapas del desarrollo fenológico del fréjol

Etapas	Descripción
V0	Germinación: Absorción de agua por la semilla; emergencia de la radícula y su transformación a raíz primaria.
V1	Emergencia: Los cotiledones aparecen a nivel del suelo y empiezan a separarse. El epicótilo comienza su desarrollo.
V2	Hojas primarias: unifoliadas Hojas primarias totalmente abiertas.
V3	Primera hoja trifoliada: Se abre la primera hoja trifoliada y aparece la segunda hoja trifoliada.
V4	Tercera hoja trifoliada: Se abre la tercera hoja trifoliada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas
R5	Prefloración: Aparece el primer botón floral o el primer racimo. Los botones florales de las variedades determinadas se forman en el último nudo del tallo o de la rama. En las variedades indeterminadas los racimos aparecen primero en los nudos más bajos.
R6	Floración: Se abre la primera flor.
R7	Formación de vainas: Aparece la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud.
R8	Llenado de vainas: Comienza a llenarse la primera vaina (crecimiento de semilla). Al final de la etapa, las semillas pierden su color verde y comienzan a mostrar las características de la variedad.
R9	Madurez fisiológica: Las vainas pierden su pigmentación y comienzan a secarse. Las semillas desarrollan el color típico de la variedad.

Fuente: (Torres, 2020)

2.7.Composición química de fréjol

Composición química (100 g) (porcentaje %)		
Componentes	**Fréjol verde**	**Fréjol seco**
Agua (%)	58.2	14.3
Proteínas (g)	10.5	21.05
Grasa	0.4	1.1

Carbohidratos	27.2	54.5
Fibra	1.8	4.6
Cenizas	7.0	4
Otros componentes (mg)		
Calcio	150.0	105
Fosforo	220	425
Hierro	3.3	5.8
Tiamina	0.39	0.9
Riboflamina	0.08	0.14
Niacina	1.4	1.8
Ácido ascórbico	16	2.5
Calorías	151	306

Fuente: (MAG, 2024)

2.8.Requerimientos edafoclimáticos

2.8.1. Temperatura

El cultivo de fréjol es susceptible a las heladas, por lo que no resiste temperaturas inferiores a -2 ºC, su rango óptimo oscila 13 y 26.

2.8.2. Suelo

El cultivo admite una gran gama de suelos, los mejores son: Franco a franco arcillosos, con pendientes plano, semiplano e inclinados Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7,5; aunque en suelo arenosos se desarrolla bien con valores de hasta 8,5, valores arriba de 8.5 no permiten un buen crecimiento, es una de las plantas más susceptibles a la salinidad. (Madera, 2018)

2.8.3. pH

El pH adecuado para el cultivo de fréjol generalmente fluctúa entre 6.5 y 7.5. En este rango de pH, la mayoría de los elementos nutritivos del suelo están disponibles en su máxima medida, lo que favorece el crecimiento saludable de las plantas de fréjol. (Tito, 2023)

2.8.4. Clima

Los fréjoles en general, por ser nativos de países muy cálidos y templados, crecen bien en regiones con una precipitación promedio de 1000-1500 mm por año, que se considera la temperatura mínima, 8°C para la germinación, 15°C para la floración y 50° de humedad. (Urribarri, 2022)

2.8.5. Luminosidad

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El fréjol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días. (Reyes, 2019)

2.8.6. Humedad relativa

El rango de humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. Este cultivo es susceptible a condiciones de estrés causados por falta de humedad en dos etapas específicas: germinación y floración-llenado de vaina. (Tituaña, 2022)

2.9.Manejo del cultivo

2.9.1. Preparación del suelo

Se recomienda tres tipos de preparación del suelo:
Rastrado y surcado (tractor y animales): en suelos sueltos, tipo talco
Arado, cruza y surcado: en suelos pesados
Labranza mínima o reducida, haciendo hoyos, con espeque, pala o surcos superficiales, se puede usar herbicida previamente. (Agualongo, 2021)

2.9.2. Siembra

En Fréjol suele realizarse la siembra directa, a razón de 2-3 semillas por golpe, que se cubrirán con 2-3 cm de tierra, o arena en suelos enarenados. Dichas semillas deben haber sido seleccionadas adecuadamente y tratadas con funguicidas. (Espinoza, 2022)

2.9.3. Riego

En los primeros estados de desarrollo conviene mantener el suelo con poca humedad, sin embargo, las necesidades de agua son muy elevadas poco antes de la floración y después de esta, un exceso de humedad puede provocar clorosis y pérdida de cosecha, especialmente en suelos pesados. Un aporte hídrico desequilibrado disminuye la calidad de los frutos. (Tierra, 2018)

2.9.4. Nutrición de la planta

El cultivo de fréjol requiere una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio. En cuanto al nitrógeno, normalmente tiene un mayor efecto en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo que cualquier otro nutriente.

2.9.5. Fertilización

Los requerimientos nutricionales de este cultivo se deben basar en los que es un análisis de suelo para poder cubrir de esa forma las necesidades de este cultivo, pero se puede tomar ciertas recomendaciones en manuales de cultivo de fréjol los cuales se basan en la extracción de nutrientes de las diferentes etapas fenológicas del cultivo en donde se implementa recomendaciones de kg/ha teniendo en cuenta elementos químicos como el N, P, K, Ca, S, Zn, Mn algunos en gran cantidad mientras que otros en menor cantidad. (Avegno, 2023)

- **Fertilización química**

Lo más recomendable es hacer un análisis de suelos, pero como guía general, para la adecuada nutrición del cultivo de fréjol las alternativas recomendadas son: 12-24-12, 18-46-0 y 10-30-10. Estas fórmulas a base de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (N.P.K.), son ideales para las etapas primarias del cultivo ya que se promueve la formación de raíces y el crecimiento de plantas.

- **Fertilización orgánica**

Los abonos orgánicos son materiales de origen natural en contraposición a los fertilizantes de industrias de síntesis, la calidad de los abonos orgánicos depende de

sus materias primas su proceso de preparación , los abonos orgánicos tienen como fin aportar nutrientes al cultivo y mejora de los suelos, por ello el efecto de los abonos se ve más reflejado en el rendimiento del cultivo con las variables que se evalúan, además para obtener diferentes resultados se hacen tratamientos y diferentes dosis para tener en cuenta el de mayor aporte al cultivo. (Cuchipe, 2023)

- **Ecoabonaza**

Ecoabonaza es un abono orgánico extraído de la gallinaza de las granjas de engorde de PRONACA, que se composta, clasifica y procesa para mejorar la calidad. Por su alto contenido en materia orgánica, Ecoabonaza mejora la calidad del suelo y lo aporta elementos esenciales para el correcto crecimiento de las plantas. (Remache, 2022)

Contenido de Ecoabonaza

Elemento mineral	Porcentaje
MO	50%
Nitrógeno	3%
Fosforo asimilable	2%
Potasio soluble	3%
Calcio	1%
Magnesio	0.8%
Azufre	0.6%

Fuete: (Yungan, 2021)

2.9.6. Época de siembra.

Las épocas de siembras recomendadas para el fréjol arbustivo y voluble en la zona van del mes de febrero hasta los primeros días de junio. En las zonas agro ecológicas

del trópico alto de la Provincia Bolívar, que corresponden principalmente a los cantones de Guaranda, Chimbo, San Miguel y Chillanes, se recomienda la época de siembra de abril a junio. (Nuñez, 2018)

2.10. Variedades de fréjol en el Ecuador

(Paucar, 2023) manifiesta que, existen más de 50 variedades de fréjol en el Ecuador entre ellas tenemos las que se destacan por su alto contenido nutricional y por su alto consumo:

- **Fréjol calima rojo:** Presenta un color rojo con pintas de tonalidad crema, es de tamaño medio y se lo puede cultivar en zonas con clima tropical y templado; encontrándose también en las provincias de Carchi, Pichincha e Imbabura.
- **Fréjol carbello:** Es de color rojo con manchas crema y se cultiva en las provincias de Carchi, Pichincha e Imbabura; además, su siembra se la recomienda de noviembre a enero y se cultiva desde julio a septiembre.
- **Fréjol Canario:** Es voluble a (2600–2900 msnm), presenta un color amarillo y es destacado como el rey del fréjol por su alto contenido en proteínas, textura y sobre todo su sabor, sus granos son grandes y medianos, su ciclo de cultivo de 180 a 210 días asociado con el cultivo de maíz.
- **Fréjol calima negro:** En el Ecuador se cultivan diferentes variedades de fréjol negro, las más populares para la exportación a Europa son el caraota y calima por su alta demanda, las mismas que son apetecidas en países como México, Brasil, Venezuela, Cuba y Colombia.
- **Fréjol panamito blanco:** Sus granos son de forma ovalada y de color blanco, se consume en grano tierno y seco; además se cultiva en las provincias de Chimborazo, Bolívar, Loja y Azuay.
- **Fréjol toa:** Es una variedad mejorada y se caracteriza en que sus granos son grandes de coloración rojo moteado y presenta gran demanda en Colombia.

2.11. Variedades de fréjol en la provincia de Bolívar

2.11.1. Fréjol panamito blanco

El fréjol Panamito destaca como una de las variedades cultivadas en el país, se caracteriza por presentar el grano de color blanco con un tamaño mediano, se consume en seco y tierno, es cultivado en las provincias de Chimborazo, Loja, Azuay y Bolívar. Es reconocido como una especie introducida desde Perú. (Tayupanda & Tumbaco , 2022)

2.11.2. Variedades mejoradas

El INIAP con el apoyo de varios autores locales, nacionales e internacionales han liberado las siguientes variedades de fréjol arbustivo:

INIAP 402 Rojo Sólido; INIAP-422 Blanco Belén; INIAP-427 Libertador (Rojo Moteado); INIAP-428 Canario Guarandeño (Amarillo); INIAP-430 Portilla (Rojo Moteado); INIAP-480 Rocha (Amarillo–Canario); INIAP-481 Rojo del Valle(Rojo Moteado); INIAP-482 Afro Andino (Negro); INIAP-483 Intag (Morado Moteado); INIAP-484 Centenario (Rojo Moteado) e INIAP-485 Urcuquí (Negro**);** Panamito (Huevo de Quinde); Fréjol Bayo de Chillanes; Mantequilla Chillanes. (Cadena, 2021)

2.12. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de fréjol

2.12.1. Plagas

- **Lorito verde *(Empoasca kraemeri)***

El daño del lorito verde lo provoca su saliva tóxica, que se ingiere a la hora de comer. Esto hace que se reduzca la producción, que los bordes de las hojas se vuelvan ámbar y se engrosen. Además, hay informes de daños relacionados con las vainas, que se traducen en una reducción del peso, la producción y el número de semillas viables para la siembra. Por consiguiente, el fréjol común tolera bajas poblaciones de la plaga; el rendimiento del cultivo disminuye en un 16% a mayores densidades de población, es posible permitir hasta un adulto por planta. (Campos, 2022)

- **Mosca blanca *(Bemisia tabaci)***

El insecto más habitual en los cultivos de fréjol, es la mosca blanca un insecto chupador de extensa organización mundial, es considerada la clase más divulgada y dañina. Tiene la capacidad de conseguir resistencia a insecticidas usados para su control, primordialmente los órgano-fosforados y los piretroides. En todos sus estadios de avance permanece en el envés del papel, protegiéndose de la luz del sol y de otros componentes adversos. El adulto es el exclusivo que puede emigrar por medio del viento a una altura de un metro para buscar novedosas plantas, tal es así que puede accionar como transmisor de virus. En los estadios inmaduros quedan adheridos a las hojas con el estilete. (Garcia, 2022)

- **Trozadores *(Agrotis* sp. y *Spodoptera* sp.)**

Se alimentan de las raíces causando la extinción de la planta, rápidamente trozan los tallos tiernos, causando la muerte de la planta. Se nutren en la oscuridad y se conservan encubiertos de día en la superficie. El gusano de Spodoptera se consigue exponer a modo tierrero, como comedor del follaje o atacando al botón floral. (Bodero, 2023)

- **Gorgojo *(Acanthoscelides obtectus)***

Acanthoscelides obtectus, se le conoce con el nombre de gorgojo del fréjol. Esta especie tiene la capacidad de causar daños desde el campo al ovipositar sobre las vainas y dañar la semilla. Además, se le, conoce con otros nombres como Bruchus obtectus, Mylabris obtectus y Laria obtecta. Su ciclo de vida es de 30-45 días es plaga primaria los adultos son café oscuro con bandas transversales en los élitros, los élitros son cortos y no cubren completamente la parte posterior del abdomen. Son capaces de volar. El adulto mide 3,5 a 4,5 mm de longitud, se le ataca en almacenamiento de semilla o en las bodegas. (Tonato, 2022)

- **Babosa *(Sarasinula plebeya)***

Es una plaga de importancia en el cultivo de fréjol, destruye las plántulas recién germinadas cortando los hipocótilos y las hojas también se alimentan de las vainas, estas babosas aumentan en época de lluvia, su manejo integrado de esta babosa,

realizar un buen control de maleza, también se pueden aplicar cebos envenenados. (García, 2024)

2.12.2. Enfermedades

- **Antracnosis *(Colletotricum cajani Rangel)***

En los climas húmedos, puede de provocar grandes pérdidas de las vainas y defoliación de la planta. Las vainas que son atacadas por estas enfermedades presentan manchas negras de forma circular, que pueden cubrir toda la superficie. Se la puede combatir con Ditiocarbamatos o Benomyl. (Cedeño, 2022)

- **Roya *(Uromyces phaseoli)***

La roya es una de las enfermedades más fundamental del cultivo de fréjol en Ecuador. El contagio del hongo es favorecido por periodos prolongados de precipitación, con una humedad relativa de más del 90% y temperatura moderada entre 17 a 27 °C. Las pérdidas a causa de la enfermedad pueden conseguir del 40 al 46% de la productividad. La roya es un padecimiento de mucha categoría en el cultivo de fréjol, los síntomas que causa y pueden afectar en cualquier porción aérea de la planta, ya sea en el tallo o vainas, pero es más habitual en las hojas, tanto en el haz como en el envés. (Llomitoa, 2024)

- **Mancha angular *(Pseudocercospora griseola)***

Los síntomas en el campo pueden observarse en las hojas primarias, principalmente justo después de la floración o cuando las plantas alcanzan madurez, la enfermedad es generalizada en hojas, vainas y tallos, pero identifica más fácilmente en las hojas. En las primeras hojas se observan lesiones necróticas pequeñas y angulosas, de color marrón a rojizo. Generalmente, en las lesiones sobre el envés de la hoja aparece un micelio color gris las cuales se oscurece con la edad. (Galeas, 2023)

2.13. Virus

- **Virus del Mosaico Común del Fríjol (VMCF)**

El Virus del Mosaico Común del Fréjol (VMCF) el patógeno viral más importante de este cultivo, debido a que puede ser transmitido en un alto porcentaje por vía

mecánica, por la semilla y por varias especies de áfidos en el campo. Las condiciones ambientales favorables para la aparición del virus es de temperaturas medias 18 a 25ºC y altas de 28ºC. Los síntomas causados por el VMCF dependen de la variedad, de la cepa del virus y de las condiciones ambientales. En las variedades susceptibles, los síntomas se manifiestan con áreas verdes claras y oscuras delimitadas por la nervadura de las hojas y las cuales se enrollan hacia el envés. (Chimbolema, 2020)

- **Virus del Mosaico Dorado del Fríjol (VMDF)**

Es la enfermedad más importante en el cultivo de fréjol en el trópico es transmitida por el insecto Mosca Blanca *(Bemisia tabaci)* la enfermedad no se trasmite por semilla). Esta enfermedad se registra en el país en condiciones ambientales de temperaturas medias de 18 a 25ºC y altas de 28ºC y altitudes no mayores de 1200m.s.n.m. Las plantas infectadas presentan en las hojas un color amarillo intenso, debido al desarrollo desigual de las áreas sanas y enfermas, las hojas pueden deformarse. Si las plantas han sido infectadas antes de la floración, hay aborto prematuro de las flores y deformaciones de las vainas. Las semillas presentan manchas y deformaciones y el peso disminuye. Las pérdidas por esta enfermedad pueden alcanzar hasta el 100%. (Chimbolema, 2020)

2.14. Cosecha y Postcosecha

La cosecha en vaina seca debe realizarse cuando las plantas hayan alcanzado la madurez fisiológica, es decir, cuando están completamente defoliadas, las vainas secas de color amarillo y con un contenido aproximado de 18 a 20% de humedad en las semillas. Para producir semilla de buena calidad, se debe utilizar el sistema manual de “varas” o “marimba”. (Almachi, 2024)

2.14.1. Secado

Se cosecha con grados de humedad altos, generalmente superiores al 20%, es necesario secarlo y bajar su contenido de agua hasta el 15% o menos para evitar su deterioro. Hay que anotar que es preferible hacer el secado en las vainas, antes del desgrane, tratando de proteger los granos de la acción directa del calor.

2.14.2. Trillado o desgrane

El desgrane consiste en separar los granos de la vaina, para hacerlo se emplean varios métodos: el desgrane manual y el mecánico y el apaleo. (Tonato, 2022)

2.14.3. Limpieza

Los mismos, autores mencionan que consiste en separar del grano las impurezas que quedan después del trillado o desgrane. Para ello se emplean las corrientes naturales de aire o algunos sistemas de ventilación artificial. Otro método muy común es con las mismas zarandas que se utilizan para separar los granos por tamaño, que también sirven para separar las impurezas.

2.14.4. Selección

Los Después de la limpieza del grano se hace la selección, que consiste en separar los granos manchados, partidos, con colores pálidos, dañados por insectos o muy pequeños.

2.14.5. Empaque

Los empaques más adecuados para fréjol son los sacos o costales, de fibras naturales como el fique, cuyas ventajas son su porosidad y la capacidad de absorber parte de la humedad que pueden liberar los granos si no han sido secados adecuadamente antes de empacarlos. Es necesario tener en cuenta, además, la norma reciente de emplear bultos con un peso máximo de 50 kg para su comercialización.

2.14.6. Almacenamiento

El grano para consumo y/o semilla, se deben almacenar en lugares frescos (10--12ºC) y secos, con 60% de humedad relativa, libres de gorgojo y con humedad en el grano inferior al 13%. (Cando, 2021)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1.Ubicación de la investigación

Localización de la investigación

Provincia:	Bolívar
Cantón:	Guaranda
Parroquia:	Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector:	Laguacoto III

Situación geográfica y edafoclimática

Parámetro	**Valor**
Altitud	2622 msnm
Latitud:	01°36´ 51´´ S
Longitud:	78° 59 54´´ W
Temperatura mínima:	21° C
Temperatura máxima:	7° C
Temperatura media anual:	14.4° C
Precipitación media anual:	980 mm
Heliofanía media anual:	900h/l/año
Humedad relativa promedio anual:	70%
Velocidad promedio anual del viento:	6m/s
Tipo de suelo	Franco arcilloso
pH	6.5

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2023

Zona de vida

La localidad de acuerdo con las zonas de vida de Holdridge, se encuentra en el bosque seco montano bajo (bs - MB). (Holdridge, 1979)

3.2.Metodología

3.2.1. Material en estudio

Accesiones de fréjol arbustivo.

Fertilizante químico y Abono orgánico

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Accesiones de fréjol

A1. Mantequilla Chillanes (T11-Nag-CA-2023)

A2. INIAP-483 Intag (T4-Nag-CA-2023)

A3. Canario Chillanes (T16-Nag-CA-2023)

Factor B: Tipos de fertilización

B1: 10-30-10 + micronutrientes (150 kg/ha)

B2: Ecoabonaza (6.6 t/ha)

3.2.3. Tratamientos

		Descripción	
T	**Código**		
T1	A1B1	Mantequilla Chillanes + Fertilización Química	(10-30-10)
T2	A1B2	Mantequilla Chillanes + Fertilización Orgánica	(Ecoabonaza)
T3	A2B1	INIAP-483 Intag + Fertilización Química	(10-30-10)
T4	A2B2	INIAP-483 Intag + Fertilización Orgánica	(Ecoabonaza)
T5	A3B1	Canario Chillanes + Fertilización Química	(10-30-10)
T6	A3B2	Canario Chillanes + Fertilización Orgánica	(Ecoabonaza)

3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) en arreglo factorial, 3 x 2, con 3 repeticiones.

3.2.5. Manejo de la investigación

- **Preparación del terreno**

Labor que se inició de la misma forma que hace el productor; la siembra del fréjol realizando la labranza reducida y se realizó únicamente los surcos.

- **Delimitación de la parcela y surcado**

Se estableció las 18 unidades experimentales cada uno de acuerdo al diseño y el croquis establecido. Únicamente los surcos se realizaron de forma manual con azadones, en labranza reducida.

- **Siembra**

La siembra se realizó de forma manual a una distancia de 0.80m entre surco y 0,40m entre planta depositando 3 semillas por sitio.

- **Tape**

El tape se realizó en forma manual con la ayuda de un azadón.

- **Fertilización**

La fertilización se realizó al momento de la siembra y una segunda aplicación cuando las plantas presentaron hojas trifoliadas, con una dosis de 6.5g (10-30-10) y 106.6g (Ecoabonaza)en cada uno de los tratamientos.

- **Riego**

Los riegos se realizaron de acuerdo a las condiciones climáticas y tomando en consideración las necesidades hídricas del cultivo.

- **Control de malezas**

Se realizó de forma manual con ayuda de un azadón cuando las malezas presenten de 3 a 5 hojas verdaderas por dos ocasiones.

- **Controles fitosanitarios**

Los controles fitosanitarios se realizaron aplicando insecticidas y fungicidas después de haber comprobado la presencia de insectos plagas y enfermedades. Para el control de salta hojas (Empoasca Kraemeri), y se aplicó bala con una dosis de $40cm^3$ en 20 litros de agua, de la misma forma para control de incidencia de mancha angular y Antracnosis se aplicó propiconazol en tres aplicaciones con una dosis de $40cm^3$ en una bomba de 20 litros de agua manualmente.

- **Cosecha**

Esta actividad se realizó de forma manual cuando las plantas estuvieron en la etapa de madurez fisiológica.

- **Trilla**

Se realizó de forma manual dando golpes con una vara de madera y luego se procedió a separar la cascará de la semilla. Esta actividad se realizó sobre una gangocha.

- **Aventado**

Con la ayuda de la fuerza del viento, se separó las cascaras pequeñas del grano, hasta tener la semilla libre de impurezas físicas.

- **Secado**

Se realizó en una gangocha, hasta cuando el grano obtuvo un contenido de humedad estándar del 13%, mismo que se verificó en un determinador portátil de humedad.

- **Clasificación y selección**

El grano limpió se separó y se clasificó tomando en cuenta su pureza física.

- **Almacenamiento**

El grano seco y limpio fue etiquetado y almacenado en la bodega del Programa de Semillas de la Universidad Estatal de Bolívar para continuar con el proceso de investigación.

3.2.6. Métodos de evaluación (variables respuesta)

- **Días a la emergencia (DE)**

Variable que fue evaluada, de acuerdo a los días transcurridos desde la fecha de siembra hasta cuando más del 50% de plantas emergieron en cada uno de los tratamientos.

- **Porcentaje de emergencia (PE)**

Dato que fue registrada a los 21 días de la siembra y se contabilizó las plantas emergidas en la parcela total, y se expresó en porcentaje de acuerdo con el número de semillas sembradas en cada parcela.

$$\%\ \boldsymbol{Emergencia} = \frac{\boldsymbol{^{\circ}N\ de\ plantas\ emergidas}}{\boldsymbol{^{\circ}\ N\ de\ semillas\ sembradas}} \boldsymbol{\times 100}$$

- **Altura de planta (AP)**

Variable que fue evaluada en 10 plantas seleccionadas al azar, desde la base del tallo hasta el ápice terminal, con la ayuda de un flexómetro y fue expresado en centímetros.

- **Incidencia de manchas foliares (IMF)**

Dato que fue registrada en la etapa de formación de las vainas contando el número de plantas enfermas en cada parcela experimental.

$$\%\ \boldsymbol{de\ incidencia} = \frac{\boldsymbol{^{\circ}N\ de\ plantas\ enfermas}}{\boldsymbol{^{\circ}\ N\ de\ plntas\ totales}} \boldsymbol{\times 100}$$

- **Días a la cosecha en seco (DCS)**

variable que fue registrada, los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha en madurez fisiológica.

- **Número de vainas por planta (NVP)**

Dato que fue registrado en la etapa de madurez fisiológica, mediante un conteo directo el número de vainas en 10 plantas tomadas al azar de cada parcela neta.

- **Número de granos por vaina (NGV)**

Variable que fue evaluada por conteo directo en 10 vainas tomadas al azar de cada parcela neta al momento de la cosecha en seco, y se contó el número de granos por vaina.

- **Daño físico del grano (DFSG)**

Dato que fue registrada, una vez cosechado se procedió trillar, limpiar y clasificar el grano puro y separado de sus impurezas físicas, determinando el daño físico del grano mediante la formula:

$$DFG = \frac{PG}{PM} X100$$

PG= peso de las impurezas

PM= peso del grano cosechada sin clasificación

- **Daño fitosanitario del grano. (DFTG)**

Variable que fue evaluada, una vez cosechado se procedió a trillar, limpiar y clasificar el grano con evidencias de daños causados por plagas y enfermedades, en donde se calculó el porcentaje de daño según la siguiente formula:

$$\boldsymbol{DFG = \frac{PGD}{PM} X100}$$

PGD= peso del grano dañado

PM= peso del grano cosechada sin clasificación

- **Porcentaje de Grano sano y limpio (GSL)**

Dato que fue registrada, una vez cosechado se procedió a trillar, limpiar y clasificar el grano puro y separado de sus impurezas físicas y fitosanitarias, determinando el porcentaje de grano limpio y sano mediante la formula:

$$PGSL = \frac{PG}{PM} X100$$

PG= peso del grano limpio

PM= peso del grano cosechado sin clasificación

- **Rendimiento del grano (R)**

El rendimiento en seco al 13% de humedad se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$R = PCP\ (kg) \times \frac{10.000 m^2/ha}{ANC\ m^2/1} \times \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

R = Rendimiento en Kg/ha. Al 13% de humedad

PCP = Peso de Campo por Parcela en Kg

ANC = Área Neta Cosechada en m^2

HC = Humedad de Cosecha en porcentaje

HE = Humedad Estándar (13%)

3.2.7. Tipos de análisis

- Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Fuentes de variación (FV)	GL	CME
Bloques (r-1)	2	$f^2e + 18f^2bloques$
FA (A-1)	2	$f^2e + 18 \ominus^2 A$
Error A	4	f^2e
FB (B-1)	1	$f^2e + 9 \ominus^2 B$
A x B	2	$f^2e + 3 \ominus^2 AxB$
Error experimental	6	f^2e
Total	17	

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de los tratamientos.
- Análisis de correlación y regresión lineal simple.
- Análisis económico relación Beneficio/Costo (B/C)

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables agronómicas para el factor A (Accesiones de fréjol)

Tabla N. 1

Resultados estadísticos de factor A (Accesiones de fréjol) en las variables: Días a la emergencia (DE), Porcentaje de emergencia (PE), Altura de planta (AP), Incidencia de manchas foliares: Días a la cosecha en seco (DCS), Número de vainas por plantas (NVP), Número de granos por vaina (NGV), Daño físico de grano (DFSG), Daño fitosanitario de grano (DFTG), Grano limpio y sano (GLS), Rendimiento Bruto (RB), Rendimiento de Grano Sano (RGS) LAGUACOTO III 2024

Variables	Mantequilla Chillanes	INIAP-483	Canario Chillanes	Media general	CV(%)
DE (*)	9	8	9	9	6.58
Rango	A	B	A		
PE (Ns)	93.59	96.36	94.12	94.69	2.14
Rango	A	A	A		
AP (Ns)	47.62	46.27	45.8	46.56	6.45
Rango	A	A	A		
IMF (**)	8.97	2.99	3.53	5.16	20.51
Rango	A	B	B		
DCS (**)	155	138	149	147	2.62
Rango	A	C	B		
NVP (**)	14	31	23	22	9.53
Rango	C	A	B		
NGV (**)	4	5	6	5	9.10
Rango	B	B	A		
DFSG (**)	9.34	4.56	6.81	6.90	28.90
Rango	A	A	B		
DFTG (**)	45.6	20.95	39.62	35.39	15.68
Rango	A	B	A		
GLS (**)	45.10	74.49	53.57	57.72	8.99
Rango	C	A	B		
RGB (**)	233.9	1262.4	580.4	692.21	26.67
Rango	C	A	B		
RGS (**)	107.61	945.73	312.14	455.16	28,51
Rango	B	A	B		

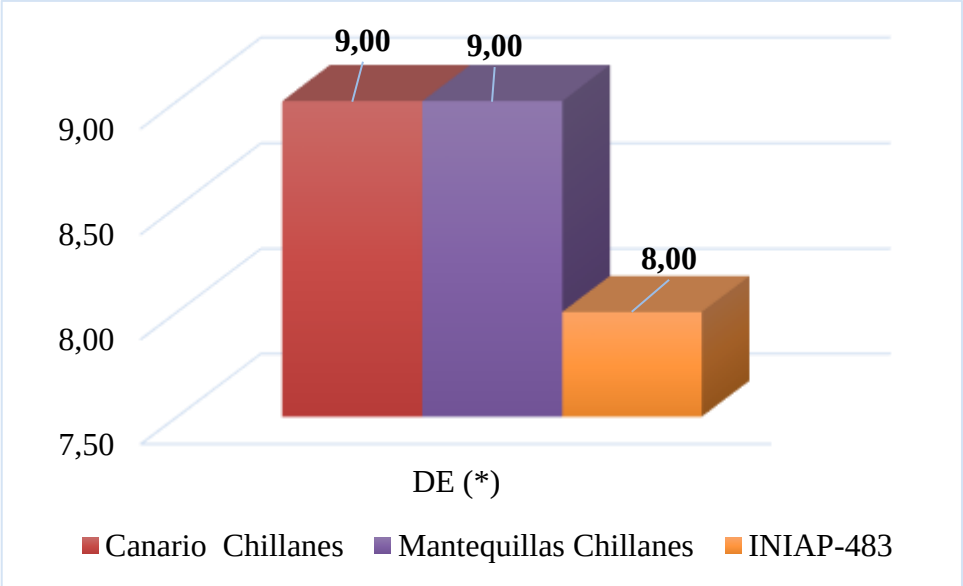
Nota: **(**)** = Altamente significativo, **(*)** = Significativo, **(Ns)** = No significativo, **(Mg)** = Media general, **(CV)** = Coeficiente de variación

- **Factor A (Accesiones de fréjol)**

Conforme a los resultados obtenidos en campo, en relación con factor A, se estableció según el análisis de varianza la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas (**), para las variables: IMF, DCS, NVP, NGV, DFSG, DFTG, GLS, RB, RGS, mientras que las variables: DE, fue estadísticamente significativa (*).

Figura 1

Días a la emergencia (DE) en las accesiones de fréjol

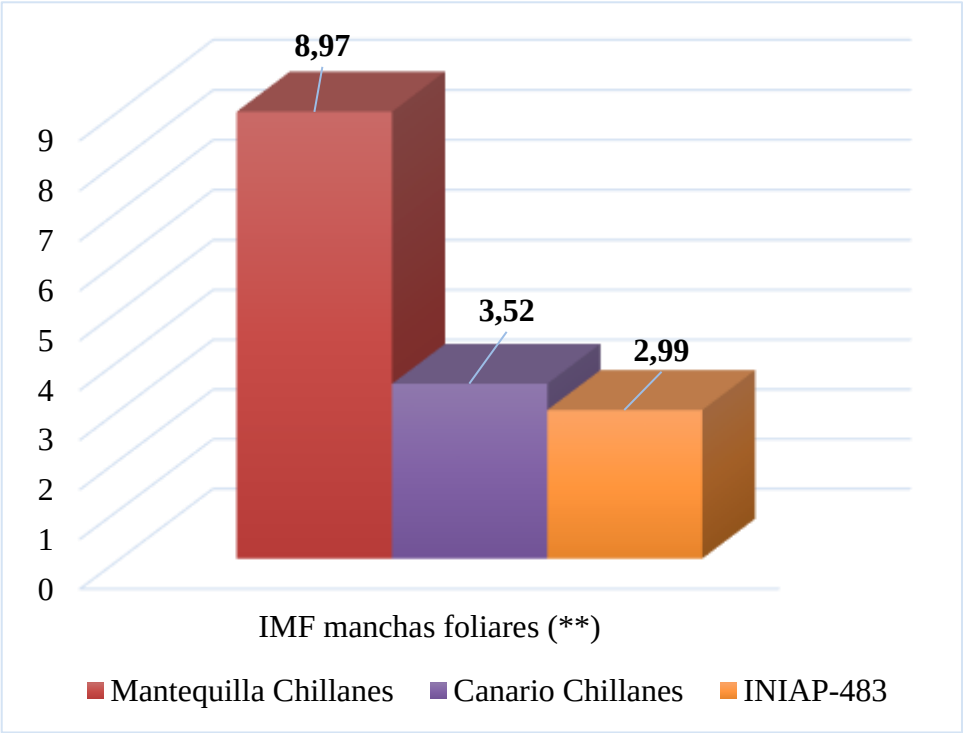


Según los resultados obtenidos para los "Días a la emergencia" en el factor A (accesiones de fréjol), los resultados fueron significativos (*). Las accesiones Canario y Mantequilla Chillanes con nueve días, mientras que INIAP-483 tuvo el menor promedio con ocho días. La media general fue de nueve días, con un coeficiente de variación de 6.58%.

En los días ala germinación influenció mucho las condiciones climáticas como temperatura, humedades mismas que fueron aptas, además de ello la buena calidad de la semilla y viabilidad de las semillas, lo que permitió que germinaran sin problemas.

Figura 2

Incidencia de manchas foliares (IMF) en las accesiones de fréjol

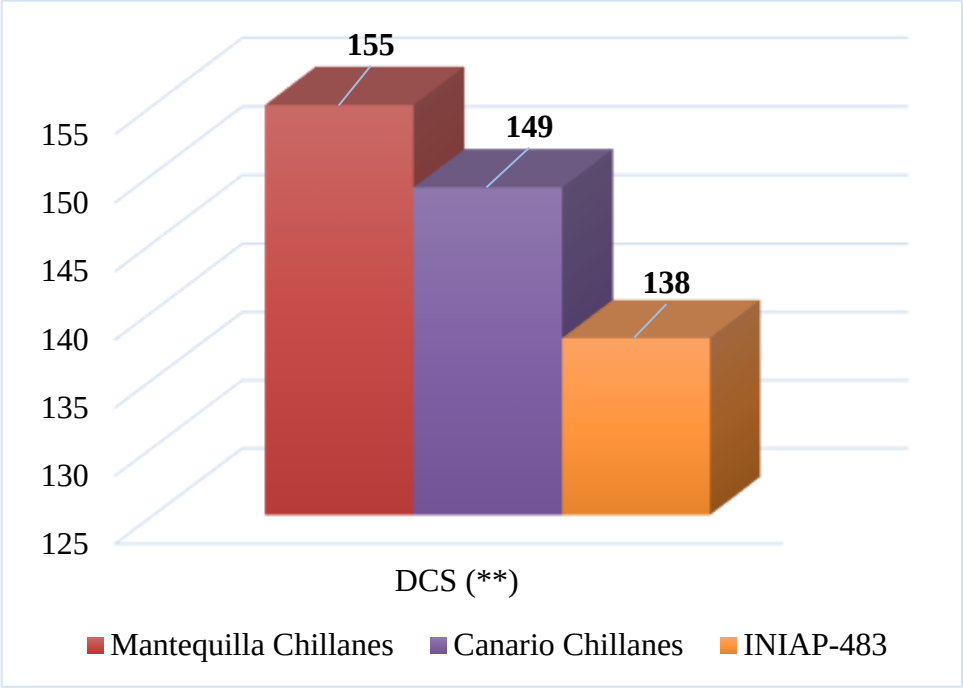


De acuerdo a los resultados obtenidos en la "Incidencia de mancha angular" del factor A (accesiones de fréjol), los resultados fueron altamente significativos (**). La accesión Mantequilla Chillanes mostró el mayor promedio con 8.97% de severidad, seguida por Canario Chillanes con 3.52%, y la accesión INIAP-483 tuvo menor promedio de 2.99%. La media general fue de 5.16%, con un coeficiente de variación de 20.51%.

La incidencia de manchas foliares se influencia por las condiciones ambientales, especialmente por las altas precipitaciones y humedades que perjudicaron al momento de su desarrollo vegetativo y reproductivo, y así mismo reduciendo la calidad del grano y la viabilidad de las semillas, lo que lleva a pérdidas económicas para los agricultores.

Figura 3

Días a la cosecha seco (DCS) en las accesiones de fréjol

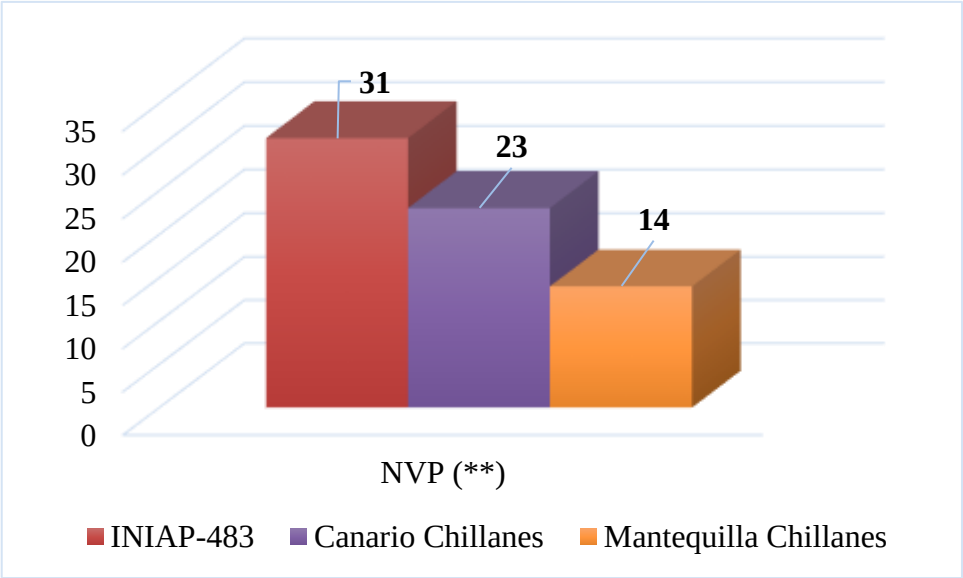


Según los resultados obtenidos para los "Días a la cosecha" en el factor A (accesiones de fréjol), la diferencia fue altamente significativa (**). La accesión Mantequilla Chillanes mostró el mayor promedio con 155 días, seguida por Canario Chillanes con 149 días, y la accesión INIAP-483 tuvo el menor promedio con 138 días. La media general fue de 147días, con un coeficiente de variación de 2.67%.

Los días de la cosecha en seco dependieron principalmente de la variedad de fréjol y las condiciones climáticas como: la temperatura, la radiación solar y la humedad, que favorecieron al secado y la maduración completa del grano, denotando que los tipos precoces pueden ser de beneficio para aprovechar de mejor manera los periodos reducidos de buenas condiciones climáticas, además podrían ser incluidos dentro del proceso de rotación de cultivos como el maíz, sobre todo en zonas con disponibilidad de riego.

Figura 4

Número de vainas por planta (NVP) en las accesiones de fréjol



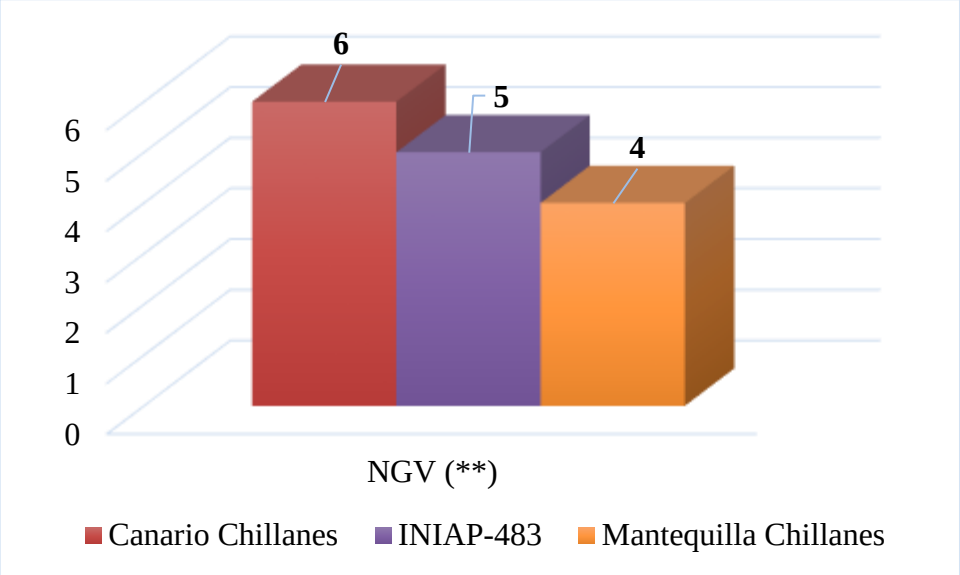
Según los resultados obtenidos de "Número de vainas" del factor A (accesiones de fréjol), los resultados fueron altamente significativos (**). La accesión INIAP-483 presentó el mayor promedio con 31 vainas, seguida por Canario Chillanes con 23 vainas, mientras que Mantequilla Chillanes tuvo el menor promedio con 14 vainas. La media general fue de 23 vainas, con un coeficiente de variación de 9.53%.

El número de vainas por planta dependió principalmente de las características genéticas de cada accesión, así como de su sanidad, ya que este factor influye directamente sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo de un vegetal.

El número de vainas es un importante componente del rendimiento, tanto en tierno como en seco, la relación generalmente es directamente proporcional con el volumen de cosecha, observando en el presente estudio que INIAP-483 tiene un potencial adecuado para su cultivo con 9 vainas según su ficha técnica.

Figura 5

Número de granos por vaina (NGV) en las accesiones de fréjol



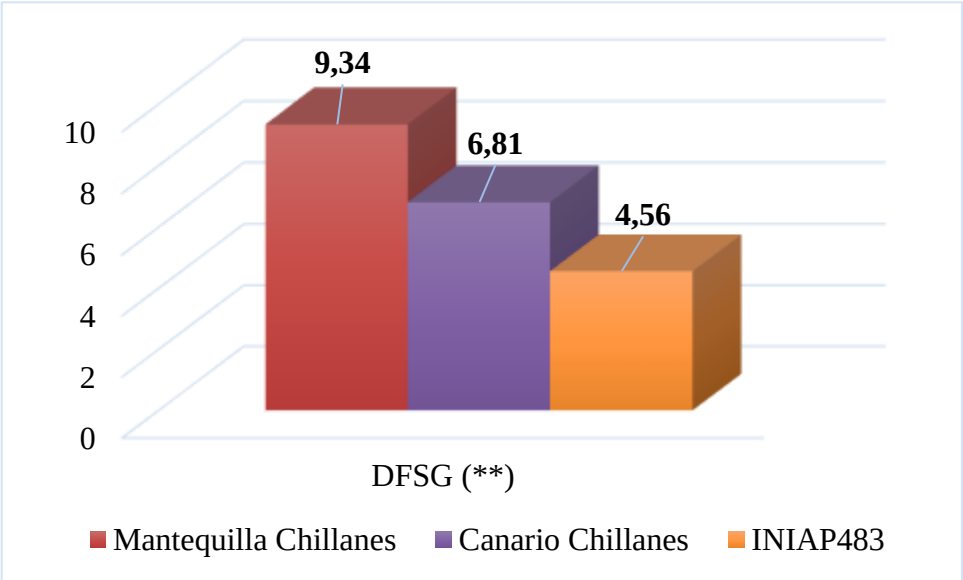
De acuerdo con los resultados obtenidos para el "Número de granos por vaina" en el factor A (accesiones de fréjol), la diferencia fue altamente significativa (**). La accesión Canario Chillanes tuvo el mayor promedio con 6 granos por vaina, seguida por INIAP-483 con 5 granos, y la accesión Mantequilla Chillanes mostró el menor promedio con 4 granos. La media general fue de 5 granos, con un coeficiente de variación de 9.10%.

El número de granos por vaina dependió de la genética de cada accesión, el tamaño de la vaina y la disponibilidad de nutrientes en el suelo y la capacidad está regulada por los genes que controlan el desarrollo de flores y el llenado de granos.

Los resultados tienen un origen morfológico y pueden ser importantes al momento de valorar volúmenes de rendimiento, ya que teóricamente si se obtiene más granos por vaina y por planta, se debería generar un mayor nivel de productividad, debiendo tomar en cuenta aspectos relacionados con la calidad de grano, ya que el mismo puede ser afectado por la presencia de plagas y enfermedades.

Figura 6

Daño físico del grano (DFSG) en las accesiones de fréjol

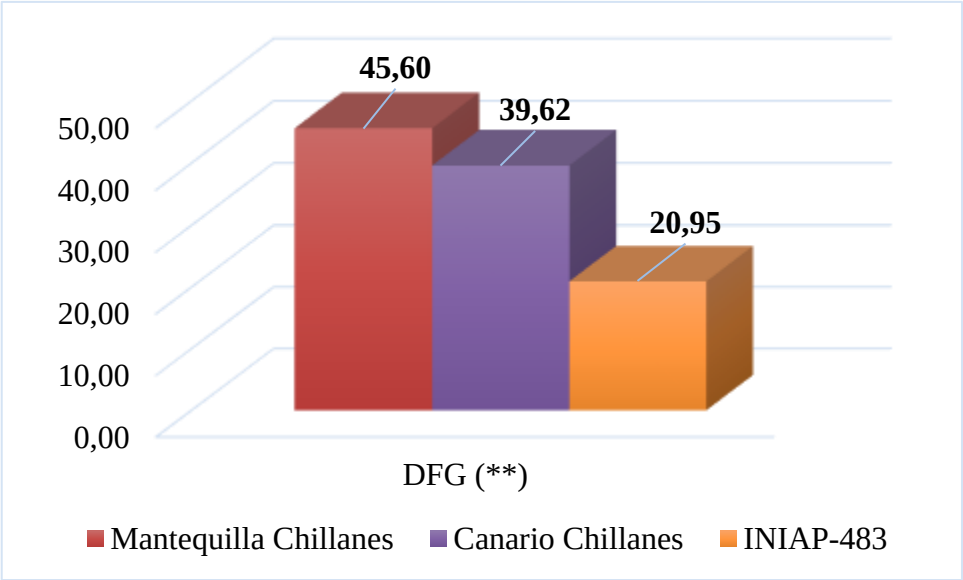


Según los resultados obtenidos para el " Daño físico de grano" en el factor A (accesiones de fréjol), los resultados fueron altamente significativos (**). Mantequilla Chillanes presentó el mayor promedio con 9.34%, seguida por Canario Chillanes con 6.81%, y INIAP-483 tuvo el menor promedio con 4.56%. La media general fue de 6.90%, con un coeficiente de variación de 28.90%.

El daño físico de los granos de fréjol ocurrió principalmente debido a un manejo inadecuado durante la cosecha, trillado y transporte, y las características inherentes del grano, como su tamaño y la dureza de su cáscara, que con un secado excesivo se inicia un proceso de ruptura de la testa, reduciendo al mínimo su valor comercial. Además, se evidencia presencia de grano deforme (chupado) que puede haberse generado por falta de agua al momento del llenado del mismo y de la misma manera grano que aún no llegó a madurez fisiológica, notándose una decoloración en su corteza.

Figura 7

Daño fitosanitario del grano (DFTG) en las accesiones de fréjol



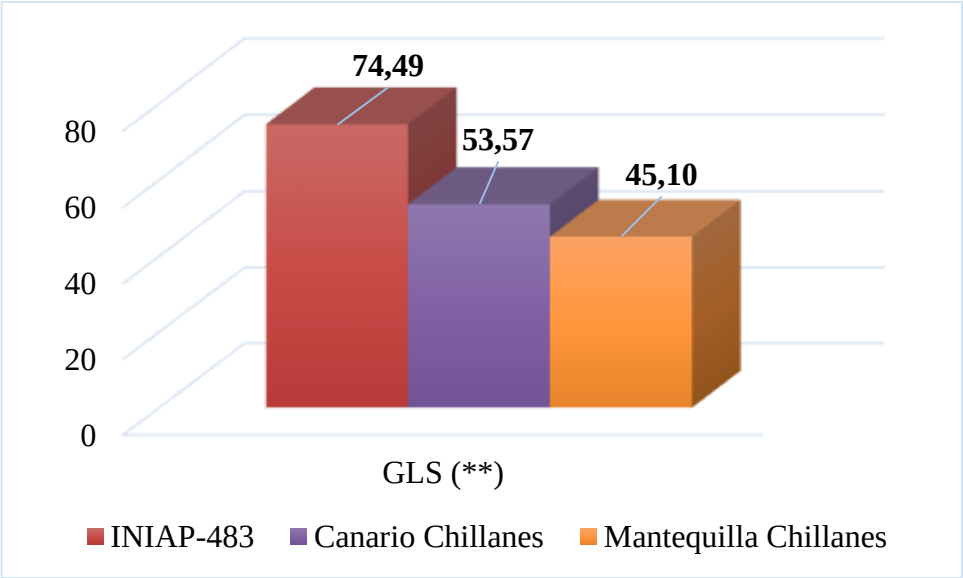
De acuerdo con los resultados obtenidos para el "Daño fitosanitario de grano" en el factor A (accesiones de fréjol), la diferencia fue altamente significativa (**). La accesión Mantequilla Chillanes presentó el mayor promedio con 45.60%, seguida por Canario Chillanes con 39.62%, mientras que INIAP-483 mostró el menor promedio con 20.95%. La media general fue de 35.39%, con un coeficiente de variación de 15.68%.

El daño fitosanitario del grano se debió principalmente de la exposición a plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo hasta llegar a su cosecha, ya que estos factores pudieron afectar negativamente la calidad del grano, aumentando la incidencia de podredumbres, manchas y deterioro general.

En este componente se puede notar claramente que la accesión más susceptible fue Mantequilla Chillanes, afectada principalmente por mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) y por antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) superando ampliamente el umbral económico de daño. Situación similar se presentó en Mantequilla Chillanes y se evidencia cierta tolerancia en la variedad INIAP-483; misma que respondió más eficientemente con los controles fitosanitarios empleadas en su manejo.

Figura 8

Grano limpio y sano (GLS) en las accesiones de fréjol

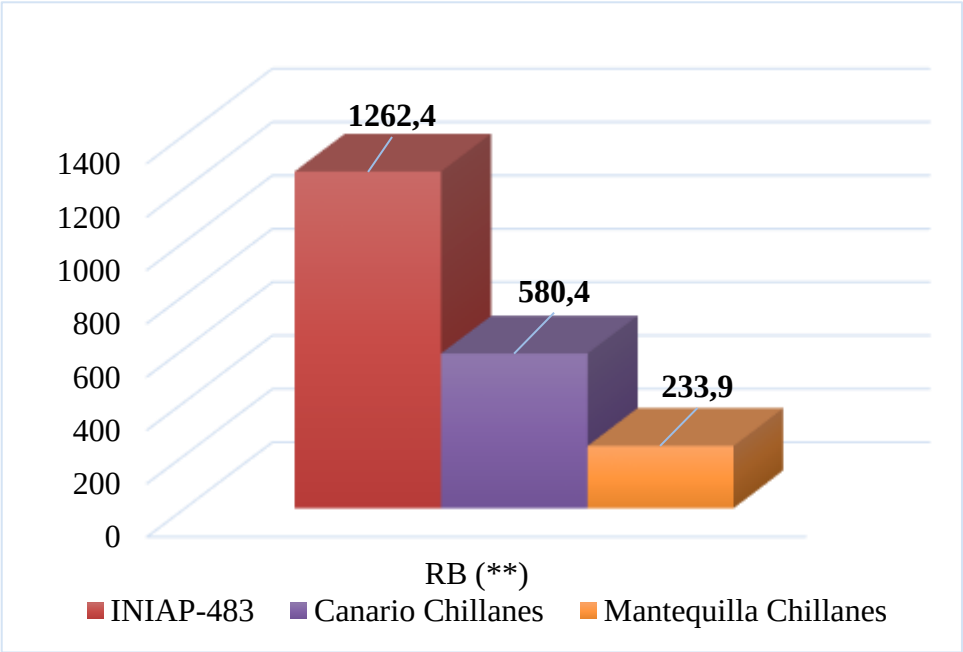


Según los resultados obtenidos para el " Grano limpio y sano" en el factor A (accesiones de fréjol), los resultados fueron altamente significativos (**). INIAP-483 presentó el mayor promedio con 74.49%, seguida por Canario Chillanes con 53.57%, y Mantequilla Chillanes tuvo el menor promedio con 45.10%. La media general fue de 57.72%, con un coeficiente de variación de 8.99%.

En general el grano con buenas características de fenotipo comercial fue muy escaso en Canario y Mantequilla Chillanes, reduciendo hasta en un 55% su potencial comercial y volumen de cosecha, aspecto clave a considerar debido a que este componente puede generar grandes pérdidas económicas si se tratara de una plantación comercial.

Figura 9

Rendimiento bruto (RB) en las accesiones de fréjol



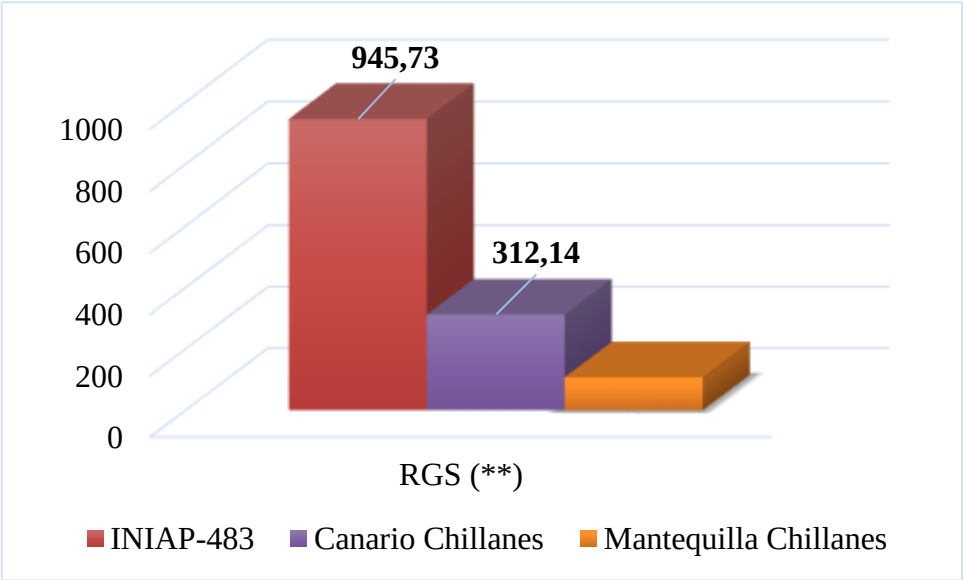
Según los resultados obtenidos para el "Rendimiento bruto" en el factor A (accesiones de fréjol), los resultados fueron altamente significativos (**). La accesión INIAP-483 mostró el mayor promedio con 1262.4 kg/ha, seguida por Canario Chillanes con 580 kg/ha, y Mantequilla Chillanes presentó el menor promedio con 233.9 kg/ha. La media general fue de 692.21 kg/ha, con un coeficiente de variación de 26.67%.

El rendimiento bruto dependió de una combinación de factores, como las condiciones climáticas, la calidad del suelo, las prácticas agronómicas, la genética de la planta, entre otros. Estos factores influyeron directamente en la cantidad de producto que se obtuvo por unidad de superficie cultivada.

Hay que notar que en general los rendimientos son bajos, cuando aún incluyen el grano sin seleccionar. Los promedios son bajos para los reportados anteriormente en zonas agroecológicas similares en donde se han obtenido rendimientos brutos de 1.5 t/ha.

Figura 10

Rendimiento de grano sano (RGS) en las accesiones de fréjol



Según los resultados obtenidos para el "Rendimiento de grano sano" en el factor A (accesiones de fréjol), la diferencia fue altamente significativa (**). La accesión INIAP-483 tuvo el mayor promedio con 945.73 kg/ha, seguida por Canario Chillanes con 312.14 kg/ha, y Mantequilla Chillanes presentó el menor promedio con 107.61g/ha. La media general fue de 455.16 kg/ha, con un coeficiente de variación de 28.51%.

La sanidad del grano en fréjol dependió del manejo fitosanitario, incluyendo tratamientos preventivos y curativos contra plagas y enfermedades. Prácticas como la rotación de cultivos y el uso de variedades resistentes fueron esenciales para garantizar la salud del grano y reducir daños y contaminaciones.

4.2 Variables agronómicas para el factor B (Tipos de fertilización)

Tabla N. 2

Resultados estadísticos de factor B (Tipos de fertilización) en las variables: Días a la emergencia (DE), Porcentaje de emergencia (PE), Altura de planta (AP), Incidencia de manchas foliares: Días a la cosecha en seco (DCS), Número de vainas por plantas (NVP), Número de granos por vaina (NGV), Daño físico de grano (DFSG), Daño fitosanitario de grano (DFTG), Grano limpio y sano (GLS), Rendimiento Bruto (RB), Rendimiento de Grano Sano (RGS) LAGUACOTO III 2024

Variables	Fertilización Química	Fertilización Orgánica	Media (General)	CV (%)
DE (Ns)	9	9	9	6.58
Rango	A	A		
PE (*)	93.51	95.87	94.69	2.14
Rango	B	A		
AP (Ns)	46.44	46.68	46.56	6.45
Rango	A	A		
IMF (Ns)	5.20	5.13	5.16	20.51
Rango	A	A		
DCS (*)	149	145	147	2.62
Rango	A	B		
NVP (Ns)	22	23	23	9.53
Rango	A	A		
NGV (Ns)	5	5	5	9.10
Rango	A	A		
DFSG (Ns)	6.54	7.26	6.90	28.90
Rango	A	A		
DFTG (Ns)	34.16	36.62	35.39	15.68
Rango	A	A		
GLS (Ns)	59.33	56.11	57.72	8.99
Rango	A	A		
RB (Ns)	686.97	697.45	692.21	26.67
Rango	A	A		
RGS (Ns)	452.29	458.02	455.16	28.51
Rango	A	A		

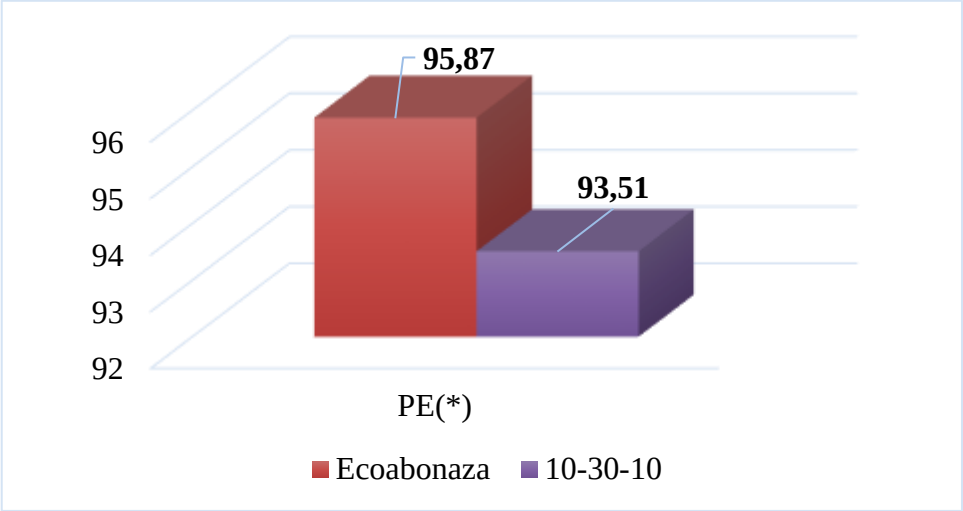
Nota: **(**)** = Altamente significativo, **(*)** = Significativo, **(Ns**) = No significativo, **(Mg) =** Media general, **(CV) =** Coeficiente de variación

- **Factor B (Tipos de Fertilización)**

Conforme a los resultados obtenidos en campo, en relación con factor B, se estableció según el análisis de varianza la existencia de diferencias estadísticas significativas (*), para las variables: PE, DCS.

Figura 11

Porcentaje de emergencia (PE) en tipos de fertilización



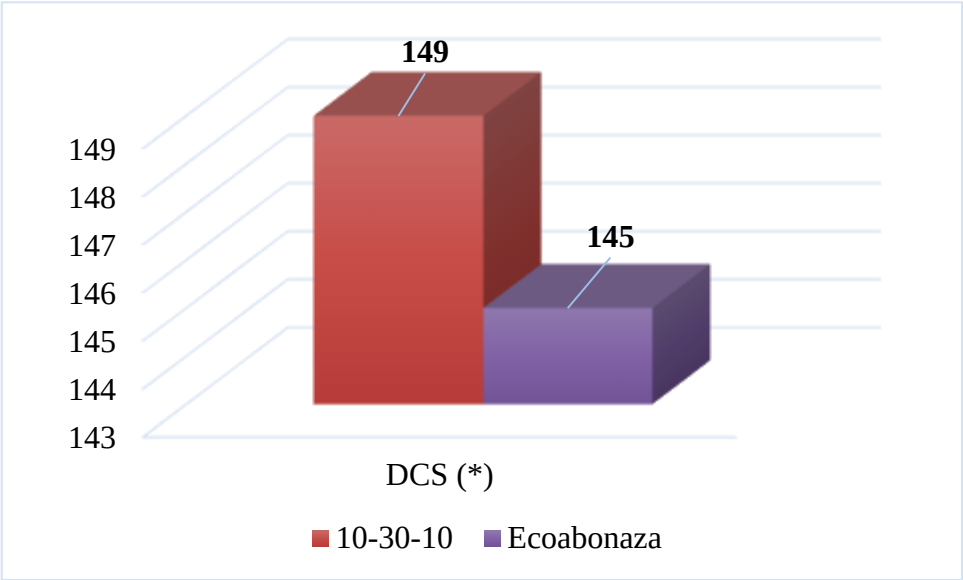
Según los resultados obtenidos para el "Porcentaje de emergencia" en el factor B (tipos de fertilización), la diferencia fue significativa (*). La fertilización con Ecoabonaza mostró el mayor promedio con 95.87%, mientras que la fertilización 10-30-10 tuvo el promedio más bajo con 93.51%. La media general fue de 94.69%, con un coeficiente de variación de 2.14%.

El porcentaje de emergencia dependió de la calidad semilla, una correcta disponibilidad de nutrientes, las condiciones físicas del suelo, y la capacidad de las variedades utilizadas para aprovechar estas condiciones para maximizar una buena emergencia y asegurar un desarrollo adecuado de las plantas.

En este sentido, al usar materia orgánica como parte de un plan de fertilización de base, pudo contribuir de manera positiva a mantener la humedad y temperatura del suelo para una mejor germinación, y de la misma manera generar condiciones favorables de textura y estructura del suelo para elevar el nivel de emergencia.

Figura 12

Días a la cosecha (DCS) en tipos de fertilización



Conforme con los resultados obtenidos para los" Días a la cosecha" en el factor B (Tipos de fertilización) la respuesta fue significativa (*), obteniendo el mayor promedio en 10-30-10 con 149 días, mientras que para Ecoabonaza tiene un menor promedio con 145 días, con una media general 147 días, con coeficiente de variación de 2.62%.

El tiempo que una planta tarda para su madurez fisiológica y cosecha, puede ser de interés para lograr competitividad relacionada a la precocidad, logrando tener el producto en menor tiempo que sus similares. En este caso el abono de tipo biológico (Ecoabonaza) generó una reducción significativa de 4 días frente al fertilizante químico, aspecto que puede estar ligado a condiciones favorables de desarrollo radicular y/o quizás en general de la planta.

4.3 Variables agronómicas, en relación con interacción de factores A×B (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización)

Tabla N. 3

Resultados estadísticos de la interacción entre factores A×B (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización) en las variables: Días a la emergencia (DE), Porcentaje de emergencia (PE), Altura de planta (AP), Incidencia de manchas foliares (MF), Días a la cosecha en seco (DCS), Número de vainas por plantas (NVP), Número de granos por vaina (NGV), Daño físico de grano (DFSG), Daño fitosanitario de grano (DFTG), Grano limpio y sano (GLS), Rendimiento Bruto (RB), Rendimiento de Grano Sano (RGS) LAGUACOTO III 2024

Variables	**Tratamientos**						**Media General**	**CV (%)**
	T1	**T2**	**T3**	**T4**	**T5**	**T6**		
DE (Ns)	9	9	8	8	9	9	9	6.58
Rango	A	A	A	A	A	A		
PE (**)	89.31	97.86	95.94	96.79	95.29	92.95	94.69	2.14
Rango	B	A	A	A	A	AB		
AP (Ns)	46.37	48.87	47.03	45.5	45.93	45.67	46.56	6.45
Rango	A	A	A	A	A	A		
IMF (**)	9.19	8.76	3.20	2.78	3.20	3.85	5.16	20.51
Rango	A	A	B	B	B	B		
DCS (**)	157	153	138	137	153	145	147	2.62
Rango	A	AB	C	C	AB	BC		
NVP (**)	13	15	29	32	25	21	23	9.53
Rango	E	DE	AB	A	BC	CD		
NGV (**)	4	4	5	4	6	6	5	9.10
Rango	C	C	BC	C	A	AB		
DFSG (*)	8.72	9.95	5.16	3.95	5.74	7.88	6.90	28.90
Rango	AB	A	AB	B	AB	AB		
DFTG (**)	43.99	47.21	21.78	20.13	36.71	42.53	35.39	15.68
Rango	A	A	BC	C	AB	A		
GLS (**)	47.37	42.83	73.07	75.92	57.55	49.59	57.72	8.99
Rango	BC	C	A	A	B	BC		
RB (**)	237.6	230.2	1186.2	1338.6	637.2	523.6	692.21	26.67
Rango	B	B	A	A	B	B		
RGS (**)	114.4	100.8	875.1	1016.4	367.4	256.9	455.16	28.51
Rango	B	B	A	A	B	B		

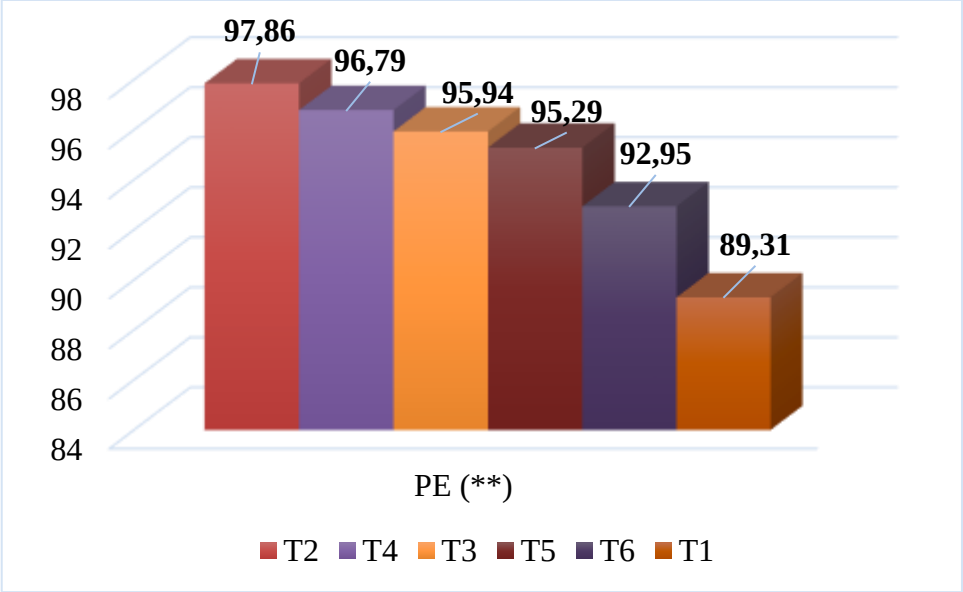
Nota: **(**)** = Altamente significativo, **(*)** = Significativo, **(Ns)** = No significativo, **(Mg) =** Media general, **(CV) =** Coeficiente de variación

Interacciones entre factores A×B (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización)

Respecto a los resultados obtenidos en campo, en relación con los factores A×B (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización, y los resultados de análisis de varianza, determinamos la existencia de diferentes estadísticas altamente significativas (**), para las variables: PE, IMF, DCS, NVP, NGV, DFTG, GLS, RB, RGS, mientras que las variables: DFSG fue estadísticamente significativa (*).

Figura 13

Porcentaje de emergencia (PE) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización



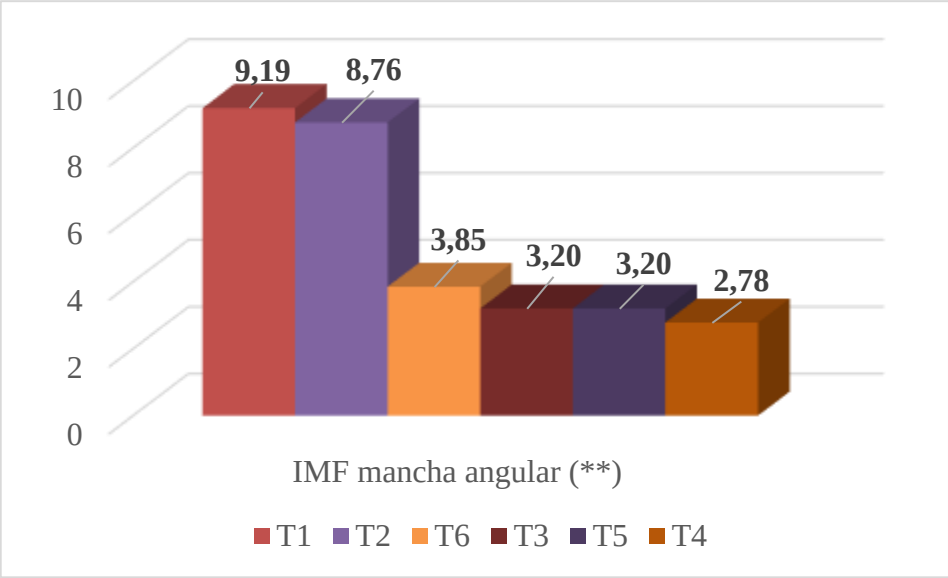
Según los resultados obtenidos para el "Porcentaje de emergencia" en la interacción de factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización), la respuesta fue altamente significativa (**). El tratamiento T2: Mantequilla Chillanes + Ecoabonaza presentó mayor promedio con 97.86%, mientras el tratamiento T1: Mantequilla Chillanes + 10-30-10 tuvo menor promedio con 89.31%. La media general fue de 94.69%, con un coeficiente de variación de 2.14%.

En conclusión, para garantizar una buena emergencia y un adecuado desarrollo de las plantas, es esencial considerar factores como la calidad de la semilla, la nutrición

del suelo y sus condiciones físicas. El uso de materia orgánica en la fertilización mejora significativamente la estructura y la capacidad de retención de agua del suelo, lo que favorece la germinación y contribuye al crecimiento saludable de las plantas, lo que se evidencia en los tratamientos T2 y T4, en donde se usó Ecoabonaza en dosis de 6 tm/ha al momento de la siembra y además se puede observar una respuesta de la calidad de semilla en referencia a la viabilidad ya que todos los tratamientos superan el 85% de emergencia, parámetro que tiene relación directa con la germinación y viabilidad.

Figura 14

Incidencia de manchas foliares (IMF) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización



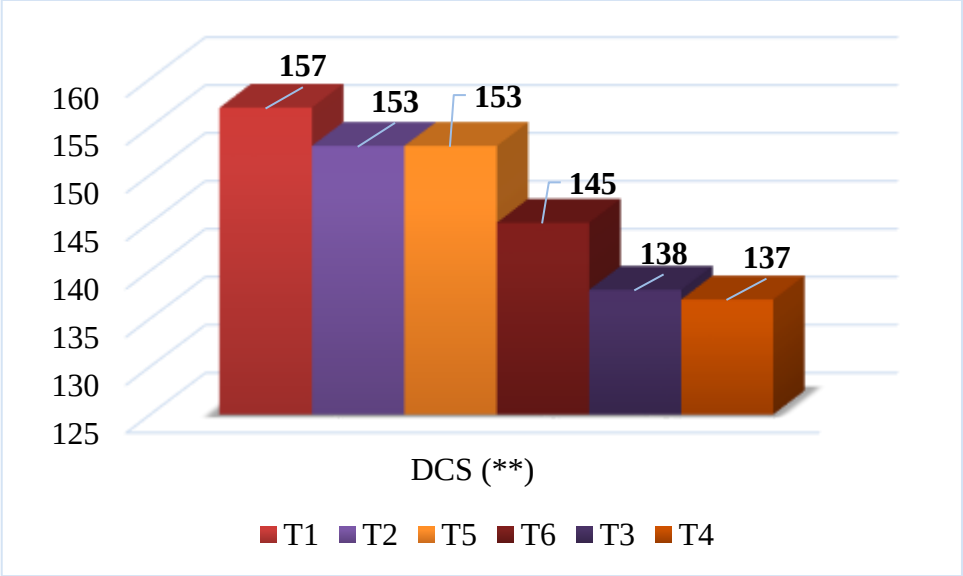
Conforme con los resultados obtenidos en la “Incidencia de manchas foliares" en la interacción de Factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización) la respuesta fue altamente significativa (**), El tratamiento T1: Mantequilla Chillanes + 10-30-10 presentó mayor promedio con 9.19%, mientras el tratamiento T4: INIAP-483 + Ecoabonaza tuvo menor promedio con 2.78%. La media general fue de 5.16%, con un coeficiente de variación de 20.51%.

La relación entre la incidencia de manchas foliares y la fertilización radica en que una nutrición adecuada puede influir en la resistencia de las plantas a enfermedades.

Aunque las condiciones climáticas, como las altas precipitaciones y la humedad, son factores determinantes en la aparición de estas enfermedades, una fertilización bien equilibrada puede fortalecer las plantas; sin embargo, en el presente estudio la respuesta se orienta por el carácter varietal de las accesiones identificando que T1 y T2 en donde se encuentra el eco-tipo Mantequilla Chillanes es el más susceptible, mientras que Canario Chillanes e INIAP-483 expresa una buena tolerancia en planta.

Figura 15

Días a la cosecha en seco (DCS) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización



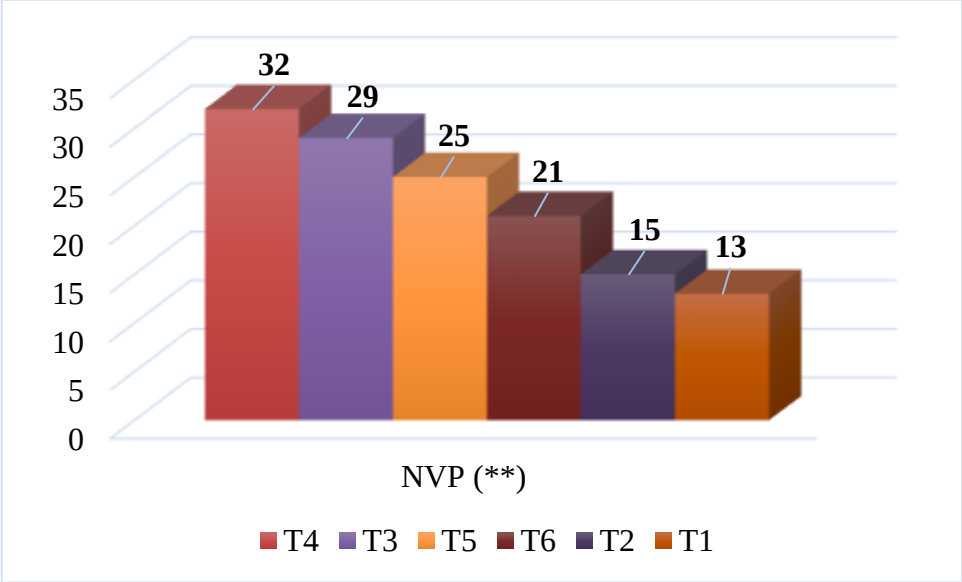
Según los resultados obtenidos para los "Días a la cosecha", en la interacción de factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización), la respuesta fue altamente significativa (**). El tratamiento T1: Mantequilla Chillanes + 10-30-10 presentó mayor promedio con 157 días, mientras el tratamiento T4: INIAP-483 + Ecoabonaza tuvo menor promedio con 137 días. La media general fue de 147 días con un coeficiente de variación de 2.62%.

Se puede observar que el uso de un fertilizante químico retrasó la cosecha entre 1 y 7 días de acuerdo a la precocidad ya definida por la variedad, siendo la abonadura orgánica la responsable de generar cosechas más precoces, aunque en rangos

pequeños. Si se requieren accesiones precoces una buena alternativa sería INIAP-483.

Figura 16

Número de vainas por planta (NVP) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización

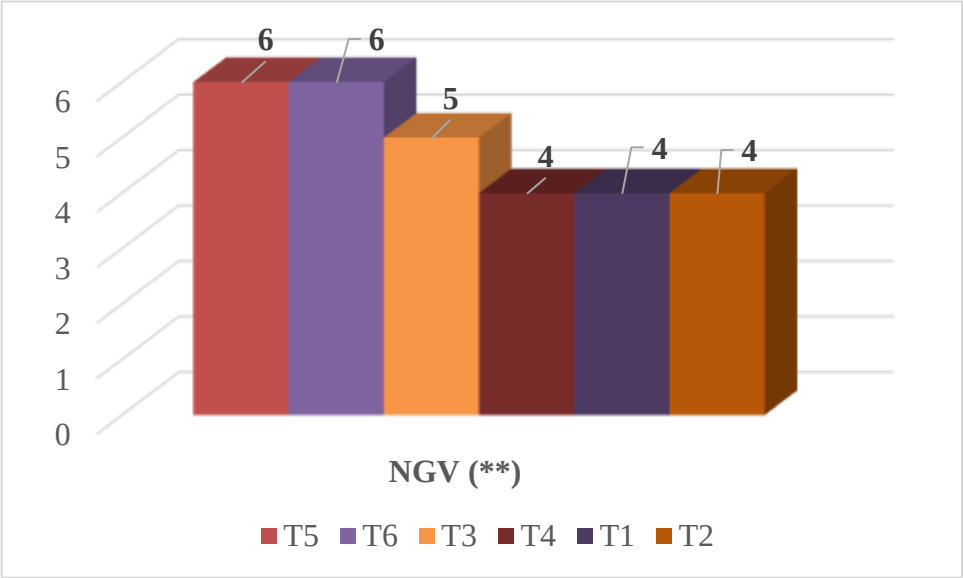


Conforme con los resultados obtenidos para el "Número de vainas por planta" en la interacción de factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización), la respuesta fue altamente significativa (**). El tratamiento T4: INIAP-483 + Ecoabonaza presentó mayor promedio con 32 vainas, mientras el tratamiento T1: Mantequilla Chillanes + 10-30-10 tuvo menor promedio con 13 vainas. La media general fue de 23 vainas, con un coeficiente de variación de 9.53%.

El número de vainas de fréjol está determinado por las características genéticas, e influenciada por las condiciones climáticas y el manejo general que se le da al cultivo. En la presente investigación se observa claramente la influencia de la accesión, encontrando que INIAP-483 expresó su potencial en los dos tipos de manejo de su nutrición, con un efecto superior en la fertilización de tipo orgánico, quizás por una presencia de microelementos que mejoraron el cuajado y la formación de las vainas.

Figura 17

Número de granos por vaina (NGV) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización

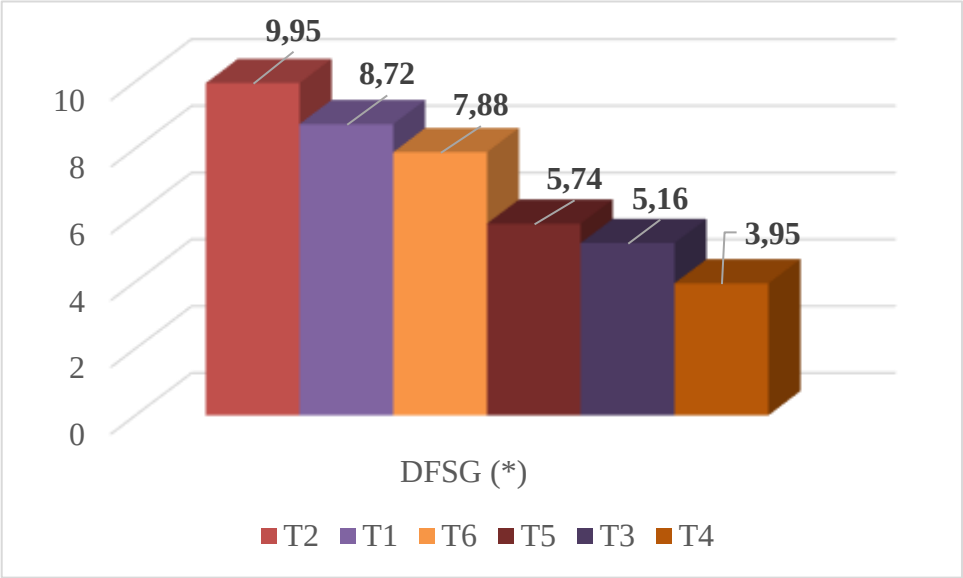


Según los resultados obtenidos para el "Número de granos por vaina" en la interacción de factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización), la respuesta fue altamente significativa (**). El tratamiento T5: Canario Chillanes + 10-30-10 presentó mayor promedio con 6 granos, mientras el tratamiento T2: Mantequilla Chillanes + Ecoabonaza tuvo menor promedio con 4 granos. La media general fue de 5 granos, con un coeficiente de variación de 9.10%.

El número de granos en una vaina, está determinado por el potencial genético de una accesión de fréjol, evidenciando claramente que ese fue el aspecto mandatorio en la interacción, en donde el mejor promedio lo mantiene el eco-tipo Canario Chillanes con un número de 6 granos, asociado también a una vaina más la larga; y siendo este un importante componente del rendimiento, sin olvidar que la calidad no está asociado solo a valores cuantitativos, sino también a aspectos cualitativos y fitosanitarias.

Figura 18

Daño físico de grano (DFSG) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización



Conforme con los resultados obtenidos para los "Días a la cosecha" en la interacción de factores AxB (Accesiones por tipos de fertilización) la respuesta fue significativa (*). Los tratamientos T2: Mantequilla Chillanes + Ecoabonaza y T1: Mantequilla Chillanes + 10-30-10 presentaron mayor promedio con 9.95%, y 8.72% respectivamente, mientras los tratamientos T4: INIAP-483 + Ecoabonaza y T3: INIAP-483 + 10-30-10 tuvieron menor promedio con 3.95% y 5.16% respectivamente. La media general fue de 6.90 con un coeficiente de variación de 28.90%.

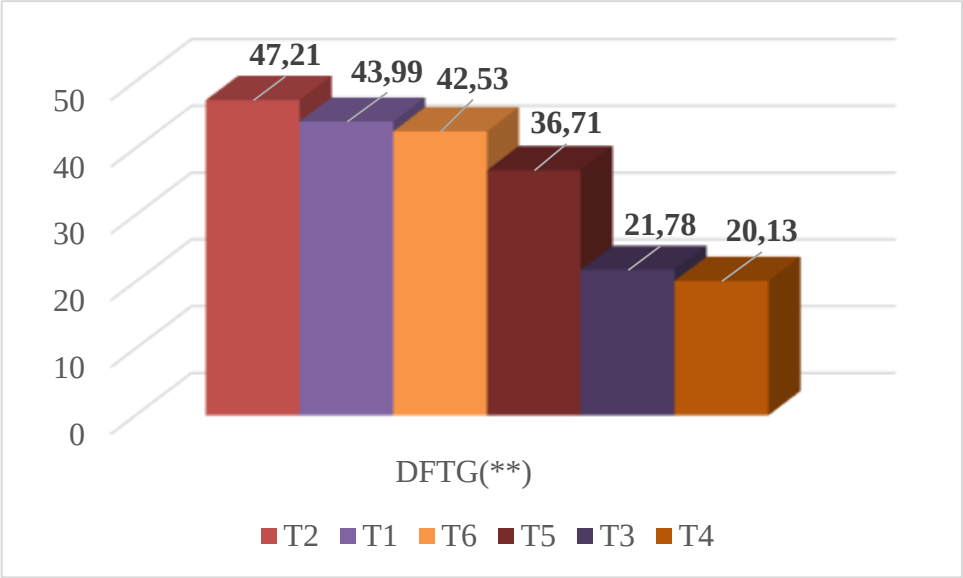
El daño físico de grano está determinado por la presencia de impurezas como residuos de cosecha, restos de malezas, granos partidos entre las principales, aspecto que está muy relacionado a la calidad del grano y del proceso de trilla y limpieza.

También se consideran impurezas a los granos que por algún motivo no llenaron completamente, por lo que no logran llegar a un proceso de madurez fisiológica adecuado.

En este sentido los tratamientos T2, T1, T6 y T5 que mantienen dentro de sus componentes al fréjol Mantequilla y el Canario Chillanes respectivamente, presentan más de 5% de impurezas principalmente determinados por granos chupados que no lograron llenar fisiológicamente, asumiendo que en el periodo de producción, estas accesiones sufrieron fuertes condiciones de estrés que limitaron su adaptación y resistencia; mientras que T3 y T4 con INIAP-483 se adaptó mejor a las condiciones y logró llenar el mejor manera sus granos en un proceso de madurez homogénea.

Figura 19

Daño fitosanitario de grano (DFTG) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización



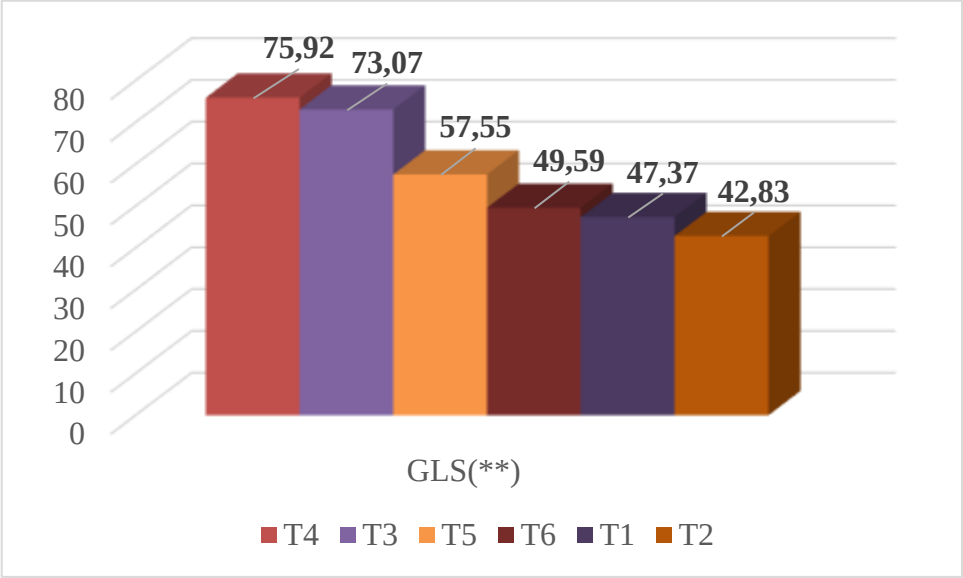
Según los resultados obtenidos para el "Fitosanitario de grano" en la interacción de factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización), la respuesta fue altamente significativa. Los tratamientos T2y T1: presentaron mayor promedio con 47.21%y 43.99 mientras los tratamientos T3 y T4 tuvieron menor promedio con 21.78% y 20.13%. La media general fue de 35.91con un coeficiente de variación de 15.68%.

El daño fitosanitario del grano es un importante componente de la calidad del mismo, y en el presente estudio, pese a tener bajas incidencias de manchas foliares

en etapa vegetativa, se presentó una gran incidencia de Antracnosis y Mancha angular que superó el 80% en llenado de vaina hasta madurez fisiológica, lo cual repercutió en graves daños y reducción de la calidad, presentándose los tratamientos T3 y T4 como medianamente resistentes al tener los menores valores en porcentaje de daño y este material se podría considerar para nuevas investigaciones debido a su fortaleza.

Figura 20

Grano limpio y sano (GLS) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización



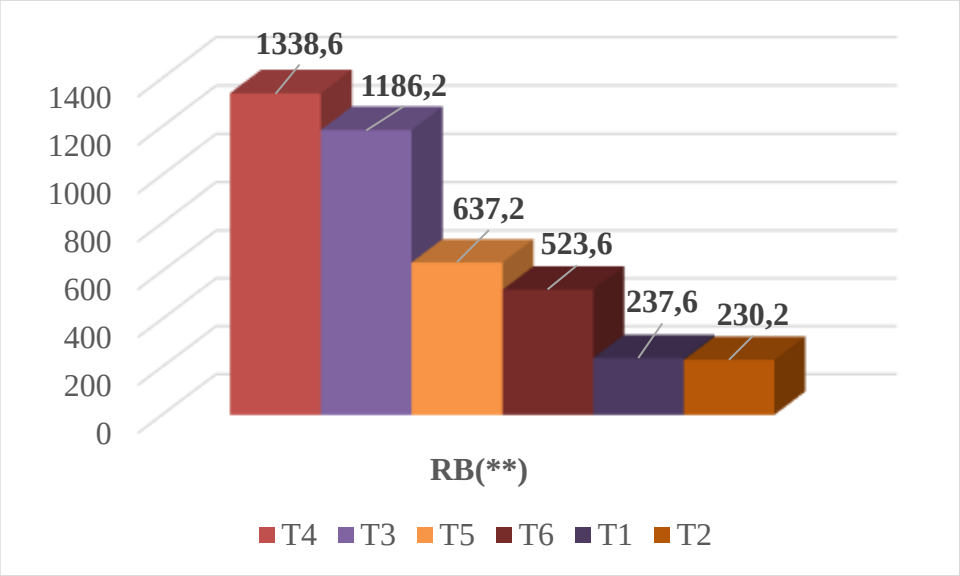
Conforme con los resultados obtenidos para el "grano limpio y sano" en los factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización) la respuesta fue altamente significativa (**). Los tratamientos T4 y T3: presentaron mayor promedio, mientras los tratamientos T2 y T1: tuvieron menor promedio con valores inferiores al 50%.

En términos generales, los granos con características fenotípicas óptimas para el mercado comercial fueron notablemente escasos en Mantequilla Chillanes ya que la calidad del grano es determinante para la comercialización, y su disminución puede generar pérdidas económicas significativas, especialmente si se tratara de un cultivo destinado a la venta en mercados de alto valor. Por el contrario, INIAP-483

pese a las condiciones fitosanitarios adversas mantuvo sobre un 70% de grano sano; lo que puede ser importante al momento de cuantificar su rendimiento.

Figura 21

Rendimiento bruto (RB) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización



Según los resultados obtenidos para el "Rendimiento bruto" en la interacción de factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización), la respuesta fue altamente significativa (**). Los tratamientos T4 y T3: presentaron mayor promedio superando 1.1 tm/ha, mientras los tratamientos T2y T1: tuvieron menor promedio el cual no supera los 0.3 tm/ha.

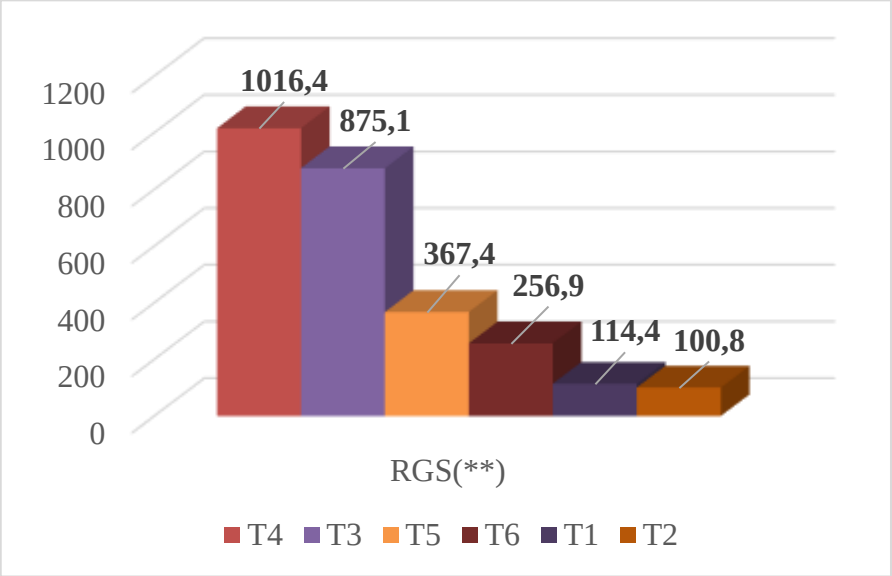
El rendimiento bruto del cultivo estuvo determinado por una interacción compleja de factores agronómicos, ambientales y genéticos, las prácticas agronómicas, como la fertilización, el manejo de plagas y enfermedades, las técnicas de siembra y cosecha; y la genética de la planta, que determinó la capacidad de adaptación al ambiente y su potencial productivo.

Es importante señalar que, en general, los rendimientos obtenidos fueron bajos, especialmente cuando se considera el volumen total de grano cosechado sin selección.

Además, la inclusión del grano no seleccionado, que probablemente mantiene granos dañados o de menor calidad, también contribuye a la reducción del rendimiento neto, ya que estos granos no cumplen con los estándares comerciales ni tienen el mismo valor de mercado que los granos de calidad superior.

Figura 22

Rendimiento de grano sano (RGS) en la interacción de accesiones de fréjol por tipos de fertilización



Conforme con los resultados obtenidos para el "Rendimiento de grano sano" en los factores AxB (Accesiones de fréjol por tipos de fertilización) la respuesta fue altamente significativa (**), El tratamiento T4: INIAP-483 + Ecoabonaza presentó mayor promedio con 1016.4 kg/ha, mientras el tratamiento T2: Mantequilla Chillanes + Ecoabonaza tuvo menor promedio con 100.8 kg/ha.

Los bajos índices del rendimiento en la localidad de Laguacoto, obedecen a un periodo de sequía prolongado en la fase inicial y a un exceso en las lluvias luego de floración y llenado de vainas; aspecto que redujo significativamente el volumen de cosecha y generó grandes pérdidas en rendimiento.

4.4 Análisis de correlación y regresión

Tabla º N.º 4

Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes que tuvieron significancia estadística positiva con el rendimiento de fréjol.

Variables independientes componentes de rendimiento (x)	Coeficiente de correlación (r)	Coeficiente regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2%)
(NVP)	0.87 **	46.04	75.18
(GLS)	0.90**	24.72	80.26
(RB)	0.99**	0.81	97.57

Nota: ** = Altamente significativo

Coeficiente de Correlación (r)

En la presente investigación, las variables que mostraron una correlación positiva altamente significativa (**) fue el número de vainas (NVP), grano limpio y sano (GLS), rendimiento bruto (RB).

Coeficiente de Regresión (b)

Las variables que contribuyeron al aumento del rendimiento fueron: número de vainas por planta (NVP), con un coeficiente de regresión de 46.06, grano limpio y sano (GLS), con un coeficiente de regresión de 24.72, rendimiento bruto (RB), con un coeficiente de regresión 0.81, con una dependencia directa en su cambio unitario hacia el incremento en el volumen de grano.

Coeficiente de Determinación (%)

El mayor incremento en el rendimiento se observó en la variable número de vainas por planta (NVP), con un valor de coeficiente de determinación (R^2) de 75.18%. Esto indica que el 75.18% del incremento en el rendimiento se puede atribuir a la variable número de vainas por planta (NVP).

4.5 Análisis económico de la relación beneficio/costo

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R	200,20	176,40	1531,43	1778,70	642,95	449,58
IB	266,27	234,61	1699,88	1974,36	713,67	499,03
IN	-2369,36	-3178,17	-935,75	-1438,42	-1921,96	-2913,75
B/C	-0,90	-0,93	-0,36	-0,42	-0,73	-0,85

Según los resultados establecidos por el análisis del beneficio económico, en relación a los costos de producción proyectados a una hectárea con cada una de las tecnologías evaluadas en los diferentes tratamientos, y su rendimiento en la campaña de siembra 2024, se puede evidenciar que en ninguno de los tratamientos se obtiene ganancia, fenómeno orientado principalmente por una baja productividad asociada a difíciles condiciones climáticas que generaron alta incidencia y severidad de enfermedades foliares como la mancha angular y la antracnosis, lo que repercutió en un daño de hasta el 80% de grano.

Con este antecedente se puede observar que los tratamientos que incluyen a la variedad INIAP-483 INTAG, para fertilización química (T3) y abonadura orgánica (T4) presentan los menores índices de pérdida económica, en el rango de -0.36 y 0.42 respectivamente, lo que se traduce en que por cada dólar de inversión se estaría generando una pérdida de $ 0.36 y $ 0.42 dólares.

4.6 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo con los resultados estadísticos obtenidos de las tres accesiones de fréjol con tipos de fertilización, la mayor cantidad de variables fueron significativas por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, es decir que la calidad productiva depende de las accesiones y el tipo de fertilización.

CAPÍTULO V

5.1 CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos y respondiendo a los objetivos establecidos en la presente investigación se determina las siguientes conclusiones:

- La accesión correspondiente a la variedad INIAP-483, presentó las mejores características agronómicas, sanitarias y productivas pese a las condiciones climáticas y bajos rendimientos.
- El tipo de fertilización con mejor respuesta fue la aplicación orgánica: (Ecoabonaza), alcanzando mayores resultados en las diferentes características agronómicas evaluadas en el cultivo de fréjol.
- El tratamiento con mayor respuesta a la mayoría de las características evaluadas fue el T4: (INIAP-483 + Ecoabonaza), superando notablemente a los demás tratamientos en evaluación.
- Se evidencia que en ninguno de los tratamientos se obtiene ganancia, fenómeno orientado principalmente por una baja productividad asociada a difíciles condiciones climáticas que generaron alta incidencia y severidad de enfermedades foliares como la mancha angular y la antracnosis, lo que repercutió en un daño de hasta el 80% de grano.

5.2 RECOMENDACIONES

- Continuar la validación de germoplasma de fréjol arbustivo y factores de nutrición en fertilización y abonaduras, para corroborar datos en diferentes épocas de siembra y localidades.
- Considerar otro tipo de accesiones de fréjol INIAP-480 Rocha (Amarillo–Canario), INIAP-481 Rojo del Valle(Rojo Moteado), INIAP-422 Blanco Belén etc.) para poder determinar el comportamiento en las diferentes variables agronómicas.

BIBLIOGRAFÍA

Agualongo, G. (2021). Caracterización morfo-agronómica de dieciséis accesiones de fréjol voluble (Phaseolus vulgaris l) colectadas en el cantón Chillanes, provincia Bolívar. 11. Chillanes. Obtenido de https: // dspace. ueb. edu. ec/handle/123456789/4001

Almachi, J. (2024). "Evaluación de tres distintos métodos de producción con tres variedades de fréjol arbustivo (Phaseolus Vulgaris L.) INIAP-420, INIAP-425 Y INIAP-484, en el Campus Ceasa 2023.". Obtenido de http: // repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11672/1/PC-003121.pdf

Avegno, L. (2023). Efecto del Bioestimulante Natural Growth en la producción de fréjol cuarenteño (Phaseolus vulgaris L.) en la zona de Montalvo, Los Ríos. 10. Babahoyo. Obtenido de http:// dspace.utb.edu. ec/bitstream/handle/ 49000/14145/ PI- UTB- FACIAG- AGROPECUARIA REDISE %C3% 91ADA-000006.pdf?sequence=1

Baque, R. (2023). Respuesta agronómica delfrijol cuarenton (Phaseolus vulgaris L.) con abonos orgánicos en dos pisos climáticos diferentes. La Maná, Ecuador. Obtenido de http:// zrepositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10085/1/UTC-PIM-000607.pdf

Bodero, N. (2023). Comportamiento agronómico del fréjol (phaseolus vulgaris l.) con dos abonos orgánicos en la época seca. Obtenido de http:// repositorio. utc.edu.ec/bitstream/27000/10092/1/UTC-PIM-000619.pdf

Bravo, O. (Junio de 2017). Evaluación morfo-agronómica y productiva de 18 cultivares de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.), en el cantón Caluma, provincia Bolívar. Caluma. Obtenido de https:// www. dspace. ueb. edu. ec/bitstream/123456789/1812/1/TESIS%20FINAL%20OSCAR%20BARAVO.pdf

Cadena, C. (2021). Respuesta morfo-agronómica de 8 cultivares de fréjol arbustivo (phaseolus vulgaris l.), en la Granja Laguacoto iii, cantón Guaranda, provincia Bolívar. Obtenido de https:// dspace. ueb. edu. ec/ handle/ 123456789/3894

Campos, L. (2022). Efecto de tres fertilizantes orgánicos en el comportamiento agronómico del cultivo del fréjol (phaseolus vulgaris l.) en el recinto Calope de Garrido Cantón Pangua Provincia de Cotopaxi.

Cando, C. (2021). Caracterización morfo-agronómica de dieciséis accesiones de fréjol voluble (Phaseolus vulgaris l) colectadas en el cantón Chillanes, provincia Bolívar. Obtenido de https:// www. dspace. ueb. edu. ec/ handle/ 123456789/4001

Cedeño, J. (Abril de 2022). "Respuesta agronómica de fréjol de palo (cajanus cajan l.) con abonos orgánicos". Obtenido de http:// repositorio. utc. edu. ec/ bitstream/27000/8595/1/UTC-PIM-%20000469.pdf

Chávez, M. (2018). Validación agronómica de 20 cultivares de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.), en la localidad de Monte Carlos, cantón Urdaneta, provincia de los Ríos. Los Rios. Obtenido de http:// dspace. ueb. edu. ec/handle/123456789/2644

Chimbolema, R. (2020). Caracterizaciòn morfo-agronòmica de germoplasma de frèjol arbustivo (Phaseolus vulgaris l.) en la Granja Laguacoto III, cantòn Guaranda, provincia Bolìvar. Obtenido de https:// dspace. ueb. edu. ec /handle/123456789/3599

Correa, C. (2022). Efecto de la aplicación de microorganismos benéficos sobre. 22. Loja, Loja. Obtenido de https:// dspace. unl. edu. ec/jspui/bitstream/123456 789/25685/1/Cristina%20Marisol%20Correa%20Ullauri.pdf

Cuchipe, A. (2023). Productividad del cultivo de fréjol (phaseolus vulgaris l.), mediante la aplicación foliar de tres dosis de ácidos húmicos en la parroquia del Triunfo, cantón la Maná. 15. La Maná. Obtenido de http:// repositorio. utc.edu.ec/bitstream/27000/10080/1/UTC-PIM-000609.pdf

Curay, J. (2019). Evaluación agronómica de tres variedades de Fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.) bajo las condiciones climáticas de la comunidad de Rumichaca del cantón Pelileo. Pelileo. Obtenido de https:// repositorio. uta.edu.ec/bitstream/ 123456789/ 30037/1/ Tesis-237% 20%20Ingenier% C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20640.pdf

Diaz, M. (Septiembre de 2021). Evaluación agronómica de fréjol ((Phaseolus vulgaris L.) mixturiado bajo un sistema agroecológico en la granja

experimental, La Pradera. 25. Ibarra. Obtenido de http:// repositorio. utn. edu.ec/bitstream/123456789/11526/2/03%20AGP%20297%20TRABAJO%20GRADO.pdf

Espinoza, F. (2022). Caracterización morfo–agronómica de ocho accesiones de fréjol voluble (Phaseolus vulgaris L.) en las localidades de Guaranda y Pallatanga, en su segundo periodo de validación. 12. Pallatanga. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4676

FIRE. (2022). Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Obtenido de https:// sursureste. org. mx /wp-content/ uploads/ 2023/01/ Panorama-Agroalimentario-Frijol-2022.pdf

Galeas, J. (2023). Caracterización de la incidencia y severidad de antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum) (Sacc. & magnus) y mancha angular (Pseudocercospora griseola) en 17 accesiones de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L.), en la zona agroecológica de Naguán. Obtenido de https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ccb03417-6b5f-4879-b06e-c2c218481821/content

Garcia, K. (2022). Efecto de la aplicación de tres niveles de fertilización orgánica en el cultivo de fréjol. Obtenido de http:// repositorio. utc. edu. ec/bitstream /27000/8598/1/UTC-PIM-000472.pdf

García, N. (2024). Respuesta agronómica del fréjol de palo (Cajanus cajan) en asociación con poró (Erythrina sp), en el centro experimental Sacha Wiwa parroquia Guasaganda. Obtenido de http:// repositorio. utc. edu. ec/bitstream/27000/11688/1/UTC-PIM-000774.pdf

Gasasola, D. (2021). Programa de fertilización para el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris l.) var. icta chortí acm, con el nivel 50-60-100 kg ha-1 de nh4-p2o5-k2o, departamento de Chiquimula, Guatemala. Obtenido de http:// www. repositorio.usac.edu.gt/15379/1/19%20IA%20TG-3691.pdf

Holdridge. (1979). Obtenido de https://repositorio.iica.int/handle/11324/7936

INEC. (2023). Boletín situacional cultivo de fréjol. Obtenido de https:// app. powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZTEyY2NiZDItYjIzYi00ZGQ1LTlkNGEtNDE1OGViM2Q1N2VlIiwidCI6ImYxNThhMmU4LWNhZWMtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTExMiJ9&pageName=ReportSection

Llomitoa, A. (2024). “Producción de fréjol canario de mata (phaseolus vulgaris) con tres diferentes dosis de fertilizantes orgánicos en el recinto Pilancón”. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream /27000/6925/1/UTC-PIM-000266.pdf

Madera, V. (2018). “Estudio de la aplicación de zinc en el desarrollo y producción de variedades mejoradas de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) en la zona de La Portada,Provincia del Carchi”. 5. Carchi. Obtenido de http:// dspace. utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4370/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000084.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MAG. (2024). Situación actual de fréjol en la proviciande Bolívar.

Medina, N. (2022). “Caracterización morfológica de 50 accesiones del germoplasma de frijol “phaseolus vulgaris” en el Valle de Chincha”. Perú. Obtenido de https:// repositorio. unjfsc. edu. pe/ bitstream/ handle/ 20. 500. 14067/6907/NICANOR%20FRANCISCO%20MEDINA%20PORTILLA compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nuñez, A. (2018). Caracterizacion morfologica y agronomica de germoplasma de fréjol voluble (phaseolus vulgaris l.) con investigacion participativa en la pesqueria, canton San Miguel, provincia Bolívar. 12.

Osorio, J. (2022). Obtención y caracterización de un coagulante catiónico a partir del fréjol arbustivo (phaseolus vulgaris l.) para clarificación de agua. Obtenido de http:// dspace. espoch. edu. ec/ bitstream/ 123456789 /17748/1/96T00791.pdf

Paucar, B. (2023). Evaluación del proceso postcosecha de fréjol (Phaseolus vulgaris) en la parroquia Malacatos de la provincia de Loja. Obtenido de https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28531/2/BryanAlexander_PaucarPaucar.pdf

Quinatoa, M. (2019). Caracterización morfo-agronómica de fréjol voluble (Phaseolus vulgaris L.) tipo canarios colectados en los cantones Chillanes, San Miguel y Guaranda. Obtenido de http://d space. ueb. edu. ec/handle/123456789/3273

Remache, P. (2022). “Evaluación de dosis y frecuencia en aplicación de ecoabonaza en forma líquida en el crecimiento del cultivo de tomate de árbol (solanum

betaceum cav) en la terraza de banco en el campus Salache, Lacunga Cotopaxi 2022". Obtenido de http:// repositorio. utc. edu. ec/ bitstream /27000/9301/1/PC-002326.pdf

Reyes, J. (2019). Producción de dos variedades de fréjol (phaseolus vulgaris), bolón blanco y canario con dos abonos orgánicos, en la finca San Vicente de Chaca del canton Pangua, año 2013. 8. La Maná. Obtenido de http:// repositorio. utc.edu.ec/bitstream/27000/3549/1/T-UTC-00826.pdf

Tayupanda, G., & Tumbaco , F. (Abril de 2022). Obtenido de http:// repositorio. utc.edu.ec/bitstream/27000/8591/1/UTC-PIM-%20000465.pdf

Tello, J. (2022). Estudio del efecto agronómico en dos sistemas de siembra (monocultivo e intercalado) de tres variedades de fréjol arbustivo (phaseolus vulgaris), en el barrio Anchiliví, cantón Salcedo. Latacunga. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9618/1/PC-002437.pdf

Tierra, C. (2018). Determinación del período crítico del fréjol (phaseolus vulgaris l. var. cargabello) en competencia con plantas indeseables. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/6928/2/13T0844.pdf

Tito, W. (2023). Efecto del té de plátano, como complemento a la fertilización edáfica, para mejorar el rendimiento del fréjol (phaseolus vulgaris). 26. El Triunfo. Obtenido de https:// cia. uagraria. edu.ec/ Archivos/ TITO%20 BRAVO%20WLIMINTON%20ARTURO.pdf

Tituaña, J. (2022). Tolerancia a la oxidación de 10 genotipos de fréjol arbustivo en grano tierno en Malchinguí, Pichincha. Obtenido de https:// www. dspace. uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/19e5309a-21e9-44c0-b92b 7ca32749829b/content

Tonato, M. (2022). Evaluación del efecto de ozono (O3) en el control de gorgojo (Acanthoscelides obtectus), en granos almacenados de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) en el campus Salache, Cotopaxi. 2021-2022. Obtenido de http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9223/1/PC-002337.pdf

Torres, J. (2020). "Evaluación de la adaptación y rendimiento de 7 variedades mejoradas y 3 variedades nativas de fréjol arbustivo (Phaseolus vulgaris L) en el valle de Yunguilla.". 28. Cuenca. Obtenido de http:// dspace. ucuenca. edu.ec/bitstream/123456789/34010/1/Trabajo%20de%20titulacion.pdf

Urribarri, 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 Cusc. 14. Ayacucho, Perú. Obtenido de https:// repositorio. unsch. edu.pe/bitstream/UNSCH/5641/1/TESIS%20AF23 Urr.pdf

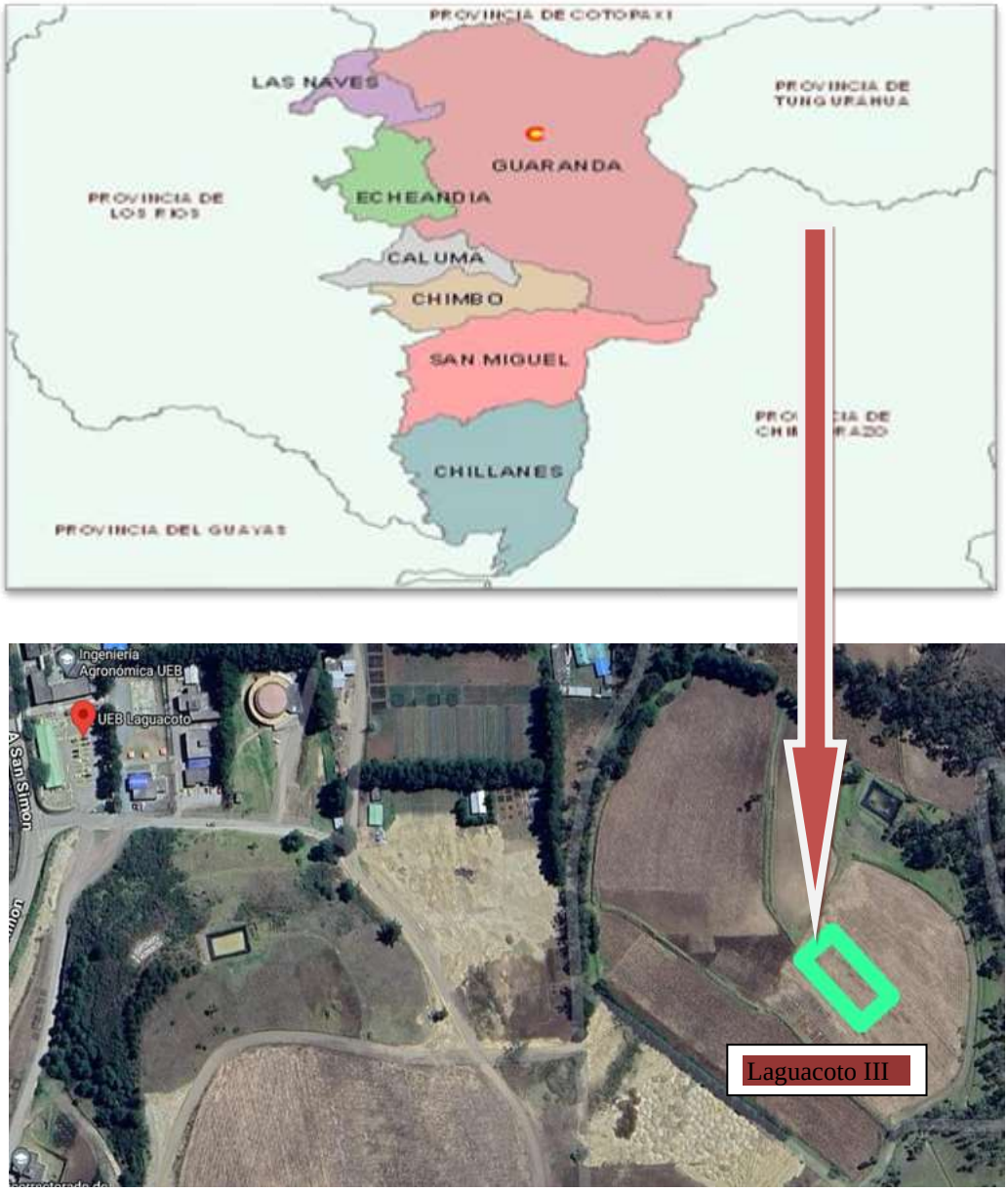
Villalba, J. (2017). Desarrollo de fenológico del cultivo de fréjol (Phaseolus vulgaris L.) Var Cargabello en el Cantón Bucay Provincia de Guayas. 13. Cumandá. Obtenido de https:// repositorio. uta. edu. ec/ bitstream/ 123456 789/25091/1/tesis%20025%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Villalba%20Juan%20-%20cd%20025.pdf

Villares, J. (2020). Efectos de la competencia de malezas en la fase vegetativa en el cultivo de fréjol (phaseolus vulgaris) cantón Ventanas, provincia de los Ríos trabajo experimental. 19. Ventanas. Obtenido de https:// cia. uagraria. edu.ec/Archivos/VILLARES%20PAZOS%20JONATHAN%20RENE.pdf

Yungan, J. (2021). "Evaluacion de tres tipos de abonos orgánicos a tres dosis en el comportamiento agronómico de arveja (pisum sativum) en terrazas de banco, Ceypsa-utc, provincia de Cotopaxi, 2021". Obtenido de http:// repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8154/1/PC-002110.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ensayo



Anexo 2. Croquis del ensayo

TRATAMIENTOS

R1	**T1** M + FQ	**T2** M + FO	**T3** R + F. Q	**T4** R + FO	**T5** C + F Q	**T6** C + FO
R2	**T6** C + FO	**T4** R + FO	**T2** M + FO	**T5** C + FQ	**T3** R + FQ	**T1** M + FQ
R3	**T5** C + FQ	**T3** R + FQ	**T1** M + F. Q	**T6** C + FO	**T4** R + FO	**T2** M + FO

Anexo 3. Base de datos

Tratamientos	Repeticiones	FA	FB	Días a la emergencia	% de emergencia	Altura de planta	% manchas foliares	Días a la cosecha	N.° de vainas por planta	N.° de granos por vaina	Daño físico de grano	Daño fitosanitario de grano	Grano limpio y sano	Rendimiento bruto	Rendimiento de grano sano
1	1	1	1	10	88.46	42	7.69	160	15	4	10.20	54.38	35.42	239.44	84.82
2	1	1	2	9	98.08	48.10	8.33	150	17	4	11.59	54.95	33.46	180.68	60.45
3	1	2	1	8	94.23	43.80	3.84	140	30	4	5.67	26.28	68.05	1033.78	703.45
4	1	2	2	9	96.15	43.90	2.56	135	33	4	4.72	20.74	74.53	1061.47	791.16
5	1	3	1	10	90.38	47.30	5.13	155	25	6	4.65	38.81	56.54	678.42	383.56
6	1	3	2	9	94.23	47.70	4.48	145	24	6	7.86	49.14	42.99	314.47	135.20
1	2	1	1	10	89.74	50.90	9.61	155	9	4	11.43	37.60	51.20	102.24	52.66
2	2	1	2	9	97.43	49.6	8.97	160	14	4	9.93	46.09	43.98	260.81	114.69
3	2	2	1	9	96.15	49.40	2.56	135	25	5	7.56	19.58	72.87	1010.45	736.28
4	2	2	2	8	97.43	460	3.21	140	30	5	4.91	16.34	78.75	1352.08	1064.70
5	2	3	1	9	98.07	48.60	2.56	148	26	6	6.26	34.62	59.12	748.02	442.22
6	2	3	2	10	90.38	42.10	3.85	144	16	5	12.66	28.62	58.72	380.29	223.20
1	3	1	1	9	89.74	46.20	10.26	155	15	4	4.53	39.99	55.48	370.97	205.80
2	3	1	2	8	98.08	48.90	8.97	150	16	4	8.34	40.60	51.06	249.16	127.22
3	3	2	1	8	97.43	47.90	3.21	140	33	5	2.25	19.47	78.28	1514.40	1185.48
4	3	2	2	9	96.79	46.60	2.56	135	32	4	2.22	23.30	74.48	1602.14	1193.33
5	3	3	1	10	97.43	41.90	1.92	155	24	6	6.31	36.70	56.98	485.01	276.38
6	3	3	2	9	94.23	47.20	3.21	145	24	6	3.11	49.83	47.06	875.98	412.25

Anexo 4. Evidencia del trabajo realizado en el proceso de seguimiento y evaluación del ensayo



Preparación del terreno



Delimitación de parcela y surcado



Siembra



Tape de semilla



Riego



Control de maleza



Toma de variable altura de planta



Visita de campo



Cosecha



Secado



Toma de datos número granos de vainas



Trilla



Aventado



Selección



Almacenamiento

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Accesión: Una muestra distinta, singularmente identificable de semillas que representa un cultivar, una línea de cría o una población y que se mantiene almacenada para su conservación y uso.

Altitud: Se refiere a la elevación vertical de un punto o una ubicación sobre el nivel del mar. Es una medida importante en geografía y climatología, ya que influye en varios aspectos del clima, la vegetación, la fauna y la vida humana.

Aminoácidos: Son los bloques de construcción fundamentales de las proteínas.

Autofecundables: Se refiere a la capacidad de una planta para realizar la autofecundación, es decir, la fertilización de los óvulos de una flor con el polen de esa misma flor o de otra flor de la misma planta.

Autopolinización: Es un proceso de reproducción en el que el polen de una flor fertiliza los óvulos de la misma flor o de otra flor en la misma planta. Es un tipo de polinización que ocurre dentro de la misma planta, sin necesidad de la intervención de agentes polinizadores externos, como insectos, aves o el viento.

Beneficio: Diferencia entre los ingresos totales que se obtienen por una venta y los costos que suponen la producción del producto o servicio

Coeficiente de variación: Es una medida de la variación dentro de los tratamientos y alrededor de la gran media experimental, expresada en porcentaje.

Costo: Son gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento.

Cotiledones: Son las primeras hojas o estructuras foliares que emergen de la semilla durante la germinación de una planta. Son parte del embrión de la planta y están presentes en la semilla antes de que germinen.

Defoliación de la planta: Se refiere a la pérdida de sus hojas, ya sea de manera parcial o total. Esta pérdida de hojas puede ser causada por una variedad de factores, incluyendo condiciones ambientales adversas, enfermedades, plagas, estrés hídrico, daño mecánico o intervención humana.

Dehiscencia: Es un proceso mediante el cual una estructura, como una cápsula, un fruto o una antera, se abre para liberar su contenido. Este proceso es común en muchas plantas y se produce cuando la estructura en cuestión alcanza la madurez y está lista para liberar semillas, esporas o polen.

Eficiencia productiva: Se refiere a la capacidad de un sistema agrícola para producir la mayor cantidad posible de alimentos, productos vegetales o animales utilizando la menor cantidad de recursos disponibles. Esto implica optimizar el rendimiento de los cultivos o la producción animal en relación con los recursos utilizados, como tierra, agua, fertilizantes, pesticidas y mano de obra.

Epidermis: Es la capa más externa de células que recubre la superficie de los tallos, hojas, flores, frutos y otras partes de las plantas superiores, así como de algunas estructuras en organismos multicelulares, incluidos animales.

Emergencia: Se refiere al proceso mediante el cual una planta comienza a salir de la tierra después de la germinación de la semilla. Es el momento en que el brote de la planta atraviesa la superficie del suelo y se expone a la luz y al aire.

Exalbuminosa: Se refiere a las semillas que carecen de álbumen, que es una sustancia rica en proteínas y nutrientes que generalmente se encuentra en el endospermo de muchas semillas.

Fitosanitarios: Son productos químicos utilizados en la agricultura para proteger los cultivos de plagas, enfermedades y malas hierbas. También se les conoce como agroquímicos o productos fitosanitarios.

Fotosíntesis: Es el proceso mediante el cual las plantas, algas y algunas bacterias utilizan la luz solar para convertir el dióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O) en carbohidratos (como la glucosa) y oxígeno (O_2).

Funículo: Es una estructura que conecta la semilla a la placenta o a la pared del ovario en la flor de una planta. Es una especie de "cordón umbilical" que suministra nutrientes y agua a la semilla durante su desarrollo.

Ganancia: Es la diferencia entre los ingresos obtenidos por las ventas de los productos y servicios, menos el costo de producir/comprar los mismos.

Genotipo: Conjunto completo de genes de un organismo, que determina sus características hereditarias. Estos genes están ubicados en los cromosomas y constituyen la información genética heredada de los progenitores.

Hermafroditas: Se utiliza en biología para describir organismos que poseen órganos reproductores de ambos sexos, es decir, tanto masculinos como femeninos. En plantas, la condición hermafrodita se refiere a aquellas que tienen tanto órganos

masculinos (estambres, productores de polen) como femeninos (pistilos, productores de óvulos) en la misma flor.

Hipocótilos: Es una parte de la plántula de una planta que se encuentra entre la radícula (la primera raíz embrionaria) y los cotiledones (las primeras hojas embrionarias).

Hojas trifoliadas: Son un tipo de hojas compuestas que consisten en tres folíolos (hojuelas) que están unidos en un solo pecíolo (raquis). Cada folíolo puede ser similar en forma y tamaño o puede variar ligeramente

Humedad relativa: Es una medida que indica la cantidad de vapor de agua presente en el aire en relación con la cantidad máxima de vapor de agua que el aire puede contener a una temperatura dada, expresada como un porcentaje.

Labranza reducida: Es una práctica agrícola que busca minimizar la perturbación del suelo durante la preparación del terreno para el cultivo.

Latitud: Es una medida angular que indica la posición de un lugar en la Tierra medida en grados, minutos y segundos al norte o al sur del ecuador. Es una de las coordenadas geográficas fundamentales junto con la longitud, que indica la posición este u oeste del meridiano de Greenwich.

Línea: Linaje que mantiene constante un carácter en todas las generaciones

Longitud: Es una medida angular que indica la posición este u oeste de un lugar en la Tierra, medida en grados, minutos y segundos a partir del meridiano de Greenwich, que se considera el punto de referencia cero (0°).

Monocultivo: El monocultivo es una práctica agrícola en la que se cultiva una sola especie de planta en una determinada área durante un largo período de tiempo. Esta técnica es común en la agricultura industrial, donde se buscan maximizar los rendimientos de una cosecha específica.

Papilionáceas: Son una familia de plantas con flores que incluye una gran diversidad de especies. Son plantas herbáceas, arbustivas, trepadoras y árboles que se encuentran en una amplia variedad de hábitats en todo el mundo, desde las regiones tropicales hasta las templadas.

Patógeno viral: Es un virus que infecta a un organismo huésped y causa enfermedad. Los virus son microorganismos intracelulares obligados que necesitan células vivas para replicarse y propagarse.

Pérdida: Disminución de rendimiento que ocurren durante el proceso de recolección de los cultivos.

Pigmentación: Es la coloración de diferentes partes de la planta, como las hojas, flores, frutas y tallos.

Practicas agroecológicas: Son enfoques agrícolas que se basan en los principios de la ecología para diseñar sistemas de producción alimentaria más sostenibles y resilientes.

Productividad: Se refiere a la cantidad de cultivos producidos por unidad de área de tierra cultivada. Se puede medir en términos de rendimiento de cultivos por hectárea, kilogramos por hectárea o toneladas por hectárea.

Salinidad de suelo: Es un factor importante que puede afectar significativamente el crecimiento y la salud de las plantas.

Semipostradas: Plantas que crecen en una posición intermedia entre vertical (erguidas) y horizontal (postradas). Esto podría implicar que las plantas tienen tallos o ramas que se inclinan o se arquean ligeramente hacia el suelo, pero no de manera completamente horizontal como las plantas postradas.

Sistemas de fertilización: Son estrategias y prácticas diseñadas para proporcionar a los cultivos los nutrientes necesarios para un crecimiento saludable y un rendimiento óptimo. Estos sistemas pueden variar según el tipo de cultivo, las condiciones del suelo, el clima y otros factores específicos de cada lugar.

Unidad Experimental: Es la parte del material experimental que va a recibir un tratamiento específico.

Ventilación artificial: Es un proceso mediante el cual se proporciona un suministro controlado de aire fresco en un espacio cerrado, como un edificio o una estructura, utilizando sistemas mecánicos o dispositivos diseñados para ese fin.

Variedad: Un conjunto de plantas cultivadas las cuales son claramente distinguibles por un grupo de caracteres (morfológicos, fisiológicos, citológicos, químicos u otros) y las cuales, cuando se reproducen (sexual o asexualmente) mantienen sus características distinguibles.

Vulnerabilidad: Se refiere a la susceptibilidad de los sistemas agrícolas, los ecosistemas y las comunidades a ser afectados por factores de riesgo como el cambio climático, desastres naturales, degradación del suelo, escasez de agua, entre otros.