

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**Aplicación de los Aminoácidos en la producción
del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata L.*)**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

Bach. Jose Carlos Domínguez García

TUMBES, PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**Aplicación de los Aminoácidos en la producción
del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)**

Responsables:

Bach. Jose Carlos Domínguez García

Ejecutor

Dr. Ramón García Seminario

Asesor

TUMBES, PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



**Aplicación de los Aminoácidos en la producción
del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)**

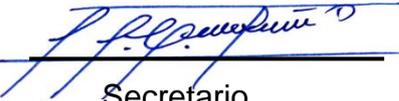
JURADO CALIFICADOR

Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete



Presidente

Dr. Jalmer Fidel Campaña Olaya



Secretario

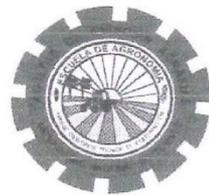
Mg. Carlos German Correa Mogollón



Vocal



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA



"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los veintitres días del mes de agosto del dos mil veinticuatro, siendo las diez horas, en el aula virtual 2, de la Facultad Ciencias Agrarias, se reunieron el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, designado por **RESOLUCIÓN N°135-2024/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D**, **Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete** (Presidente); **Dr. Jalmer Fidel Campaña Olaya** (secretario) **Mg. Carlos German Correa Mogollón** (Vocal 1), **Dr. Ramón García Seminario** (Vocal 2), reconociendo en la misma resolución, al **Dr. Ramón García Seminario** como **Asesor**, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: "Aplicación de los aminoácidos en la producción del Frijol Caupi (*Vigna unguiculata* L.)"; para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el **Bach. Domínguez García José Carlos**. Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 75 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: **Bach. Domínguez García, José Carlos** aprobado por unanimidad, con el calificativo Buena. Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda abierta para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrónomo, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes. Siendo las doce horas y quince minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 23 de agosto de 2024.

Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete DNI N° 16532820 CODIGO ORCID: 0000 0002 33243741 Presidente	Dr. Jalmer Fidel Campaña Olaya DNI N°: 00236469 CODIGO ORCID: 0000-0002-0804-1208 Secretario
Mg. Carlos German Correa Mogollón DNI N°: 00363130 CODIGO ORCID VOCAL 1	Dr. Ramón García Seminario (Vocal 2) DNI N°: 03683231 CODIGO ORCID: 0000 000307560935 VOCAL 2

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)
 JMI/JCO

Jose Carlos Domínguez García

Aplicación de los Aminoácidos en la producción del Frijol Caupí (Vigna unguiculata L.).

-  Tesis Carlos
-  Documento jose
-  Universidad Nacional de Tumbes

Detalles del documento

Identificador de la entrega trn:oid:::1.2986100434

Fecha de entrega

19 ago 2024, 8:55 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

19 ago 2024, 8:59 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

Tesis_Dominguez_Turnitin.docx

Tamaño de archivo

8.7 MB

50 Páginas

9,155 Palabras

50,320 Caracteres

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

18%  Fuentes de Internet

3%  Publicaciones

4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Texto oculto

0 caracteres sospechosos en N.º de página

El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento. Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Fuentes principales

- 18% Fuentes de Internet
- 3% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unp.edu.pe	5%
2	Internet	repositorio.untumbes.edu.pe	4%
3	Internet	hdl.handle.net	2%
4	Internet	dspace.utb.edu.ec	1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Tumbes	1%
6	Internet	www.repositorio.unab.edu.pe	1%
7	Internet	dspace.unitru.edu.pe	1%
8	Internet	repositorio.unjbg.edu.pe	0%
9	Internet	www.interciencia.net	0%
10	Internet	psychology.as.uky.edu	0%
11	Internet	silو.tips	0%

12	Internet	repositorio.unjfsc.edu.pe	0%
13	Internet	agrocienca-colpos.mx	0%
14	Internet	repositorio.ucss.edu.pe	0%
15	Internet	www.scielo.org.mx	0%
16	Internet	www.terralatinoamericana.org.mx	0%
17	Internet	www.locus.ufv.br	0%
18	Internet	patents.google.com	0%
19	Trabajos del estudiante	Universidade de Sao Paulo	0%
20	Internet	innovacionumh.es	0%
21	Internet	library.ciat.cgiar.org	0%
22	Internet	publicaciones.usanpedro.edu.pe	0%
23	Internet	revistas.usfq.edu.ec	0%


ASESOR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Jose Carlos Domínguez García, declaro que el presente trabajo de investigación, titulado "Aplicación de los Aminoácidos en la producción del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)", es original y ha sido presentado con el fin de obtener el título de Ingeniero Agrónomo. En tal sentido, confirmo que, los resultados que se han reportado no han sido copiados de otros archivos o investigaciones. Por ello, la información que no me pertenece, usada para complementar y discutir la tesis, está citada y referenciada debidamente por derechos del autor, siendo así, este trabajo, producto del esfuerzo de mi persona y asesor, en cuanto a su ejecución y redacción para su aprobación.

Br. Jose Carlos Domínguez García

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad de vivir y por otorgarme una familia excepcional. También le doy gracias por haberme dotado de inteligencia, fuerza, habilidad, capacidad y fortaleza, lo que me permite enfrentar cualquier desafío que se presente. Con humildad desde lo más profundo de mi corazón, dedico todo lo que soy y todo lo que logro a Él.

Con mucho cariño, amor y aprecio principalmente a mi madre Carmen Socorro Jiménez Garcia que me dio la vida y ha estado conmigo en los mejores y peores momentos de mi vida.

Gracias por todo mamá, gracias por tu amor incondicional, por todas las muestras de afecto y cariño, te estaré agradecido toda la vida.

A mi pequeño hijo Santy Andre Domínguez Ontaneda, gracias por ser el motor y motivo de mi vida.

A mi Amada y futura esposa Maryory Stefany Alvarez Alvarez por ser la persona que me motiva a crecer Día a Día. Gracias por tu paciencia y tu amor incondicional.

A mis hermanos por su apoyo, gracias por sus consejos, aliento y dedicación y por estar siempre conmigo apoyándome en todo.

Agradezco sinceramente a todas las personas que han sido testigos de mis esfuerzos, victorias y caídas, eternamente agradecido, Gracias de corazón.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecerle a Dios por bendecirme de sabiduría y lograr llegar hasta aquí, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

En segundo lugar, agradecer al Dr. Ramón García Seminario, por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación que me ayudan a formarme como persona e investigador.

A mi madre, Hijo, novia, hermanos y tíos por su apoyo y enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son el camino para lograr los objetivos, Gracias por su apoyo y comprensión.

Gracias a ustedes

INDICE GENERAL

pag.

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS.....	6
INDICE GENERAL	7
INDICE DE TABLAS.....	9
INDICE DE FIGURAS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I.....	13
INTRODUCCION.....	13
CAPITULO II	15
ESTADO DEL ARTE.....	15
2.1.1. Origen.....	15
2.1.2. Taxonomía del frijol caupi.....	15
2.1.3. Características morfológicas del frijol Caupí.....	15
2.1.4. Requerimiento de factores agroecológicos.....	17
2.1.5. Características de la variedad INIA 432- vaina verde.....	18
2.1.6. Aminoácidos.....	19
2.1.7. Características del producto AMIXO.....	25
2.2. Antecedentes	26
CAPÍTULO III.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. Lugar de ejecución.....	30
3.2. METODOS.....	31
3.2.1. Tipo de investigación	31
3.2.2. Factor y Tratamientos en estudio	31
3.2.3. Diseño experimental y análisis estadístico.....	31
3.2.4. Conducción del experimento.....	33
3.2.5. Variables evaluadas.....	35
CAPÍTULO IV	37
RESULTADOS.....	37
4.1. Altura de planta.....	37
4.2. Días al inicio de floración.....	38
4.3. Periodo vegetativo.....	39
4.4. Número de vainas por planta.....	40

4.5. Longitud de las vainas.....	41
4.6. Número de granos por vaina.....	42
4.7. Peso de 100 granos.....	43
4.8. Rendimiento.....	44
4.9. Análisis climatológicos.....	45
CAPITULO V.....	46
DISCUSION.....	46
CAPITULO VI.....	49
CONCLUSIONES.....	49
CAPITULO VII.....	50
RECOMENDACIONES.....	50
CAPITULO VIII.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	51
ANEXOS.....	59

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de AMIXO.....	25
Tabla 2. Factores y tratamiento del ensayo experimental.....	31
Tabla 3. Características del campo experimental.....	32
Tabla 4. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre la altura de planta de Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	37
Tabla 5. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el inicio de la floración del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	38
Tabla 6. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el periodo vegetativo del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	39
Tabla 7. ..Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el número de vainas del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	40
Tabla 8. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre la longitud de las vainas del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	41
Tabla 9. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el número de granos por vaina del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	42
Tabla 10. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el peso de 100 granos del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	43
Tabla 11. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el rendimiento de granos del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	44
Tabla 12. Resumen de resultados de variables evaluadas.....	59
Tabla 13. Datos climatológicos.....	60
Tablas 14-21. ANOVA de variables evaluadas.....	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización satelital de la parcela experimental	30
Figura 2. Efecto de los aminoácidos sobre la altura de planta del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	37
Figura 3. Efecto de los aminoácidos sobre los días al inicio de la floración del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	38
Figura 4. Efecto de los aminoácidos sobre el periodo vegetativo del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	39
Figura 5. Efecto de los aminoácidos sobre el número de vainas del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	40
Figura 6. Efecto de los aminoácidos sobre la longitud de vainas del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	41
Figura 7. Efecto de los aminoácidos sobre el número de granos por vaina del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	42
Figura 8. Efecto de los aminoácidos sobre el peso de 100 granos del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.).....	43
Figura 9. Efecto de los aminoácidos sobre el Rendimiento de grano del Frijol Caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	44
Figura 10. Resultado del análisis del suelo	61
Figura 11. Croquis experimental.....	62

RESUMEN

El frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.), es una de las leguminosas de grano más importantes en la alimentación de la población humana y animal, debido a su contenido nutricional, especialmente en proteínas y minerales. La aplicación exógena de aminoácidos considerados esenciales para el crecimiento de los vegetales, ha sido poco abordado. En esta investigación se evaluó la influencia de la aplicación de aminoácidos en las características productivas del Frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.). Se estudiaron tres tratamientos (200, 400 y 600 ml/ha⁻¹) y un testigo con tres repeticiones dispuestos en un Diseño de Bloques Completamente aleatorizados. Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron analizados estadísticamente mediante un ANVA y para la comparación de medias se utilizó la prueba estadística de significancia de Duncan al 5 %. Los resultados mostraron que los aminoácidos mejoraron las características morfológicas y el rendimiento de las plantas de frijol Caupí, siendo la concentración de 600 ml/ha el que aportó más expectativas; sin embargo, es necesario seguir realizando ensayos similares para encontrar concentraciones óptimas y evaluar su comportamiento fisiológico en diferentes localidades de la Región de Piura.

Palabras clave: Frijol caupi, leguminosas, aminoácidos, rendimiento,

ABSTRACT

The cowpea (*Vigna unguiculata* L.) is one of the most important grain legumes in the diet of the human and animal population, due to its nutritional content, especially proteins and minerals. The exogenous application of amino acids considered essential for plant growth has been little addressed. In this research, the influence of the application of amino acids on the productive characteristics of cowpea beans was evaluated. Three treatments (200, 400 y 600 ml/ha⁻¹) and a control were studied with the four repetitions arranged in a Completely Randomized Block Design. The data obtained from the evaluated variables were statistically analyzed using ANOVA and Duncan's statistical test of significance at 5% was used to compare means. The results showed that amino acids improved the morphological characteristics and yield of cowpea bean plants, with the concentration of 600 ml/ha being the most effective. However, it is necessary to carry out more similar trials to find optimal concentrations and evaluate their physiological behavior in different locations in the Piura Region.

Keywords: cowpea, legumes, amino acids, yield

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

El frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.), constituye una de las leguminosas de grano más antiguas e importantes del mundo cultivada por el hombre, destacando el género *Vigna*, muy trascendental en la alimentación de los personas y animales, por ser fuente de proteínas y minerales; además, de su uso como base para la producción de aceite y en rotación de cultivos con otras especies vegetales, mejorando la fertilidad del suelo por ser una especie fijadora nitrógeno, especialmente en zonas áridas (Mena, 2020). Se le cultiva principalmente para aprovechar sus granos, hojas tiernas y vainas, y el resto de la planta se utiliza como forraje o se incorpora al suelo para nutrirlo (Lonardi *et al*, 2019).

El componente nutricional en los vegetales, ha sido ampliamente estudiado; sin embargo, la incorporación de aminoácidos considerados esenciales para el crecimiento de los vegetales, sobre todo en frijol caupí ha sido poco abordado. Investigaciones previas, han señalado que los aminoácidos son componentes básicos para la síntesis de proteínas y otros compuestos orgánicos importantes en el crecimiento óptimo de las plantas (Nnanna y Phillips, 1989, Elhardallou *et al.*, 2015). Por lo tanto, se deduce que la no disponibilidad y desequilibrio de los aminoácidos esenciales en el suelo y su absorción por parte de las raíces de las plantas pueden influir negativamente en las características morfológicas y productivas de *Vigna unguiculata* L. El inconveniente radica en que, hasta ahora, no se ha realizado una investigación exhaustiva que permita confirmar o refutar esta hipótesis.

Los agricultores no cuentan con los recursos ni el conocimiento científico especializado para llevar a cabo los análisis necesarios. Además, se requiere de un estudio a largo plazo que involucre el monitoreo de los

niveles de aminoácidos en el suelo, su relación con las características productivas de las plantas de frijol caupí, y cómo estas pueden ser mejoradas mediante la aplicación de enmiendas o fertilizantes. Por ello, es indispensable, realizar estudios de la aplicación exógena de estos compuestos bioactivos para una mejor comprensión de su rol metabólico en la producción y calidad de los productos agrícolas.

Una técnica agronómica para incrementar la producción en los cultivos, incluyendo el frijol caupí, es la aplicación de bioestimulantes conteniendo aminoácidos, lo cual produce un efecto hormonal, pues promueven la síntesis del pigmento clorofila, producción de ácido indolacético (IAA), vitaminas y sistemas enzimáticos con lo cual se favorece el desarrollo de las plantas (Barbarean, 2019). Un suministro de aminoácidos esenciales en concentraciones adecuadas puede mejorar el rendimiento de los diversos cultivos agrícolas, la calidad de los granos y generar resistencia de las plantas a factores adversos. En esta investigación se evaluó la influencia de los aminoácidos en la producción del Frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.).

CAPITULO II

ESTADO DEL ARTE

2.1. Generalidades del cultivo de frijol Caupí

2.1.1. Origen

Bernardo (2015) describe que, el género *Vigna* tiene sus orígenes en el continente africano; mientras que *Vigna radiata* es de origen asiático, se cultiva en el continente Asiático (India, China, entre otros) y en América (Estados Unidos, Venezuela, Brasil y Perú) introducido por los españoles, sobre todo en la Amazonia donde se encuentra la mayor diversidad de variedades de esta especie.

2.1.2. Taxonomía del frijol caupi

Villegas (2019), detalla que el frijol caupí pertenece a la familia Fabaceae, orden Fabales y Clase Magnoliopsida (Dicotilodónea), existiendo la siguiente sinonimia: frijol castilla, frijol caupi, frijol vaca, frijol chileno, frijol vara y frijol bocanegra.

2.1.3. Características morfológicas del frijol Caupí

Las características de los órganos vegetativos y reproductivos se describen a continuación:

- a) **Raíz:** es profunda y pivotante, tiene abundantes ramificaciones laterales, pudiendo alcanzar una longitud de 1,40 m, por lo que las plantas pueden absorber mayor cantidad de agua y nutrientes en comparación a los frijoles comunes. En sus raíces crecen los nódulos, que son protuberancias donde viven bacterias del género *Rhizobium*

que son las encargadas de fijar el nitrógeno de la atmósfera y que la planta utiliza para su nutrición. La mayor cantidad de nitrógeno fijado por *Rhizobium*, se presenta en el periodo comprendido entre la emisión de las primeras flores y la aparición de las primeras vainas (Fuentes, 2021)

- b) **Tallos y ramas:** el frijol caupi tiene un crecimiento determinado o indeterminado, dependiendo de la variedad, alcanzando una altura de 25 cm.(tipos erectos) y 80 cm. (tipos semierectos). La cantidad de entrenudos y guías o ramas laterales es variada, estas últimas pueden enrollarse en los tipos indeterminados. La ramificación se inicia en la base del tallo entre los 15 ó 20 días después de la emergencia (Manrique y Gamarra, 2021).
- c) **Hojas:** el primer par de hojas es simple y opuesto; las hojas secundarias son trifolioladas y opuestas. Los folíolos pueden tener forma lanceolada, lineal u ovalada. Durante la fructificación hay abscisión de las hojas, producto de la síntesis del ácido absícico, que se hace muy notorio en la falta de agua (Fuentes, 2021).
- d) **Flor:** las flores se disponen en racimos pequeños y dependiendo de la variedad son: blancas, blancas con manchas moradas, moradas o amarillas. Presentan cinco pétalos que reciben nombres específicos, un estandarte, dos alas y dos pétalos soldados que forman la quilla. Las flores son hermafroditas, por lo que son preferentemente autógamias, existe una pequeña tasa de alogamia que puede ocurrir hasta unos 30 m de distancia, principalmente por insectos, como las abejas (Manrique y Gamarra, 2021)
- e) **Fruto:** es de tipo legumbre o vaina de forma lineal curvado que tiene un tamaño de 10 a 25 cm de longitud y de 1,5 a 3,2 cm de diámetro. Contiene de 6 a 21 granos por vaina. Las vainas pueden ser de color verde o presentar manchas moteadas púrpuras o rojizas en la sutura

y valvas. Estas últimas están adheridas al pedúnculo formando ángulos de 30° a 90°; son erectos o colgantes, dependiendo del ángulo que formen. Por su forma, las vainas pueden ser derechas o presentar cierto grado de curvatura. Generalmente en cada tallo floral sólo 2 ó 3 flores se convierten en vainas y el tiempo en que las semillas se desarrollan en las vainas, es de 20 a 25 días (Fuentes, 2021).

- f) **Semilla:** presenta las siguientes estructuras: cáscara, cotiledones, embrión y el hilio. Su color puede variar de crema a rojizo, marrón y negro, pudiendo presentar pequeñas manchas redondas, ovaladas o cuadradas. Su textura es lisa, áspera o rugosa (Manrique y Gamarra, 2021).

Su periodo vegetativo varía según la especie y los factores ambientales, afectándole el déficit hídrico y las temperaturas extremas. La temperatura adecuada para su óptimo crecimiento está en el rango de 20 a 30 °C, y la humedad de 60 a 80 %. Su periodo de germinación es de 2 a 4 días después de la siembra y es de tipo epígea. Las plantas florecen entre 35 y 45 días después de la siembra, dependiendo del fotoperiodo. En el estado de maduración, los granos alcanzan un grado de endurecimiento. En esta etapa, las plantas y las mazorcas se tornan de color amarillo, momento en que deben ser cosechadas (Palomino, 2015).

2.1.4 Requerimiento de factores agroecológicos

Blas (2016), reporta las siguientes condiciones edafoclimáticas para un adecuado desarrollo del frijol caupí:

Clima: el frijol caupí está adaptado a climas tropicales, en relación con el frijol común y otras leguminosas que se pueden sembrar en climas áridos y húmedos.

Temperatura: esta leguminosa puede crecer en un rango de temperatura que fluctúe entre los 18 y 14 °C; sin embargo, la temperatura óptima oscila entre 20 y 35 °C. Por encima de los 40 °C se ve afectada la formación de flores y vainas. Es muy sensible a las bajas temperaturas.

Luminosidad: el frijol caupi necesita una buena intensidad y calidad de luz para estimular la floración y el cuajado de frutos (8 a 14 horas). La disminución de la luz reduce el crecimiento y los rendimientos.

Humedad: la cantidad de agua y frecuencia de riego es importante para obtener un adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas; sin embargo, un exceso de ella favorece la aparición de enfermedades, sobre todo de hongos. Una alta humedad relativa trae como consecuencia el manchado de los granos, especialmente en épocas de lluvias que coinciden con la cosecha de las vainas.

Suelo: la planta requiere de suelos francos, suelos arenosos y pobres en materia orgánica son pocos fértiles y requieren más volúmenes de agua; mientras que, los suelos arcillosos conducen a la compactación y estrangulamiento de las raíces. No tolera la salinidad (debe ser menor de 6,0 a 7,5 ds/cm).

2.1.5. Características de la variedad INIA 432- vaina verde

Esta variedad fue obtenida en la Estación Experimental Agraria Vista Florida - Lambayeque– INIA (2018), mediante mejoramiento por selección masal, procede de la variedad CB-88, introducida de California, USA. Posee un excelente rendimiento y calidad de granos.

Características morfológicas:

Hábito de crecimiento	: arbustivo (tipo II)
Altura promedio de planta	: 85 – 95 cm
Color de alas de la flor	: crema rosado

Días a la floración	: 40 - 45
Color de grano	: crema con hilio negro
Tamaño de grano	: mediano
Peso promedio de 100 semillas	: 23 - 24 g
Número de granos por vaina	:11
Número de vainas por planta	:14
Perfil predominante de la vaina	: recta

Características agronómicas

Rendimiento comercial	: 2 000 – 2500 kg/ha
Rendimiento potencial	: 3 000 kg/ha
Periodo vegetativo	: 80 – 100 días

Reacción a enfermedades

Oídium: susceptible

2.1.6. Aminoácidos

Cueva y Quiroz (2017), definen a los aminoácidos como moléculas orgánicas que constituyen la base para la formación de las proteínas, vitaminas, nucleótidos y alcaloides. La planta es capaz de sintetizar los aminoácidos para cubrir sus necesidades. Una aplicación exógena de ellos permite a la planta ahorrar energía y utilizarla en la formación de otros compuestos activos.

Modo de acción: los bioestimulantes que poseen aminoácidos penetran a través de la cutícula y son conducidos por el floema hacia los meristemas incorporándose en la cadena de enzimas que actúan a nivel metabólico celular. Las enzimas que participan en la producción de compuestos finales, se equilibran en los procesos de catálisis de los aminoácidos durante los estreses ambientales (Ancajima, 2016).

Importancia de los aminoácidos en las plantas y su aplicación en la agricultura: los aminoácidos mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos; favorece la asimilación de nutrientes, como es el caso del hierro (Fe). Intervienen en muchos procesos bioquímicos y fisiológicos, especialmente regulándolos cuando las plantas han sufrido estados de estrés. (Castillo, 2022). Algunos aminoácidos se encuentran unidos a las hormonas vegetales o forman parte de su estructura, lo cual relaciona el rol que desempeñan los aminoácidos aplicados exógenamente como fertilizantes (Méndez, 2013), lo cual permite un ahorro de energía en la síntesis de los mismos. Ello se ve reflejado en un aumento de vigor de la planta y una mejora en la tolerancia ante casos de estrés, disminuyendo las pérdidas de rendimiento y calidad de los productos agrícolas (Campozano, 2018).

Castillo (2022), señala que, entre los beneficios de los aminoácidos en la agricultura se encuentran:

- Estimulan el crecimiento y desarrollo óptimo de los cultivos.
- Atenúan los efectos adversos de los factores ambientales que afectan su crecimiento.
- Impiden que las plantas utilicen energía extra para la síntesis de compuestos orgánicos, ante una situación adversa.
- Estimulan la formación de los frutos; así como su tamaño y maduración.
- Mejora el índice de relación azúcar- acidez en la planta
- Estimulan la síntesis de fitohormonas que intervienen en el crecimiento y floración de las plantas.
- Incrementan la resistencia de la planta ante situaciones de estrés
- Inducen la floración y cuajado de frutos.
- Estimulan la absorción de nutrientes
- Mejoran las propiedades del suelo

Tipos de aminoácidos: existen al menos 20 clases de aminoácidos que intervienen en la síntesis de proteínas. Algunos de ellos cumplen funciones específicas en las plantas, por ejemplo, aquellos que intervienen en la síntesis de clorofila (Arginina, glicina y alanina), otros fomentan el crecimiento de la raíz o retardan la senescencia (Arginina y metionina). La glicina, lisina y el glutamato ocasionan un efecto quelante en el suelo, estimulan el desarrollo de brotes e inducen resistencia a estreses ambientales. La prolina y leucina intervienen en la producción de giberelinas (Sonnino y Ruane 2017).

Función de los aminoácidos

Serna et al (2011), Flores et al, 2021, e INTAGRI (2022), describen la función de los aminoácidos en la estructura y funcionamiento dentro de la planta.

Ácido aspártico

- Aminoácido que participa en las distintas rutas metabólicas que implican el desarrollo de la planta.
- Estimula el crecimiento y desarrollo

Ácido glutámico

- Induce y estimula el desarrollo y crecimiento vegetal
- Participa en los procesos de floración y cuajado de frutos
- Estimula la absorción de otros aminoácidos

Alanina

- Participa la síntesis de la clorofila en el proceso de fotosíntesis y en diversas reacciones metabólicas.

Arginina

- Aminoácido precursor de la hormona auxina
- Fomenta el desarrollo de órganos vegetativos
- Estimula la proliferación de raíces

Asparagina

- Aumenta la absorción del elemento nitrógeno, disminuyendo la aparición de síntomas cloróticos.

Fenilalanina

- Interviene en la producción de proteínas, síntesis de fenoles y aceites esenciales.
- La vía del ácido shikímico se encuentra estrechamente relacionada con este aminoácido.

Glicina

- Actúa induciendo la floración y fertilización, por lo que se recomienda usarlo en el estado previo de la floración
- Tiene acción quelante en el suelo, favoreciendo la absorción de los nutrientes. Se debe aplicar para complejar los elementos que no están disponibles para las plantas.
- También al igual que la glicina está relacionada con la formación de clorofila y la aparición de nuevos brotes.

Hidroxirolina

- Se encuentra estrechamente relacionado con la floración, fecundación y cuajado de frutos.

Histidina

- Interactúa en el equilibrio metabólico y resistencia de la planta, activando el sistema inmunológico para la protección y defensa de ella.

Isoleucina

- Aminoácido que regula los procesos metabólicos de la planta, mejorando las características morfológicas de los tejidos foliares.

Leucina

- Fomenta la floración y disminuye el aborto de frutos cuajados

Lisina

- Induce resistencia ante casos de estrés, especialmente en déficit hídrico.
- Interviene en la síntesis de clorofila
- Actúa como catalizador en la absorción del elemento nitrógeno

Metionina

- Participa en el proceso de maduración de frutos, ya que es un precursor del etileno.
- Estimula el crecimiento radicular
- Se encuentra relacionado con la asimilación de nitratos

Prolina

- Regula el funcionamiento metabólico y sintetiza en casos de estrés de la planta, permitiendo la sobrevivencia de las plantas.

Serina

- Precursor de la síntesis de varios aminoácidos
- Estimulador de los mecanismos de resistencia de la planta.

Tirosina

- Contribuya a generar y ofrecer energía a las plantas, evitando el estrés y choque en los procesos metabólicos.
- Precursor de procesos fisiológicos de los mecanismos de defensa de las plantas.

Treonina

- Estimula el crecimiento de la planta, por lo que se debe utilizar en los estados de reposo de las plantas.

Triptófano

- Precursor de la fitohormona auxinas
- Activación de las vías de defensa de las plantas ante situaciones de estrés.

Valina

- Estimula la germinación de semillas
- Induce resistencia de la planta ante factores ambientales que pueden ocasionar daños a los procesos metabólicos, afectando el crecimiento de las plantas.

Ácido gamma aminobutírico (GABA)

- Es un aminoácido no proteico que promueve el crecimiento vegetal.
- Desarrolla la proliferación de raíces para una mejor absorción de los nutrientes del suelo.
- Estimula la activación de metabolitos para la defensa contra el estrés ambiental.
- Regula la actividad metabólica de la planta para que exprese todo su potencial genético de calidad.

2.1.7. Características del producto comercial AMIXO

Amixo, es un bioestimulante orgánico generador de proteínas, compuesto por 18 -L aminoácidos en una concentración total del 40 % (tabla 1), su presentación es en recipientes de un litro, formulado y comercializado por la empresa agrícola **Omnicrop S.A.** Asimismo, dentro de sus beneficios se mencionan, que actúa inmediatamente en situaciones de estrés biótico y abiótico, activa los procesos fisiológicos y metabólicos de defensa de las plantas. Favorece la absorción de micronutrientes, obteniendo mayor eficacia en la fertilización. Incrementa los niveles de clorofila.

Tabla 1. Composición química de AMIXO.

Aminoácido	(%)
Ácido glutámico	5,62
Acido Aspártico	3,74
Glicina	2,85
Alanina	2,38
Prolina	2,07
Arginina	1,93
Lisina	1,96
Metionina	1,96
Treorina	1,86
Serina	1,89
Cisteina	1,72
Valina	1,87
Leucina	1,95
Isoleucina	1,69
Tirosina	1,45
Fenilalanina	1,81
Hisitidina	1,23
Acido gamma aminobutírico	1,98
Total	40,00

2.2. Antecedentes de la investigación

Ramírez et al (2022), evaluaron la aplicación vía foliar del ácido glutámico en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivado en invernadero. Se ensayaron cuatro tratamientos, incluyendo el testigo (0; 1,5; 6,0 y 12,0 g/l de ácido glutámico). Se evaluaron parámetros como calidad física y química de fruto y rendimiento de frutos del tomate. Con las dosis de 6,0 y 12,0 g/l de ácido glutámico a los 167 días después del trasplante se obtuvieron incrementos de SPAD de 8,9 y 6,0 %, respectivamente. La dosis de 6,0 g/l aumentó el rendimiento en 27,4 %; el diámetro ecuatorial del fruto 4,1 %; el peso fresco del fruto 10,3 % y la materia seca del fruto en 16,9 %.

Querevalú (2022), realizó un experimento para evaluar la influencia de la aplicación de Biogen 2 (Bioestimulante), Fert All Ca-B-Zn (Fertilizante foliar) y Liq Humus (Acido húmico) sobre rendimiento del frijol Caupí y Loctao. Los resultados mostraron que, Biogen 2 tuvo la mejor influencia en la producción del frijol Caupí. y Lactao La relación beneficio costo de mejor expresión se observó en frijol Lactao.

Cortes (2022), realizó una investigación con el objetivo de evaluar el efecto del Ácido Glutámico en *Solanum tuberosum* (papa) variedad Parda Pastusa sobre el rendimiento y calidad. Se ensayaron cuatro diferentes concentraciones: 150, 300, 450 y 600 g/ha. Se utilizó un diseño experimental por bloques, realizando una prueba multivariada con significación de 0,05 y una prueba de normalidad Shapiro, Las variables evaluadas fueron: área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), número de tubérculos por planta, peso seco aéreo (PSA) y peso fresco. La mejor respuesta se obtuvo con el tratamiento T4 (600 g/ha) que influyó las características morfológicas y fisiológicas de las plantas, mayor rendimiento e IAF. En cuanto a PSA, el T5 fue el menos efectivo; mientras que el T2 tuvo los menores valores PFR y PSR.

Un ensayo realizado por Catunta (2021), para evaluar la densidad adecuada de plantas (0,5; 0,7; 0,9 y 1,1 m) y la dosis óptima de un bioestimulante (250; 375; 500 y 625 ml/cil.) sobre el rendimiento del zapallito italiano *Gray Zucchini*, dio como resultados, un incremento en 1,23 t/ha al rendimiento total con el factor dosis de bioestimulante de Aminofarm (30 % aminoácidos vegetales); mientras que en el factor distanciamiento aumentó en 7,06 t/ha. La combinación de distanciamiento 0,5 m (25 000 plantas/ha) con la dosis de bioestimulante 250 ml/cil estimularon el rendimiento en 9,75 t/ha, alcanzando un valor de 24,40 t/ha.

Morán (2020), evaluó la respuesta del cultivo de arroz a la aplicación del ácido giberélico, un aminoácido y el Bioestimulante Aminochem. Para el diseño experimental BCA se estudiaron seis tratamientos con cuatro repeticiones. Los mejores rendimientos se obtuvieron con el Bioestimulante Aminochem en dosis de 1 l/ha (18,90 % de aminoácidos libres).

Martínez (2019), investigó la respuesta en la calidad y producción de híbridos de maíz ante la aplicación foliar de bioestimulantes que contenían aminoácidos y extractos de algas marinas en Valles Altos-México, concluyendo, que estos proporcionaron una mayor cantidad en grano de maíz (0,9 t/ha a 1,3 t/ha) en relación al control; además, de un aumento de la biomasa con el uso de aminoácidos.

Lazo (2019), en un experimento con seis genotipos de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L) en Piura (CAU 9, INIA 432, CB 88, CB 46, La Molina y Vaina blanca) procedentes de la Estación Experimental de Vista Florida. – Chiclayo, obtuvo como resultado un rendimiento de grano de 2 773,44 kg/ha (vaina blanca), 2 669,27 kg/ha (CB 46), 9 2 533,85 (CAU9), 2 356,77 kg/ha (CB 88), 2 315,10 kg/ha (La Molina) y

1 398,44 kg/ha (INIA 432). Las mejores características morfoproductivas se obtuvieron con el genotipo vaina blanca con 50 vainas por planta, peso de 100 granos 22,96 g, una altura de planta de 89,08 cm, y área foliar de 52,33 dm².

Barbarean (2019), ensayó la aplicación de un pool de aminoácidos combinado con el ácido monosilícico al 22 % en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Se experimentaron tres dosis de estos aminoácidos y un testigo absoluto (sin aplicación) en cinco repeticiones. La dosis de 2 l/ha de aminoácidos más 1 050 g/ha de H₄SiO₄ mostraron los mejores resultados sobre las variables, altura de planta, días a la floración, número de flores por planta, número y longitud de vainas por planta y rendimiento (kg/ha).

Muro (2019), realizó un ensayo para evaluar el efecto de los aminoácidos durante la etapa de poda de formación en el cultivo de vid. Se concluyó, que la aplicación de aminoácidos tuvo una relación directa con la formación de brotes en las etapas de yema hinchada, punta de algodón, punta verde y hoja extendida. Asimismo, hubo influencia sobre el tamaño, tasa de crecimiento y número de raíces.

Campozano (2018), en la zona de Babahoyo, Ecuador, aplicó aminoácidos, tanto al suelo como al follaje para determinar su influencia en el desarrollo y rendimiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Se utilizó el diseño BCA con 13 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados mostraron que, un programa de fertilización con macronutrientes complementado con la adición de aminoácidos tuvieron efectos significativos en el rendimiento y desarrollo del cultivo de arroz.

Tello (2017), evaluó cinco genotipos de frijol Caupí en La Libertad, entre ellas la variedad INIA-432 y Vaina verde; reportando los siguientes datos: rendimientos 3 352 kg/ha; 25,53 g. para el peso de

100 granos; número de vainas llenas y vacías 13,88 y 4,62 unidades respectivamente; número de granos por vaina 10,62; altura de planta 92,68 cm y longitud de vaina 16,45 cm.

Fernández y Ramos (2017), ensayaron dos bioestimulantes (ergostin, compuesto a base de aminoácidos y un trihormonal), en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) para evaluar el rendimiento. Se ensayaron 14 tratamientos (2 variedades x 2 bioestimulantes y 3 dosis = 12) + 2 testigos absolutos (1 por variedad). Se observó, que el bioestimulante Ergostin mejoró la longitud de panoja y el rendimiento con la dosis de 1 200 ml/ha.

Serna-Rodríguez *et al* (2011), realizaron una investigación para determinar la eficiencia del ácido glutámico aplicado foliarmente en el crecimiento y producción de las plantas de jitomate a nivel de hidroponía en invernadero. Los resultados mostraron una correlación positiva entre el ácido glutámico y el peso fresco y seco de los frutos, actividad de la enzima glutamina sintetasa y el contenido de clorofila b.

Arriaga (2006), realizó una investigación, para evaluar las bondades de los aminoácidos en la calidad del pimiento morrón, los tratamientos fueron distribuidos en BCA, con 3 tratamientos (Testigo, aminoácidos 6 ml/l y 4 ml/l) y 3 repeticiones. Se concluyó que, la dosis de 4 ml/l de aminoácidos aumenta la altura, el peso fresco y peso seco de plántulas del pimiento morrón

Aplicaciones exógenas a las hojas de soja con Glu mejoraron la eficiencia de las enzimas catalasa, polifenol oxidasa, superóxido dismutasa, peroxidasa y fenilalanina amoniaco liasa (Teixeira et al., 2017); además de una mejora en el metabolismo y la productividad del nitrógeno (Teixeira et al., 2018).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El ensayo experimental se ejecutó en una parcela agrícola propiedad del señor Teodoro Chamba Sánchez, ubicada en la localidad de Cieneguillo Norte, Sector San Vicente, Provincia de Sullana y Región de Piura en las coordenadas UTM 53993. 024 E, 9459432.382N, a una altitud de 86. 67 m.s.n.m (Fig. 1).

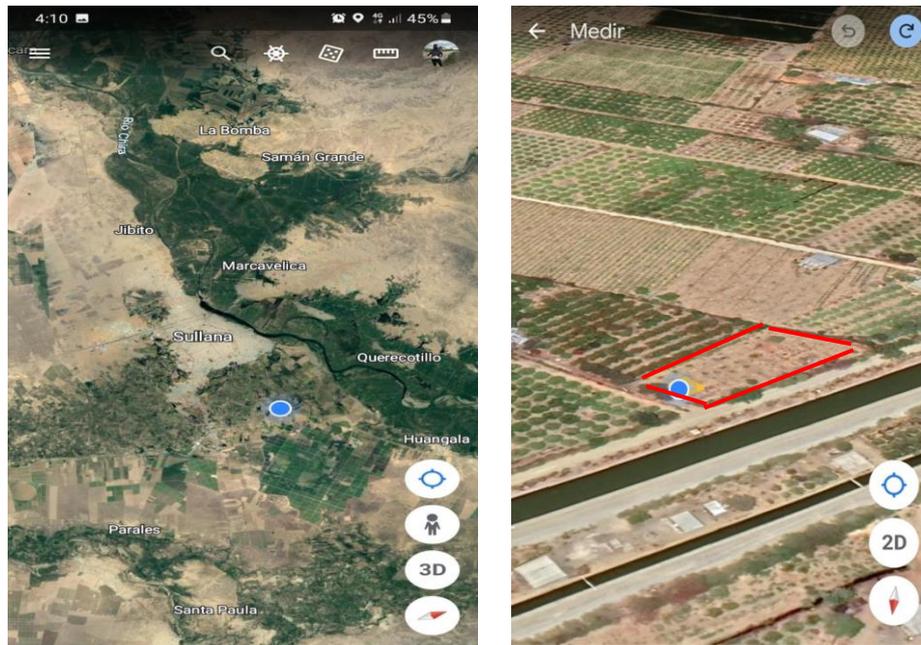


Figura 1. Localización satelital de la parcela experimental

3.2. METODOS

3.2.1. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo aplicada-experimental y cuantitativa, lo que implica la cuantificación y manipulación de una variable independiente para obtener datos estadísticamente analizables sobre una variable dependiente. Se aplicó el Método experimental para observar el efecto de los aminoácidos en el crecimiento y producción del frijol caupi.

3.2.2. Factor y Tratamientos en estudio

El factor de estudio estuvo constituido por las concentraciones de aminoácidos ensayadas. Los tratamientos se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Factor y tratamiento del ensayo experimental

Factor	Tratamiento	Clave
Concentraciones de Aminoácidos	200 ml/ha	T1
	400 ml/ha	T2
	600 ml/ha	T3
	0 ml/ha	T0

3.2.3 . Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con tres tratamientos (200, 400 y 600 ml/ha⁻¹) y un testigo con tres repeticiones. El detalle del área experimental se encuentra en la tabla 3 y el croquis correspondiente (anexo). La población estuvo conformada por todas las plantas de frijol (100 plantas) por parcela, que se encontraban dentro del

área neta experimental, la unidad muestral estuvo constituida por 10 plantas en fructificación tomadas al azar por cada repetición y donde se evaluaron las variables consideradas en el estudio.

La validación de los datos registrados en las variables cuantitativas, fueron analizados estadísticamente con un ANVA, y para determinar las diferencias entre las medias se aplicó la prueba estadística de Duncan al 5 % de probabilidad. El análisis bioinformático se realizó mediante el software MICROSOFT EXCEL 2016.

Tabla 3. Características del campo experimental

	Parcela	Bloques
Número	4	3
Largo	2,50 m	13,0 m
Ancho	2,50 m	2,5 m
Área total	6,25 m ²	32,5 m ²
Separación	1 m	1 m
Número de plantas	100	400
Área neta experimental: largo (13 m), Ancho (9,5 m) = 123,5 m² (1200 plantas)		

3.2.4. Conducción del experimento

Se realizaron todas las labores agronómicas recomendada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA (2018), las cuales de detallan a continuación:

Preparación de campo: comprendió las siguientes labores agronómicas:

- a) Limpieza y eliminación de rastrojos y maleza
- b) Gradeo ligero del terreno con discos.
- c) Medición y colocación de estacas en referencia a las líneas de riego, a un distanciamiento de 0,50 m entre línea y línea

Siembra, se utilizó semilla certificada del genotipo INIA 432 vaina verde (Registro N° 030-2009-INIA). Procedente de la Estación experimental vista florida – Chiclayo – Lambayeque, Esta labor se realizó a “piquete”, depositando tres (03) semillas por golpe a un distanciamiento de 0,50 m entre línea y 0,25 m entre golpes. Se obtuvieron 5 líneas por parcela.

Fertilización al suelo, se fracciono en dos momentos a los 7 días después de la siembra y a los 36 días después de la siembra, empleando la fórmula de fertilización de 80-80-60 recomendada por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA, 2013). Las fuentes de los elementos fueron Sulfato de amonio (21% N y 24% de S), Fosfato Mono amónico soluble (61% de P) y Sulfato de potasio (51% K). Se tomó en cuenta los resultados del análisis del suelo, cuyo análisis e interpretación se detallan en el anexo

Desahije, se ejecutó dos semanas después de la siembra, dejando solo 2 plantas por golpe.

Aporque, con el propósito de airear el suelo y evitar el volcamiento de las plantas, se realizó un aporque a los 22 días después de la siembra.

Deshierbos, se hicieron deshierbos manuales, eliminando plantas indeseables con una frecuencia de 18, 41 y 72 dds

Riegos se realizó el riego por goteo, de acuerdo a las necesidades del cultivo, evitando las condiciones de estrés. El caudal de riego fue de 1 litro por hora.

Aplicación de los aminoácidos, Los aminoácidos exógenos se aplicaron vía foliar, según las dosis ensayadas y en dos momentos, primera aplicación a los 32 dds en 10 % de floración y una segunda aplicación a los 43 dds en 10 % de cuajado. Se utilizó como fuente de estos compuestos el producto AMIXO, que contiene una mezcla de 18 aminoácidos, detallados en el ítem 2.1.7., y que es comercializado por la empresa agrícola OMNICROP S.A.

Control fitosanitario, se hicieron monitoreos constantes, detectándose la presencia de mosca blanca, cigarrita o lorito y pulgones, por lo cual se realizó un control químico a base de Tiametoxan 200 g/ha, Chlorpirifos 300 ml/ha y aceite agrícola 1 l/ha.

Cosecha se realizó manualmente tomando al azar 10 plantas de las líneas centrales de cada repetición en estudio, recolectando las vainas fisiológicamente maduras. Los resultados se expresaron en kg/ha.

3.2.5. Variables evaluadas

Altura de planta: de las líneas centrales de cada tratamiento se tomaron cinco plantas al azar, las cuales fueron medidas una regla graduada, desde la base de la planta hasta la yema terminal del tallo principal y cuando el cultivo estuvo en 100 % de floración.

Días al inicio de floración: se determinó contando el periodo de tiempo transcurrido desde la siembra hasta que las plantas presenten al menos una flor.

Periodo vegetativo: esta variable se determinó contando el número de días desde la siembra hasta la madurez fisiológica (cosecha de las vainas) en cada tratamiento en estudio.

Número de vainas por planta: se realizó al momento de la cosecha, se escogieron diez plantas competitivas al azar, contándose el número total de vainas de cada una de las repeticiones por tratamiento para luego obtener el promedio.

Longitud de vaina: para esta variable se escogieron al azar diez vainas por cada repetición y tratamiento, y a las cuales se les midió la longitud con una regla graduada para luego obtener el valor promedio.

Número de granos por vaina: se obtuvo en base a las diez vainas de la variable anterior a las cuales individualmente se le contó el número de granos, refiriendo el valor promedio.

Peso de granos: en este caso se hicieron grupos de 100 granos de cada repetición de los respectivos tratamientos y se pesaron en una balanza analítica modelo OHAUS.

Rendimiento de grano: se determinó en base al grano de frijol cosechado en las plantas de las líneas centrales, expresándose en kg/área cosechable y transformándose estos datos en kg/ha.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En la figura 2 se muestran los resultados promedios de la altura de planta de frijol caupí de los tratamientos ensayados. Se aprecia que con los tratamientos 2 (400 ml/ha) y 3 (600 ml/ha) se obtuvieron la mayor altura de planta en relación con el tratamiento 1 (200 ml/ha) y el testigo, con los cuales estadísticamente presentan diferencias significativas (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre la altura de planta de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

Clave	Tratamiento	Bloque			Promedio (cm)	Duncan 0,05(*)
		I	II	III		
T2	400 ml/ha	68,80	66,54	66,00	67,11	a
T3	600 ml/ha	67,20	67,00	66,20	66,80	a
T1	200 ml/ha	63,62	62,80	62,20	62,87	b
T0	0 ml/ha	63,20	61,20	60,40	61,60	b
Fb = 3,54		Ft = 25,43		C.V = 3,857	Sign. *	

*Letras iguales, implica resultados estadísticamente similares

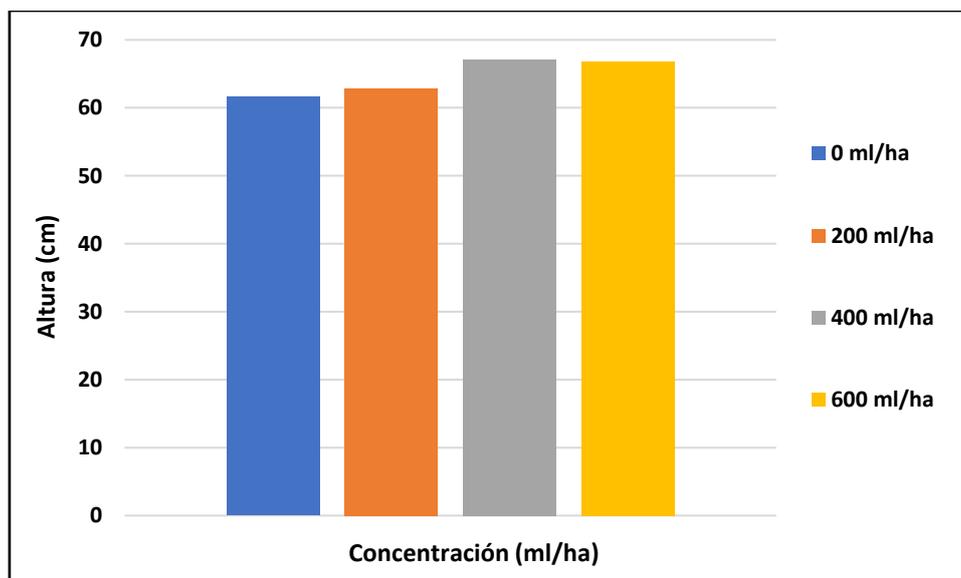


Figura 2. Efecto de los aminoácidos en la altura de planta del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

4.2. Días al inicio de la floración

Los aminoácidos no ejercieron influencia sobre el inicio de la floración, tal como se aprecia en la figura 3, aunque la diferencia de los valores numéricos es pequeña, estadísticamente se muestra una diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre días al inicio de la floración del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.).

Clave	Tratamiento	Bloque			Promedio (Días)	Duncan 0,05(*)
		I	II	III		
T0	0 ml/ha	36	35	36	35,67	a
T1	200 ml/ha	32	32	33	32,33	b
T2	400 ml/ha	33	32	32	32,33	b
T3	600 ml/ha	32	30	31	31,00	c
Fb = 1,00		Ft = 25,00		C.V = 1,655		Sign. *

*Letras iguales, implica resultados estadísticamente similares

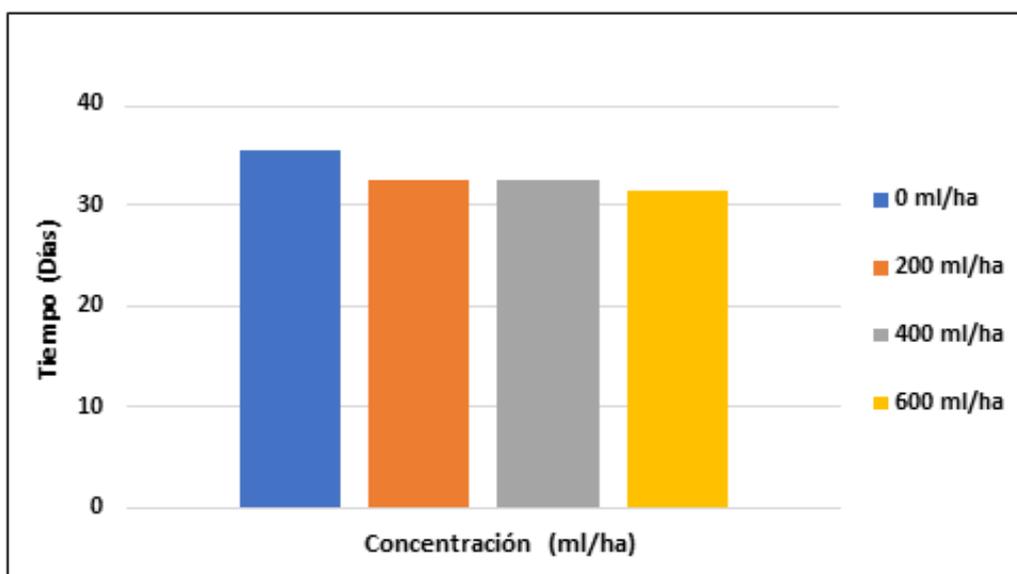


Figura 3. Efecto de los aminoácidos sobre los días al inicio de la floración del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

4.3. Periodo vegetativo

Los aminoácidos no ejercieron influencia sobre el periodo vegetativo de la planta de frijol caupí; aunque el tratamiento 1, numéricamente tuvo un valor ligeramente superior en un día con los tratamientos 2 y 3 (Fig.4) no hubo diferencias estadísticas con el testigo (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el periodo vegetativo del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

Clave	Tratamiento	Bloque			Promedio (Días)	Duncan 0,05(*)
		I	II	III		
T0	0 ml/ha	92	92	92	92	a
T1	200 ml/ha	92	92	91	91	a
T2	400 ml/ha	90	91	91	90	b
T3	600 ml/ha	90	90	90	90	b
Fb = 0,43		Ft = 13		C.V = 1,484		Sign. *

*Letras iguales, implica resultados estadísticamente similares

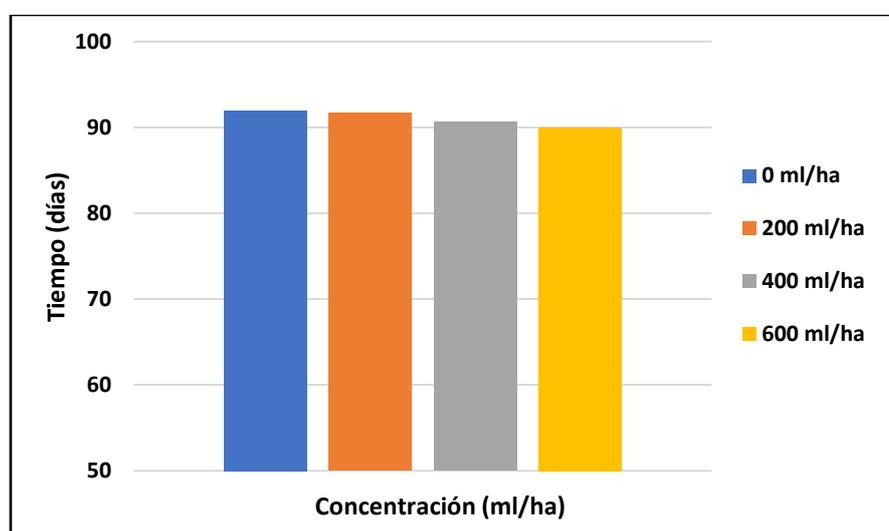


Figura 4. Efecto de los aminoácidos sobre el periodo vegetativo del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

4.4. Número de vainas por planta

La concentración de 600 ml/ha de aminoácidos presentó el mayor número de vainas por planta, superando aproximadamente en el 50 % a los otros tratamientos y al testigo (Fig.5), lo que se ve reflejado al realizar la prueba de significación de Duncan (5 %), que muestra diferencias estadísticas muy significativas (Tabla 7).

Tabla 7. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el número de vainas del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata L.*)

Clave	Tratamiento	Bloque			Promedio (Unid.)	Duncan 0,05(*)
		I	II	III		
T3	600 ml/ha	12,40	12,00	11,40	11,93	a
T2	400 ml/ha	8,60	8,40	8,20	8,40	b
T0	0 ml/ha	7,90	7,60	7,10	7,53	c
T1	200 ml/ha	7,60	7,50	7,10	7,40	c
Fb = 2,97		Ft = 67,78		C.V = 1,615		Sign. **

*Letras iguales, implica resultados estadísticamente similares

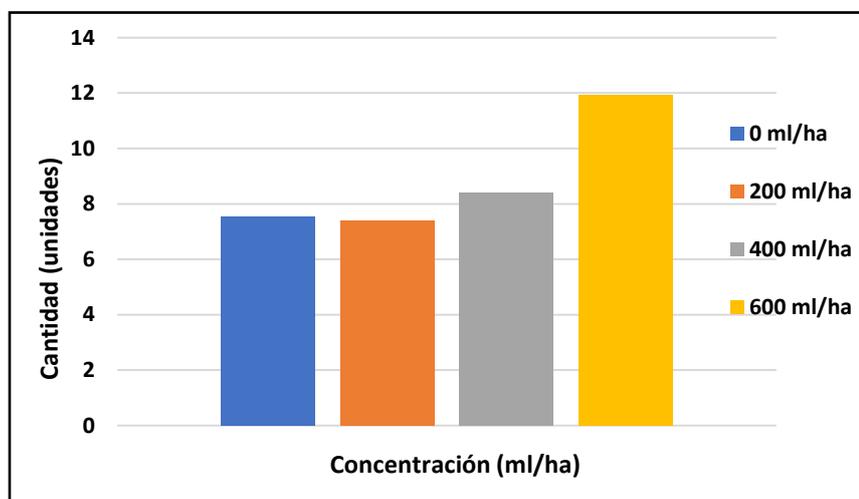


Figura 5. Efecto de los aminoácidos sobre el número de vainas del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata L.*)

4.5. Longitud de las vainas del frijol caupi

En la figura 6 se aprecia, que la concentración de 600 ml. ha⁻¹ de aminoácidos mostró la mayor longitud de la vaina del frijol caupi con un 12% por encima de las concentraciones de 200 y 4 00 ml/ha y al testigo (Fig.6). Asimismo, la prueba de significación de Duncan (5 %), indica que existe una diferencia estadística muy significativa entre la mayor concentración con las demás concentraciones ensayados, aunque entre estas últimas no hay diferencias significativas (Tabla 8).

Tabla 8. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre la longitud de las vainas del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

Clave	Tratamiento	Bloque			Promedio (cm)	Duncan 0,05(*)
		I	II	III		
T3	600 ml/ha	17,68	18,46	18,14	18,09	a
T1	200 ml/ha	16,00	15,56	15,02	15,53	b
T0	0 ml/ha	15,74	15,68	15,08	15,50	b
T2	400 ml/ha	14,42	15,74	14,62	14,93	b
Fb = 2,09		Ft = 29,55		C.V = 2,816	Sign. **	

*Letras iguales, implica resultados estadísticamente similares

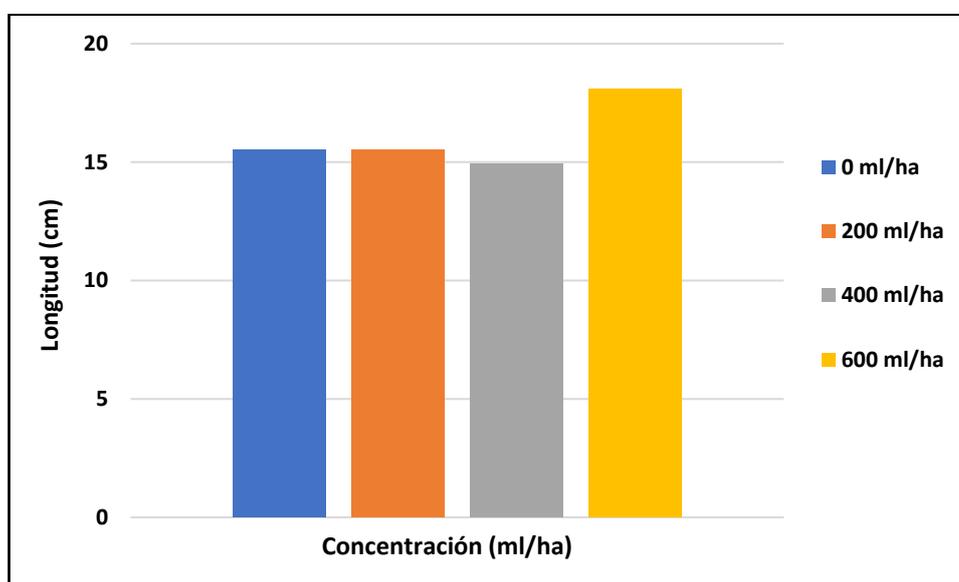


Figura 6. Efecto de los aminoácidos sobre la longitud de vainas del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

4. 6. Número de granos por vaina

La figura 7 muestra que los aminoácidos aplicados a las plantas de frijol caupí si tuvieron efecto positivo en el número de granos por vaina, alcanzando el mayor valor con la concentración 600 ml/ha. La prueba estadística de Duncan (5, %), señala una alta significancia entre los tratamientos (Tabla 9).

Tabla 9. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el número de granos por vaina del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

Clave	Tratamiento	Bloque			Promedio (Unid.)	Duncan 0,05(*)
		I	II	III		
T3	600 ml/ha	10,60	10,40	10,60	10,53	a
T2	400 ml/ha	9,10	8,90	8,80	8,93	b
T1	200 ml/ha	7,80	7,70	7,70	7,73	c
T0	0 ml/ha	7,20	7,10	7,10	7,13	d
Fb = 4,43		Ft = 157,14		C.V = 2,890		Sign. **

*Letras iguales, implica resultados estadísticamente similares

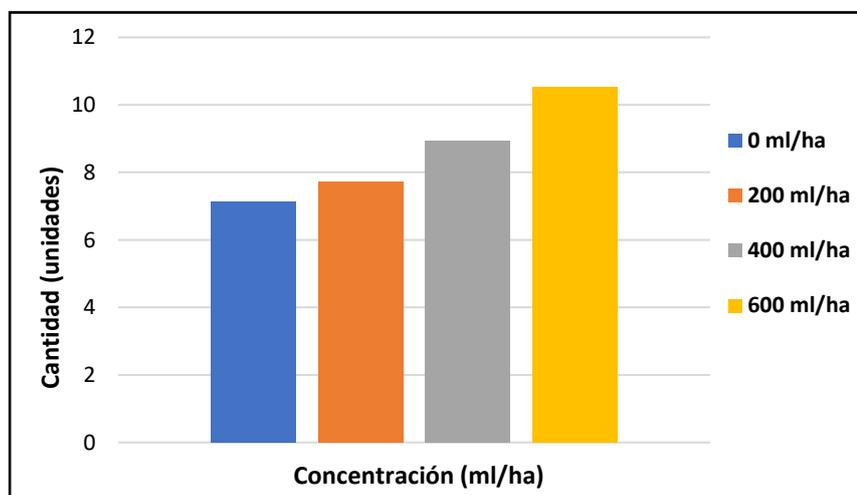


Figura 7. Efecto de los aminoácidos sobre el número de granos por vaina del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

4.7. Peso de 100 granos

Al igual que en la variable anterior, los aminoácidos incrementaron el peso de los granos del frijol caupí, tal como se muestra en la figura 8, donde se observa que el peso de 100 granos fue mayor en todas las concentraciones de aminoácidos ensayadas, siendo superior con 600 ml/ha, corroborándose con la prueba estadística de Duncan (5 %) (Tabla 10).

Tabla 10. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el peso de 100 granos del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

Clave	Tratamiento	Bloque			Promedio (g)	Duncan 0,05(*)
		I	II	III		
T3	600 ml/ha	24,70	25,10	25,20	25,00	a
T2	400 ml/ha	23,70	23,50	22,80	23,33	b
T1	200 ml/ha	23,80	23,60	22,60	23,33	b
T0	0 ml/ha	20,50	19,70	19,80	20,00	c
Fb = 1,84		Ft = 71,21		C.V = 1,878		Sign. *

*Letras iguales, implica resultados estadísticamente similares

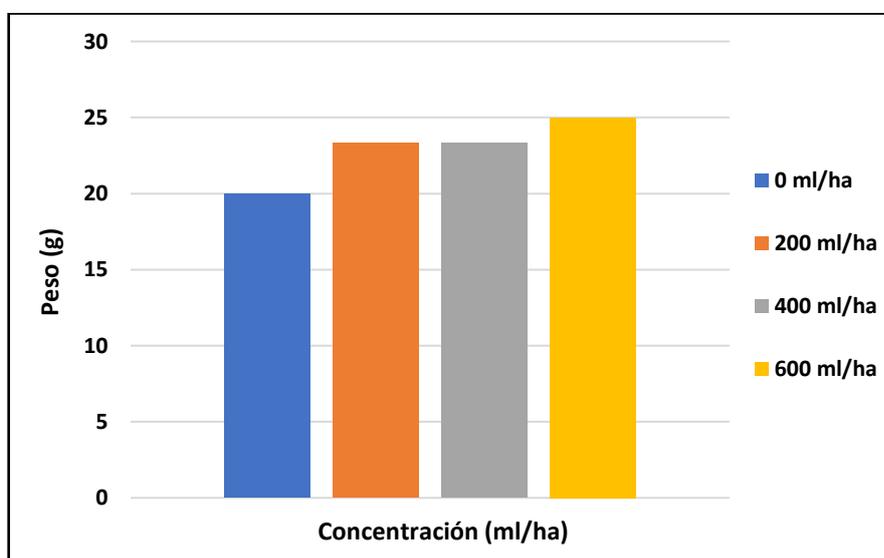


Figura 8. Efecto de los aminoácidos sobre el peso de 100 granos por del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

4.8. Rendimiento de grano

En la figura 9, se observa que los aminoácidos aplicados exógenamente a las plantas de frijol caupi, incrementaron el rendimiento de grano, siendo la concentración de 600 ml/ha la que alcanzó el mayor aumento, seguida por las concentraciones de 400 y 200 ml/ha. La prueba estadística de Duncan (5 %) muestra que hay diferencia altamente significativa entre el tratamiento 3 con los demás tratamientos ensayados (Tabla 11).

Tabla 11. Prueba de Duncan (5 %) para el efecto de los aminoácidos sobre el rendimiento de grano del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

Clave	Tratamiento	Bloque			Promedio (kg/ha)	Duncan 0,05(*)
		I	II	III		
T3	600 ml/ha	2216,67	2200,00	2016,67	2144,45	a
T2	400 ml/ha	1833,33	1900,00	1850,00	1861,11	b
T1	200 ml/ha	1866,67	1816,67	1706,67	1796,67	b
T0	0 ml/ha	1533,33	1450,00	1416,67	1466,67	c
Fb = 5,11		Ft = 79,09		C.V = 2,982	Sign. **	

*Letras iguales, implica resultados estadísticamente similares

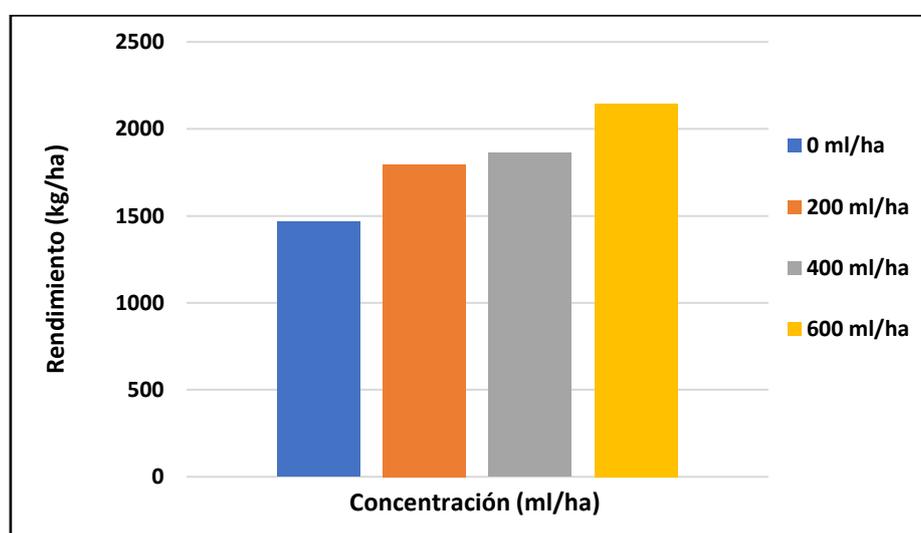


Figura 9. Efecto de los aminoácidos sobre el rendimiento de grano del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

4.9. Análisis climatológico

En la tabla 13 (Anexo) se muestran los valores registrados de las condiciones climatológicas en que crecieron las plantas de frijol caupi. Las temperaturas máximas y mínimas promedio fueron de 34 y 22 °C, respectivamente. La humedad relativa estuvo alrededor de 74 %, mientras que las precipitaciones fueron muy bajas con un valor de 0,05 mm y un viento de 2,2 km/h, estos parámetros no interfirieron en el crecimiento de las plantas.

CAPÍTULO V

DISCUSION

El uso de aminoácidos en la agricultura está ampliamente extendido, debido al rol benéfico que desempeñan en los procesos fisiológicos, metabólicos y bioquímicos de las plantas: fotosíntesis, absorción de agua y nutrientes, capacidad antioxidante e indicadores de estrés (Teixeira et al., 2017). Estos se pueden aplicar en estado libre o como compuestos de origen vegetal o animal que poseen una gran cantidad de aminoácidos (Khan et al., 2019). Sin embargo, se debe tener en cuenta, las posibles interacciones que pueden existir cuando se emplean individualmente o en mezclas, pues condicionan las respuestas fisiológicas de las plantas.

Investigaciones realizadas reportan que las aplicaciones de aminoácidos en forma individual tuvieron efectos estimulantes sobre el crecimiento y desarrollo en diversos cultivos como en *Arabidopsis* (Walchu-Liu et al., 2006), haba (Sadak et al., 2015), soja (Teixeira et al., 2017), cebolla (Çavuşoğlu et al., 2020b), lechuga (Khan et al., 2019), Vid (Muro, 2019), *Lilium longiflorum* (Abdel-Said et al., 2019), remolacha (El-Sherbeny y Teixeira da Silva, 2013), Okra (Mustafa et al., 2016), cilantro (Mohammadipour y Souri, 2019)

En nuestro ensayo, la aplicación exógena de la mezcla de L-18 aminoácidos vía foliar incrementaron significativamente el crecimiento (características morfológicas) de las plantas de frijol caupi comparadas con las plantas de control (Figuras 1-7). Otros estudios también encontraron influencia positiva de la combinación de aminoácidos. Aplicaciones exógenas de mezclas de aminoácidos Trp + Gly a 50 mM en plantas de manzano tuvieron resultados exitosos en su crecimiento vegetativo (Mosa et al., 2021), mientras que aplicaciones foliares de los aminoácidos cisteína y ácido fólico en plantas de haba con concentraciones de 10-30 mg L⁻¹ mostraron también un mayor efecto

en el crecimiento (Jerry y Al-Jarah 2015). La aplicación de una mezcla de aminoácidos (Ácido aspártico + Ácido glutámico y Ácido aspártico + glutámico + L-Alanina en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) mostraron que el Ácido aspártico + glutamato incrementó el crecimiento de las plantas, mientras que la Alanina redujo la biomasa seca de los brotes (Alfosea-Simón et al., 2020). En otro ensayo para estudiar el efecto de la aplicación foliar de tirosina (15 mM), lisina (15 mM) y metionina (15 mM) y una mezcla de tirosina+ lisina + metionina en plantas de tomate, los resultados demostraron que individualmente y combinados los aminoácidos estimularon el crecimiento de la parte aérea, asimilación de CO₂ y eficiencia en el uso del agua. Además, incrementaron la cantidad de glucosa, fructosa y prolina con lo cual tendrían mayor energía para el proceso de crecimiento (Alfosea-Simón et al., 2021).

Así mismo, se observó que la influencia positiva sobre las características morfológicas del frijol caupi, se vio reflejado en un incremento del rendimiento, efecto que también fue observado por otros investigadores (Acosta y Sánchez, 2021, Jerry y Al-Jarah 2015, Noroozlo et al., 2019, Yang et al., 2017, Mustafa et al., 2016, Samani et al., 2019, Salman et al., 2019, Al-Duraid et al., 2019, Rashad et al., 2014, Merwad et al., 2018).

Sin embargo, es menester también mencionar que aplicaciones altas de aminoácidos pueden producir alteraciones metabólicas y fisiologías que conducen a un detrimento del crecimiento y producción, tal como lo encontró Padgett y Leonard, 1996) en plantas de crisantemo. Las diferencias en las respuestas de las plantas se deberían a una serie de factores entre los que encontramos, el tipo de especie vegetal, variedades, concentración de los aminoácidos, manejo del cultivo y clima, aunque, en este último factor las temperaturas y humedad relativa presentadas durante la ejecución del ensayo experimental no afectaron el crecimiento de las plantas, ya que estuvieron en el rango determinado por Palomino (2015) y Blas (2016), quienes establecen que las temperaturas adecuada para su óptimo crecimiento están entre 20 a 30 °C con una humedad relativa de 60 a 80 %.

Es importante indicar, que este estudio es uno de los primeros realizados en el país generando una línea base para seguir realizando investigaciones sobre el comportamiento metabólico y fisiológico de estos compuestos orgánico en el crecimiento y producción de los diferentes cultivos agrícolas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

1. Las aplicaciones exógenas de aminoácidos vía foliar influyeron positivamente en las características morfológicas de las plantas de frijol Caupí (altura de planta, longitud de la vaina) y los componentes de producción (número de vainas por planta, número de granos por vaina y peso de granos).
2. Los aminoácidos incrementaron el rendimiento de grano del frijol caupi, siendo la concentración de 600 ml/ha la más efectiva, con un valor de 2 144, 45 kg/ha.
3. No hubo diferencias significativas en los días al inicio de la floración y periodo vegetativo con las concentraciones de aminoácidos ensayadas y el testigo.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

1. Realizar experimentos utilizando aminoácidos individuales y en mezclas de grupos de ellos para evaluar su influencia en los procesos metabólicos y fisiológicos del frijol caupi.
2. Ensayar otras concentraciones de aminoácidos en diferentes variedades de frijol caupi, tomando como base la cantidad de 600 ml/ha que fue la más adecuada en nuestro estudio.
3. Evaluar el crecimiento y rendimiento del frijol caupi, en relación con las condiciones ambientales de otras zonas y en distintas épocas del año.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdel-Said, Z.H.R., Bazaraa, W.M. y Nabih, A. (2019). Effect of amino acid (threonine), irrigation levels and their interaction on growth, flowering, bulbs productivity and chemical constituents of *Lilium longiflorum*, Thunb. plant. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 8(1), 153-166
- Acosta, E. G., & Sánchez Díaz, G. L. (2021). Rendimiento del momento de aplicación de dos reguladores de crecimiento y tres dosis, en el cultivo de Caupi (*V. unguiculata* (L). Walp.), en el Distrito de Túcume Provincia de Lambayeque, Región Lambayeque.
- Ancajima, G. L. A. (2016). Aplicación de bioestimulantes en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones del valle del Cañete.
- Al-Duraid, M.H., Al-Taey, K.A. y Al-Kikhani, A.H. (2019). Effect of phenylalanine and naphthalene acetic acid on growth, yield and antioxidant activity of Fenugreek *Trigonella foenum-graecum*. En: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 388, 012073.
<https://doi.org/doi:10.1088/1755-1315/388/1/012073>
- Alfosea-Simón, M., Simón-Grao, S., Zavala-González, E.A., Cámara-Zapata, J.M., Simón, I., Martínez-Nicolás, J.J., Lidón, V., y García-Sánchez, F. (2021). Physiological, nutritional and metabolomic responses of tomato plants after the foliar application of amino acids aspartic acid, glutamic acid and alanine. *Frontiers in Plant Science*, 11, 581234. DOI: [10.3389/fpls.2020.581234](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.581234)

- Alfosea-Simón, M., Zavala-González, E.A., Cámara-Zapata, J.M., Martínez-Nicolás, J.J., Simón, I., Simón-Grao, S., y García-Sánchez, F. (2020). Effect of foliar application of amino acids on the salinity tolerance of tomato plants cultivated under hydroponic system. *Scientia Horticulturae*, 272, 109509. DOI: [10.1016/j.scienta.2020.109509](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109509)
- Arriaga, D.F. (2006). Efectividad biológica de dos aminoácidos en la calidad de plántula de chile Pimiento Morrón cv (no. Sb351. P4. A772 2006.).
- Barbarean, C.N.A. (2019). Efecto de la aplicación de aminoácidos más ácido monosilícico al 22% en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.), cantón El Triunfo, recinto el vainillo, provincia del Guayas (doctoral dissertation, Universidad agraria del Ecuador).
- Bernardo, L. S. (2015). Efecto del EM Compost en el rendimiento de Frijol caupí (*Vigna unguiculata*) en condiciones edafoclimáticas de Cayhuayna- Huánuco.
- Blas, B.V. (2016). Manejo Fisionutricional en el rendimiento del frijol (*Vigna unguiculata* L.) variedad caupí, en condiciones edafoclimáticas de Instituto de Investigación Frutícola Olerícola UNHEVAL Huánuco.
- Camposano, M.A. G. (2018). Evaluación de aminoácidos aplicados al suelo y follaje sobre el desarrollo y producción del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo, Los Ríos (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2018).
- Castillo, S.E. J. (2022). Importancia de los aminoácidos en la agricultura bajo condiciones de estrés abiótico (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2021).
- Catunta, M.N. (2021). Densidad de plantas y dosis de bioestimulante aminofarm en el rendimiento del Zapallito Italiano (*Cucurbita pepo* L.) Var. Gray Zucchini en el Centro Experimental Agrícola CEA III “Los Pichones”.

- Çavuşoğlu, K., Toğay, D. y Çavuşoğlu, D. (2020b). Physiological and Cytogenetical Effects of Glutamine Treatment in Onion (*Allium cepa* L.) seeds exposed to salt stress. *Bulgarian Journal of Crop Science*, 57(1), 60-65.
- Cortes, M.W. N. (2022). Respuesta de papa "*Solanum tuberosum*" variedad Parda Pastusa en rendimiento y calidad a la aplicación de Ácido Glutámico.
- Cueva, M.J. J., & Quiroz Torres, B. D. C. (2017). Efecto en el Rendimiento y Análisis Económico de la Aplicación de Tres Bioestimulantes con Tres Dosis, en Cultivo de Arveja (*Pisum sativum* L.) en el Distrito de Casa Grande, Prov. de Ascope, Reg. La Libertad.
- Elhardallou, S.B., Khalid, I.I., Gobouri, A.A. and Abdel-Hafez, S.H. (2015) AminoAcid Composition of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) Flour and Its Protein Isolates. *Food and Nutrition Sciences*, 6, 790-797. <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.69082>
- El-Sherbeny, M.R. y Teixeira da Silva, J.A. (2013). Foliar treatment with proline and tyrosine affect the growth and yield of beetroot and some pigments in beetroot leaves. *Journal of Horticultural Research*, 21(2). <https://doi.org/10.2478/johr-2013-0027>
- Fernández, J. E., & Ramos Sandoval, J. G. (2017). Evaluación del Efecto de Dos Bioestimulantes sobre el Rendimiento de dos variedades de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) en la localidad de Mocupe-Lambayeque.
- Flores-de la Rosa, F. R., Estudillo, E. V., Santillán-Mendoza, R., Rodríguez- Quibrera, C. G., & Adame-García, J. (2021). Effect of the gaba application on the expression of antioxidant genes in *Persian lime*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(3).

- Fuentes, E.W. J. (2021). Caracterización morfoagronómica y nutricional de 30 genotipos de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) WALP.).
- Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA (2018). Tríptico de Caupí INIA 432- Vaina verde. Estación Experimental Vista Florida. Chiclayo-Perú
- INTAGRI (2022). Aminoácidos para la Bioestimulación de cultivos Hortofrutícolas. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/nutricionvegetal/aminoacidos-para-la-bioestimulacion-de-cultivos-hortofruticolas>
- Jerry, A.N. y Al-Jarah, T.M. (2015). Effect of foliar application of two amino acids” arginine and cysteine” and potassium nitrate on the growth and yield of the tomato plants grown in plastic houses. *Kufa Journal for Agricultural Sciences*, 7(2).
- Khan, S., Yu, H., Li, Q., Gao, Y., Sallam, B.N., Wang, H. et al. (2019). Exogenous application of amino acids improves the growth and yield of lettuce by enhancing photosynthetic assimilation and nutrient availability. *Agronomy*, 9(5), 266. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050266>
- Lazo, Ch. J. A. (2019). Evaluación del rendimiento de grano y características morfoproductivas de seis genotipos de frijol Capuí (*Vigna unguiculata* (L) Walp). Valle del Medio Piura.
- Lonardi, S., Muñoz-Amatriaín, M., Liang, Q., Shu, S., Wanamaker, S. I., Lo, S., Tanskanen, J., Schulman, A. H., Zhu, T., Luo, M. C., Alhakami, H., Ounit, R., Hasan, A. M., Verdier, J., Roberts, P. A., Santos, J. R. P., Ndeve, A., Doležel, J., Vrána, J., Hokin, S. A., ... Close, T. J. (2019). The genome of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). *The Plant journal : for cell and molecular biology*, 98(5),767–782. <https://doi.org/10.1111/tpj.14349>

- Manrique, J.B. C., & Gamarra Lázaro, L. T. (2021). Evaluación de tres niveles de fertilización potásica en el rendimiento del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. walp.) en condiciones de costa central Los Anitos–Barranca.
- Martínez, G.A. (2019). Ecofisiología, producción y calidad de híbridos demaíz (*Zea mays* L.) a la aplicación foliar de aminoácidos y extractos de algas en Valles Altos de México.
- Mena, P.E. M. (2020). Efecto de la competencia intraespecífica y del despunte manual sobre la capacidad productiva del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) Valle del Medio Piura.
- Méndez, S. A. (2013). Efectividad de aminoácidos en la producción y postcosecha de Calabacita Zucchini bajo condiciones de estrés hídrico. Tesis, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Merwad, A.R.M., Desoky, E.S.M. y Rady, M.M. (2018). Response of water deficit-stressed *Vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. *Scientia Horticulturae*, 228, 132-144.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.008>
- Mohammadipour, N. y Souiri, M.K. (2019). Beneficial effects of glycine on growth and leaf nutrient concentrations of coriander (*Coriandrum sativum*) plants. *Journal of plant nutrition*, 42(14), 1637-1644. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1628985>
- Morán, L.A. B. (2020). Evaluación del efecto de una fitohormona (ácido giberélico), un aminoácido y un bioestimulante en el rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas.
- Mosa, W.F., Ali, H.M. y Abdelsalam, N.R. (2021). The utilization of tryptophan and glycine amino acids as safe alternatives to chemical fertilizers in apple orchards. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(2), 1983- 1991.
<https://doi.org/10.1007/s11356-020-10658-7>

- Muro, C.O. J. (2019). Efecto de los aminoácidos en el enraizamiento y brotación en la poda de formación en el cultivo de vid (*Vitis vinífera* L.) en Curamori–Catacaos-Piura.
- Mustafa, A., Hussain, A., Naveed, M., Ditta, A., Nazli, Z.E.H. y Sattar, A. (2016). Response of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) to soil and foliar applied L-tryptophan. *Soil and Environment*, 35(1).
- Nnanna, I. A., & Phillips, R. D. (1989). Amino acid composition protein quality and water-soluble vitamin content of germinated cowpeas (*Vigna unguiculata*). *Plant foods for human nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, 39(2), 187–200. <https://doi.org/10.1007/BF01091899>
- Noroozlo, Y.A., Souri, M.K. y Delshad, M. (2019). Stimulation effects of foliar applied glycine and glutamine amino acids on lettuce growth. *Open Agriculture*, 4(1), 164-172. <https://doi.org/10.1515/opag-2019-0016>
- Padgett, P. E. y Leonard, R.T. (1996). Free amino acid levels and the regulation of nitrate uptake in maize cell suspension cultures. *Journal of Experimental Botany*, 47(7), 871-883. <https://doi.org/10.1093/jxb/47.7.871>
- Palomino, P. (2015). Fenología e influencia térmica en pallar bebé (*Phaseolus lunatus* L.) y frijol castilla (*Vigna unguiculata* L. Walp.) en diferentes épocas de siembra en la Molina (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Querevalú, S.M. P. (2022). Fuentes de nutrientes foliares en la producción del frijol caupi (*Vigna unguiculata* L. Walpi) y loctao (*Vigna radiata* (L) R. Wilczek), Miraflores, Castilla–Piura.
- Ramírez-Cruz, M. Á., Báez-Pérez, A., Bautista-Cruz, A., Morales, I., García- Sánchez, E., & Aquino-Bolaños, T., (2022). La aplicación foliar de ácido glutámico mejora el rendimiento y algunos parámetros físicos y químicos de la calidad del fruto de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Interciencia*, 47(1/2), 31-38.

- Rashad, M., Jaime, A. y da Silva, T. (2014). Foliar treatment with proline and tyrosine affect the growth and yield of beetroot and some pigments in beetroot leaves. *Journal of Horticultural Research*, 21, 95-99.
- Sadak, M.S.H, Abdelhamid, M.T. y Schmidhalter, U. (2015). Effect of foliar application of aminoacids on plant yield and some physiological parameters in bean plants irrigated with seawater. *Acta Biológica Colombiana*, 20(1), 141-152.
<https://doi.org/10.15446/abc.v20n1.42865>
- Salman, F.A., Mutar, K.A. y Alewi, Z.H. (2019). Influence of foliar application of arginine and phenylalanine on growth and essential oil content in dill (*Anethum graveolens* L.) cultivars. *Research on Crops*, 20(4), 826-830.
<https://doi.org/10.31830/2348-7542.2019.122>
- Samani, M.R., Pirbalouti, A.G., Moattar, F. y Golparvar, A.R. (2019). L-Phenylalanine and bio-fertilizers interaction effects on growth, yield and chemical compositions and content of essential oil from the sage (*Salvia officinalis* L.) leaves. *Industrial Crops and Products*, 137, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.019>
- Serna-Rodríguez, J. R., Castro-Brindis, R., Colinas-León, M. T., Sahagún- Castellanos, J., & Rodríguez-Pérez, J. E. (2011). Aplicación foliar de ácido glutámico en plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mili.). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(1), 9-13.
- Sonnino, A., & Ruane, J. (2017). La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas. *Biotechnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia*, 25- 5.
- Tello, Ch.J. A. (2017). Rendimiento, características agronómicas y morfológicas de cinco genotipos de *Vigna unguiculata* (L.) walp. en Paiján, La Libertad.

- Teixeira, W.F., Fagan, E.B., Soares, L.H., Umburanas, R.C., Reichardt, K. y Neto, D.D. (2017). Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. *Frontiers in plant science*, 8, 327. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00327>
- Teixeira, W.F., Fagan, E B., Soares, L.H., Soares, J.N., Reichardt, K. y Neto, D.D. (2018). Seed and foliar application of amino acids improve variables of nitrogen metabolism and productivity in soybean crop. *Frontiers in Plant Science*, 9, 396. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00396>
- Villegas, F.D. (2019). Efecto de la fertilización foliar con calcio y magnesio, sobre las características morfoproductivas y de calidad en frijol caupí ([Vigna unguiculata L Walp.](#)) Var. [vaina blanca, Valle Medio Piura.](#)
- Walch-Liu, P., Liu, L.H., Remans, T., Tester, M. y Forde, B.G. (2006). Evidence that L-glutamate can act as an exogenous signal to modulate root growth and branching in *Arabidopsis thaliana*. *Plant and Cell Physiology*, 47(8), 1045-1057. <https://doi.org/10.1093/pcp/pci075>.
- Yang, X., Cui, X., Zhao, L., Guo, D., Feng, L., Wei, S. et al. (2017). Exogenous glycine nitrogen enhances accumulation of glycosylated flavonoids and antioxidant activity in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Frontiers in plant science*, 8, 2098. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02098>

ANEXOS

Tabla 12. Resumen de los resultados obtenidos en las variables evaluadas
sobre la aplicación de aminoácidos en la producción del frijol Caupi (*Vigna unguiculata* L.)

Variable	Tratamiento			
	Testigo	200 ml/ha	400 ml/ha	600 ml/ha
Altura de planta (cm)	61,60	62,87	67,11	66,80
Días al inicio de la floración	35, 67	32,33	32,33	31,00
Periodo vegetativo (Días)	92,00	91,00	90,00	90,00
Número de vainas por planta	7,53	7,40	8,40	11,93
Longitud de la vaina (cm)	15,50	15,53	14,93	18,09
Número de granos por vaina	7,13	7,73	8,93	10,53
Peso de granos (g)	20,00	23,33	23,33	25,00
Rendimiento de grano (kg/ha)	1 466,67	1 796,67	1 861,11	2 144,45

Tabla 13. Datos Climatológicos promedios para el experimento “Aplicación de los aminoácidos en la producción del Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.),” Año 2023.

Mes	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Velocidad del viento (km/h)
	Máxima	Mínima			
Octubre	32,52	20,52	73,42	0,01	1,89
Noviembre	33,01	19,82	73,55	0,05	1,75
Diciembre	34,92	21,70	73,40	0,4	2,44
Enero	35,88	23,91	72,46	0,04	2,51
Febrero	34,95	24,01	77,55	0,10	2,59

Fuente: SENAMHI-Estación Meteorológica Mallares-Sullana



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA

FACULTAD DE AGRONOMIA

Departamento Académico de Suelos

ANALISIS DE SUELO

Remite: Br. José Carlos Domínguez García

PROCEDENCIA: Cieneguillo Norte Sector San Vicente

Tesis Frijol Caupi

FECHA: 27/12/2022

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Conductividad Eléctrica (CE)	dS.m ⁻¹	0.25
pH	Unidades pH	7.68
Calcáreo total	% CaCO ₃	1.21
Materia Orgánica (M.O)	% M.O	0.46
Nitrógeno total (N)	ppm N	210
Fósforo disponible (P)	ppm P	7.5
Potasio asimilable (K)	ppm K	140
Textura	Clase Textural	Arena
Arena	% partículas	96
Limo	% partículas	4
Arcilla	% partículas	0
Cationes cambiables (CIC)	cmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹	0.00

Muestreo efectuado por el usuario.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE SUELOS

Victor Manuel Requena Sullón
Ing.º Victor Manuel Requena Sullón
JEFE DE LABORATORIO

Figura 10. Resultados del análisis fisicoquímico del suelo experimental

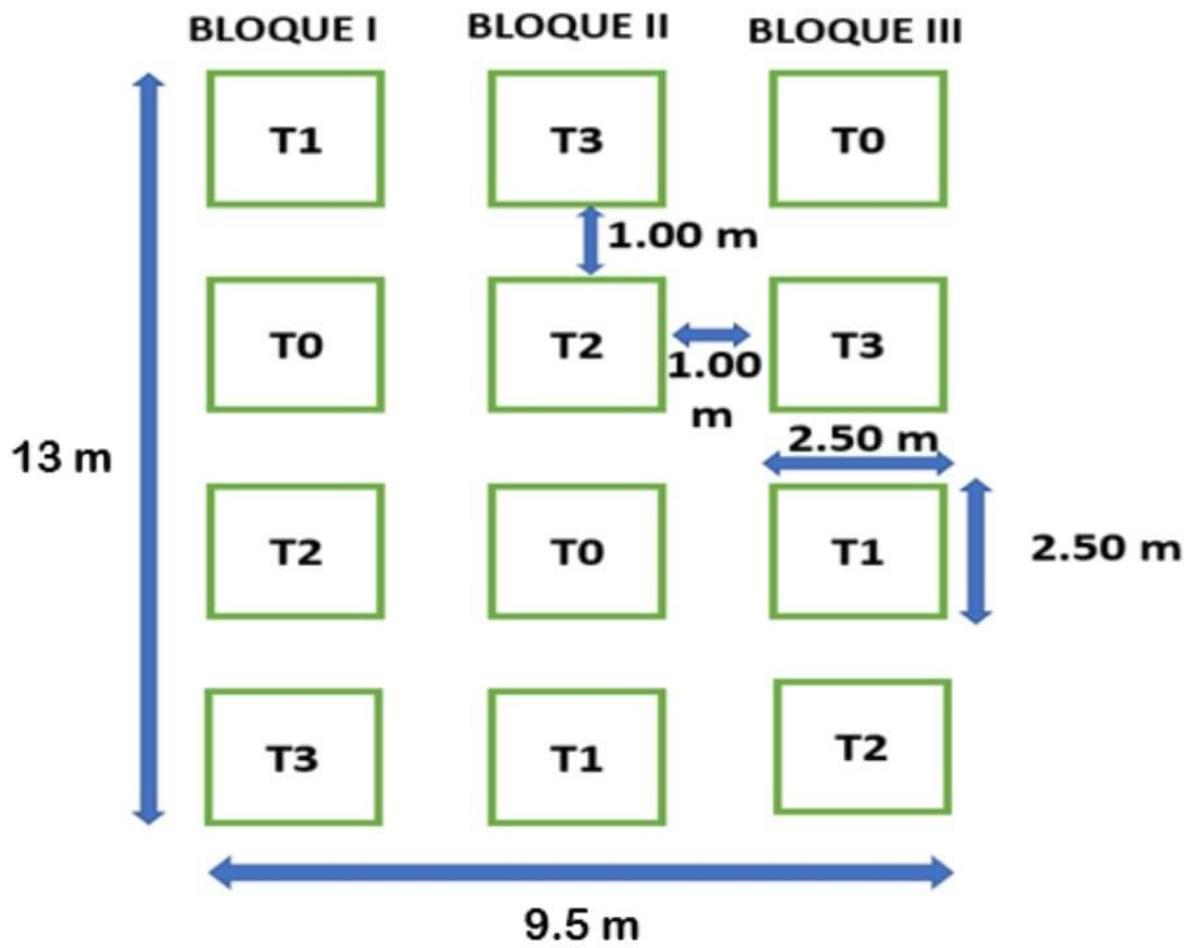


Figura 11. Croquis de distribución de tratamientos en un diseño completamente alzar (BCA).

Tabla 14. ANOVA para el efecto de los aminoácidos sobre la altura de plantas de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

F.V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	2	229.28	114.64	5.614	0.0422 *	
tratamiento	3	69.92	23.31	1.141	0.4054	
Error	6	122.52	20.42			
Total	11	411.72				
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Tabla 15. ANOVA para el efecto de los aminoácidos sobre los días al inicio de la floración de plantas de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

F.V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	2	3.17	1.583	11.4	0.00904 **	
tratamiento	3	46.92	15.639	112.6	1.16e-05 ***	
Error	6	0.83	0.139			
Total	11	50.92				
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Tabla 16. ANOVA para el efecto de los aminoácidos sobre el periodo vegetativo de plantas de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

F.V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	2	1.167	0.583	0.84	0.47684	
tratamiento	3	31.583	10.528	15.16	0.00331 **	
Error	6	4.167	0.694			
Total	11	36.917				
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Tabla 17. ANOVA para el efecto de los aminoácidos sobre el número de vainas por planta de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

F.V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	2	15.85	7.923	13.33	0.00620 **	
tratamiento	3	40.62	13.541	22.78	0.00111 **	
Error	6	3.57	0.594			
Total	11	60.04				
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Tabla 18. ANOVA para el efecto de los aminoácidos sobre la longitud de vainas de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

F.V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	2	8.388	4.194	1.675	0.264	
Tratamiento	3	18.023	6.008	2.400	0.166	
Error	6	15.020	2.503			
Total	11	45.431				
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Tabla 19. ANOVA para el efecto de los aminoácidos sobre el número de granos por vainas en plantas de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

F.V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	2	6.907	3.453	8.633	0.0171 *	
Tratamiento	3	20.250	6.750	16.875	0.0025 **	
Error	6	2.400	0.400			
Total	11	29.557				
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Tabla 20. ANOVA para el efecto de los aminoácidos sobre el peso de 100 granos en plantas de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

F.V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	2	16.67	8.333	3.00	0.125	
Tratamiento	3	39.58	13.194	4.75	0.0501 .	
Error	6	16.67	2.778			
Total	11	72.92				
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ''	1

Tabla 21. ANOVA para el efecto de los aminoácidos sobre el rendimiento de Frijol Caupí (*Vigna unguiculata* L.)

F.V	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Bloque	2	95283	47642	14.462	0.00507 **	
Tratamiento	3	62724	20908	6.347	0.02725 *	
Error	6	19766	3294			
Total	11	177773				
Signif. codes:	0 '****'	0.001 '***'	0.01 '**'	0.05 '.'	0.1 ''	1



Figura 12. Preparación del terreno experimental



Figura 13. Instalación del sistema de riego por goteo



Figura 14. (A) Aplicación de fertilizantes en el cultivo de frijol caup y (B)



Figura 15. Monitoreo de insectos plaga



Figura 16. Disposición de los tratamientos