



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
Facultad de Agronomía
Dirección Unidad de Investigación
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur
Teléf.:056-257444 Anexo 25
Ica – Perú



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2025

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

"Efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento grano fresco de frijol caupí (*Vigna unguiculata L.*) en el distrito de Alto Larán, provincia de Chincha Alta, Ica"

Presentado por:

ANDIA MEDINA JHERSON HENRY

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 03% de similitud (Tres por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

- Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 17 de julio del 2025.

.....
Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

.....
CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el
rendimiento grano fresco de frijol caupí (*Vigna unguiculata L.*)
en el distrito de Alto Larán, provincia de Chincha Alta, Ica

Línea de Investigación: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS

PRESENTADO POR:

ANDIA MEDINA JHERSON HENRY

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y salud para poder concluir mi carrera universitaria y alcanzar cada uno de mis objetivos trazados.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se lo debo a ellos entre tantos este es uno de ellos, me formaron con reglas, respeto y confianza. Eso me ayudo a culminar con bien este camino.

A mis hermanos, por su apoyo moral y espiritual para lograr con éxito la culminación de mi carrera profesional.

Jherson Henry Andía Medina

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros de estudio, que siempre me dieron el valor, las buenas vibras de seguir adelante. No fue fácil este logro, pero gracias a todos ellos se cumplió la meta.

A mi asesor de tesis el Dr. Jorge Luis Magallanes Magallanes por su constante apoyo y sabias enseñanzas que me permitieron culminar con éxito mi trabajo de tesis

Agradezco a mis docentes por esas buenas enseñanzas, consejos, valores y oportunidades que me brindaron.

A la Universidad Nacional San Luis Gonzaga y a la Facultad de Agronomía por permitirme realizar mis estudios y culminar mi carrera profesional.

A mis docentes por sus buenas enseñanzas, sabios consejos, y valores que me brindaron.

Jherson Henry Andía Medina

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I : INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Antecedentes	3
1.2 Formulación del problema	5
1.3 Justificación e importancia de la investigación	6
1.4 Hipótesis	7
1.5 Objetivos.	8
II : ESTRATEGIA METODOLOGICA	9
2.1 Ubicación del experimento	9
2.2 Tipo, nivel y diseño de la investigación	10
2.3 Población y Muestra	10
2.4 Tratamientos en estudio	10
2.5 Características del campo experimental	11
2.6 Metodología de aplicación de los tratamientos	13
2.7 conducción de la investigación	13
2.8 Técnicas, recolección y procesamiento de los datos	17
2.9 Instrumentos de recolección de datos	17
2.10 Variables	17
2.11 técnicas de procesamiento de datos	18
III : RESULTADOS	20
IV : DISCUSIÓN	30
V : CONCLUSIONES	37
VI : RECOMENDACIONES	39
VII : REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40
VIII : ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tratamientos en estudio	11
Tabla 2. Croquis experimental	12
Tabla 3. Fuentes de fertilización utilizadas en la investigación	14
Tabla 4. Cronograma de riego utilizados en frijol caupí en Chincha 2023-2024	15
Tabla 5. Malezas más frecuentes encontradas en frijol caupí en Chicha	16
Tabla 6. Análisis físico-mecánico de suelo en el cultivo de frijol caupí en Chincha Alta 2023 - 2024	20
Tabla 7. Análisis químico de suelo en el cultivo de frijol caupí en Chincha Alta 2023 - 2024	21
Tabla 8. Observaciones meteorológicas de Noviembre 2023 a Febrero 2024 para el cultivo de frijol caupí en Chincha Alta	22
Tabla 9. Análisis de varianza de la altura de planta del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chincha - Ica	23
Tabla 10. Prueba de rango múltiple de DUNCAN de la altura de planta del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chincha – Ica.	23
Tabla 11. Análisis de varianza del peso fresco de grano del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chincha - Ica	24
Tabla 12. Prueba de rango múltiple de DUNCAN del peso fresco de granos del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chincha – Ica.	24
Tabla 13. Análisis de varianza de la longitud de vaina fresca del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chincha - Ica	25
Tabla 14. Prueba de rango múltiple de DUNCAN de la longitud de vaina del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chincha – Ica.	25

Tabla 15.	Análisis de varianza del número de vainas frescas por planta del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chinchá - Ica	26
Tabla 16.	Prueba de rango múltiple de DUNCAN del número de vainas frescas por planta del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chinchá – Ica.	26
Tabla 17.	Análisis de varianza del número de granos por vaina fresca del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chinchá - Ica	27
Tabla 18.	Prueba de rango múltiple de DUNCAN del número de granos por vaina fresca del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chinchá – Ica.	27
Tabla 19.	Análisis de varianza del peso de 100 vainas frescas del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chinchá - Ica	28
Tabla 20.	Prueba de rango múltiple de DUNCAN del peso de 100 vainas frescas del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chinchá – Ica.	28
Tabla 21.	Análisis de varianza del rendimiento total estimado de vainas frescas del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chinchá - Ica	29
Tabla 22.	Prueba de rango múltiple de DUNCAN del rendimiento total estimado de vainas frescas del efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento de vaina fresca de frijol caupí en alto Larán Chinchá – Ica.	29

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del campo experimental	9
Figura 2. Surcado del terreno experimental	52
Figura 3. Etapa de floración del cultivo de frijol caupí	52
Figura 4. Llenado de vainas de planta de frijol caupí	53
Figura 5. Materiales utilizados para toma de datos en gabinete	53
Figura 6. Vainas verdes de frijol caupí para toma de datos	54
Figura 7. Medida de longitud de vaina verde de frijol caupí	54
Figura 8. Vainas verdes del tratamiento 4 para la toma de datos	55
Figura 9. Medida de ancho de vaina verde de frijol caupí	55

RESUMEN

En el Perú los abonos foliares orgánicos y químicos, sobre todo la fertilización con potasio, son de mucha importancia para el desarrollo y crecimiento del cultivo de frijol caupí, en la provincia de Chincha. El propósito del estudio fue determinar el efecto de la aplicación de tres dosis de potasio sobre el rendimiento y calidad de grano fresco en el cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) en el distrito de Alto Larán en chincha alta. Se estudiaron tres dosis de potasio para ver su efecto sobre las características productivas en el cultivo de frijol caupí más un tratamiento control sin aplicación de potasio distribuidos en cuatro repeticiones en un diseño en bloques completos al azar. Los mejores resultados para la variable rendimiento de vainas verdes fue para el tratamiento T3 con un promedio de 6,33 t/ha de vainas verdes, superando a lo obtenido por el control o testigo quien obtuvo 5,43 t/ha. Concluyendo que con la aplicación de la formula potásica N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 100, aplicados a los 20 y 30 días se logra un efecto positivo en el incremento de los rendimientos de vainas verdes en el cultivo de frijol caupí bajo las condiciones de la provincia de Chincha (Alto Larán), departamento de Ica.

Palabra Claves: Potasio, Frijol caupí, vainas verdes.

ABSTRACT

In Peru, organic and chemical foliar fertilizers, especially potassium fertilization, are very important for the development and growth of the cowpea crop in the province of Chincha. The purpose of the study was to determine the effect of the application of three doses of potassium on the yield and quality of fresh grain in the cowpea (*Vigna unguiculata*) crop in the district of Alto Larán in Chincha Alta. Three doses of potassium were studied to see their effect on productive characteristics in the cowpea crop plus a control treatment without potassium application distributed in four repetitions in a complete randomized block design. The best results for the green pod yield variable, the best result was for the T3 treatment with an average of 6.33 t/ha of green pods, surpassing what was obtained by the control or control who obtained 5.43 t/ha. Concluding that with the application of the potassium formula N 60 – P2O5 40 – K2O 100, applied at 20 and 30 days, a positive effect is achieved in increasing the yield of green pods in the cowpea crop under the conditions of the province of Chincha (Alto Larán), department of Ica.

Keywords: Potassium, Cowpea beans, green pods.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú los abonos foliares orgánicos y químicos, sobre todo la fertilización con potasio, son de mucha importancia para el desarrollo y crecimiento del cultivo de frijol caupí, en la provincia de Chincha. El frijol caupí para grano fresco es considerado como un producto de alto valor nutricional debido a su alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales, que son fundamentales para la alimentación de la población de la zona y la región de Ica, sin embargo, a pesar de poseer estos beneficios, el frijol caupí no ha sido adoptado ampliamente como un cultivo principal por los agricultores de la provincia.

Esto se debe a la falta de información y conocimiento sobre las ventajas del frijol caupí que incluye su capacidad para mejorar la cobertura del suelo, su uso como abono verde, forraje y alimento humano.

Estos hechos remarcan la gran importancia que tiene la educación y capacitación agrícola para promover la siembra del cultivo de frijol caupí para grano fresco, por ser una alternativa viable tanto en términos económicos como medioambientales. La promoción de este cultivo puede tener impactos positivos en la productividad agrícola, en la seguridad alimentaria y en la conservación de los suelos. Para que el frijol caupí se convierta en una alternativa clave en la agricultura, es necesario superar barreras como el desconocimiento y fomentar su adopción a través de la difusión de sus beneficios tanto a nivel económico como ecológico.

Uno de los principales factores que limita la producción de frijol caupí en América latina es la falta de agua durante las distintas fases de crecimiento del cultivo. Por lo general los agricultores de la provincia de Chincha en la región de Ica que no tienen acceso a riego frecuente, siembran el frijol caupí aprovechando “el agua de avenida” procedente de la parte alta de la zona que son promovida por la temporada de lluvias, garantizando así el suministro adecuado para las etapas de floración, formación y llenado de vainas [1], citado por [2].

Las variedades de frijol más comunes en la costa peruana corresponden a cuatro tipos comerciales: el grano amarillo “canario”, “café claro” y “bayo” (con más de 40 g por cada 100 semilla), el grano blanco pequeño (menos de 25 g por cada 100 semillas) y el grano grande. De todas estas, el frijol caupí es el más preferido por la población de la región, representando cerca del 60 % de la producción. El consumo per cápita en el Perú se calcula en unos 2.8 kg por persona al año [3].

En el distrito de Chincha Alta, región Ica, las condiciones edafoclimáticas —caracterizadas por suelos franco, arenosos, temperaturas cálidas y buena radiación solar que permiten el desarrollo eficiente del frijol caupí en épocas determinadas del año. A nivel local, el cultivo se ha orientado principalmente hacia la producción de vainas frescas destinadas al consumo directo y a mercados locales y regionales, debido a su alta demanda y precio competitivo.

En este sentido, el rendimiento del frijol caupí podría ser mucho mayor, incluso el doble, si no fuera por los factores limitantes de la zona que afectan su producción, tales como son las plagas, enfermedades y los cambios en los patrones de lluvia que no son estacionarios en la zona.

Según los estudios realizados indican que el frijol caupí es una excelente alternativa debido a su elevado rendimiento y rentabilidad económica, lo que facilita obtener mayores ingresos en comparación con otros cultivos.

Además, cuenta con una alta demanda en el mercado internacional su grano seco siendo los países importadores Portugal, Estados Unidos, Grecia, etc.

El frijol caupí es una de las variedades en el Perú que se adapta a diferentes condiciones de suelo y clima, así como a diversas épocas del año. Pero actualmente los agricultores enfrentan desafíos de no contar con el respaldo técnico y científico necesario que les ayude aumentar su rendimiento. Muchos aplican fertilización de manera tradicional, sin tomar en cuenta los criterios apropiados para mejorar la producción, por eso es importante y necesario realizar investigaciones sobre los niveles adecuados de fertilización para optimizar el rendimiento de grano fresco y seco del cultivo [4].

En este contexto, el presente estudio se enfoca en evaluar el rendimiento del frijol caupí en su fase de producción de vainas frescas bajo condiciones específicas de Chíncha Alta, con el fin de generar información útil para fortalecer su manejo agronómico y promover su difusión como alternativa productiva para pequeños y medianos agricultores de la zona.

Planteamiento del problema

A pesar del creciente reconocimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata*) como una leguminosa de alto valor nutricional y su creciente demanda a nivel nacional e internacional, su producción en el Perú aún enfrenta limitaciones que impiden su aprovechamiento óptimo. Aunque se cultiva en diversas regiones del país, incluyendo la costa, sierra y selva y ha demostrado una notable capacidad de adaptación a diferentes tipos de suelos, los niveles de rendimiento promedio aún distan de su potencial productivo, especialmente en condiciones no óptimas.

Las principales dificultades que enfrenta su cultivo están asociadas a la escasa disponibilidad de semillas mejoradas, manejo agronómico inadecuado, limitada asistencia técnica, y la falta de estudios sobre las condiciones agroecológicas más favorables para maximizar su rendimiento. Además, existe un bajo nivel de tecnificación en muchas de las zonas productoras, lo que restringe la productividad del cultivo.

Frente a este panorama, surge la necesidad de investigar y proponer estrategias que contribuyan a mejorar el rendimiento y la calidad del frijol caupí en las diversas regiones del país. Esto incluye la identificación de prácticas agrícolas eficientes, el análisis de la influencia del tipo de suelo y las condiciones climáticas, así como la promoción del cultivo como una alternativa sostenible que contribuya a la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de la provincia de Chíncha.

1.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Según [5] en el 2019 sobre frijol caupí, determinan la dosis adecuada de potasio aplicado de forma exógena vía foliar para incrementar la producción, empleo cuatro tratamientos (0, 0,5, 1,0 y 1,5 de potasio/200 l. con aplicaciones a los 37, 51 y 65 días. Concluyendo que el tratamiento T3 con aplicación de 1,5 l/200 L. obtuvo los mejores resultados para las características número de vainas, peso de vainas y rendimiento comercial con 2,79 Tm/ha. En su investigación realizado por [6] en el año 2017 evaluó las características agronómicas y morfológicas de cinco genotipos de *V. unguiculata*, usando la fórmula de fertilización de 70-50-60 de NPK, obtuvo como resultado por parámetro de evaluación de la producción fue de 3325.16 kg/ha, número de plantas/m² 21.99, número de vainas/planta 14.86, número de granos/vaina 10,58 y longitud de vaina 16,46 cm respectivamente.

En la India investigaron el efecto del potasio y el zinc en el crecimiento y desarrollo del frijol caupí, empleando tres niveles de potasio: 20,40 y 60 Kg/ha. de potasio, concluyendo que las características de crecimiento y rendimiento de grano fue de 1587 kg/ha. incrementando significativamente con la aplicación de 60 kg de K/ha donde concluye que esa es la mejor dosis de potasio [7].

Según [8] en el año 2012, en su trabajo sobre el frijol caupí como alternativa para la seguridad alimentaria en el sector rural de Buenaventura, Valle del Cauca (Colombia), menciona que las mejores longitudes de vaina se obtuvieron en las variedades IT 86 D-719 y TVU 91, las cuales presentaron un mayor desarrollo comparadas con otras evaluadas en el estudio.

Antecedentes nacionales

Según [9] en su estudio realizado en el año 2019 en Amazonas sobre el cultivo de frijol Castilla (Caupí), identificaron la dosis de potasio más adecuada para aplicarse de manera foliar con el fin de mejorar el rendimiento. Los tratamientos utilizados fueron: T1 = 0, T2 = 0.5, T3 = 1.0 y T4 = 1.5 kg de potasio por 200 L de agua, con aplicaciones a los 37, 51 y 65 días. El diseño experimental fue de Bloques Completamente Aleatorizados con cuatro tratamientos y cuatro bloques. Los resultados mostraron que el tratamiento T3 obtuvo un promedio de 44.31 vainas por planta, un peso de vainas de 112.45 gramos y un rendimiento comercial de 2.79 toneladas métricas por hectárea.

En su investigación [10], abordaron el efecto de la fertilización potásica en el cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) en la región de Barranca. Analizaron el rendimiento y las características morfológicas de la planta, como el rendimiento de grano seco, la longitud de las vainas, el número de vainas por planta, el número de granos por vaina, entre otros. Los resultados mostraron que la fertilización potásica tiene un impacto significativo en el comportamiento y el rendimiento del frijol caupí. El tratamiento T3, que consistió en la aplicación de 60 kg de nitrógeno, 40 kg de fósforo y 100 kg de potasio por hectárea (N60 –

P2O₅ 40 – K₂O 100), fue el que ofreció mejores resultados en cuanto a los parámetros evaluados, como un mayor número de vainas por planta, mayor cantidad de granos por vaina y un rendimiento de grano seco de 4.41 toneladas por hectárea. En conclusión, la investigación subraya la importancia de la fertilización potásica en el rendimiento del frijol caupí.

En un estudio realizado por [11], en la localidad de Bagua Grande, Amazonas, en el cual probó tres bioestimulante: Algaforte, Ergostim y Agrostemium, para mejorar el rendimiento del frijol caupí. Utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), en un diseño factorial 3B x 3D, además de un testigo adicional. Los bioestimulante se aplicaron en dos etapas, a los 15 y 40 días después de la siembra. Los resultados mostraron que el mejor rendimiento se obtuvo con el bioestimulante Ergostim, aplicado a una dosis de 400 ml por cilindro, alcanzando una cosecha de 2.31 toneladas por hectárea. El Agrostemin produjo 2.20 toneladas por hectárea, mientras que el Algaforte obtuvo un rendimiento de 1.95 toneladas por hectárea.

En un estudio realizado por [12] llevó a cabo un estudio sobre el cultivo de frijol caupí en la región de Huánuco, una zona con clima templado cálido y vegetación de monte espinoso. Utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) para evaluar aspectos como el tamaño y número de vainas, el peso de los granos, el peso de 100 granos y el rendimiento total. Los resultados indicaron que el tratamiento con el producto Trihormonal APU alcanzó un rendimiento de 2,749.95 kg/ha, seguido de la fertilización foliar con Biofoliar Actyv, que dio un rendimiento de 2,353.95 kg/ha. En tercer lugar, la combinación APU + Bosfoliar produjo 2,252.06 kg/ha, mientras que el testigo obtuvo el rendimiento más bajo, con 2,141.07 kg/ha.

Según [13], obtuvo en los resultados del análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan indicaron una alta significancia entre los tratamientos evaluados. El tratamiento APU (inductor Trihormonal nucleado) obtuvo un promedio de 26,02 vainas, superando significativamente al testigo, que alcanzó 18,26 vainas, con una diferencia de 7,75 vainas, lo que evidencia el efecto positivo del tratamiento APU sobre la producción de vainas en el frijol caupí.

Antecedentes locales

En su investigación [14] en el año 2021, sobre la aplicación de seis productos trihormonal en frijol caupí, en Chíncha Baja, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los parámetros de altura de las plantas, días hasta la floración, longitud de vainas, número de granos por vaina, ancho de grano y peso de 100 granos en el cultivo de frijol caupí, se observaron pequeñas diferencias estadísticas en la longitud de los granos, según la prueba de comparaciones de promedios de Tukey a un nivel de significancia de 0.05. El tratamiento testigo y el Phyllum Max obtuvieron los mejores resultados, En el rendimiento total de grano,

el testigo sin aplicación foliar resultó ser el que presentó la mayor producción de grano seco, con una cosecha final de 2,743.26 kg/ha.

Estudios locales realizado en el INIA en el año 2021, han reportado que los rendimientos en vainas frescas de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) pueden alcanzar entre 7 y 11 toneladas por hectárea, dependiendo de diversos factores agronómicos y ambientales, tales como la variedad utilizada, el tipo de suelo, la disponibilidad de agua, las prácticas de fertilización, y la presencia de tratamientos bioestimulante [15].

1.2 Formulación del problema

Para lograr rendimientos óptimos en la producción de frijol Caupí, es fundamental una fertilización adecuada, con necesidades específicas de nutrientes como: 105 kg/ha de nitrógeno (N), 75 kg/ha de óxido de fósforo (P_2O_5) y 130 kg/ha de óxido de potasio (K_2O). Además, es crucial un manejo agronómico apropiado que incluya realizar las labores agrícolas en los momentos correctos. En particular, la fertilización con potasio es esencial, ya que tiene un impacto directo en el llenado de los granos del frijol Caupí, lo que influye significativamente en la producción, [16].

Problema general.

¿Cuál es el efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en el rendimiento y calidad de grano fresco en frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en el distrito de Alto Larán, en chincha Alta, Ica?

Problema específico.

¿Cuál es el efecto de la aplicación de tres dosis de potasio sobre las características de crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en el distrito de Alto Larán, en chincha Alta, Ica?

¿Cuál es el efecto de la aplicación de tres dosis de potasio sobre el rendimiento de grano fresco del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) en el distrito de Alto Larán, en chincha alta, Ica?

DELIMITACION DEL PROBLEMA

a) Delimitación geográfica.

La investigación de tesis se ejecutó en el terreno de propiedad del señor Luis Ronceros, que se encuentra ubicado en el distrito de Alto Larán, perteneciente a la provincia de Chincha Alta y Departamento de Ica

b) Delimitación temporal.

El presente trabajo de investigación se inició en el mes de septiembre del 2023 y culminó en el mes de febrero del 2024.

c) Delimitación social.

En el lugar donde se realizó el trabajo de investigación, se incluyó una agricultura tradicional para el cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) es decir basados en el criterio y la experiencia del agricultor aplicando el sistema de riego por gravedad, el cual se realiza aprovechando el agua de avenida o manantial, los resultados que se han obtenido son de beneficio para todos los agricultores del departamento de Ica, que se dedican a la siembra de este importante cultivo.

1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

a) Justificación.

En el actual contexto agrícola del Perú, caracterizado por los efectos del cambio climático, la escasez hídrica y la necesidad de sostenibilidad productiva, se hace imprescindible investigar cultivos alternativos de alta eficiencia fisiológica y valor económico. El frijol caupí (*Vigna unguiculata*) responde a estas exigencias, dado que presenta tolerancia a la sequía, buena adaptación a suelos marginales y una creciente demanda en mercados tanto nacionales como regionales, especialmente en su presentación como vaina fresca.

En Chíncha Alta, región con tradición agrícola y condiciones favorables para cultivos de ciclo corto, el frijol caupí representa una oportunidad para diversificar la producción, reducir riesgos frente a cultivos más exigentes y mejorar la rentabilidad de los pequeños productores. No obstante, existe escasa información técnica local sobre su manejo agronómico orientado a la producción de vainas frescas, en particular sobre el uso de fertilizantes foliares y la determinación del momento óptimo de aplicación durante el ciclo fenológico.

El distrito de Alto Larán pertenece a la provincia de Chíncha y al departamento de Ica, y la primera actividad económica se sustenta en la agricultura sustentada principalmente en las zonas rurales, dedicados a los cultivos transitorios como, algodón, ají, arveja, tomate, yuca, frejol, palta, frijol caupí o frijolito, alcachofa, maíz, plátano, y perennes como mandarinas, naranja, pecano, tánguelo y vid. Pero esta agricultura se desarrolla bajo ciertas limitaciones como es por ejemplo la escasa asistencia técnica, capacitación y extensión agropecuaria, deficiente manejo y poca visión de mercado, que causan que la productividad y rendimiento sean bajos sobre todo en los pequeños agricultores. La producción de los cultivos transitorios y perennes es destinada un 23% al consumo interno y un 72% orientada al abastecimiento del mercado externo y para la exportación, por eso es necesario buscar nuevas alternativas cuyo objetivo debe ser incrementar los rendimientos.

Frente a ello, el presente estudio se justifica por su contribución a llenar este vacío de conocimiento, al evaluar el rendimiento del frijol caupí bajo condiciones locales y con diferentes estrategias de manejo nutricional. La información obtenida podrá ser utilizada

por agricultores, técnicos y entidades de desarrollo agrario para mejorar sus prácticas, optimizar recursos y promover cultivos más resilientes y sostenibles en la región.

Además, el trabajo se alinea con los objetivos de desarrollo rural e innovación tecnológica impulsados por instituciones como el INIA, AGRORURAL y los gobiernos locales, lo que refuerza su relevancia académica, social y productiva.

b) Importancia.

La presente investigación reviste especial importancia al centrarse en el frijol caupí (*Vigna unguiculata*), un cultivo de creciente interés por su adaptabilidad a condiciones climáticas adversas, su ciclo corto y su alto valor nutricional y comercial. En el contexto agrícola del distrito de Chincha Alta, región Ica, donde predominan condiciones edafoclimáticas cálidas y suelos con moderada fertilidad, el frijol caupí se presenta como una alternativa viable para diversificar los sistemas productivos y mejorar los ingresos de pequeños y medianos agricultores.

El estudio adquiere relevancia por contribuir con información local sobre la producción de vainas frescas, modalidad menos estudiada frente al uso tradicional del grano seco. En este sentido, evaluar el rendimiento de este cultivo bajo condiciones específicas de Chincha Alta y analizar el efecto de diferentes prácticas agronómicas, como el uso de fertilizantes foliares en distintos estados fenológicos, permitirá optimizar la producción y orientar mejor las decisiones técnicas en campo.

Asimismo, los resultados generados servirán como base para futuras investigaciones en zonas agroecológicas similares y podrán ser utilizados por instituciones públicas o privadas interesadas en promover tecnologías agrícolas adaptadas al cambio climático, especialmente aquellas relacionadas con el uso eficiente del agua y el manejo sostenible del suelo. De esta manera, la tesis no solo aporta al conocimiento científico, sino que también tiene un impacto potencial en el desarrollo agrícola local, la seguridad alimentaria y el fortalecimiento de la agricultura familiar en la región.

1.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Hipótesis de la Investigación.

Hipótesis general.

Con la aplicación de potasio se incrementa el rendimiento y calidad de grano fresco del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en el distrito de Alto Larán en Chincha Alta.

Hipótesis específicas.

- La aplicación de potasio no ofrece efecto positivo sobre el desarrollo y crecimiento del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en el distrito de Alto Larán en Chincha Alta.
- La aplicación de potasio ofrece efecto positivo sobre el rendimiento y calidad de grano fresco en el cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en el distrito de Alto Larán en Chincha Alta.

1.4.2 Variables de la Investigación

Identificación de las variables

a) V. Independiente. (causa) (X_1)

- Dosis de potasio aplicados en el cultivo de frijol caupí

b) V. Dependientes. - (efecto) (Y_1)

Indicadores:

- Altura de planta (m)
- Peso fresco de los granos por vaina (g/vaina)
- Longitud de la vaina (cm)
- Numero de vainas/planta (unidades)
- Numero de granos frescos por vaina (unidades)
- Peso seco de 100 vainas frescas (kg)
- Rendimiento total de granos fresco (kg/ha)

c) V. Intervinientes. (Z_1)

Las variables que se pueden interferir entre las variables influyentes sobre el proceso de producción pueden ser: el clima, la estructura del suelo, control fitosanitario (plagas y enfermedades).

1.5 Objetivos

a) Objetivo general.

Determinar el efecto de la aplicación de tres dosis de potasio sobre el rendimiento y calidad de grano fresco en el cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) en el distrito de Alto Larán en Chíncha alta.

b) Objetivos específicos.

- Determinar el efecto de la aplicación de tres dosis de potasio sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en el distrito de Alto Larán en Chíncha Alta.
- Determinar el efecto de la aplicación de tres dosis de potasio sobre el rendimiento y calidad de grano fresco del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) en el distrito de Alto Larán en Chíncha Alta.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1. Ubicación del campo experimental

El proyecto de tesis se efectuó en el terreno de propiedad del señor Luis Ronceros Aburto, ubicado en el distrito de Alto Larán, perteneciente a la provincia de Chincha Alta y Departamento de Ica

Las coordenadas son las siguientes:

Latitud: 13°27'50.39" S

Longitud: 76°04'55.89" O

Altitud: 126 m.s.n.m.

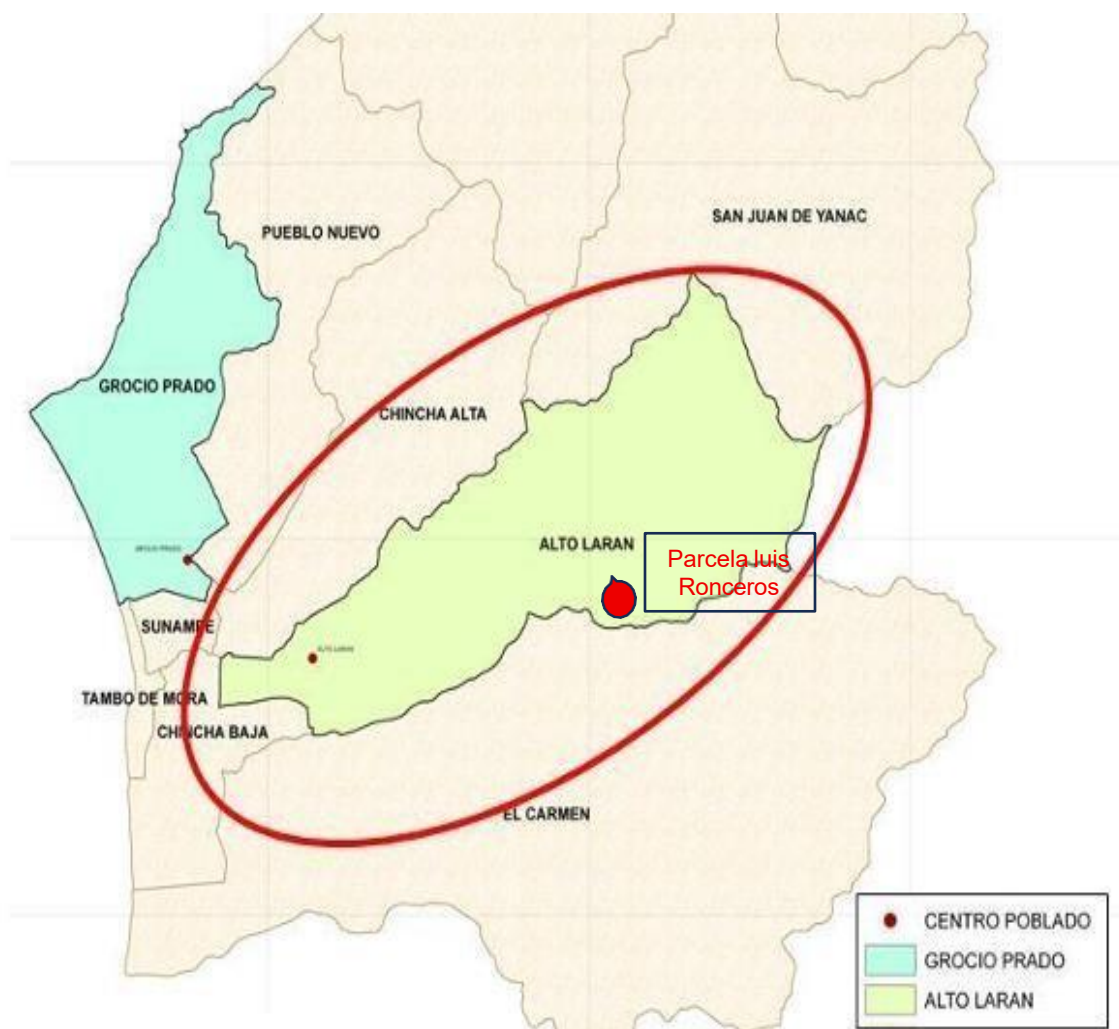


Figura 1: ubicación del campo experimental

2.2 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación.

Tipo de la Investigación:

Es una investigación aplicada

Nivel de Investigación.

Es una investigación experimental.

Diseño de la Investigación.

En la investigación realizada se empleó un diseño de tipo DBCA donde se evaluaron cuatro tratamientos con diferentes dosis de potasio en el cultivo de frijol caupí más un testigo o control sin aplicación de potasio y donde se evaluaron diversas características relacionadas con el rendimiento y calidad de grano (altura de planta, longitud de vaina, número de granos por vaina, etc.). Cada tratamiento fue replicado cuatro veces para asegurar la validez estadística de los resultados.

2.3 Población y Muestra.

Población del estudio.

La población estuvo conformada por 288 plantas sembradas en el área experimental de 230.40 m² y 166,667 plantas en una hectárea a un distanciamiento de 0.90 m x 0.20 m sembrados a al centro del surco en el terreno ubicado en el distrito de Alto Larán provincia de Chincha y departamento de Ica.

Población de la muestra del estudio.

La muestra experimental del presente estudio estuvo constituida por 160 plantas de frijol caupí, las que se tomaron de cada uno de los tratamientos y que se encontraron distribuidas en las 16 unidades experimentales, de donde se tomaron 10 plantas contenidas en el surco central de cada unidad experimental.

2.4 Tratamientos en estudio

En el presente experimento se estudiaron tres dosis de potasio para ver su efecto sobre las características productivas en el cultivo de frijol caupí en el distrito de Alto Larán en Chincha Alta, Ica, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

TABLA 01.
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.

Nº.	CLAVE	DOSIS	DESCRIPCION
1	T1	N 60 – P ₂ O ₅ 40 – K ₂ O 60	Se realizó a los 20 dds, 30dds, IF
2	T2	N 60 – P ₂ O ₅ 40 – K ₂ O 80	Se realizo a los 20 dds, 30dds, IF
3	T3	N 60 – P ₂ O ₅ 40 – K ₂ O 100	Se realizo a los 20 dds, 30dds, IF
4	T4	N 60 – P ₂ O ₅ 40 – K ₂ O 00 Control	Sin aplicación de potasio

2.5 Características del campo experimento.

Parcela o unidad experimental

Numero de parcelas	= 16
Largo de parcela	= 4.00 m
Ancho de parcela	= 3.60 m
Área de parcela	= 14.40 m ²

Surcos

Numero de surcos por parcela	= 4
Largo de surco	= 4.00 m
Distanciamiento entre surco	= 0.90 m
Numero de golpes por surco	= 20

Bloques

Numero de bloques	= 4
Largo de bloque	= 4.00 m
Ancho de bloque	= 14.4 m
Área de cada bloque	= 57.60 m ²

Calles

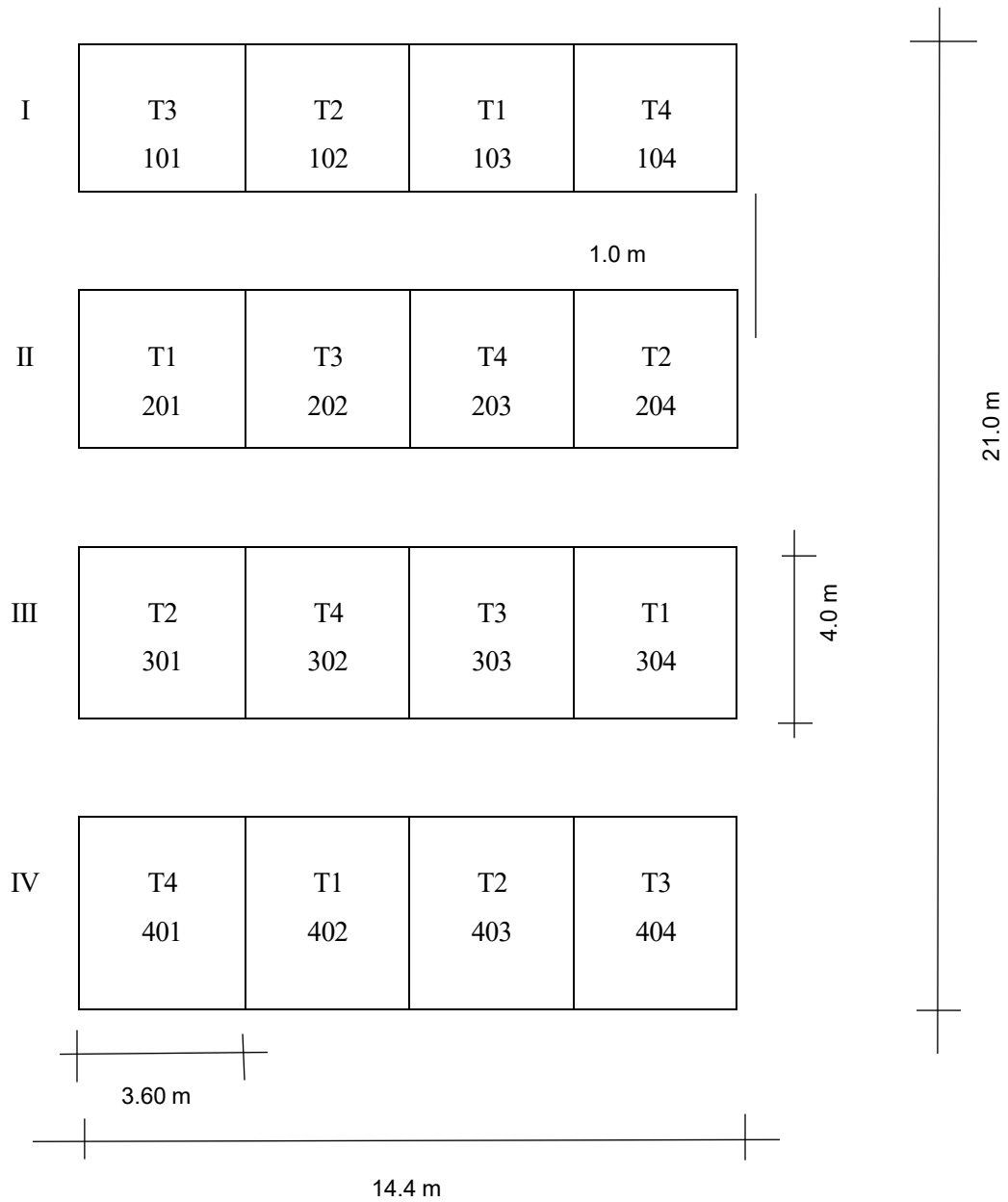
Numero de calles	= 5
Largo de calles	= 14.40 m
Ancho de calles	= 1.0 m
Área total de calle	= 72.00 m ²

Dimensiones del terreno experimental

Largo	= 21.00 m
Ancho	= 14.40 m
Área total	= 302.40 m ²

Área neta = 230.40 m²

TABLA 2:
CROQUIS EXPERIMENTAL



1 – 4 = número de tratamientos

101 – 404 = número de parcela según el bloque

I - IV = número de bloque

2.6 Metodología de aplicación de los tratamientos en estudio

En el presente trabajo de investigación se aplicaron tres dosis de potasio (N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 60; N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 80, y N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 100). considerando un tratamiento control sin aplicación alguna de potasio (N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 00) y aplicados en tres momentos, después de realizada la siembra en forma de golpe o puyada:

Primera aplicación a los 20 días después de la siembra,

Segunda aplicación a los 30 días después de la siembra y

Tercera aplicación al inicio de floración del cultivo para determinar su efecto sobre las características morfoproductivas del cultivo de frijol caupí en la provincia de Chincha Alta.

Metodología de aplicación de los factores constantes

En la aplicación de los factores constantes como son la preparación del terreno (aradura, gradeo, etc.), labores culturales (deshierbes, riegos, etc.), aplicaciones para el control fitosanitarios, (plagas y enfermedades) la cosecha, etc. en el cultivo de Frijol caupí, estos se llevaron a cabo siguiendo las prácticas habituales en un campo de agricultores. La única fuente de variación se origina de la implementación de los tratamientos que se estudiaron en este trabajo de investigación.

2.7 Conducción de la investigación

La conducción de la investigación se inició con las siguientes labores que se detallan a continuación:

1. **Preparación del terreno experimental:** esta labor involucro las siguientes labores agrícolas.
 - a) **Limpieza del terreno:** Se retiraron los restos de la campaña anterior, lo cual es importante para evitar enfermedades o plagas que puedan haber quedado en los residuos de cultivos anteriores.
 - b) **Aradura en seco:** Se realizó una primera aradura sin riego, lo que ayuda a aflojar el suelo y mejorar su aireación. Esto también facilita la descomposición de la materia orgánica que quedó tras la cosecha anterior.
 - c) **Planchado y surcado:** Posteriormente, se alisó el terreno (planchado) y se marcaron surcos, lo que permite definir los espacios para la siembra y facilita el flujo de agua.
 - d) **Riego moderado y secado:** Después del surcado, se aplicó un riego moderado para humedecer el suelo, pero se dejó secar durante unos 8-10 días. Esto ayuda a evitar que el suelo esté demasiado húmedo para los siguientes procesos de siembra.
 - e) **Aradura en húmedo:** Una vez que el terreno alcanzó la humedad adecuada, se realizó una segunda aradura en húmedo. Esto permite afinar la textura del suelo y mejorar las condiciones para la germinación de las semillas.
 - f) **Gradeo y planchado:** Se utilizó una grada para desterronar o mullir el suelo, dejándolo más uniforme y adecuado para la siembra, seguido de un nuevo alisado (planchado).

Este proceso estuvo diseñado para preparar el terreno de manera óptima, asegurando que las condiciones sean las mejores para la germinación y el crecimiento del frijol caupí.

2. Demarcación y siembra:

Una vez que el terreno estuvo surcado a una distancia de 0.90 metro entre surcos, se procedió a demarcar las parcelas un día antes de la siembra utilizando una wincha, cordel y cal, con la ayuda de estacas y tarjetas conforme al croquis experimental.

3. Siembra

La siembra se realizó de manera manual, colocando 2 semillas por golpe en el fondo del surco a una profundidad de 5 cm. El espaciamiento fue de 0.90 metro entre surcos y 20 cm entre los golpes (lo que resultó en 2 plantas por golpe). La siembra se llevó a cabo el 20 de noviembre de 2023. Antes de sembrar, las semillas fueron desinfectadas con Vitavax y Vencetho, aplicando 3 gramos de cada uno por kilogramo de semilla, para evitar ataque de hongos y plagas.

4. Fertilización

En la investigación se utilizó los siguientes fertilizantes:

TABLA 3
FUENTES DE FERTILIZACIÓN UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN.

FERTILIZANTE	FUENTE	CONCENTRACION
Fuente de nitrógeno	Nitrato de Amonio	NH_4NO_3 (N33.5%, S 24%)
Fuente de potasio	Sulfato de potasio	K_2O 50%, S 18%
Fuente de fosforo	Fosfato diamonico	N 18%, P_2O_5 46%

La fertilización del ensayo experimental se realizó manualmente, dividiéndose en tres aplicaciones:

La primera se efectuó 20 días después de la siembra, aplicando el 100% de fosfato diamónico y el 40% de nitrato de amonio y sulfato de potasio.

La segunda aplicación se hizo durante el aporque, con el 30% de nitrato de amonio y el 50% de sulfato de potasio.

La última fertilización se realizó en la floración del cultivo, aplicando el 30% restante de nitrato de amonio y el 50% de sulfato de potasio.

Los insumos fueron colocados manualmente con una lampa, a unos 10 cm del cuello de la planta, después de realizar un riego ligero en el campo experimental.

Las cantidades de fertilizante utilizadas en cada tratamiento fueron las siguientes:

- **T1: N60 - P2O5 40 - K2O 60:**
 - Nitrato de amonio: 1.71 kg
 - Fosfato diamónico: 1.08 kg
 - Sulfato de potasio: 1.53 kg
- **T2: N60 - P2O5 40 - K2O 80:**
 - Nitrato de amonio: 1.71 kg
 - Fosfato diamónico: 1.08 kg
 - Sulfato de potasio: 1.62 kg
- **T3: N60 - P2O5 40 - K2O 100:**
 - Nitrato de amonio: 1.71 kg
 - Fosfato diamónico: 1.08 kg
 - Sulfato de potasio: 2.52 kg
- **T4: N60 - P2O5 40 - K2O 00:**
 - Nitrato de amonio: 1.71 kg
 - Fosfato diamónico: 1.08 kg
 - Sulfato de potasio: 0 kg

5. Riego:

El riego en el estudio se efectuó por gravedad (surcos) usando agua de manantial y avenida una vez por semana, usando 4300 m³/ha/campaña considerando las condiciones climáticas para evitar el estrés hídrico en las plantas de frijol caupí. También se ajustó según las diferentes etapas fenológicas del cultivo, tanto en la fase vegetativa como en la reproductiva.

TABLA 4
CRONOGRAMA DE RIEGO UTILIZADO EN FRIJOL CAUPI EN CHINCHA 2023

Riego N°.	Fecha aplicación	Edad del Cultivo (DDS)	Volumen aplicado en (m ³ /ha)	Procedencia del agua
1	12/11/2023	0	1000	manantial
2	05/12/2023	15	600	manantial
3	15/12/2023	25	700	manantial
4	04/01/2024	45	800	manantial
5	14/01/2024	55	700	avenida
6	29/01/2024	60	500	avenida
TOTAL			4,300	

6. Control de malezas

El desmalezado se realizó de forma manual con los obreros de campo en el momento adecuado para evitar la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio, manteniendo el campo experimental libre de malezas.

TABLA 5
MALEZAS MÁS FRECUENTES

Nombre común	Nombre científico
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>
Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>
Nabo silvestre	<i>Brassica rapa</i>
Gramma común	<i>Cynodon dactylon</i>
Yuyo	<i>Amarathus Sp.</i>
Cadillo	<i>Bidens pilosa</i>
Chamico	<i>Datura stramonium</i>

7. Control fitosanitario

La evaluación del cultivo se realizó semanalmente, observando en el campo para determinar si era necesario aplicar algún control fitosanitario, dependiendo de la gravedad e incidencia de las plagas y enfermedades. Se efectuaron tres aplicaciones fitosanitarias para controlar *Liriomyza huidobrensis* y *Epinotia aporema*, utilizando Abamectina a una dosis de 25 ml por 20 litros de agua. Para combatir *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia solani*, se aplicó una mezcla de Difeconazole + Azoxystrobin a una dosis de 30 ml por 20 litros de agua.

Las plagas detectadas en el cultivo fueron:

- *Feltia sp.* (gusano de tierra)
- *Diabrotica sp.* (gusano de tierra)
- *Empoasca kraemeri* (cigarrita verde)
- *Epinotia aporema* (barrenador de brotes)
- *Liriomyza huidobrensis* (minador de hojas)
- *Bemisia tabaci* (mosca blanca)

En cuanto a las enfermedades, se identificaron las siguientes:

- *Fusarium sp.* (podredumbre basal)
- *Rhizoctonia solani* (podredumbre de tallo)
- *Erysiphe polygoni* (oídium)

8. Cosecha de vainas frescas:

Esta labor se realizó de manera manual, el 20 de febrero del 2024, cuando las plantas llegaron a su madurez fisiológica con un 70 % de vainas frescas o “guisantes” es decir alrededor de dos semanas después de la floración, cuando los granos se encontraban en un estado turgente y lechoso, se realizó dos cosechas de vainas frescas, se tomaron la cosecha de los surcos centrales de cada parcela, recolectándose las vainas y colocándolas en costal malla con su respectiva identificación.

2.8 Técnicas de recolección procesamiento de la información

Técnicas de recolección de la información

Para la recolección de los datos en campo se recurrió al uso de diversas técnicas y herramientas que se utilizaron para desarrollar los sistemas de información que fueron usados para el análisis estadístico. Como ejemplos de técnicas tenemos; la observación, el análisis documental, las observaciones experimentales y no experimentales y el análisis de contenido, etc. [17].

2.9 Instrumentos de recolección de datos.

En este caso se utilizó la técnica de recolección de datos en campo es decir “in situ”, que son las que se realizan directamente en el terreno de cultivo y requiere de complejos sistemas instrumentales que deben constar como mínimo de los siguientes elementos:

- Vernier
- Wincha
- Programa estadístico Infostat
- Balanza de kg
- Balanza analítica
- Bolsas de papel
- Mochila de fumigación
- Lampas
- Maquinaria agrícola

2.10 Variables

Las variables que procedieron a evaluarse en el presente estudio fueron:

Altura de planta (cm):

Esta característica se midió con el uso de una wincha graduada después que el cultivo finalizo la etapa de floración, tomando cinco plantas del surco central de cada tratamiento, iniciándose desde la base de la planta hasta el ápice o eje central, luego se sacó el promedio aritmético.

Número de vainas/planta (unidades)

Se realizó al finalizar la etapa de crecimiento de granos dentro de las vainas, cuando el producto obtenido se puede comer en fresco como hortaliza, se tomaron cinco plantas al azar y se procedió a contar el número total de vainas de cada planta por cada tratamiento luego se sacó el promedio y se expresó en unidades.

Longitud de la vaina (cm)

Dicha característica se procedió a evaluar previo a la cosecha, se midiendo con una wincha graduada el largo de cinco vainas por cada tratamiento, iniciando a medir desde la base hasta el ápice de la vaina, luego determinar el promedio correspondiente, la unidad de medida fue en cm.

Número de granos frescos por vaina (unidades)

Se tomaron cinco vainas frescas del surco central tomadas de la cosecha al azar por cada tratamiento y se contaron los granos de cada vaina y luego se obtuvo el promedio correspondiente y se expresó en unidades.

Peso fresco de los granos por vaina (g/vaina)

Se procedió a tomar los granos frescos de las cinco vainas analizadas en la característica anterior para cada uno de los tratamientos y se pesaron con el uso de una balanza y los resultados se expresan en gramos.

Peso de 100 vainas de frijol caupí

Esta característica se hizo cuando se cosecho el total de vainas de las plantas de cada uno de los tratamientos en estudio y se pesó con una balanza cincuenta vainas tomadas al azar, determinado luego su promedio por tratamiento.

Rendimiento total de vainas frescas (t/ha)

La cosecha de vainas se realizó dos veces, posteriormente se procedió a pesar en una balanza el total de vainas frescas obtenidas en cada uno de los tratamientos en estudio y el peso total se expresó en t/ha.

2.11 técnicas de procesamiento de datos

Los datos correspondientes a cada una de las variables evaluadas fueron organizados y sistematizados en una base de datos, con el objetivo de facilitar su procesamiento y análisis. Para ello, se utilizó el software estadístico InfoStat, versión profesional, a través del cual se realizó un análisis de varianza (ANVA) considerando niveles de significancia de 0,05 y 0,01, a fin de determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas mediante la prueba de "F" y el valor de probabilidad asociado (p-value).

Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a aplicar la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0,05, con la finalidad de identificar los grupos estadísticamente homogéneos y establecer un orden de mérito relativo entre los tratamientos o genotipos evaluados.

Asimismo, se calcularon los estadísticos descriptivos correspondientes a cada variable: promedio (media aritmética), error estándar (EE) y coeficiente de variación (CV), con el propósito de describir la dispersión y estabilidad de los datos registrados durante el desarrollo del experimento.

De acuerdo con [18], para la determinación del análisis estadístico se utilizó el software estadístico INFOSTAT versión 2020e.

III. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de suelo, datos meteorológicos reportados por SENAHMI durante el desarrollo del cultivo, los diversos análisis estadísticos realizados de las diversas características evaluadas, bajo las condiciones del distrito de Alto Larán, la provincia de Chincha y departamento de Ica, en los años 2023 – 2024, los cuales se muestran a continuación.

3.1 Análisis mecánico y químico del suelo.

Con el objetivo de conocer las características físico-mecánicas y químicas del suelo en el campo experimental donde se desarrolló la presente investigación, se procedió a realizar un muestreo compuesto de suelo. Para ello, se tomaron diez submuestras distribuidas en forma de zigzag dentro de un área aproximada de 2,000 m², a una profundidad de 30 cm. El muestreo se efectuó utilizando una lampa, y bolsas plásticas nuevas. Las submuestras fueron mezcladas cuidadosamente hasta obtener una muestra homogénea representativa de aproximadamente 1 kg, la cual fue enviada a un laboratorio de análisis de suelo y plantas de la UNALM en Lima para la realización de los análisis correspondientes, los cuales se muestran en la tabla 6 y 7.

TABLA 6.
ANÁLISIS FÍSICO – MECÁNICO DE SUELO PARA EL CULTIVO DE FRIJOL CAUPÍ, CHINCHA
ALTA 2023-2024

Determinación	Profundidad del suelo (0 – 30 cm)	Método empleado
Arena (%)	43	Bouyoucos
Limo (%)	33	Bouyoucos
Arcilla (%)	23	Bouyoucos

Clase textural	Fr. (franco)	Triangulo Textural
-----------------------	---------------------	---------------------------

Fuente: laboratorio de análisis de suelo y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

TABLA 7.
ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO PARA EL CULTIVO DE FRIJOL CAUPÍ EN CHINCHA ALTA
2023-2024

Determinación	Unidad	Nivel (0 – 30 cm)	Método usado	Interpretación
Fosforo disponible	ppm	23.8	Olsen	Alto
Potasio disponible	ppm	390	Acetato de amonio	Alto
M. O	%	0.41	Walkey y Black	Bajo
Calcáreo total	%	0.98	Gravimétrico	Bajo
C. E. (ms/cm)	mS/cm	0.37	Electrométrico	Muy Lig. salino
pH	Unid. pH	8.17	Electrométrico	Moderad, alcalino
CIC	meq/100 g.	10.88	Cálculo matemático	Bajo
Cationes cambiables				
Ca ⁺⁺	meq/100 g.	8.21	FAAS	Bajo
Mg ⁺⁺	meq/100 g.	1.37	FAAS	Bajo
K ⁺	meq/100 g.	0.90	FAAS	Bajo
Na ⁺	meq/100 g.	0.40	FAAS	Bajo

FAAS: espectrometría de absorción atómica por llama.

Fuente: laboratorio de análisis de suelo y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM).

3.2 Observaciones meteorológicas:

La información fue reportada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Ica (SENAMHI – Ica), Estación CO FONAGRO Chincha, por ser la estación meteorológica más cercana al lugar donde se desarrolló el trabajo de investigación, solicitando información sobre temperatura (máxima y mínima), horas de sol y humedad relativa de los meses en que se desarrolló el trabajo de investigación, para ver si se producía un efecto notorio en sus fases de desarrollo y crecimiento del cultivo, y cuyos valores se presentan a continuación en las tablas 8 y 9.

TABLA 8
OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS DE NOVIEMBRE 2023 A FEBRERO DEL AÑO 2024
PARA EL CULTIVO DE FRIJOL CAUPÍ EN CHINCHA ALTA.

Mes	Temperatura °C			Horas de sol (Media mensual)	Humedad relativa (%)
	Máxima	Media	Mínima		
Noviembre	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Diciembre	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Enero 2024	28,3	24,3	20,3	193,3	77,0
Febrero 2024	30,3	25,9	21,4	212,6	79,0

s/d: sin datos registrados en la estación

Fuente: Estación: CO - FONAGRO

Latitud: 13°27'28,1'' W

Longitud: 76°8'3,3'' S

Altitud: 71 msnm

Departamento: Ica

Provincia: Chincha

Distrito: Chincha Baja

3.3 Altura de planta

En el análisis de varianza realizado para la altura de planta, se observa que se ha encontrado diferencia significativa entre bloques, en cambio, no se ha encontrado diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 3.59% (Tabla 9).

TABLA 9.

ANALISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA DE PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA.

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	457,08	-.-	-.-	-.-	-.-
Bloques	3	235,11	78,37	*	4,79	0,0292
Tratamientos	3	74,63	24,88	NS	1,52	0,2750
Error. corregido.	9	147,34	16,37	-.-	-.-	-.-
Promedio general		112,813				
C. V. (%)		3,59				
Desviación Estándar		5,52				

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

** : Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 10.

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DE LA ALTURA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
2	114,95	a	1°
1	114,20	a	1°
3	112,78	a	1°
4	109,33	a	1°

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

3.4. Peso fresco de grano

En el análisis de varianza realizado para el peso fresco de granos, se observa que se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los bloques y los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 19.87% (Tabla 13).

TABLA 11.

ANALISIS DE VARIANZA DE PESO FRESCO DE GRANOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA.

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	0,95	--	--	--	--
Bloques	3	0,48	0,16	**	11,07	0,0022
Tratamientos	3	0,34	0,11	**	7,74	0,0073
Error. corregido.	9	0,13	0,01	--	--	--
Promedio general		,606				
C. V. (%)		9,87				
Desviación Estándar		0,25				

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

** : Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 12.

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL PESO FRESCO DE GRANOS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA

Tratamientos	Peso fresco grano (g.)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1	0,78	a	1°
2	0,73	a	1°
3	0,48	b	2°
4	0,45	b	2°

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

3.5 longitud de vaina fresca

En el análisis de varianza realizado para longitud de vaina fresca, se observa que se a encontrado diferencia altamente significativa entre bloques, en cambio, se ha encontrado solo diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 9.17% (Tabla 15).

TABLA 13.

ANALISIS DE VARIANZA DE LONGITUD DE VAINA FRESCA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA.

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	227,56	-.	-.	-.	-.
Bloques	3	146,59	48,86	**	11,80	0,0018
Tratamientos	3	43,70	14,57	*	3,52	0,0511
Error. corregido.	9	37,28	4,14	-.	-.	-.
Promedio general		22,2				
C. V. (%)		9,17				
Desviación Estándar		2,89				

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

** : Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 14.

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DE LONGITUD DE VAINA FRESCA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA

Tratamientos	Longitud de vaina (cm)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
4	24,55	a	1°
3	22,65	a b	1°
2	21,60	a b	1°
1	20,00	b	2°

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

3.6 Número de vainas frescas por planta

En el análisis de varianza realizado para el número de vainas frescas por planta, se observa que se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los diversos bloques y entre los tratamientos, se ha encontrado un coeficiente de variabilidad de 9.71% (Tabla 17).

TABLA 15.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA.

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	172,87	--	--	--	--
Bloques	3	83,63	27,88	**	6,45	0,0127
Tratamientos	3	50,33	16,78	**	3,88	0,0494
Error. corregido.	9	38,91	4,32	--	--	--
Promedio general		1,41				
C. V. (%)		9,71				
Desviación Estándar		3,39				

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

** : Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 16.

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA

Tratamientos	Numero de vainas (unidad)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
3	23,20	a	1°
2	22,35	a	1°
1	21,58	a b	1°
4	18,50	b	2°

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

3.7 número de granos por vaina fresca

En el análisis de varianza realizado para el número de granos por vaina fresca, se observa que se ha encontrado diferencia altamente significativa entre bloques, en cambio, se ha encontrado solo diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 9.17% (Tabla 19).

TABLA 17.

ANALISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE GRANOS POR VAINA FRESCA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA.

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	75,75	--	--	--	--
Bloques	3	42,75	14,25	**	11,93	0,0017
Tratamientos	3	22,25	7,42	**	6,21	0,0142
Error. corregido.	9	10,75	1,19	--	--	--
Promedio general		14,1				
C. V. (%)		7,74				
Desviación Estándar		2,0				

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

** : Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 18.

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL NÚMERO DE GRANOS FRESCOS POR VAINA DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA

Tratamientos	Número de granos por vaina (unidad)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
1	15,75	a	1°
3	14,75	a b	1°
2	13,00	b c	2°
4	12,50	c	3°

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

3.8 Peso de 100 vainas frescas

En el análisis de varianza realizado para el peso de 100 vainas frescas, se observa que se ha encontrado diferencia altamente significativa entre los tratamientos en estudio, en cambio, no se ha encontrado diferencia significativa entre bloques, con un coeficiente de variabilidad de 18.76% (Tabla 21).

TABLA 19.

ANALISIS DE VARIANZA DEL PESO DE 100 VAINAS FRESCAS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA.

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	26,23	-.	-.	-.	-.
Bloques	3	7,88	2,63	NS	3,55	0,0610
Tratamientos	3	11,67	3,89	**	5,25	0,0028
Error. corregido.	9	6,67	0,74	-.	-.	-.
Promedio general		,589				
C. V. (%)		8,76				
Desviación Estándar		1,32				

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

** : Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 20.

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL PESO DE 100 VAINAS FRESCAS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA

Tratamientos	Media (kg.)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
3	5,83	a	1°
2	4,81	a b	1°
1	4,23	b	2°
4	3,41	b	2°

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

3.9 Rendimiento total estimado de vainas frescas

En el análisis de varianza realizado para el rendimiento estimado de vainas frescas, se observa que se ha encontrado diferencias significativas entre bloques, en cambio, se ha encontrado diferencias altamente significativas entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 10.65% (Tabla 15).

TABLA 21.

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO TOTAL ESTIMADO DE VAINAS FRESCAS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA.

F. V	G. L.	SC	CM	SIG.	Razón-F	Valor-P
Total	15	12,93	--	--	--	--
Bloques	3	2,90	0,97	*	2,62	0,1149
Tratamientos	3	6,71	2,24	**	6,05	0,0153
Error. corregido.	9	3,32	0,37	--	--	--
Promedio general		5,705				
C. V. (%)		10.65				
Desviación Estándar		0,93				

*: Diferencias significativas con 95% de confianza.

** : Diferencias altamente significativas con 99% de confianza.

NS: No existen diferencias significativas

TABLA 22.

PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE DE DUNCAN DEL RENDIMIENTO TOTAL DE VAINAS FRESCAS DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE VAINA FRESCA DE FRIJOL CAUPÍ EN ALTO LARAN - CHINCHA – ICA

Tratamientos	Media (t/ha.)	Duncan (α 0.05)	O.M.R
3	6,33	a	1°
2	6,29	a	1°
1	5,43	a b	1°
4	4,78	b	2°

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

IV. DISCUSION

En este capítulo, tomando en consideración los resultados obtenidos, se presentan las siguientes consideraciones

4.1 Análisis Físico-mecánico y químico de suelo

Se procedió a realizar en el campo la toma de muestras de seis calicatas utilizando la metodología de zig zag, de 30 cm de profundidad cada una, tratando que estas sean lo más representativas del terreno donde se instaló el experimento, estas muestras se tomaron para realizar el análisis de suelo y poder determinar el estado de fertilización en la que se encontraba el suelo donde se hizo la investigación, las seis submuestras del campo se mezclaron en una manta hasta que estuvieron homogenizados y se sacó una sola muestra de suelo de 1 kg, esta muestra obtenida fue la que se envió al laboratorio de suelo y plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en la ciudad de Lima debidamente rotulada para el análisis correspondiente, cuyo reporte se muestra en las tablas 6 y 7.

Según los resultados obtenidos en los análisis físicos y mecánicos del suelo, y con base en la clasificación del triángulo textural del USDA, se identificó que el horizonte superficial (0–30 cm) corresponde a una textura franca (Fr). Esta clase textural se caracteriza por una adecuada proporción de arena, limo y arcilla, lo que le confiere buenas propiedades de retención de humedad, aireación y facilidad para el laboreo. Estas condiciones son óptimas para el establecimiento y desarrollo del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*), el cual presenta una notable adaptabilidad a distintos tipos de suelo, siendo particularmente apto para suelos presentes en zonas costeras.

En la Tabla 7 se observa que el suelo presenta una conductividad eléctrica (CE) correspondiente a un nivel muy ligeramente salino, con un pH moderadamente alcalino. Asimismo, se evidenció un bajo contenido de materia orgánica, presencia de carbonatos totales (suelo calcáreo), una capacidad de intercambio catiónico (CIC) limitada y bajos niveles de cationes intercambiables. No obstante, se registraron concentraciones elevadas de fósforo (P) y potasio (K), elementos esenciales para el desarrollo del cultivo. Dado el bajo contenido de materia orgánica, se incorporó guano de invernada durante la etapa previa a la preparación del terreno, con el objetivo de mejorar la fertilidad del suelo y favorecer el establecimiento del cultivo.

Según lo manifestado por [19] en el 2012, El frijol caupí se desarrolla mejor en suelos de textura franca, que tiene una mezcla equilibrada de arcilla, limo y arena. Estos suelos proporcionan un buen ambiente para el crecimiento de las raíces, deben tener una CE baja (menos de 1.5 mmhos/cm) y un pH entre 6.0 y 7.5 para asegurar un entorno adecuado para el cultivo, por lo que se concluye que el terreno experimental utilizado es apto para el cultivo de frijol caupí.

El frijol caupí prefiere suelos arenosos o francos, que contienen una cantidad equilibrada de arena, limo y arcilla. Estos suelos deben ser ligeros, bien drenados, profundos y tener una fertilidad media a alta. En suelos arcillosos no se desarrolla bien, especialmente en áreas con alta pluviometría, ya que los encharcamientos prolongados afectan su crecimiento y rendimiento. Además, este cultivo puede tolerar suelos ligeramente ácidos, con un pH que oscila entre 5.5 y 6.6 según [20].

4.2 Datos meteorológicos:

Los datos meteorológicos considerados en el presente experimento fueron obtenidos de la estación CO-FONAGRO, perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía de Ica, por ser la más cercana al lugar donde se realizó el experimento y se consideró los meses de noviembre 2023 a febrero del año 2024 para conocer las condiciones climáticas en la cual se desarrolló el cultivo de frijol caupí.

Las observaciones meteorológicas realizadas fueron desde la fase de siembra del cultivo hasta la fase de la cosecha de vainas verdes, los datos se presentan en la tabla N°8, teniendo en consideración que según los datos reportados en los meses de noviembre y diciembre del 2023 no se registraron datos meteorológicos en dicha estación. En cuanto a la temperatura máxima la mayor se presentó en el mes de febrero con 30,3 °C, la menor temperatura mínima se dio en el mes de enero 2023 con 20,3 °C. mayor humedad relativa mensual se presentó en el mes de febrero 2023 con 79,0 % y la menor se dio en el mes de enero del 2023 con 77,0 %, y en cuanto a lo relacionado con las horas de sol mensual la mayor cantidad se dio en el mes de Febrero del 2023 con 212,6 horas, dichos valores son considerados como aceptables óptimos para el desarrollo del cultivo de frijol caupí.

Según [21] en el año 2001, informa que esta planta requiere una temperatura ambiental que varíe entre 18°C y 40°C, con un rango ideal entre 20°C y 35°C. No soporta las heladas, y las temperaturas superiores a 40°C pueden interferir con la floración y el desarrollo de las vainas del cultivo.

Según [22], la humedad relativa del ambiente óptimo es entre 70 y 85 %, cuando las cosechas se realizan durante períodos de alta humedad o lluvias, puede ocurrir el manchado de los granos.

VARIABLES EVALUADAS

Altura de planta:

Según los resultados presentados en la Tabla 9, el análisis de varianza (ANVA) correspondiente a la variable altura de planta muestra diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre los bloques, mientras que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación (CV) fue de 3,59 %, lo que indica una baja variabilidad experimental y, por tanto, una alta precisión en la medición de esta variable. El promedio general

de altura de planta fue de 112,813 cm, valor que refleja un adecuado desarrollo del cultivo bajo las condiciones experimentales.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de rangos múltiples de Duncan (Tabla 10), los cuatro tratamientos evaluados se ubicaron dentro del mismo grupo estadístico, compartiendo el primer lugar en el orden de mérito relativo (OMR), con alturas de planta que variaron entre 109,33 cm y 114,95 cm. El tratamiento 2 alcanzó la mayor altura promedio (114,95 cm), lo que sugiere una tendencia favorable en su desempeño. No obstante, la ausencia de diferencias estadísticas significativas entre tratamientos indica que, bajo las condiciones del presente estudio, ninguno de ellos presentó una superioridad agronómica concluyente en cuanto a la variable altura de planta.

En comparación con estos estudios previos, los tratamientos evaluados en el presente trabajo mostraron alturas significativamente mayores, con valores que oscilaron entre 109,33 cm y 114,95 cm a los 90 días después de la siembra. Estos resultados superan notablemente los reportados por [23] en el 2018 en Manabí, Ecuador, donde la variedad INIAP 463 de frijol caupí Precoz alcanzó una altura promedio de 74,6 cm bajo condiciones similares de evaluación temporal. Asimismo, los valores obtenidos también fueron superiores a los observados por [24] en el 2021 en la región Lambayeque, Perú, quienes reportaron una altura máxima de 64,75 cm con la aplicación del bioestimulante APU en la etapa de prefloración. Las diferencias encontradas podrían atribuirse a factores como la variedad utilizada, las condiciones agroecológicas específicas del ensayo, el manejo agronómico implementado, así como a la respuesta fisiológica diferenciada de las plantas frente a los tratamientos evaluados en el presente estudio.

Peso de grano fresco en 5 vainas frescas.

La Tabla 13 presenta los resultados del análisis de varianza (ANVA) correspondiente al peso de grano fresco obtenido de cinco vainas por planta de frijol caupí (*Vigna unguiculata*). Se observaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) tanto entre los bloques como entre los tratamientos evaluados, lo cual indica que las condiciones experimentales y las variables aplicadas influyeron de manera significativa sobre la variable en estudio. El coeficiente de variación (CV) fue de 19,87 %, valor que se considera aceptable dentro de este tipo de ensayos agronómicos, ya que refleja una adecuada precisión experimental y una variabilidad controlada entre las unidades experimentales.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba de Duncan al 5% (Tabla 14), se compararon las medias del peso de grano fresco de cinco vainas, observándose dos niveles de significancia. En el primer nivel, las medias oscilaron entre el tratamiento T1, que presentó el mayor peso con 0,78 g, y el tratamiento T2, con 0,73 g. En el segundo nivel, el tratamiento T4 (testigo) mostró el menor peso, con 0,45 g. Estos resultados contrastan con los de [25] en el 2022, quien, en un estudio realizado en la Universidad Sánchez Carrión de Huacho (Vegueta), evaluó la aplicación de productos hormonales en el frijol caupí con el objetivo de determinar el rendimiento. En dicho

estudio, la aplicación del bioestimulante Triggrr foliar resultó en un peso de 38,1 g por planta, un valor considerablemente superior al obtenido en el presente experimento.

Longitud de vaina

La Tabla 15 muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los bloques y significativa entre los tratamientos analizados, con un coeficiente de variabilidad de 9,17 %, lo que indica una alta precisión en el experimento. Estos resultados reflejan una adecuada replicabilidad y control en las condiciones experimentales.

Según los resultados de la prueba de Duncan al 5% (Tabla 16), se compararon las medias de la longitud de las vainas de frijol caupí, encontrándose dos niveles de significancia. En el primer nivel, las medias oscilaron entre el tratamiento T4, que presentó la mayor longitud de vaina con 24,55 cm, y el tratamiento T2, con 21,60 cm. En el segundo nivel, el tratamiento T1 presentó la longitud más corta, con 20,0 cm por vaina.

Al comparar estos resultados con investigaciones previas [10], en un estudio realizado en la Universidad Nacional de Barranca, observaron que el tratamiento T0 (N60 - P2O5 40 - K2O 00) presentó la longitud de vaina más corta, con un promedio de 9,66 cm, mientras que el tratamiento T3 (N60 - P2O5 40 - K2O 100) logró la mayor longitud, con una media de 16,58 cm. Por otro lado, [37] en el 2006 reportaron que la longitud de las vainas por planta alcanzó hasta 17,6 cm, lo cual se encuentra en un rango similar a los resultados obtenidos en el presente estudio, aunque ligeramente superior [6], en su investigación realizada en el INIA, encontró que, utilizando una fórmula de fertilización de 70-50-60, la longitud de las vainas alcanzó los 16,46 cm. Estas variaciones pueden atribuirse a diferencias en los métodos de fertilización, condiciones climáticas, o variedades de frijol caupí utilizadas, lo que subraya la importancia de considerar estos factores al interpretar los resultados.

Numero de vainas por planta

La Tabla 17 presenta los resultados del análisis de varianza para el número de vainas por planta de frijol caupí, donde se observan diferencias estadísticas altamente significativas entre los bloques y los tratamientos. El coeficiente de variabilidad calculado es de 9,71 %, lo que refleja una buena precisión y consistencia en el diseño experimental, lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos.

De acuerdo con los resultados de la prueba de Duncan al 5% (Tabla 18), se compararon las medias del número de vainas por planta, encontrando dos niveles de significancia. En el primer nivel, las medias varían entre el tratamiento T3, con 23,20 vainas por planta, que mostró el mayor número de vainas, y el tratamiento T1, con 21,58 vainas por planta. En el segundo nivel, el tratamiento T4 (testigo) presentó el menor número de vainas por planta, con 18,50 vainas.

Al comparar estos resultados con investigaciones previas [25] en el 2016, en un estudio realizado en Chiclayo, Perú, reportó un promedio de 15 vainas por planta utilizando microorganismos eficaces aplicados en condiciones locales, lo que sugiere que el manejo microbiológico de los

cultivos podría tener un efecto sobre la producción de vainas, aunque sus resultados son considerablemente más bajos que los obtenidos en este estudio. En contraste con [26] en el 2019, en un trabajo realizado en el valle del Medio Piura, reportó un promedio considerablemente mayor de 50 vainas por planta en la variedad blanca de Caupí, lo que podría ser el resultado de factores como el tipo de fertilización utilizada, el clima más cálido de la región, y las técnicas específicas de manejo agronómico aplicadas.

La diferencia en los números de vainas entre estos estudios y el presente experimento podría estar influenciada por varios factores, tales como las condiciones edafoclimáticas de cada región (por ejemplo, la temperatura, la humedad, la composición del suelo) y los tratamientos agronómicos aplicados, como la fertilización, la densidad de siembra y el manejo de plagas. Además, el tipo de variedades empleadas y las prácticas específicas de cultivo pueden jugar un papel importante en la variabilidad de los resultados. En este sentido, la comparación de los tratamientos aplicados en cada estudio resulta clave para comprender cómo estos factores interactúan para influir en el número final de vainas por planta.

Numero de granos por vaina

Para la variable evaluada del número de granos por vaina, los resultados se presentan en la Tabla 19, donde se evidencian diferencias estadísticas altamente significativas, tanto en la fuente de variabilidad de los bloques como entre los tratamientos en estudio. El coeficiente de variabilidad obtenido es de 7,74 %, lo que sugiere una buena precisión en la ejecución del experimento.

En la Tabla 20, según la prueba de Duncan al 5%, se observa que existen diferencias significativas en el número de granos por vaina entre los tratamientos analizados. Se identifican tres niveles de significancia: en el primer nivel, las medias varían entre el tratamiento T1, que presentó el mayor número de granos por vaina con 15,75, y el tratamiento T3, que tuvo 14,75 granos por vaina. El segundo nivel lo conforma el tratamiento T2, con 13,00 granos por vaina, y en el tercer nivel se encuentra el tratamiento T4 (testigo), con el menor número de granos por vaina, con 12,50.

En comparación con otros estudios, los resultados obtenidos en este estudio se asemejan a los reportados por [27] en el 2016, en Chiclayo, donde se reportó un promedio de 12 granos por vaina. Por otro lado [6], en su investigación realizada bajo las condiciones del INIA con una dosis de fertilización de 70-50-60, alcanzó un promedio de 10,58 granos por vaina. Estas comparaciones sugieren que las diferencias en el número de granos por vaina pueden depender no solo de los tratamientos aplicados, sino también de factores como la variedad de frijol, las condiciones edafoclimáticas y las prácticas de manejo agronómico.

Peso de 100 vainas verdes de frijol caupí

Para esta variable evaluada, los resultados se presentan en la Tabla 21. Se observa que la fuente de variabilidad correspondiente a los bloques no presentó diferencias estadísticas significativas (NS), mientras que entre los tratamientos en estudio sí se detectaron diferencias altamente significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 18,76 %, lo cual indica una aceptable precisión experimental,

aunque ligeramente superior a lo ideal, probablemente debido a la naturaleza más variable de esta característica morfológica.

De acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan al nivel de significancia del 5% (Tabla 22), se identificaron diferencias significativas en el peso de 100 vainas verdes entre los tratamientos evaluados, estableciéndose dos niveles de significancia. En el primer nivel, se ubicaron los tratamientos T3 y T2, con pesos promedio de 5,83 kg y 4,81 kg, respectivamente, siendo el tratamiento T3 el que presentó el mayor valor. En el segundo nivel se agrupan los tratamientos T1 y T4 (testigo), con valores de 4,23 kg y 3,41 kg, respectivamente, siendo este último el de menor peso de 100 vainas verdes.

Estos resultados permiten inferir que el tratamiento T3 tuvo un efecto positivo sobre la formación y el desarrollo de las vainas, incrementando significativamente su peso, en comparación con el testigo y otros tratamientos. La diferencia entre niveles sugiere que el manejo aplicado en T3 podría haber influido favorablemente en el llenado de las vainas y, posiblemente, en la acumulación de biomasa en esta estructura reproductiva.

Rendimiento total estimado de vainas verdes

Para esta característica evaluada, los resultados se presentan en la Tabla 23. Se observa que la fuente de variabilidad correspondiente a los bloques no presentó diferencias significativas estadísticas (NS), mientras que entre los tratamientos en estudio se detectaron diferencias altamente significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 10,65 %, lo que indica un adecuado nivel de precisión en la ejecución del experimento.

De acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% de probabilidad (Tabla 24), se evidencian diferencias estadísticas significativas en el rendimiento de vainas verdes entre los tratamientos evaluados. Se identificaron dos niveles de significancia: en el primer nivel se ubicaron los tratamientos T3, con un rendimiento de 6,33 t/ha, seguido de T2 con 6,29 t/ha y T1 con 5,43 t/ha. En el segundo nivel se encuentra el tratamiento T4 (testigo), que obtuvo el menor rendimiento de vainas verdes con 4,78 t/ha.

Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren de los reportados por [41 28] quien, en una investigación desarrollada en la Universidad San Pedro, aplicó tres fertilizantes foliares en diferentes estados fenológicos del cultivo de frijol caupí. En su estudio, se alcanzó el mayor rendimiento en vainas verdes con 11,454 kg/ha al aplicar fertilizantes en la etapa de llenado de grano, superando estadísticamente los rendimientos obtenidos al inicio de la floración (9,734 kg/ha) y durante la floración (8,961 kg/ha).

Asimismo, [23] durante el 2018, en un estudio realizado en Manabí, Ecuador, con la variedad de frijol caupí Precoz, reportaron rendimientos menores en comparación con el presente estudio. En su investigación, los mayores rendimientos de vainas verdes se obtuvieron con las variedades ‘INIAP 463’ y ‘INIAP 462’, con 4,000 y 4,075 kg/ha, respectivamente, mientras que la variedad ‘L1’ alcanzó solo 2,158 kg/ha.

Estas diferencias pueden atribuirse a factores como la variedad utilizada, las condiciones agroecológicas, el manejo del cultivo y el tipo de insumos aplicados, los cuales influyen directamente en la productividad del frijol caupí.

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en las evaluaciones, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- 5.1. Los resultados obtenidos para la variable altura de planta evidencian que la aplicación de potasio influye positivamente en el desarrollo vegetativo del frijol caupí. El tratamiento T2 (N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 80) registró la mayor altura promedio (114,65 cm), lo que sugiere que un nivel intermedio de potasio, en combinación con nitrógeno y fósforo, favorece un crecimiento más vigoroso. Por otro lado, el tratamiento T4 (testigo), sin aplicación de fertilización potásica, presentó la menor altura (109,23 cm), lo que confirma la importancia del potasio en los procesos fisiológicos relacionados con la elongación celular y el desarrollo del tallo. Estos resultados destacan la necesidad de una fertilización balanceada para optimizar el crecimiento de la planta.
- 5.2. En la evaluación de la variable longitud de vaina, el tratamiento T4 (testigo) presentó el mejor resultado con un promedio de 24,55 cm, superando a los tratamientos con aplicación de fertilizantes. En contraste, el tratamiento T1 (N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 60) registró la menor longitud de vaina con un promedio de 20,00 cm. Estos resultados sugieren que, en este caso específico, la aplicación de fertilizantes no incrementó la longitud de las vainas, lo que podría atribuirse a una interacción negativa entre los nutrientes aplicados o a una respuesta varietal particular. Este comportamiento resalta la importancia de ajustar las dosis y combinaciones de fertilización según las condiciones edafoclimáticas y la genética del cultivo.
- 5.3. Los resultados obtenidos para la variable número de vainas por planta indican que el tratamiento T3 (N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 100) fue el más eficiente, alcanzando un promedio de 23,20 vainas por planta. En contraste, el tratamiento T4 (testigo), sin fertilización, presentó el valor más bajo con 18,50 vainas por planta. Este comportamiento sugiere que una dosis elevada de potasio, en combinación con nitrógeno y fósforo, favorece la formación de estructuras reproductivas en el frijol caupí. Por tanto, se evidencia el impacto positivo de una fertilización balanceada en la productividad del cultivo, especialmente en la generación de vainas por planta.
- 5.4. En cuanto al rendimiento de vainas verdes, el tratamiento T3 (N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 100) obtuvo el mejor resultado con un promedio de 6,33 t/ha. Este rendimiento superior demuestra que la aplicación equilibrada de nitrógeno, fósforo y potasio favorece significativamente la producción de vainas verdes, lo que se traduce en un mayor rendimiento por hectárea. Estos resultados resaltan la importancia de una fertilización adecuada para optimizar el rendimiento del cultivo de frijol caupí.
- 5.5. Se logró determinar que si tiene efecto positivo la aplicación de potasio sobre el rendimiento por hectárea ya que se incrementó los rendimientos obtenidos en la provincia de Chinchá Alta en el cultivo de frijol caupí

- 5.6 Se logró obtener una mayor crecimiento y desarrollo del cultivo como por ejemplo la altura de planta con la aplicación de potasio de forma exógena
- 5.7 Se mejoro la calidad de la vaina fresca de frijol caupí con la aplicación de potasio, como por ejemplo mayor longitud de vainas y número de granos por vaina.

VI. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos, se plantean las siguientes recomendaciones:

1. Según los resultados obtenidos en este estudio, se recomienda la dosis de fertilización potásica de N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 100 para la provincia de Chincha en el cultivo de frijol caupí y aplicarlo en tres momentos 20 dds, 30 dds y en inicio de floración, por haber incrementado el rendimiento del frijol Caupí en las condiciones ambientales de Alto Larán, Chincha.
2. Es importante validar estos resultados repitiendo el estudio en la misma localidad de Alto Larán, utilizando los mismos tratamientos y metodología empleados en este trabajo. Esta repetición permitirá confirmar la efectividad de la dosis potásica de N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 100 en condiciones similares y garantizará la reproducibilidad de los resultados.
3. Se recomienda llevar a cabo investigaciones similares en otras zonas de cultivo, con el propósito de comprobar el efecto de la dosis de potasio N 60 – P₂O₅ 40 – K₂O 100 en la productividad del frijol caupí en diferentes condiciones de producción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] T. Stocker, T., D. Qin, G-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen. J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, P. M. Midgley. (Eds.), *Climate Change 1974: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.1974.
- [2] P. Kretchmer, y S. Zelaya. 1980. Uso del termómetro infrarrojo para la selección por tolerancia a sequía a *Phaseolus vulgaris* L. In: XXVI Reunión Anual PCCMCA. Guatemala. Volumen I. 3.L.23-1 – 3.L.23-10 pp. 1980.
- [3] A. Valladolid. *El cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la costa del Perú*. Instituto Nacional de investigación Agraria INIA. Lima. Perú.1996.
- [4] F. Fernández. *Aplicación del despunte manual en distintas fases reproductivas de variedades de frijol caupí (V. unguiculata L. Walp), valle del Medio Piura* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Piura. 2018.
- [5] J. Cárdenas, J. Román, D. Nieto, F. Montesinos y J. Maldonado. *Aplicación de diferentes dosis de fertilizante foliar Kaliumax en el cultivo de frijol castilla (Vigna unguiculata L.) para mejorar su rendimiento*. Aporte Santiaguino, 12(2), 200-213. 2019.
- [6] J. Tello. *Rendimiento, características agronómicas y morfológicas de cinco genotipos de vigna unguiculata 2017. (l.) Walp*. En Paiján, La Libertad. Recuperado el 22 de julio del 2023 en:
URL: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/9943>
- [7] A. Chavan, H. Khafi, A. Raj, R. Parmar y M. Shekh. *Effect of potassium and zinc on growth and yield of cowpea [Vigna unguiculata (L.) Walp.]*. *Research on Crops*, 12(2), 432–434. 2011.
- [8] M. López, J. El frijol caupí como alternativa en la seguridad alimentaria para el sector rural de Buenaventura. *Revista Científica SABIA*. Valle del Cauca. Colombia. 9 P. Colombia. 2012.
- [9] MINAGRI. *Leguminosas de grano*. 2016. Recuperado el 22 de Marzo del 2024 en URL: <http://minagri.gob.pe/portal/download/legumbres/catalogo-leguminosas.pdf>
- [10] B. Lucana. “Efecto de tres bioestimulante en el rendimiento del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) Bagua Grande – Amazonas”. Tesis Ing. Agro. Universidad Politécnica Amazónica Bagua Grande – Perú. 2019.
- [11] Y. Huácarpuma. “Momentos de aplicación de biol y microorganismos eficaces en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) Var.: canario mediante riego por goteo en

- zona áridas”. Tesis Info. Agro. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa – Perú. 2017.
- [12] Albán, Olguin & Cruz, Manual del cultivo de frijol Caupí. Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón. Piura. 2012.
- [13] V. Baldeón. “Manejo fisio nutricional en el rendimiento de frijol (*Vigna unguiculata* L) variedad caupí en condiciones edafoclimáticas de Instituto de Investigación Frutícola – Olerícola”. UNHEVAL – Huánuco 2016. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional Hermilio Valdizan – Huánuco.2016.
- [14] A. Espino. “Efecto de las aplicaciones foliares de productos Trihormonal sobre el cultivo de frijol caupí (*vigna sativa* L.) var INIA 301 con énfasis en el rendimiento de grano en la EE-INIA Chincha. Ica”. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica– Perú. 2021.
- [15] Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Informe técnico sobre variedades y rendimiento de frijol caupí en la costa peruana, Lima, Perú, 2021.
- [16] J. L. Arias. Métodos de investigación online, herramientas digitales para recolectar datos (1ra ed.). Arequipa. Perú. 2020.
- [17] J. Calzada, B. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial jurídica. 643 pág. Lima. Perú. 1970.
- [18] EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análisis químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2nd Edition, Revisada e Ampliada, Embrapa informações tecnológicas, Brasília, DF, 627 p. 2009.
- [19] ASPROMOR. “Manual de cultivo de frijol caupí”, Manual. (Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón). Elaborado por Manuel Albán. Primera edición Piura. Dirección Regional Agraria Piura, región Piura y Proyecto Norte Emprendedor y Swisscontact Fundación Suiza para la Cooperación del Desarrollo Técnico. Perú. Página 9 y 13. 2012.
- [20] Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Caupí (*Vigna unguiculata*) - INIA 432 - Vaina verde. Lambayeque, Perú. 2007.
- [21] MIDAGRI. Requerimientos Agroclimáticos del cultivo de Frijol Grano Seco. Lima. Perú. 2022.
<https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/232?locale=en>
- [22] J. Haro, S. Zamora, y R. Chila. Evaluación del comportamiento agronómico de diez cultivares de frijol caupí “*Vigna Unguiculata* (L.) Walp” en el cantón pedernales en el año 2018. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/331874020_Comportamiento_agronomico_del_frijol_Caupi_Pedernales

- [23] B. Damián y A. Sánchez. Rendimiento del momento de aplicación de dos reguladores de crecimiento y tres dosis, en el cultivo de caupí (*V. unguiculata* (L). Walp.), en el Distrito de Túcume Provincia de Lambayeque, Región Lambayeque. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de agronomía, Lambayeque. 2021. Obtenido de [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10457/Dami%
a1n_Acosta_Edwin_Gregorio%20y%20_S%
a1nchez_D%adaz_Giuliana_Lisbeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10457/Dami%c3%a1n_Acosta_Edwin_Gregorio%20y%20_S%c3%a1nchez_D%c3%adaz_Giuliana_Lisbeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [24] S. Agurto, B. Efecto de abonos foliares orgánicos y químicos en el rendimiento de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp), en el distrito de Cayalti (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lambayeque, Perú. 2016.
- [25] E. Oporta. y A. Rivas. Efecto de la densidad poblacional y la época de siembra en el rendimiento y la calidad de la semilla de una población de Caupí rojo (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) en la Finca El Plantel (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).2006.
- [26] V. Zapata. Caupí vaina Blanca. MINAGRI – INIA. 2016. Recuperado el 22 de marzo del 2021 en URL: [https://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/bitstream/MINAGRI/578/1/Caupí-vaina blanca.pdf](https://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/bitstream/MINAGRI/578/1/Caupí-vaina_blanca.pdf)
- [27] G. J. Príncipe G. Efecto de la aplicación de tres fertilizantes foliares en tres Centro - Sullana- 2018. 2019.

VIII: ANEXOS

ANEXO 2:

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.= %C x 1.724.
6. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5.
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0.
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃- COOCH₂)N; pH 7.0.
10. Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(CH₃ - COONH₄)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al⁺³+ H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca⁺², Mg⁺², K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl, Co₃=, HCO₃=, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad		Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas		
Clasificación del Suelo	CE(es)	%	ppm P	ppm K	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg
*muy ligeramente salino	<2	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	>4.0	>14.0	>240	*defc. K	>0.2	
*fuertemente salino	>8				*defc. Mg		>10

Reacción o pH		CLASES TEXTURALES				Distribución de Cationes %	
Clasificación del Suelo	pH	A	Fr.Ar.A	Fr.Ar	Fr.Ar.L	Ca ⁺²	
*fuertemente ácido	<5.5	= arena	= franco arcillo arenoso	= franco arcilloso	= franco arcilloso limoso	=	60 - 75
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	A.Fr = arena franca	Fr.Ar = franco arenoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	Ar.A = arcilloso arenoso	=	15 - 20
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.A = franco arenoso	Fr.L = franco limoso	Ar.L = arcilloso limoso	Ar. = arcilloso	=	3 - 7
*neutro	6.6 - 7.0	Fr. = franco				=	<15
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	Fr.L. = franco limoso					
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4	L = limoso					
*fuertemente alcalino	>8.5						

ANEXO 3

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación CO - Fonagro

Longitud : 76° 8' 3,3" S
 Latitud : 13° 27' 28.1" W
 Altitud : 71 msnm

Dpto. : Ica
 Provincia : Chincha
 Distrito : Chincha Baja

Parámetro : Temperatura Máxima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	26.1	28.7	29.5	29.4	25.6	24.0	23.7	23.3	23.5	23.8	S/D	S/D
2024	28.3	30.3	28.5	26.6	21.6	19.4	19.8	19.9	19.7	21.8	24.2	25.6

S/D: Sin datos

Parámetro : Temperatura Mínima Media Mensual (°C)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	17.7	20.4	21.2	20.4	16.6	15.9	15.7	16.3	15.4	16.5	S/D	S/D
2024	20.3	21.4	21.0	19.1	16.0	14.1	13.4	12.7	13.5	14.8	15.3	17.2

S/D: Sin datos

Parámetro : Horas de sol total mensual (HR)

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	170.4	183.5	170.9	177.2	71.7	43.0	70.8	63.4	122.5	165.4	S/D	S/D
2024	193.3	212.6	189.5	214.8	104.1	21.4	38.5	57.4	56.5	132.1	39.1	75.6

S/D: Sin datos

Parámetro : Humedad relativa media mensual %

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2023	85	86	85	85	87	88	86	84	84	82	S/D	S/D
2024	77	79	85	85	89	89	89	86	86	83	82	81

S/D: Sin datos

Información preparada para: **ANDIA MEDINA JHERSON HENRY**
 PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

"EFECTO DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO GRANO FRESCO DE FRIJOL CAUPI (*Vigna Unguiculata L.*) EN EL DISTRITO DE ALTO LARAN, PROVINCIA DE CHINCHA ALTA, ICA"

Ica, 26 de marzo del 2025
 Parque Industrial MZA lote 5-Ica
 Telef. 056-228902
www.senamhi.gob.pe



Firmado digitalmente por ROSAS LUJAN Ricardo Antonio FAU 2015.198028.pdf
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 26.03.2025 19:47:57 -05:00

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

ANEXO 4:

NITRATO DE AMONIO

Composición: NH_4NO_3 estabilizado con fósforo

Aspecto: Gránulos blancos opacos

Solubilidad (aprox. a 20°C): 190 kg en 100 l de agua pura

Nitrógeno total (N): 33 %

16.5 % nitrógeno nítrico (NO_3^-)

16.5 % nitrógeno amoniacal (NH_4^+)

Fósforo disponible (P_2O_5): 3%

Presentación: Bolsa de polietileno de 50 kg.

Uso: Fertilizante para aplicación directa al suelo. Se puede emplear en fertirriego en cuyo caso hay que tomar en cuenta que el fósforo estabilizante y/o la cubierta de cada gránulo pueden ser factores limitantes.

CARACTERÍSTICAS

- Fertilizante granulado que aporta nitrógeno, del cual el 50% como forma nítrica y el otro 50% como forma amoniacal.
- La forma nítrica es de disponibilidad inmediata, mientras que el amonio es de disponibilidad más lenta ya que se fija en los coloides del suelo, permitiendo un suministro por un período más prolongado.
- En las plantas, el nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de esta molécula se involucra directamente en el proceso de la fotosíntesis.
- Este fertilizante es menos susceptible a las pérdidas por volatilización que los fertilizantes a base de urea.
- Debido a la alta movilidad del nitrógeno nítrico se recomienda aplicar el nitrato de amonio en forma fraccionada.
- La alta solubilidad de nitrato de amonio hace que sea muy adecuado para preparar soluciones para fertirrigación o aspersiones foliares.

SULFATO DE POTASIO

Composición: K_2SO_4

Aspecto: Gránulos color claro.

Solubilidad (aprox. a 20°C): 10 kg en 100 litros de agua pura.

Potasio (K O): 50%

Azufre (S): 18%

Presentación: Bolsa de polietileno de 50 kg.

Uso: Fertilizante para aplicación directa al suelo.

FOSFATO DIAMONICO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

DESCRIPCIÓN

NOMBRE COMERCIAL: Fosfato Diamónico Granular, DAP

PRESENTACIÓN: Bolsas de 50 kg

COLOR: Marrón, Pardo

CONDICIÓN: Gránulos

GRANULOMETRÍA (2 a 4.75 mm): 90.0% mín.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

DESCRIPCIÓN

FÓRMULA QUÍMICA: $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$

NITRÓGENO (N): 18.0% ($\pm 1\%$)

FÓSFORO (P₂O₅): 46.0% ($\pm 1\%$)

ANEXO 5:

Análisis estadístico en INFOSTAT

Nueva tabla: 3/10/2024 - 13:47:42 - [Versión: 30/04/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	16	0.68	0.46	3.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
bloque	235.11	3	78.37	4.79	0.0292
Tratamiento	74.63	3	24.88	1.52	0.2750
Error	147.34	9	16.37		
Total	457.08	15			

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 16.3708 gl: 9

bloque	Medias	n	E.E.
III	116.28	4	2.02 A
II	114.58	4	2.02 A
I	114.08	4	2.02 A
IV	106.33	4	2.02 B

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

Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 16.3708 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
2	114.95	4	2.02 A
1	114.20	4	2.02 A
3	112.78	4	2.02 A
4	109.33	4	2.02 A

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

ANEXO 6: DATOS TOMADOS EN CAMPO

DATOS DE ALTURA DE PLANTA DE FRIJOL CAUPI EN CHINCHA 2023

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	114.5	115.0	113.8	113.0
II	112.2	114.6	117.5	114.0
III	118.1	117.2	119.6	110.2
IV	112.0	113.0	100.2	100.1

DATOS DE PESO FRESCO DE GRANOS DE FRIJOL CAUPI EN CHINCHA 2023

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	1.0	0.7	0.5	0.4
II	0.8	0.8	0.5	0.5
III	1.0	1.0	0.6	0.6
IV	0.3	0.4	0.3	0.3

DATOS DE LONGITUD DE VAINA DE FRIJOL CAUPI EN CHINCHA 2023

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	21.5	23.6	24.2	26.5
II	20.4	20.3	23.1	28.6
III	20.6	25.9	26.3	26.0
IV	17.5	16.6	17.0	17.1

DATOS DE NUMEROS DE VAINAS POR PLANTA DE FRIJOL CAUPI EN CHINCHA 2023

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	20.7	20.3	25.2	20.0
II	22.3	22.8	23.4	19.0
III	26.4	25.8	27.0	18.0
IV	20.0	17.4	17.2	17.0

DATOS DE NUMERO DE GRANOS POR VAINA DE FRIJOL CAUPI EN CHINCHA 2023

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	16	14	15	13
II	17	12	16	13
III	17	16	17	14
IV	13	10	11	12

DATOS DE 100 VAINAS FRESCAS DE FRIJOL CAUPI EN CHINCHA 2023

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	4.2	4.15	6.7	3.35
II	4.58	5.5	6.5	3.5
III	4.95	6.2	6.7	3.3
IV	3.2	3.4	3.4	3.8

DATOS DE RENDIMIENTO TOTAL DE VAINA DE FRIJOL CAUPI EN CHINCHA 2023

BLOQUES	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
I	5.8	6.6	6.03	4.0
II	5.9	6.7	7.0	4.9
III	5.1	6.85	7.1	5.1
IV	4.9	5.0	5.2	5.1

ANEXO 7: GALERIA FOTOGRAFICA



Figura 2: surcado del terreno experimental



Figura 3: etapa de floración del cultivo de frijol caupí



Figura 4: llenado de vainas de planta de frijol caupí



Figura 5: materiales utilizados para toma de datos en gabinete



Figura 6: vainas de frijol caupí seleccionados al azar para tomar datos

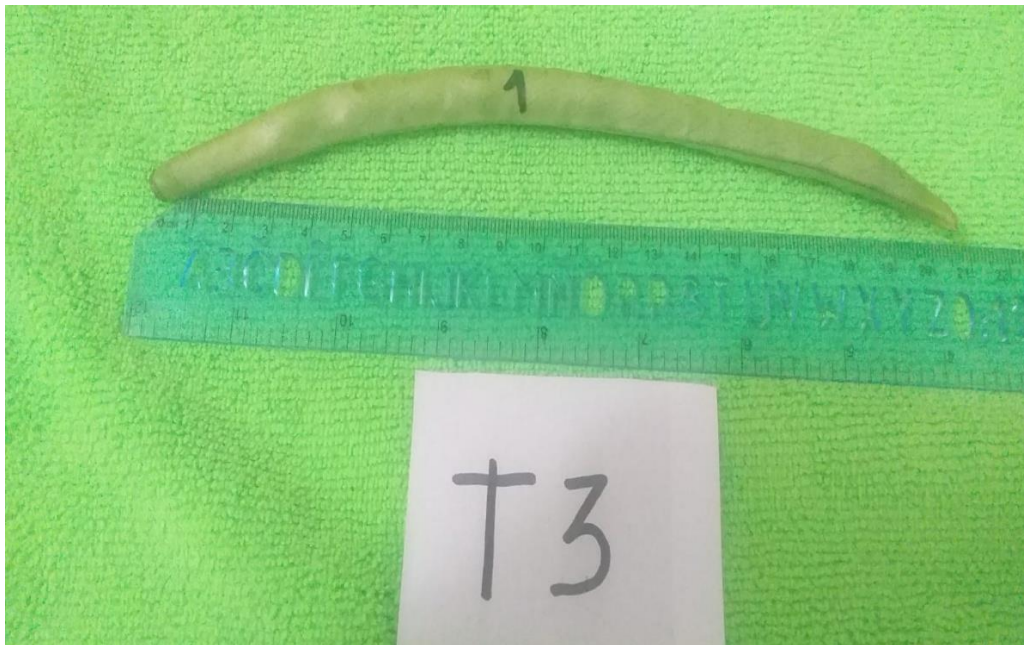


Figura 7: medida de longitud de vaina verde de frijol caupí del tratamiento 3



Figura 8: vainas verdes del tratamiento 4 para la toma de datos



Figura 9: medida de ancho de vaina verde de frijol caupí