



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**Efecto del ácido salicílico y giberélico en el rendimiento y
calidad comercial de semilla de frijol caupí (*Vigna unguiculata*),
Pacora – Lambayeque**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTORES

Bach. Silva Tinoco Jorge Luis

Bach. Mendoza Carlos Gerson Renne

ASESOR

MSc Ing. Castañeda Requejo Jhon Dany

Lambayeque - Perú

2026

TESIS

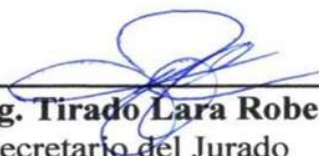
Efecto del ácido salicílico y giberélico en el rendimiento y
calidad comercial de semilla de frijol caupí (*Vigna unguiculata*),
Pacora – Lambayeque

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADO POR:



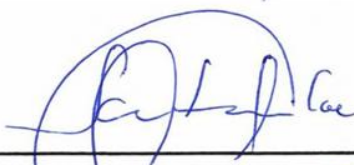
Dr. Ing. Celada Becerra Américo
Presidente del Jurado



Dr. Ing. Tirado Lara Roberto
Secretario del Jurado



M. Sc Ing. Hernández Jiménez Víctor Gustavo
Vocal del Jurado



M.Sc Ing. Castañeda Requejo Jhon Dany
Patrocinador

Lambayeque - Perú

2026



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°031-2026-UI-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los treinta días del mes de julio del año dos mil veintiséis, siendo las once de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada: **"EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO Y GIBERÉLICO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD COMERCIAL DE SEMILLA DE FRIJOL CAUPÍ (*Vigna unguiculata*), PACORA-LAMBAYEQUE."**, mediante Resolución N°322-2025-D-FAG, de fecha 16 de diciembre del 2025, se nombra el jurado de tesis; con Resolución N°036-2026-D-FAG, de fecha 10 de febrero del 2026, se aprueba el proyecto de Tesis; con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada; el jurado está conformado por los siguientes docentes:

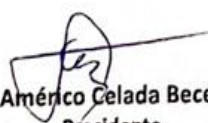
Dr. Américo Celada Becerra	Presidente
Dr. Roberto Tirado Lara	Secretario
M.Sc. Víctor Gustavo Hernández Jiménez	Vocal
M.Sc. Jhon Dany Castañeda Requejo	Patrocinador

El acto de Programación de Sustentación fue autorizado por RESOLUCIÓN N°161-2026-D-FAG, de fecha 20 de julio del 2026.

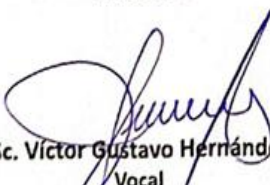
La Tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller **SILVA TINOCO JORGE LUIS**, tuvo una duración de 1.10 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 1.7 en la escala vigesimal, con mención B.U.F.O.

Por lo que queda **APTO (A)** para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) Agrónomo (a) de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12.20., se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. Américo Celada Becerra
Presidente


Dr. Roberto Tirado Lara
Secretario


M.Sc. Víctor Gustavo Hernández Jiménez
Vocal


M.Sc. Jhon Dany Castañeda Requejo
Patrocinador

Observación:

.....
.....
.....



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°030-2026-UI-FAG

En la ciudad de Lambayeque a los treinta días del mes de julio del año dos mil veintiséis, siendo las once de la mañana, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Agronomía los Miembros del Jurado evaluador de la tesis titulada: **"EFECTO DEL ÁCIDO SALICÍLICO Y GIBERÉLICO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD COMERCIAL DE SEMILLA DE FRIJOL CAUPÍ (*Vigna unguiculata*), PACORA-LAMBAYEQUE."**, mediante Resolución N°322-2025-D-FAG, de fecha 16 de diciembre del 2025, se nombra el jurado de tesis; con Resolución N°036-2026-D-FAG, de fecha 10 de febrero del 2026, se aprueba el proyecto de Tesis; con la finalidad de evaluar y calificar la Sustentación de la Tesis antes mencionada; el jurado está conformado por los siguientes docentes:

Dr. Américo Celada Becerra	Presidente
Dr. Roberto Tirado Lara	Secretario
M.Sc. Víctor Gustavo Hernández Jiménez	Vocal
M.Sc. Jhon Dany Castañeda Requejo	Patrocinador

El acto de Programación de Sustentación fue autorizado por **RESOLUCIÓN N°161-2026-D-FAG**, de fecha 20 de julio del 2026.

La Tesis fue presentada y sustentada por el Bachiller **MENDOZA CARLOS GERSON RENNE**, tuvo una duración de 11.10 minutos. Después de la sustentación y absueltas las preguntas de los Miembros de Jurado, se procedió a la calificación respectiva otorgándole el calificativo de 17 en la escala vigesimal, con mención BUENO.

Por lo que queda **APTO (A)** para obtener el Título Profesional de Ingeniero (a) Agrónomo (a) de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y el Art. 46° del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12.20, se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad el presente acto con las firmas de los Miembros de Jurado.


Dr. Américo Celada Becerra
Presidente


Dr. Roberto Tirado Lara
Secretario


M.Sc. Víctor Gustavo Hernández Jiménez
Vocal


M.Sc. Jhon Dany Castañeda Requejo
Patrocinador

Observación:

.....
.....
.....



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMIA



“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **Castañeda Requejo Jhon Dany** asesor de Tesis, de los Bachilleres:
Mendoza Carlos Gerson Renne, identificado con código universitario **162182-H** y
Silva Tinoco Jorge Luis, identificado con código universitario **165628-G** egresados de
la Escuela Profesional de Agronomía, ha elaborado la Tesis titulada: **“Efecto del ácido
salicílico y giberélico en el rendimiento y calidad comercial de semilla de frijol
caupí (*Vigna unguiculata*), Pacora – Lambayeque”**, luego de la revisión exhaustiva
del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 14% verificable en
el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito analizó y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas
dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento
cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias
establecidas en los protocolos respectivos. Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a
efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 02 de julio del 2026

M.Sc. JHON DANY CASTAÑEDA REQUEJO

DNI: 40231633

ASESOR

INFORME DE TESIS FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%
INDICE DE SIMILITUD

14%
FUENTES DE INTERNET

7%
PUBLICACIONES

5%
TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1 hdl.handle.net
Fuente de Internet

2 oldri.ues.edu.sv
Fuente de Internet

3 repositorio.untumbes.edu.pe
Fuente de Internet

4 repositorio.unjfsc.edu.pe
Fuente de Internet

5 Submitted to Universidad Agraria la Molina
Trabajo del estudiante

6 repositorio.lamolina.edu.pe
Fuente de Internet

7 ediciones.inca.edu.cu
Fuente de Internet

8 Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
Trabajo del estudiante

9 www.researchgate.net
Fuente de Internet

10 repositorio.unp.edu.pe
Fuente de Internet

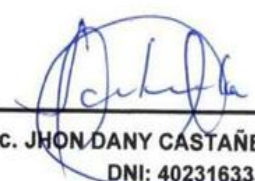
11 repositorio.uteq.edu.ec
Fuente de Internet

12 repositorio.ucsm.edu.pe
Fuente de Internet

13 Submitted to Universidad Nacional de Piura
Trabajo del estudiante

14 pdfcookie.com
Fuente de Internet

15 documentop.com
Fuente de Internet


M.Sc. JHON DANY CASTAÑEDA REQUEJO
DNI: 40231633
ASESOR

-
- 16 repositorio.unsch.edu.pe
Fuente de Internet
-
- 17 Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion
Trabajo del estudiante
-
- 18 www.repositorio.usac.edu.gt
Fuente de Internet
-
- 19 Submitted to uncedu
Trabajo del estudiante
-
- 20 repositorio.uaaan.mx
Fuente de Internet
-
- 21 repositorio.uleam.edu.ec
Fuente de Internet
-
- 22 www.lamolina.edu.pe
Fuente de Internet
-
- 23 repositorio.ucv.edu.pe
Fuente de Internet
-
- 24 eprints.uanl.mx
Fuente de Internet
-
- 25 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru
Trabajo del estudiante
-
- 26 rcta.unah.edu.cu
Fuente de Internet
-
- 27 revistaremaeitvo.mx
Fuente de Internet
-
- 28 Zambrano Poma, Carlos Alberto. "Efecto de cuatro biofertilizantes en el suelo y rendimiento de dos variedades de maíz morado en condiciones de Ambo - Huánuco", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)
Publicación
-
- 29 www.revista.ccba.uady.mx
Fuente de Internet
-
- 30 repositorio.utc.edu.ec
Fuente de Internet
-
- 31 Vargas Chavez, Gladis E.. "Salinizacion inducida en los suelos agricolas de Canarias: caracterizacion y prognosis", Universidad de La Laguna (Canary Islands, Spain), 2022
Publicación
-



M.Sc. JHON DANY CASTAÑEDA REQUEJO
DNI: 40231633
ASESOR

- 32 1library.co
Fuente de Internet
-
- 33 apirepositorio.unu.edu.pe
Fuente de Internet
-
- 34 dokumen.site
Fuente de Internet
-
- 35 www.fontagro.org
Fuente de Internet
-
- 36 www.sabiia.cnptia.embrapa.br
Fuente de Internet
-
- 37 Submitted to Universidad Católica Boliviana "San Pablo"
Trabajo del estudiante
-
- 38 www.agronomia.ues.edu.sv
Fuente de Internet
-
- 39 repositorio.unheval.edu.pe
Fuente de Internet
-
- 40 repositorio.unprg.edu.pe
Fuente de Internet
-
- 41 fisiologiavegetal2014.wordpress.com
Fuente de Internet
-
- 42 dialnet.unirioja.es
Fuente de Internet
-
- 43 repositorio.ujcm.edu.pe
Fuente de Internet
-
- 44 repositorio.uwiener.edu.pe
Fuente de Internet
-
- 45 Submitted to unapiquitos
Trabajo del estudiante
-
- 46 Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca
Trabajo del estudiante
-
- 47 alicia.concytec.gob.pe
Fuente de Internet
-
- 48 bdigital.zamorano.edu
Fuente de Internet
-



M.Sc. JHON DANY CASTAÑEDA REQUEJO
DNI: 40231633
ASESOR

49

Fuente de Internet

50

Submitted to Universidad Agraria del Ecuador

Trabajo del estudiante

51

Wilmer Alejandro Quintana Blanco, Elberth Hernando Pinzón Sandoval, David Fernando Torres. "Efecto de un fosfato térmico sobre el crecimiento y producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv Ica cerinza", Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 2017

Publicación

52

api-repositorio.unapiquitos.edu.pe

Fuente de Internet

53

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

54

repositorio.una.edu.ni

Fuente de Internet

55

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

56

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

57

diposit.ub.edu

Fuente de Internet

58

dspace.espoch.edu.ec

Fuente de Internet

59

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

60

revistas.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

61

Quisbert, Viviana Marleni. "Evaluation of the Agronomic Performance of Six Varieties of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) in the St. Felix Community of the Coroico Township (Nor Yungas-La Paz).", Brigham Young University, 2020

Publicación

62

Revista Temas Agrarios. "Proceedings - 2nd International and 3rd National Symposium Agronomic Sciences", Temas Agrarios, 2022

Publicación

63

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante


M.Sc. JHON DANY CASTAÑEDA REQUEJO
DNI: 40231633
ASESOR



Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Jorge Silva Tinoco
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: INFORME DE TESIS FINAL
Nombre del archivo: TESIS_CULMINADO_GERSON_Y_JORGE.docx
Tamaño del archivo: 20.75M
Total páginas: 113
Total de palabras: 23,276
Total de caracteres: 131,907
Fecha de entrega: 02-jul-2026 12:25p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2992642051



Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.


M.Sc. JHON DANY CASTAÑEDA REQUEJO
DNI: 40231633
ASESOR

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo de investigación, que representa la culminación de una importante etapa de nuestra formación profesional, en primer lugar a Dios, por brindarnos la vida, la fortaleza y la perseverancia necesarias para superar cada desafío presentado a lo largo de nuestro camino académico.

A nuestros padres y familias, quienes con su amor, esfuerzo y apoyo constante han sido el principal motivo para seguir adelante; su confianza, consejos y sacrificios han sido fundamentales para lograr este objetivo que hoy se materializa en la culminación de nuestra tesis.

También dedicamos este trabajo a todas aquellas personas que de una u otra manera nos motivaron a continuar con dedicación y compromiso durante el desarrollo de nuestra carrera universitaria; cada experiencia, enseñanza y apoyo recibido ha contribuido significativamente a alcanzar esta meta académica y personal.

Agradecimiento

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a Dios por permitirnos culminar satisfactoriamente esta etapa de nuestra formación profesional.

De manera especial, agradecemos a nuestros padres y familiares por su apoyo incondicional, comprensión y motivación permanente, quienes siempre confiaron en nuestras capacidades y nos impulsaron a perseverar hasta alcanzar este logro.

También extendemos nuestro sincero reconocimiento a los docentes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, quienes a lo largo de nuestra formación académica compartieron sus conocimientos, experiencias y enseñanzas, contribuyendo significativamente a nuestro crecimiento profesional.

De la misma manera expresamos nuestro agradecimiento a nuestro asesor de tesis por su orientación, paciencia y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación.

Finalmente agradecemos a todas las personas e instituciones que colaboraron directa o indirectamente en la realización de este trabajo, brindándonos su apoyo y contribuyendo al desarrollo satisfactorio de la presente investigación.

Índice

Dedicatoria.....	1
Agradecimiento	2
Índice	3
Índice de tabla.....	5
Índice de figura.....	6
Resumen	7
Abstract.....	8
I. Introducción	9
II. Marco Teórico	11
2.1. Antecedentes.....	11
2.1.1. Antecedentes internacionales	11
2.1.2. Antecedentes nacionales	14
2.1.3. Antecedentes regionales – locales.....	17
2.2. Base teórica.....	18
2.2.1. Origen e importancia.....	18
2.2.2. Clasificación taxonómica	18
2.2.3. Morfología de la planta	19
2.2.4. Requerimientos de cultivo.....	20
2.2.5. Plagas y enfermedades	21
2.2.6. Las fitohormonas.....	22
2.2.6.1. Ácido giberélico (AG).....	23
2.2.6.2. Ácido salicílico (AS)	23
2.2.7. Efecto de las fitohormonas.....	24
2.2.7.1. Crecimiento	24
2.2.7.2. Rendimiento	24
2.2.8. Variedades y rendimiento	25
2.2.9. Factores que afectan el valor comercial	27
2.2.10. Interacción de fitohormonas con factores edafoclimáticos	28
III. Marco Metodológico	30
3.1. Lugar de estudio.....	30
3.2. Materiales, equipos y reactivos.....	30
3.3. Tipo de investigación.....	31
3.4. Diseño experimental	32

3.5. Descripción de los tratamientos	34
3.6. Variables de estudio	36
3.6.1. Variable independiente	36
3.6.2. Variables dependientes	36
3.7. Operacionalización de las variables.....	37
3.8. Condiciones edafoclimáticas del experimento.....	38
3.9. Métodos	39
3.9.1. Población, muestra y muestreo	39
3.9.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.10. Variables a evaluar	41
3.11. Análisis estadístico	44
IV. Resultados y Discusión.....	45
4.1. Condiciones edafoclimáticas	45
4.1.1. Análisis de suelo.....	45
4.1.2. Análisis de agua.....	48
4.1.3. Condiciones climáticas.....	51
4.2. Variables de crecimiento	53
4.2.1. Altura de planta	53
4.3. Variables de rendimiento.....	56
4.3.1. Número de vainas por planta.....	56
4.3.2. Tamaño de vaina por planta.....	59
4.3.3. Peso promedio de vaina	62
4.3.4. Número de granos por vaina	66
4.3.5. Peso de granos por vaina.....	69
4.4. Calidad comercial	72
4.4.1. Peso de 100 semillas	72
4.5. Rendimiento.....	77
4.5.1. Peso estimado del grano (kg)	77
4.5.2. Rendimiento estimado (kg/ha)	82
V. Conclusiones	92
VI. Recomendaciones.....	93
Referencias Bibliográficas.....	94
Anexos fotográficos.....	98

Índice de tabla

Tabla 1. Tratamientos evaluados y dosis de reguladores de crecimiento aplicados	32
Tabla 2. Operacionalización de las variables del uso de ácido salicílico y giberélico en el rendimiento y calidad comercial de semilla de frijol caupí (<i>Vigna unguiculata</i> L.), Pacora - Lambayeque	37
Tabla 3. <i>Análisis de varianza del número de vainas por planta</i>	56
Tabla 4. <i>Resultados de la prueba de Tukey para el número de vainas por planta</i>	57
Tabla 5. <i>Análisis de varianza del tamaño de vainas por planta</i>	59
Tabla 6. <i>Resultados de la prueba de Tukey para el tamaño de vainas por planta</i>	60
Tabla 7. <i>Análisis de varianza del peso promedio de vaina por planta</i>	62
Tabla 8. <i>Resultados de la prueba de Tukey para el peso promedio de vaina por planta</i>	63
Tabla 9. <i>Análisis de varianza del número de granos por vaina</i>	66
Tabla 10. <i>Resultados de la prueba de Tukey para el número de granos por vaina</i>	66
Tabla 11. <i>Análisis de varianza del peso de granos por vaina en frijol caupí</i>	69
Tabla 12. <i>Comparación de medias del peso de granos por vaina según tratamientos</i> .	70
Tabla 13. <i>Análisis de varianza del peso de 100 semillas de frijol caupí</i>	72
Tabla 14. <i>Comparación de medias del peso de 100 semillas según tratamientos</i>	73
Tabla 15. <i>Evaluación de la calidad física de grano y porcentaje de germinación</i>	75
Tabla 16. <i>Análisis de varianza del peso estimado del grano (kg) en frijol caupí</i>	77
Tabla 17. <i>Comparación de medias del peso estimado del grano (kg) según tratamientos</i>	79
Tabla 18. <i>Análisis de varianza del rendimiento estimado (kg/ha) en frijol caupí</i>	82
Tabla 19. <i>Comparación de medias del rendimiento estimado (kg/ha) según tratamientos</i>	83
Tabla 20. <i>Rangos referenciales de pérdidas potenciales reportadas o estimadas para el cultivo de frijol caupí</i>	89
Tabla 21. <i>Escenarios de ajuste del rendimiento estimado considerando pérdidas potenciales en campo</i>	89
Tabla 22. <i>Costos de producción del cultivo de frijol caupí por hectárea y área experimental</i>	90
Tabla 23. <i>Evaluación económica de la producción de una hectárea de frijol caupí del tratamiento T5 considerando una reducción del 70 % del rendimiento estimado.</i>	91

Índice de figura

Figura 1. <i>Georreferenciación del lugar de ejecución del experimento</i>	30
Figura 2. <i>Área del lugar que se ejecutó el experimento</i>	32
Figura 3. <i>Croquis experimental del proyecto desarrollado en Pacora - Lambayeque .</i>	33
Figura 4. <i>Resultados de análisis de suelo.....</i>	45
Figura 5. <i>Resultados de análisis de agua</i>	49
Figura 6. <i>Resultados de la estación meteorológica Jayanca.....</i>	51
Figura 7. <i>Altura de planta en condiciones iniciales sin aplicación de tratamientos. ...</i>	54
Figura 8. <i>Número de vainas por planta según tratamientos, prueba de Tukey</i> <i>($p \leq 0.05$)</i>	58
Figura 9. <i>Tamaño de vainas por planta según tratamientos, prueba de Tukey</i> <i>($p \leq 0.05$)</i>	61
Figura 10. <i>Peso promedio de vaina por planta según tratamientos, prueba de Tukey</i> <i>($p \leq 0.05$)</i>	65
Figura 11. <i>Número de granos por vaina según tratamientos, prueba de Tukey</i> <i>($p \leq 0.05$)</i>	68
Figura 12. <i>Peso de granos por vaina según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)..</i>	71
Figura 13. <i>Peso de 100 semillas según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)</i>	74
Figura 14. <i>Ensayo de germinación de semillas de frijol caupí correspondientes a los</i> <i>diferentes tratamientos.</i>	76
Figura 15. <i>Peso estimado del grano (kg) según tratamientos, prueba de Tukey</i> <i>($p \leq 0.05$)</i>	80
Figura 16. <i>Rendimiento estimado (kg/ha) según tratamientos, prueba de Tukey</i> <i>($p \leq 0.05$)</i>	85

Resumen

El cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) representa una alternativa importante en la costa norte del Perú debido a su valor nutricional y capacidad de adaptación, pero su rendimiento y calidad comercial pueden verse afectados por factores edafoclimáticos, por eso la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del ácido salicílico y ácido giberélico, aplicados de manera individual y combinada en diferentes dosis, sobre el rendimiento estimado y la calidad comercial de la semilla de frijol caupí en condiciones del distrito de Pacora, Lambayeque; este estudio fue de tipo experimental y se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con siete tratamientos y tres repeticiones, se evaluaron variables de crecimiento, rendimiento y calidad comercial, cuyos datos fueron analizados mediante análisis de varianza y prueba de Tukey al 5 % de significancia y los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos, destacando las aplicaciones combinadas de ambos reguladores, las cuales presentaron mayores valores en variables productivas como número de vainas, llenado de granos y peso de semilla, siendo el tratamiento T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil) el que registró los mejores resultados, sin embargo los valores obtenidos corresponden a un rendimiento estimado, debido a que fueron calculados a partir de componentes del rendimiento y proyectados a una hectárea, por lo que factores como plagas, enfermedades y manejo agronómico podrían influir en la producción real, por eso se concluye que la aplicación de ácido salicílico y ácido giberélico favoreció el desarrollo de componentes relacionados con el rendimiento estimado y las características comerciales de la semilla de frijol caupí, constituyendo además una alternativa rentable bajo las condiciones evaluadas.

Palabras clave: Frijol caupí, Ácido salicílico, Ácido giberélico, Rendimiento estimado, Calidad comercial.

Abstract

The cowpea crop (*Vigna unguiculata*) represents an important alternative on the northern coast of Peru due to its nutritional value and adaptability; however, its yield and commercial quality may be affected by edaphoclimatic factors. Therefore, the present research aimed to evaluate the effect of salicylic acid and gibberellic acid, applied individually and in combination at different doses, on the estimated yield and commercial quality of cowpea seed under the conditions of the district of Pacora, Lambayeque. This study was experimental and was conducted under a Randomized Complete Block Design (RCBD) with seven treatments and three replications. Growth, yield, and commercial quality variables were evaluated, and the data were analyzed using analysis of variance and Tukey's test at a 5% significance level. The results showed significant differences among treatments, highlighting the combined applications of both regulators, which presented higher values in productive variables such as number of pods, grain filling, and seed weight, with treatment T5 (100 ml/drum of gibberellic acid + 400 ml/drum of salicylic acid) showing the best results. However, the values obtained correspond to an estimated yield, since they were calculated from yield components and projected to one hectare; therefore, factors such as pests, diseases, and agronomic management could influence actual production. It is concluded that the application of salicylic acid and gibberellic acid promoted the development of components related to estimated yield and the commercial characteristics of cowpea seed, also constituting a profitable alternative under the evaluated conditions.

Keywords: Cowpea, Salicylic acid, Gibberellic acid, Estimated yield, Commercial quality.

I. Introducción

El frijol caupí (*Vigna unguiculata*) es uno de los cultivos leguminosos de mayor importancia en las regiones tropicales y subtropicales, debido a su alto valor nutricional y a su capacidad de adaptarse a condiciones ambientales adversas, convirtiéndose en una alternativa clave para la seguridad alimentaria y el sustento de pequeños y medianos productores; su importancia radica en que aporta proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales esenciales, además de presentar bajos costos de producción en comparación con otros cultivos, lo que facilita su accesibilidad en zonas de recursos limitados (Agurto, 2022); en la costa norte del Perú especialmente en la región Lambayeque, este cultivo representa una alternativa productiva de gran relevancia económica y social, aun así su rendimiento y calidad comercial se ven frecuentemente limitados por factores edafoclimáticos como la salinidad del suelo, la disponibilidad hídrica y las prácticas de manejo agronómico, lo que repercute directamente en la productividad y en el valor comercial del grano; por eso diversos estudios indican que características como el peso, tamaño, uniformidad y sanidad de la semilla influyen significativamente en su aceptación en el mercado y en su uso agroindustrial, evidenciando la necesidad de implementar estrategias que permitan optimizar estos parámetros (Perez, 2023); ante esta situación, el uso de reguladores de crecimiento vegetal surge como una alternativa tecnológica orientada a mejorar el desarrollo fisiológico del cultivo, destacando entre ellos el ácido giberélico y el ácido salicílico, los cuales cumplen funciones fundamentales en la regulación de procesos como la germinación, el crecimiento, la floración y la respuesta frente a condiciones de estrés; el ácido giberélico actúa principalmente estimulando la elongación celular, el desarrollo vegetativo y la formación de estructuras reproductivas, favoreciendo así el aumento del rendimiento del cultivo (Castro y Valencia, 2021); en cambio el ácido salicílico cumple un rol

importante en la regulación fisiológica de las plantas, contribuyendo a la activación de mecanismos de defensa y a la mejora de la tolerancia frente a condiciones adversas como sequía, salinidad o ataques de patógenos, además de influir en procesos metabólicos que favorecen el crecimiento y desarrollo del cultivo (Ramírez, 2014); diversas investigaciones han reportado efectos favorables de estas fitohormonas sobre variables productivas y de calidad, observándose incrementos en el número de vainas, peso de granos y desarrollo vegetativo (Serrano, 2023; Carrasco et al., 2025); también se ha señalado que su interacción con factores edafoclimáticos puede contribuir a mejorar la adaptación del cultivo a condiciones de estrés, favoreciendo el rendimiento y la calidad de la producción (Junli et al., 2022); en el caso de Lambayeque y considerando la limitada información existente a nivel local sobre el efecto combinado del ácido salicílico y giberélico en el cultivo de frijol caupí bajo las condiciones de la región, surge la necesidad de desarrollar investigaciones que permitan generar conocimiento técnico orientado a optimizar su manejo agronómico; por eso el presente estudio tiene como propósito evaluar el efecto de diferentes dosis de ácido salicílico y ácido giberélico, aplicados de manera individual y combinada, sobre el rendimiento y la calidad comercial de la semilla de frijol caupí, partiendo de la hipótesis de que estos reguladores influyen positivamente en las variables productivas y en las características comerciales del grano; con base a eso el objetivo general fue evaluar el efecto del ácido salicílico y giberélico sobre el rendimiento y la calidad comercial de semilla de frijol caupí (*Vigna unguiculata*), Pacora - Lambayeque, con la finalidad de aportar información sobre la respuesta del cultivo ante la aplicación de estos reguladores y como objetivos específicos se plantearon: (1) determinar el efecto del ácido salicílico y giberélico en el rendimiento de semilla de frijol caupí y (2) evaluar la influencia del ácido salicílico y giberélico en la calidad comercial de semilla de frijol caupí.

II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Singh et al. (2025) evaluaron la influencia de micronutrientes y reguladores de crecimiento sobre el crecimiento y rendimiento de semilla de frijol caupí (*Vigna unguiculata*), mediante diferentes combinaciones de zinc y ácido giberélico, sus resultados mostraron que el tratamiento compuesto por Zn 100 ppm + GA₃ (150 ppm) presentó los mejores resultados productivos, registrando una longitud de vaina de 35.28 cm, 11.08 semillas por vaina, peso de 100 semillas de 17.77 g y un rendimiento de semilla de 1454 Kg ha⁻¹; además dicho tratamiento superó significativamente a los demás tratamientos en variables relacionadas con el rendimiento y la producción de semilla, concluyendo que el ácido giberélico favorece el desarrollo reproductivo y mejora los componentes del rendimiento del cultivo.

Cavalcante et al. (2024) realizaron una investigación sobre el efecto del ácido salicílico (AS) como mitigador del estrés hídrico en cuatro cultivares de frijol caupí, su experimento se estableció bajo un diseño factorial 4×4, considerando cuatro cultivares (BRS Novaera, BRS Tapaihum, BRS Pujante y BRS Pajeú) y cuatro tratamientos de riego: reposición del 100 % de la evapotranspiración del cultivo (ET_c), reposición del 50 % de la ET_c, y reposición del 50 % de la ET_c complementada con aplicaciones foliares de ácido salicílico a 276 y 552 mg L⁻¹, los resultados evidenciaron que la restricción hídrica afectó negativamente el crecimiento, intercambio gaseoso, estado hídrico y producción de los cultivares evaluados; pero la aplicación de ácido salicílico incrementó la actividad antioxidante y la síntesis de compuestos osmoprotectores, favoreciendo la tolerancia al estrés. El cultivar BRS Pujante presentó la mejor respuesta al tratamiento con 276 mg L⁻¹ de ácido salicílico, alcanzando una productividad de

2532.83 kg ha⁻¹, lo que representó un incremento de 69.3 % respecto al tratamiento sometido a estrés hídrico sin aplicación de ácido salicílico.

Serrano (2023) investigó el efecto del ácido salicílico en el rendimiento del frijol, y los tratamientos fueron: T0 con agua, T1 con AS a 25 ppm, T2 a 50 ppm, T3 a 75 ppm, T4 a 100 ppm. Las aplicaciones de ácido salicílico (AS) se realizaron en primera hoja trifoliada, prefloración y formación de vainas. Se evaluaron las variables: rendimiento, número de vainas y granos, flores, peso de 25 granos, diámetro de cuello, humedad parcial por tratamiento, días a floración y madurez.; donde se observó que aplicando ácido salicílico se tiene resultados favorables, el T2 mostró un aumento del 24.69% en el rendimiento respecto al testigo, total 10.1 g. El peso de 25 granos por tratamiento aumentó 21.05% sobre el testigo, total 4.60 g. El diámetro del cuello de raíz aumentó un 0.76% al testigo promedio 2.63 mm. T1 mostró los mejores efectos en el número de flores, con un promedio de 7.26 flores por planta, un crecimiento del 7.26% respecto al testigo. El T1 aumentó el peso seco de las plantas de frijol. El número de vainas y granos también aumentó en el testigo. El peso del grano fue mayor con T2.

Dzib et al. (2022) realizaron un estudio para evaluar los efectos de diferentes concentraciones de ácido salicílico (AS) en la germinación y calidad de plántulas de tomate. La imbibición de las semillas y el tratamiento con AS se llevaron a cabo en el Laboratorio de Fisiología y Biotecnología Vegetal del Instituto Politécnico Concord en Yucatán, entre 2016 y 2017. Se utilizaron semillas de tomate Rio Grande de crecimiento determinado. Las semillas se imbibieron durante 24 horas en condiciones controladas de laboratorio, las concentraciones de AS en los grupos de tratamiento fueron de 0, 1, 0.01 y 0.0001 μ M, siendo el grupo no imbibido el control. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba post hoc de Tukey con el software estadístico SAS versión 9.3 ($p \leq 0.05$). Los resultados indicaron que la imbibición de semillas a diferentes concentraciones de SA no

inhibió la germinación de las semillas y estimuló la diferenciación de raíces secundarias a concentraciones de SA de 1 μM y 0,01 μM .

Othman y Leskovar (2022) realizaron una investigación sobre la mejora del rendimiento del cultivo de alcachofa aplicando ácido giberélico (20 mg l^{-1}) foliarmente por el lapso de dos años, en diferentes fechas (estadios de 4.^a y 8.^a hoja) y frecuencias (dos y tres) sobre la morfología (altura, anchura e índice de área foliar), la fisiología (índice de contenido de clorofila e intercambio gaseoso), encontrando que la aplicación de GA3 presenta resultados positivos significativamente en el crecimiento del tallo, el rendimiento precoz total, y la calidad. En la etapa de 4 hojas, GA3 incrementó el desarrollo vegetativo y la precocidad, mientras que su aplicación en la etapa de 8 hojas aumentó el rendimiento total y la concentración de ácido clorogénico, cinarina y nitrógeno total, obteniendo un mayor rendimiento y una mejor calidad.

Miri et al. (2021) realizaron un estudio en el cual desentrañaron cómo el estrés hídrico influye en el rendimiento físico y agrícola del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.), las aplicaciones que se realizaron fue foliar con las siguientes dosis: glicina betaína (0, 50 y 100 mM L^{-1}) y ácido giberélico (0, 60 y 120 ppm) bajo tres regímenes de riego de capacidad de campo: 75% (sin estrés), 60 % (estrés leve) y 45 % (estrés severo). Donde se evidenció que cuando la sequía se intensifica, el contenido de agua, los pigmentos fotosintéticos y el rendimiento del caupí disminuyen, mientras que la fuga iónica se incrementa, el uso de glicina betaína y giberelina en las plantas disminuye notablemente el impacto adverso de la sequía en todos los índices evaluados. En cualquier tipo de agua, la aplicación foliar de glicina betaína eleva la clorofila total y el rendimiento de las semillas, posiblemente debido a su veloz acción sobre diversos mecanismos que influyen en el crecimiento y desarrollo de la planta, además de optimizar el equilibrio hídrico, elevando así el rendimiento del caupí., revelando que la

glicina betaina y la giberelina podrían ser piezas clave en la productividad vegetal en medio del estrés abiótico.

Osipitan et al. (2021) reporta que factores como la presencia de malezas y el déficit hídrico también limitan considerablemente la producción; en el caso de las malezas, las pérdidas pueden alcanzar hasta 76% debido a la competencia por agua, nutrientes, luz y espacio, especialmente cuando existe alta competencia entre plantas, además el estrés hídrico puede generar reducciones cercanas al 62% del rendimiento, principalmente durante etapas críticas como la floración y el llenado de grano.

Togola et al. (2017) mencionaron que el cultivo de caupí puede verse seriamente afectado por el ataque de insectos plaga, ocasionando pérdidas entre 50 y 80% del rendimiento, además bajo infestaciones severas y sin un manejo adecuado, las pérdidas pueden aproximarse al 90 y 100%, incluso indicaron que los daños afectan principalmente etapas como la floración y el llenado de vainas, disminuyendo tanto el rendimiento como la calidad comercial del grano.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Carrasco et al. (2025) en un estudio evaluaron la influencia del ácido giberélico en la germinación de semillas de *Physalis peruviana* (aguaymanto), con el objetivo de mejorar su establecimiento inicial. Para ello, aplicaron diferentes concentraciones de ácido giberélico: 0 (testigo), 100, 250 y 500 ppm, utilizando un total de 90 semillas bajo condiciones controladas. Los resultados indicaron que la dosis de 500 ppm alcanzó el mayor porcentaje de germinación (74%) y una emergencia promedio de 83,33%, mostrando diferencias estadísticas significativas frente a los demás tratamientos, lo que permite afirmar que el ácido giberélico actúa como un regulador de crecimiento que estimula la germinación, favorece la emergencia y mejora la uniformidad del establecimiento del cultivo.

Domínguez (2024) realizó un estudio en donde evaluó los efectos de la aplicación de aminoácidos en la productividad del caupí (*Vigna unguiculata* L.), estudió tres tratamientos (200, 400 y 600 mL/ha⁻¹) y un control mediante un diseño de bloques completos al azar con tres réplicas. Los datos fueron analizados con un análisis de varianza (ANOVA) para las variables evaluadas y se compararon las medias mediante la prueba de significancia estadística de Duncan al 5%, donde se observó que los aminoácidos mejoraron la morfología y el rendimiento de las plantas de caupí, evidenciándose el máximo rendimiento con una concentración de 600 mL/ha.

Plasencia y Sosa (2024) evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de ácido salicílico en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en etapa de vivero, con el objetivo de determinar su función como estimulador del crecimiento vegetal. Los resultados mostraron que este compuesto actúa como un bioestimulante fisiológico, incrementando significativamente variables agronómicas relacionadas con el desarrollo del cultivo, tales como supervivencia, altura, diámetro de tallo, área foliar y formación de hojas. Se reportó hasta 98% de supervivencia con una concentración de 1×10^{-3} M, así como mayor altura de planta (26 cm), área foliar (22.25 cm²) y número de hojas (12.75 en promedio), dependiendo de la dosis aplicada. Estos resultados sugieren que el ácido salicílico mejora la eficiencia fisiológica de la planta desde etapas tempranas, favoreciendo la formación de estructuras vegetativas y radicales más vigorosas, esto se traduce en un mejor establecimiento del cultivo y mayor potencial de rendimiento y calidad productiva en campo.

Villanueva (2023) al evaluar diferentes densidades de siembra en frijol caupí, encontró que los tratamientos con menor distanciamiento entre plantas presentaron los mayores rendimientos, alcanzando producciones de 2758,32 kg/ha con un distanciamiento aproximado de $0,60 \times 0,10$ m, equivalente a una población cercana a

166 000 plantas/ha, el estudio indicó que el incremento de la densidad poblacional permitió aumentar el rendimiento de semilla del cultivo debido a la mayor cantidad de plantas establecidas por hectárea y al mejor aprovechamiento del área de siembra, incluso el autor mencionó que en condiciones comerciales los rendimientos suelen disminuir por efecto de factores bióticos y de manejo, como el ataque de plagas y enfermedades, la competencia con malezas, el estrés hídrico y las pérdidas ocasionadas durante la cosecha y poscosecha, aspectos que reducen considerablemente la producción final obtenida por los agricultores.

Agurto (2022) evaluó los efectos del ácido giberélico (GA3), el ácido indol-3-acético (AIA) y la kinetina en frijol de Castilla, aplicándolos individualmente y en combinación en dos ocasiones, 45 y 60 días después de la siembra. Se determinó que las aplicaciones de 100 ppm de GA3 + 100 ppm de AIA + 20 ppm de kinetina aumenta el número de entrenudo, la formación de vainas y la retención de vainas, en comparación con el control sin tratamiento, y que GA3 aplicado al inicio de la floración aumenta el número de flores y la formación de vainas. Pero cuando se aplica AIA y kinetina no presentan un efecto significativo en la iniciación floral.

Caldas (2021) evaluó el impacto de la aplicación de AG en cultivos de frijol canario en el sistema de riego San Felipe Huauila utilizando un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 bloques, estos tratamientos contenían las siguientes dosis de AG: 0, 50, 100, 200 y 300 mg L⁻¹, las evaluaciones que se realizaron fue por planta, tomando los datos de: altura de planta, número de vainas, longitud de vaina, número de granos, número de granos/vaina, peso de cien granos, rendimiento. Para comparar los valores promedio entre los tratamientos, una prueba de Tukey al 5% de nivel de significancia se registró que los valores más altos para vainas/ planta,

granos/planta, rendimiento se asociaron con las dosis de aplicación de AG de 50, 100 y 200 mg L⁻¹, respectivamente.

2.1.3. Antecedentes regionales – locales

Pérez (2023) desarrolló un estudio sobre la producción de harina a partir de *Vigna unguiculata*, donde se evaluó la viabilidad técnica y económica del cultivo considerando la calidad del grano como materia prima. Los resultados mostraron que el rendimiento del cultivo y las características físicas y nutricionales del grano influyen directamente en la eficiencia del procesamiento y en la calidad del producto final. Se identificó que granos con mayor peso, uniformidad y contenido proteico permiten obtener harina de mejor calidad, incrementando su valor comercial. Del mismo modo el estudio resalta que la mejora en el manejo agronómico del cultivo es fundamental para optimizar el rendimiento y asegurar materia prima adecuada para procesos agroindustriales, lo que repercute en mayores beneficios económicos.

Queveralú (2022) evaluó características agronómicas y productivas bajo condiciones de campo, considerando variables como altura de planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de grano y rendimiento por hectárea. El estudio se desarrolló bajo un diseño de bloques completos al azar con varios tratamientos y un testigo, lo que permitió analizar el comportamiento del cultivo en función de su desarrollo vegetativo y reproductivo. Los resultados indicaron diferencias significativas en el rendimiento, alcanzando valores entre 1500 y 1800 kg/ha, asociados a un mayor número de vainas hasta 25–30 por planta y mejor llenado de granos. También se observó que plantas con mayor altura y vigor presentaron mejores características productivas. Esto sugiere que el adecuado desarrollo fisiológico del cultivo influye directamente en la productividad y en la calidad de la semilla, reflejada en un mayor peso y uniformidad del grano.

2.2. Base teórica

2.2.1. Origen e importancia

El frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) es una leguminosa originaria de África y Asia, especialmente de India, se caracteriza por su alto valor nutricional, aportando proteínas, carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales, lo que lo convierte en un alimento importante para poblaciones de bajos recursos debido a su bajo costo de producción y accesibilidad. A nivel mundial, para el año 2013 se reportó una superficie cultivada cercana a 11,9 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 521 kg por hectárea, mostrando su importancia en la seguridad alimentaria; además este cultivo se adapta fácilmente a condiciones de sequía y suelos de baja fertilidad, favoreciendo su desarrollo en regiones tropicales y subtropicales; incluso posee la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, contribuyendo a la mejora de la fertilidad del suelo y reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos. (Agurto, 2022)

2.2.2. Clasificación taxonómica

Según Díaz y López (1997) la clasificación taxonómica del frijol caupí es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Spermatophyta

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Subclase: Diapetalas

Orden: Leguminosae

Familia: Fabaceae

Género: *Vigna*

Especie: *Unguiculata*

2.2.3. *Morfología de la planta*

Descripción botánica del frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.)

Según Díaz y López (1997) el frijol caupí, son plantas herbáceas, semi volubles, erectas a semi erectas, un poco pubescentes y las partes de la planta son las siguientes:

Raíz. Es de tipo pivotante, con una raíz principal profunda y abundante ramificación lateral, lo que favorece la exploración del suelo y la absorción de agua y nutrientes, presenta nódulos radiculares asociados a la fijación biológica de nitrógeno, en condiciones favorables puede alcanzar profundidades mayores a 1 m.

Tallo. Es herbáceo, de forma cilíndrica y con hábito de crecimiento variable, pudiendo ser semivoluble o rastrero; en algunos genotipos alcanza de 0.50 m hasta 1 m. mientras que en variedades mejoradas es más corto y ramificado desde la base.

Hojas. Las hojas verdaderas son compuestas y trifoliadas, con folíolos de forma ovalada o romboidal, se disponen de manera alterna y cumplen una función esencial en la fotosíntesis y el desarrollo vegetativo.

Flores. Se ubican en las axilas y presentan colores variables como blanco, lila o amarillo; poseen estructura típica de leguminosa, con cáliz campanulado y corola diferenciada en estandarte, alas ovaladas y quilla obtusa.

Fruto. Corresponde a una vaina alargada cuya longitud y coloración varían según la variedad, puede medir entre 10 - 30 cm de largo, entre 5 - 10 mm de ancho, en su interior alberga generalmente entre 6 - 20 semillas; el número de vainas por planta es variable, oscilando comúnmente entre 5 - 18; estas características son importantes indicadores del rendimiento de un cultivo.

Semilla. son estructuras dicotiledóneas que presentan una notable variabilidad sobre el color, forma y tamaño; sus tonalidades abarcan desde blanco y crema hasta

colores más oscuros como rojo, marrón, verde o negro; respecto a su morfología, pueden ser ovaladas, cilíndricas, oblongas, aplanadas u ovoides; estas diferencias constituyen criterios importantes para la identificación de variedades y su uso comercial.

2.2.4. *Requerimientos de cultivo*

Según Ronca y Valdiviezo (2024), el desarrollo óptimo del cultivo depende de la interacción de factores ambientales, principalmente temperatura, suelo y agua, que están relacionados con los procesos fisiológicos y productivos.

Temperatura. Presenta un óptimo desarrollo en condiciones de clima cálido, con temperaturas que oscilan entre 20 y 35 °C; valores inferiores a 18 °C pueden limitar la germinación y el crecimiento inicial, mientras que temperaturas superiores a 38 °C afectan procesos fisiológicos clave como la floración y el llenado de vainas; en cuanto a la humedad relativa, el cultivo se desarrolla adecuadamente en rangos moderados, entre 60 % y 80 %, ya que niveles muy altos pueden favorecer la incidencia de enfermedades, mientras que valores muy bajos incrementan la evapotranspiración y el estrés hídrico, con respecto a la precipitación, el frijol caupí requiere entre 400 y 600 mm bien distribuidos a lo largo de su ciclo, siendo especialmente importante la disponibilidad de agua durante las etapas de floración y formación de vainas; tanto el déficit como el exceso hídrico pueden afectar negativamente su rendimiento.

Suelo. Se adapta a suelos de textura franca a franco-arenosa o franco-arcillosa, con buen drenaje, adecuada aireación y pH entre 6.0 - 7.5 además posee la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, permitiendo su desarrollo en suelos de fertilidad moderada (1–3% de materia orgánica) y tolerar salinidad baja a moderada ($CE < 2$ dS/m), esto permite entender que el análisis de las propiedades físico-químicas del suelo es clave para evaluar su aptitud y su relación con el comportamiento agronómico del cultivo.

Agua. El requerimiento hídrico del frijol caupí se sitúa entre 400 y 600 mm durante su ciclo de cultivo, mostrando cierta tolerancia a la sequía; aunque el suministro de agua es crítico en etapas como la floración y el llenado de vainas, además el exceso de humedad puede afectar negativamente el desarrollo radicular y favorecer la aparición de enfermedades; de esta manera la calidad del agua de riego constituye un factor determinante para el adecuado desarrollo del cultivo, para el frijol caupí se consideran condiciones óptimas aquellas en las que el agua presenta un pH cercano a la neutralidad 6.5-7.5, una conductividad eléctrica (CE) inferior a 2.0 dS/m, y una relación de adsorción de sodio (RAS) menor a 10, a fin de evitar problemas de salinidad y sodicidad que puedan afectar la estructura del suelo y la absorción de nutrientes; del mismo modo una baja concentración de sales disueltas y un adecuado equilibrio entre cationes y aniones favorecen un ambiente edáfico más estable y propicio para el crecimiento vegetal.

2.2.5. Plagas y enfermedades

Según Villafana et al., (2017), el ataque de diversas plagas y enfermedades afecta el desarrollo y rendimiento, entre las cuales destacan las siguientes:

A) Plagas

Gusano de tierra (*Agrotis sp.*). Las larvas atacan los tallos de las plántulas recién emergidas, provocando marchitez y muerte temprana; su presencia reduce la densidad de plantas, generando menor uniformidad

Grillos (*Gryllus sp.*). Se alimentan de las plántulas cortando el tallo cerca del suelo, afectando especialmente la emergencia, lo que puede generar pérdidas significativas en etapas iniciales.

Crisomélidos (*Diabrotica speciosa*). Los adultos perforan hojas, causando reducción de la fotosíntesis, llegando a debilitar el crecimiento.

***Pulgon* (*Aphis craccivora*).** Succionan savia de hojas y brotes tiernos, provocando deformaciones y caída prematura de hojas, además son vectores de virus como el mosaico común del frijol caupí.

B) Enfermedades

***Pudrición radicular* (*Rhizoctonia solani*).** Ataca las raíces y la base del tallo, causando la muerte de plántulas y debilitando a las plantas jóvenes, lo que ocasiona menor densidad de plantas y reduce el rendimiento.

***Tizón bacteriano* (*Xanthomonas vignicola*).** Produce manchas necróticas en hojas que pueden unirse, debilitando la planta, su desarrollo varía según la humedad y la susceptibilidad.

***Pudrición de vainas* (*Choanephora cucurbitarum*).** Ataca vainas y flores, causando pérdida de semillas y disminución de la calidad; se presenta con mayor intensidad en condiciones de alta humedad.

2.2.6. Las fitohormonas

Las fitohormonas se descubrieron hace mucho tiempo; las auxinas, el ácido abscísico (ABA), las citoquininas, las giberelinas (GA) y el etileno son las cinco fitohormonas clásicas. La investigación continua ha llevado al descubrimiento de nuevas hormonas, como la brasinólida (BR), el ácido jasmónico (JA) y las estrigolactonas (SL), que ahora se conocen como nuevas familias de fitohormonas.

Las fitohormonas, también conocidas como hormonas vegetales, son mensajeros químicos que regulan los procesos fisiológicos asociados con el crecimiento y desarrollo de las plantas, a menudo en concentraciones muy bajas. Estas fitohormonas también se utilizan como reguladores del crecimiento vegetal, las plantas se enfrentan a factores bióticos y abióticos que limitan o inhiben ciertos procesos de su crecimiento y productividad. Debido a esto las fitohormonas son mensajeros químicos especializados,

cuyo uso desempeña un papel crucial en el mecanismo de defensa de las plantas, ayudándolas a resistir diversos estreses causados por factores bióticos y abióticos (Agurto, 2022).

2.2.6.1. Ácido giberélico (AG)

El ácido giberélico (AG) es un regulador del crecimiento vegetal que se sintetiza en muchas partes de la planta, particularmente en áreas de crecimiento activo como el embrión y el meristemo; el ácido giberélico se transporta a través del floema y el xilema. Hasta la fecha, se han identificado aproximadamente 112 giberelinas diferentes, cada una designada como GA1, GA2, GA3, etc. GA3 es la única giberelina disponible comercialmente, también conocida como ácido giberélico. Las giberelinas son reguladores del crecimiento que afectan en varios procesos de desarrollo de la planta, incluyendo la elongación celular y la germinación de las semillas, incluso se sintetizan en el meristemo apical, las hojas jóvenes y el embrión, son importantes en el crecimiento del embrión como en la germinación de las semillas, durante la germinación se estimula la producción de enzimas, porque las giberelinas activan la secreción enzimática (Castro y Valencia, 2021).

2.2.6.2. Ácido salicílico (AS)

El término "ácido salicílico" (AS) fue acuñado por primera vez por Raffaele Piria en 1838, inspirado en el nombre latino del sauce, *Salix*. Posteriormente, fue patentado y metilado por Bayer, considerando su función en la regulación del crecimiento vegetal, el AS se considera actualmente una fitohormona. Además de fomentar el florecimiento de las plantas, el AS participa en múltiples mecanismos fisiológicos, tales como la termogénesis, la resistencia a patógenos, la promoción de la floración, el florecimiento radicular y la asimilación de nutrientes; aunque también se ha

descrito que el AS inhibe el crecimiento radicular, actuando como agente alelopático (Ramírez, 2014).

2.2.7. Efecto de las fitohormonas

Las fitohormonas regulan el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas, destacando el ácido giberélico y el ácido salicílico por su influencia en procesos fisiológicos clave (García, 2022).

2.2.7.1. Crecimiento

El crecimiento de las plantas está directamente afectado por la acción de las fitohormonas, especialmente las giberelinas, las cuales promueven la elongación celular, el desarrollo de tejidos y la germinación de semillas; este efecto se evidencia en un aumento de la altura de planta, mayor desarrollo foliar y un sistema radicular más eficiente.

Además el ácido salicílico participa en la regulación del metabolismo vegetal y contribuye a mejorar la tolerancia de la planta frente a condiciones de estrés, lo que permite mantener un crecimiento más estable, del mismo modo estas fitohormonas favorecen procesos fisiológicos que incrementan la capacidad fotosintética y el vigor del cultivo.

De acuerdo con García (2022), la aplicación de fitorreguladores en frijol caupí permite mejorar el desarrollo vegetativo, dando lugar a plantas más vigorosas y con mayor capacidad de adaptación.

2.2.7.2. Rendimiento

El rendimiento del cultivo está estrechamente vinculado con la acción de las fitohormonas en los procesos reproductivos; las giberelinas favorecen la inducción floral, el cuajado de frutos y el desarrollo de vainas, dando lugar a un mayor número de

granos por planta, además intervienen en el llenado de los granos, mejorando tanto la cantidad como la calidad de la producción.

Por su parte, el ácido salicílico contribuye a reducir los efectos negativos del estrés ambiental, ayudando a una mejor formación de flores y frutos, así como una mayor eficiencia en el llenado de los granos, lo cual es importante en condiciones limitantes, donde el cultivo puede presentar reducción del rendimiento.

Según García (2022), el uso de fitorreguladores mejora variables productivas como número de vainas, peso de granos y rendimiento final, lo que evidencia su importancia en la mejora de la productividad.

2.2.8. Variedades y rendimiento

El cultivo de frijol caupí presenta una amplia variabilidad genética, siendo el color del grano uno de los criterios más utilizados para diferenciar sus variedades, esta clasificación no solo responde a características morfológicas, sino que también está vinculada al rendimiento productivo, adaptación y aceptación en el mercado (Cardama, 1988).

En la costa norte del Perú, donde predominan suelos de textura media a pesada y condiciones de salinidad variable, así como limitaciones en la disponibilidad hídrica, la selección varietal constituye un factor determinante para alcanzar una producción eficiente, ya que el comportamiento del cultivo está influenciado por la interacción entre el genotipo y el ambiente (Falen, 2016).

A) Variedades de grano blanco

Las variedades de grano blanco son las más difundidas debido a su alta demanda comercial y preferencia en el consumo humano; estas variedades se caracterizan por presentar granos de color blanco o crema, buena calidad culinaria (rápida cocción y

textura suave) y mayor valor en el mercado, convirtiéndose en una alternativa altamente rentable.

Rendimiento. En el caso de la variedad vaina blanca, desarrollada y promovida en el Perú, se han reportado: rendimiento comercial alrededor de 2,000 kg/ha y rendimiento potencial entre 2,500 y 2,800 kg/ha (Falen, 2016). Estos rendimientos se alcanzan bajo condiciones adecuadas de manejo agronómico, incluyendo fertilización, control fitosanitario y adecuada disponibilidad de agua, además estas variedades responden bien a la aplicación de tecnologías agronómicas, como el uso de bioestimulantes y reguladores de crecimiento.

B) Variedades de grano negro

Las variedades de grano negro presentan características que les permiten adaptarse a condiciones ambientales menos favorables, siendo consideradas más rústicas en comparación con otras variedades; entre sus principales características se encuentran: granos de color negro u oscuro, con mayor tolerancia a condiciones adversas y buena estabilidad productiva

Rendimiento. Un ejemplo importante es lo que presento Chiclayo negro representando el grano negro, la cual ha sido evaluada en condiciones del Perú, reportando rendimiento promedio con aproximadamente 1,456 kg/ha (Cardama, 1988). Si bien su rendimiento es menor en comparación con las variedades de grano blanco, estas presentan ventajas en términos de adaptación y resistencia; de la misma manera diversos estudios señalan que poseen mayor contenido de compuestos fenólicos, lo que aumenta su valor nutricional.

C. Variedades de grano marrón

Las variedades de grano marrón o café representan una alternativa intermedia en términos de rendimiento y adaptación, estas variedades son utilizadas frecuentemente en sistemas de producción tradicionales y presentan buena aceptación en mercados locales.

Entre sus características destacan su coloración marrón o café, su buena adaptación a diferentes condiciones de cultivo y producción relativamente estable

Rendimiento. Un ejemplo relevante es lo que presento Molina 1 presentando el grano marrón, la cual ha mostrado un rendimiento promedio alrededor de 1,787 kg/ha (Cardama, 1988). Este tipo de variedades presenta un comportamiento productivo equilibrado, por lo que son una opción viable en sistemas donde las condiciones no son óptimas.

2.2.9. Factores que afectan el valor comercial

Hay estudios que determinaron que la calidad comercial del grano depende de un conjunto de factores que afectan directamente su valor y aceptación en el mercado; estos determinantes incluyen condiciones ambientales, manejo agronómico, características físicas del grano, sanidad y prácticas de cosecha y poscosecha.

Entre los factores que afectan la calidad, se encuentran la temperatura, humedad y disponibilidad de nutrientes durante el crecimiento de la planta, así como la presencia de plagas y enfermedades; el manejo inadecuado durante la cosecha, transporte y almacenamiento también puede generar daños físicos, contaminación o pérdida de características de calidad, lo que reduce la aceptación comercial del producto además las condiciones de almacenamiento con exceso de humedad o mala ventilación pueden favorecer el desarrollo de hongos y deterioro microbiano, disminuyendo la inocuidad y apariencia del grano (FAO, 1993).

La evaluación de la calidad comercial se realiza mediante parámetros medibles que permiten clasificar el grano según estándares del mercado; entre estos se incluyen el tamaño, peso, uniformidad, color, contenido de humedad, presencia de impurezas y sanidad del grano; la correcta clasificación garantiza la conservación del producto, su rendimiento en procesamiento y su valor económico (FAO, 1993).

2.2.10. Interacción de fitohormonas con factores edafoclimáticos

Las fitohormonas, como el ácido salicílico (AS) y el ácido giberélico (AG), regulan procesos clave en las plantas, incluyendo crecimiento, floración, formación de frutos y respuesta al estrés, su acción está estrechamente influenciada por los factores edafoclimáticos, como textura y pH del suelo, disponibilidad de nutrientes, temperatura, humedad y estrés hídrico.

Ácido salicílico (AS). Mejora la tolerancia a estrés abiótico al activar mecanismos de defensa, aumentar la actividad antioxidante y mantener la integridad celular en condiciones de sequía, salinidad o temperatura extrema; además, participa en la regulación de procesos fisiológicos como la apertura estomática y la síntesis de compuestos osmoprotectores, contribuyendo a mantener el equilibrio hídrico de la planta (Junli et al., 2022). Su acción es importante en ambientes con limitaciones edáficas, donde ayuda a mitigar los efectos del estrés y a sostener el desarrollo.

Ácido giberélico (AG). Estimula la elongación y división celular, favoreciendo el crecimiento y desarrollo vegetativo y reproductivo; su efecto está influenciado por la disponibilidad de agua y nutrientes, incluso promueve la expansión foliar, el desarrollo de tallos y la formación de estructuras reproductivas, incrementando el potencial productivo del cultivo (Abolghassem et al., 2020). En condiciones edafoclimáticas favorables, su aplicación optimiza la expresión del rendimiento, aunque bajo estrés su eficacia puede verse limitada.

Interacción AS–AG. La combinación de ambas hormonas regula coordinadamente crecimiento y defensa, permitiendo a la planta adaptarse mejor a factores edafoclimáticos adversos, como sequía, salinidad o variaciones de temperatura, esta interacción genera un equilibrio entre los procesos de crecimiento promovidos por el AG y los mecanismos de protección inducidos por el AS (Alonso et al., 2009). En consecuencia se mejora la eficiencia fisiológica del cultivo, favoreciendo tanto la tolerancia al estrés como el rendimiento en condiciones ambientales variables.

Influencia de los factores edafoclimáticos

Los factores edafoclimáticos juegan un rol clave en la acción de las fitohormonas, entre ellas tenemos:

- La textura y pH del suelo, así como el contenido de materia orgánica y nutrientes, afectan la absorción y transporte de AS y AG dentro de la planta.
- La temperatura y humedad ambiental modulan la síntesis hormonal y la eficacia de la señalización intracelular.
- El estrés hídrico puede inducir un aumento de ácido salicílico como respuesta defensiva, mientras que las giberelinas mantienen el crecimiento vegetativo.

Esta interacción demuestra que la efectividad de las fitohormonas no está determinada únicamente por su aplicación o síntesis, sino también por el contexto edafoclimático, impactando directamente en su crecimiento, rendimiento y calidad final.

III. Marco Metodológico

3.1. Lugar de estudio

El presente proyecto de tesis se ejecutó en el Centro Poblado Huaca Rivera, ubicado en el distrito de Pacora, provincia y región Lambayeque; el área experimental se localiza geográficamente en las coordenadas $6^{\circ}26'57''$ de latitud Sur y $79^{\circ}49'42''$ de longitud Oeste, dentro de una zona representativa de la costa norte del país.

Figura 1. Georreferenciación del lugar de ejecución del experimento



3.2. Materiales, equipos y reactivos

A) Material biológico

- ✓ Semillas de frijol caupí (Var. Vaina Blanca)

b) Reactivos químicos

- ✓ Ácido salicílico
- ✓ Ácido giberélico

c) Materiales e insumos de campo

- ✓ Guantes
- ✓ Mascarillas
- ✓ Bolsas plásticas
- ✓ Cuaderno de apuntes
- ✓ Balde de 20 L.
- ✓ Epp de aplicación
- ✓ Rafia
- ✓ Tijera
- ✓ Plumón indeleble
- ✓ Plástico de color

d) Equipos de campo

- ✓ Sembradora de precisión
- ✓ Mochila de aplicación

e) Equipos e instrumentos de medición

- ✓ Balanza gramera digital
- ✓ Regla
- ✓ Huincha

f) Equipos de gabinete o procesamiento de datos

- ✓ Computadora
- ✓ Equipo celular

3.3. Tipo de investigación

El estudio es experimental, y se evaluó el efecto del ácido salicílico y giberélico sobre el rendimiento y calidad del frijol caupí.

3.4. Diseño experimental

La investigación se llevó a cabo en una superficie de 0.21 ha., destinada al desarrollo del experimento y a la instalación de las unidades experimentales.

Figura 2. Área del lugar que se ejecutó el experimento



El estudio se desarrolló bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con el objetivo de controlar la variabilidad del campo mediante bloques homogéneos; en cada bloque, los tratamientos se distribuyeron de manera aleatoria, permitiendo asegurar la validez estadística de los resultados

Se evaluaron siete tratamientos con tres repeticiones, conformando un total de 21 unidades experimentales, además estuvo representada por parcelas de 97.5 m² (15 m × 6.5 m) excluyendo los bordes para evitar el efecto de borde.

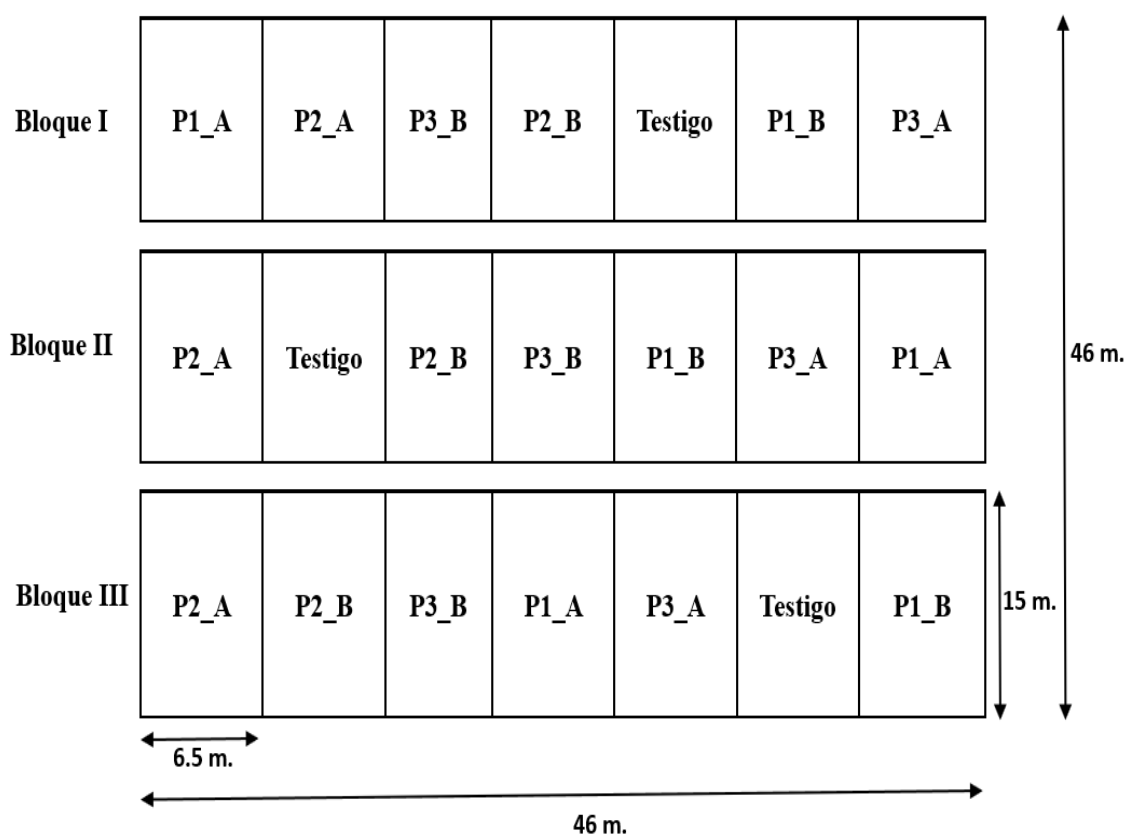
Tabla 1. Tratamientos evaluados y dosis de reguladores de crecimiento aplicados

Tratamiento	Código	Producto Aplicado	Dosis Individual	Dosis Total
T0	—	Testigo (sin aplicación)	—	—
T1	P1_A	Ácido giberélico	125 ml/cil	125 ml/cil
T2	P1_B	Ácido giberélico	100 ml/cil	100 ml/cil
T3	P2_A	Ácido salicílico	500 ml/cil	500 ml/cil
T4	P2_B	Ácido salicílico	250 ml/cil	250 ml/cil
T5	P3_A	Ácido giberélico + Ácido salicílico	100 ml/cil + 400 ml/cil	500 ml/cil
T6	P3_B	Ácido giberélico + Ácido salicílico	75 ml/cil + 50 ml/cil	125 ml/cil

Nota. Las dosis de los productos se determinaron con base en las recomendaciones de etiqueta para leguminosas, ajustadas a las condiciones del ensayo en frijol caupí.

La distribución de los tratamientos se llevó a cabo siguiendo el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), asignándolos de forma aleatoria dentro de cada bloque, con el fin de garantizar la uniformidad experimental y la validez estadística de los resultados.

Figura 3. *Croquis experimental del proyecto desarrollado en Pacora - Lambayeque*



Características del área experimental

Características de parcela

Largo de parcela	15 m.
Ancho de parcela	6.5 m.
Área de parcela	97.5 m ² (0.00975 ha)
Número de parcelas por bloque	7
Número de parcelas totales	21

Características del bloque

Largo del bloque	46 m.
Ancho del bloque	15 m.
Número de bloques	3
Área de cada bloque	0.07 ha.

Características de siembra

Distanciamiento entre hilera	0.70 m.
Distanciamiento entre plantas	0.07 m.
Número de plantas por metro lineal	13 plantas
Numero de hileras por parcela	9 hileras
Número total de plantas por parcela	1 755 plantas
Número total de plantas sembradas	36 855 plantas

Características generales

Área total del terreno	0.21 ha.
Número de plantas muestreadas por parcela	15 plantas
Total de plantas muestreadas	315 plantas

3.5. Descripción de los tratamientos

En el presente estudio se evaluó el efecto de dos reguladores de crecimiento vegetal: el ácido giberélico y un bioestimulante a base de ácido salicílico, sobre el rendimiento y la calidad comercial de la semilla de frijol caupí.

Ácido salicílico

Fue suministrado a través del producto comercial “SALICINA”, un bioestimulante formulado a base de extractos de *Salix alba*, que actuó como inductor de resistencia, favoreciendo la respuesta fisiológica de las plantas frente a condiciones de estrés y contribuyendo a mejorar la calidad de la producción.

Ácido giberélico

Fue aplicado mediante el producto comercial “NUTRIGIBB”, formulado como concentrado soluble, el cual se utilizó como regulador de crecimiento para estimular procesos fisiológicos como la elongación celular, el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo del cultivo.

Los reguladores de crecimiento fueron aplicados por vía foliar en el estado fenológico de prefloración del cultivo y se realizó una única aplicación en todos los tratamientos, utilizando las dosis correspondientes para cada uno.

A continuación, se describen los tratamientos evaluados, los cuales fueron establecidos con el propósito de analizar el efecto de diferentes dosis de ácido giberélico y de ácido salicílico, tanto de manera individual como en combinación:

- **Tratamiento 0 (Testigo).** No se realizó aplicación de reguladores de crecimiento ni bioestimulantes, constituyendo el tratamiento control, el cual permitió comparar los efectos generados por los demás tratamientos y establecer una referencia base del comportamiento del cultivo.
- **Tratamiento 1 (P1_A).** Se aplicó el producto NUTRIGIBB (ácido giberélico) a una dosis de 125 ml por 200 L de agua, con la finalidad de evaluar su efecto en una concentración alta sobre el crecimiento, desarrollo vegetativo y rendimiento del cultivo.
- **Tratamiento 2 (P1_B).** Se aplicó NUTRIGIBB (ácido giberélico) a una dosis de 100 ml por 200 L de agua, permitiendo analizar el efecto del regulador en una menor concentración y comparar su respuesta frente a una dosis superior.
- **Tratamiento 3 (P2_A).** Se aplicó el producto SALICINA (fuente de ácido salicílico) a una dosis de 500 ml por 200 L de agua, con el propósito de evaluar el efecto de una dosis elevada sobre la respuesta del cultivo.

- **Tratamiento 4 (P2_B).** Se aplicó SALICINA (fuente de ácido salicílico) a una dosis de 250 ml por 200 L de agua, con el objetivo de analizar su comportamiento en una concentración intermedia y su influencia en las variables evaluadas.
- **Tratamiento 5 (P3_A).** Se aplicó una mezcla de NUTRIGIBB (100 ml) y SALICINA (400 ml), alcanzando una dosis total de 500 ml por 200 L de agua, con la finalidad de evaluar el efecto combinado de ambos productos en una dosis alta, considerando posibles interacciones o efectos sinérgicos.
- **Tratamiento 6 (P3_B).** Se aplicó una mezcla de NUTRIGIBB (75 ml) y SALICINA (50 ml), con una dosis total de 125 ml por 200 L de agua, permitiendo analizar el efecto conjunto en una menor concentración y su comportamiento en comparación con dosis superiores.

3.6. Variables de estudio

Se establecieron en concordancia con el diseño experimental, considerando la aplicación de reguladores de crecimiento como variable independiente y las respuestas del cultivo como variables dependientes.

3.6.1. Variable independiente

Aplicación de reguladores de crecimiento vegetal en diferentes dosis y combinaciones, correspondientes al ácido salicílico (AS) y al ácido giberélico (AG).

3.6.2. Variables dependientes

Variables de respuesta del cultivo, expresadas en términos de rendimiento y calidad de la semilla.

3.7. Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización de las variables del uso de ácido salicílico y giberélico en el rendimiento y calidad comercial de semilla de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.), Pacora - Lambayeque

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional (Medición)	Tipo de Variable	Escala de Medición
Variable Independiente				
Ácido Salicílico (AS)	Hormona vegetal (fenol) que actúa como inductor de resistencia a estrés (biótico y abiótico) y regulador del desarrollo.	Dosis aplicada (Niveles de concentración)	Categórica (Experimental)	Nominal / Razón (Según dosis)
Ácido Giberélico (AG)	Fitohormona de la clase giberelina que promueve la elongación celular, la germinación y el crecimiento del tallo.	Dosis aplicada (Niveles de concentración)	Categórica (Experimental)	Nominal / Razón (Según dosis)
Variable Dependiente				
Rendimiento	Estimación de la producción de semilla de frijol caupí por unidad de superficie, calculada a partir de los componentes del rendimiento	Número de vainas por planta (unid.) Tamaño de vaina por planta (cm) Peso promedio de vaina (g) Número de granos por vaina (unid.) Peso de granos por vaina (g) Peso estimado del grano (kg) Rendimiento estimado (kg/ha)	Cuantitativa Continua	Razón
Calidad	Conjunto de atributos físicos y fisiológicos de la semilla que determinan su valor en el mercado (viabilidad, vigor, apariencia y tamaño).	Peso de 100 Semillas (g)	Cuantitativa Continua	Razón

Nota. Las variables independientes corresponden a los tratamientos aplicados, mientras que las variables dependientes están representadas por las respuestas del cultivo evaluadas en el estudio.

3.8. Condiciones edafoclimáticas del experimento

Análisis de suelo

Previo a la instalación del experimento, se realizó la caracterización del suelo del área experimental ubicada en el Centro Poblado Huaca Rivera, distrito de Pacora, Lambayeque, para eso se recolectaron muestras compuestas a las profundidades de 0–5, 5–35 y 35–65 cm, siguiendo un patrón de muestreo en zigzag, con la finalidad de obtener una adecuada representatividad del terreno.

Las muestras fueron enviadas para su análisis al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), donde se determinaron propiedades físico-químicas como: pH, conductividad eléctrica (CE), materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), capacidad de intercambio catiónico (CIC), cationes intercambiables, porcentaje de sodio intercambiable (PSI), textura del suelo y densidad aparente (D. ap); esta caracterización permitió establecer las condiciones edáficas iniciales del área experimental, fundamentales para evaluar su aptitud y sustentar la interpretación del comportamiento agronómico del cultivo en estudio.

Análisis de agua

Se realizó el análisis de la calidad del agua de riego empleada durante el desarrollo del cultivo, con el objetivo de determinar su aptitud para uso agrícola, para ello se evaluaron parámetros fisicoquímicos como el pH, la conductividad eléctrica (CE), la relación de adsorción de sodio (RAS), la dureza expresada como CaCO_3 , así como la composición de cationes y aniones solubles, los cuales permiten caracterizar la calidad del agua y su posible influencia sobre el suelo y el cultivo.

Las muestras de agua fueron recolectadas y enviadas al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) para la realización de los análisis correspondientes; los resultados obtenidos permitirán identificar posibles riesgos asociados a la salinidad y

sodicidad del agua, los cuales serán considerados en el manejo agronómico del cultivo y en la adecuada interpretación de los resultados experimentales.

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas durante la ejecución del experimento fueron registradas a partir de información secundaria proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y otras fuentes meteorológicas confiables cercanas al área experimental, como estaciones locales ubicadas en la provincia de Lambayeque (por ejemplo, la estación Jayanca); se consideraron variables climáticas relevantes como la temperatura máxima y mínima, la humedad relativa y la precipitación pluvial, correspondientes al periodo de desarrollo del cultivo.

Estos parámetros permitieron caracterizar el entorno climático en el que se llevó a cabo el experimento, facilitando la interpretación de los resultados obtenidos y su relación con el comportamiento del cultivo bajo las condiciones ambientales predominantes.

3.9. Métodos

El presente estudio utilizó un enfoque experimental para evaluar el efecto del ácido salicílico y del ácido giberélico sobre el crecimiento, rendimiento y calidad comercial de la semilla de frijol caupí (*Vigna unguiculata*). Se aplicaron técnicas de muestreo y análisis que permitieron obtener datos representativos y confiables, siguiendo los criterios de la investigación agronómica en condiciones de campo.

3.9.1. Población, muestra y muestreo

Población.

Estuvo constituida por un total de 36 855 plantas de frijol caupí, establecidas en el semillero experimental ubicado en el distrito de Pacora, su siembra se realizó utilizando una sembradora de precisión, ajustada para obtener una densidad de 13 plantas por metro lineal, con separación de 0.7 m entre camellones, asegurando un

establecimiento uniforme de la población; a su vez esta representó el universo sobre el cual se aplicaron los tratamientos con ácido salicílico, ácido giberélico y sus combinaciones, constituyendo la base para la evaluación de sus efectos en las variables de crecimiento, rendimiento y calidad de la semilla.

Muestra.

La muestra estuvo conformada por 15 plantas seleccionadas por cada unidad experimental de tratamiento, las cuales fueron evaluadas para todas las variables de interés las cuales son el crecimiento, rendimiento (estimado) y calidad de semilla; la selección de estas plantas se realizó de manera aleatoria dentro de cada unidad experimental, garantizando una representación adecuada del comportamiento de cada tratamiento; se incluyó siete tratamiento que son: ácido giberélico (alta y baja dosis), ácido salicílico (alta y baja dosis), combinación de ambos ácidos (alta y baja dosis), y un testigo sin aplicación; con tres repeticiones por tratamiento y 15 plantas evaluadas por cada repetición, la muestra proporcionó información suficiente para la realización de análisis estadísticos confiables.

Muestreo.

El muestreo se efectuó mediante un enfoque probabilístico de tipo aleatorio simple, asegurando que cada planta de la población tuviera la misma probabilidad de ser seleccionada para la evaluación; esta estrategia permitió obtener resultados representativos del comportamiento general de la población, su distribución de los tratamientos se realizó bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones por tratamiento, de esta manera la asignación aleatoria de los tratamientos a las parcelas experimentales garantizó que las diferencias observadas en las variables medidas se debieran exclusivamente a los efectos de los reguladores de crecimiento y no a factores externos del terreno.

3.9.2. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

La recolección de datos se realizó mediante técnicas de observación directa y medición, utilizando instrumentos de precisión y registros estandarizados, la observación directa permitió evaluar el desarrollo fenológico de las plantas y características visuales de las plántulas, como uniformidad, vigor y coloración.

Las mediciones de crecimiento, incluyendo altura de planta, tamaño de vaina y peso de grano, se efectuaron con huincha, regla milimétrica y balanza digital (gramera), asegurando exactitud en los datos obtenidos, al igual que el rendimiento estimado el cual se determinó a partir de los componentes del rendimiento evaluados en las plantas muestreadas

Todos los datos recolectados se registraron y posteriormente fueron procesados mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey, con el fin de identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

3.10. **Variables a evaluar**

Tras la siembra realizada con sembradora de precisión, se procedió a la evaluación de las variables relacionadas con el crecimiento, rendimiento estimado y calidad comercial de la semilla de frijol caupí (*Vigna unguiculata*), con el objetivo de determinar los efectos de los tratamientos con ácido salicílico, ácido giberélico y sus combinaciones sobre el desarrollo y productividad de las plantas.

Altura de planta. Se midió a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, desde la base hasta el ápice del tallo, utilizando huincha; se evaluaron 15 plantas seleccionadas al azar por parcela, permitiendo determinar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento vegetativo, esta variable proporcionó información sobre el desarrollo inicial de las plantas, factor determinante en la formación de frutos y en el rendimiento final; además la altura de planta se evaluó antes de la aplicación de los reguladores de

crecimiento para comprobar la uniformidad del cultivo; posteriormente en prefloración, se aplicaron los tratamientos.

Número de vainas por planta. Se registró mediante conteo de todas las vainas presentes en las 15 plantas de cada parcela, las cuales fueron seleccionadas al azar, esta variable refleja la capacidad de producción de frutos de cada planta y el potencial de formación de semillas, permitiendo evaluar la efectividad de los tratamientos aplicados.

Tamaño de vaina. Se midió con una regla considerando todas las vainas de las plantas seleccionadas por parcela; para eso se seleccionaron 15 vainas al azar de cada tratamiento, este parámetro permitió analizar la influencia de los tratamientos sobre el desarrollo físico de los frutos y su relación con la calidad comercial de la semilla.

Peso promedio de vaina. Se determinó pesando todas las vainas de las plantas evaluadas con balanza gramera de precisión; para eso se seleccionaron 15 vainas al azar de cada tratamiento, esta variable evidenció el grado de desarrollo y llenado de las vainas, de esta manera permitió relacionar el tamaño de la vaina con el rendimiento estimado de la planta.

Número de granos por vaina. Se obtuvo mediante el conteo de todas las semillas presentes en cada vaina, considerando para eso 15 vainas previamente seleccionadas al azar de cada tratamiento; a partir de estos datos se calculó un promedio por planta; esta variable permitió evaluar la capacidad productiva individual de cada vaina y determinar cómo los tratamientos influyeron en la formación de semillas.

Peso de granos por vaina. Se determinó utilizando una balanza gramera de precisión, considerando las semillas provenientes de 15 vainas previamente seleccionadas al azar de cada tratamiento, las cuales fueron previamente contabilizadas; este parámetro complementó la información sobre la productividad de las vainas,

permitiendo un análisis más preciso de los efectos de los tratamientos sobre la cantidad y calidad de semillas producidas.

Peso de 100 semillas. Se determinó como indicador de calidad comercial, midiendo el peso promedio de 100 semillas por parcela; para eso las semillas fueron recolectadas al azar dentro de cada parcela, este parámetro permitió evaluar el tamaño promedio y la uniformidad de la semilla, aspectos fundamentales para estimar su calidad física y potencial productivo.

Peso estimado del grano (Kg). Se determinó a partir del peso total de los granos obtenidos en las vainas evaluadas de cada tratamiento, utilizando una balanza gramera de precisión; para esto se consideraron las semillas provenientes de las vainas previamente seleccionadas y evaluadas, asegurando uniformidad en el procedimiento de muestreo, además el cálculo se sustentó en los componentes del rendimiento, para lo cual se utilizó el número promedio de vainas por planta y el peso promedio de grano por vaina, datos obtenidos a partir de 15 vainas seleccionadas al azar en cada tratamiento, estos valores junto con el número de plantas por parcela, permitieron estimar el peso total del grano y facilitar una interpretación más precisa del comportamiento productivo del cultivo y la comparación entre tratamientos.

$$\text{Peso estimado del grano (kg)} = \frac{(\text{N}^\circ \text{ vainas/planta}) \times (\text{Peso de grano/vaina}) \times (\text{N}^\circ \text{ plantas/parcela})}{1000}$$

Rendimiento estimado (Kg/ha). Se determinó a partir del peso estimado de grano por parcela, obtenido mediante los componentes del rendimiento evaluados en las plantas muestreadas, el cual fue calculado para una hectárea en función del tamaño de la parcela experimental; este parámetro permitió comparar la productividad entre tratamientos y evaluar su eficiencia agronómica.

$$\text{Rendimiento estimado (kg/ha)} = \frac{\text{Peso estimado del grano (kg)} \times 10000}{\text{Área de la parcela (m}^2\text{)}}$$

3.11. Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables de crecimiento, rendimiento y calidad comercial de la semilla de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) fueron sometidos a un análisis estadístico con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de ácido salicílico, ácido giberélico y sus combinaciones.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), considerando como unidades experimentales las plántulas de frijol caupí establecidas en cada parcela, cada tratamiento se repitió tres veces, asegurando la representatividad de los datos y reduciendo la variabilidad asociada al terreno y condiciones ambientales.

Los datos fueron procesados y analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre los tratamientos, además se aplicó la prueba de Tukey al nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, con el fin de realizar comparaciones múltiples entre tratamientos y determinar cuáles combinaciones de reguladores de crecimiento presentaron efectos estadísticamente distintos sobre las variables evaluadas.

El procesamiento de los datos se realizó utilizando el software estadístico INFOSTAT, mientras que la elaboración de gráficos comparativos y representaciones visuales de los resultados se desarrolló en Microsoft Excel, facilitando la interpretación y presentación de la información de manera clara y comprensible.

Esta estrategia permitió integrar los resultados de crecimiento, su rendimiento estimado y calidad de semilla, proporcionando una base confiable para la discusión y evaluación de la eficacia de los tratamientos aplicados en el frijol caupí bajo las condiciones experimentales del Centro Poblado Huaca Rivera, Pacora.

IV. Resultados y Discusión

4.1. Condiciones edafoclimáticas

4.1.1. Análisis de suelo

Los resultados del análisis de suelo del área experimental, evidencian condiciones edáficas que influyeron directamente en el crecimiento y desarrollo del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*).

Figura 4. Resultados de análisis de suelo

Código de Muestra (SUELO)		pH (1:1)	CE (1:1) (ds/m)	CaCO ₃ %	MO %	P mg/Kg	K mg/Kg	CIC Meq/100 g	Cationes Cambiables Meq/100g					PSI	Textura Distribución de Partículas (USDA)			Clase Textural	D. ap g/cm ³
Prof. (cm)	N° Muestra								Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺		Ao %	Lo %	Ar %		
0 - 5	1	7.28	1.73	5.32	1.08	17	208	19.99	16.9	1.3	0.48	1.30	0.00	6.53	60.76	27.64	11.6	Fr.Ao	1.51
5 - 35	2	7.06	1.44	5.88	0.93	7	41	13.03	11.3	1.2	0.09	0.43	0.00	3.34	64.76	23.64	11.6	Fr.Ao	1.53
35 - 65	3	7.73	0.66	3.87	0.75	3	41	12.56	10.8	0.8	0.09	0.87	0.00	6.92	86.76	7.64	5.6	Ao.Fr.	1.65

Fuente: Laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Las muestras de suelo fueron tomadas a tres profundidades del perfil (0–5, 5–35 y 35–65 cm), recolectándose una muestra por cada estrato, con la finalidad de evaluar las variaciones de las propiedades físicas y químicas a lo largo del suelo; estas profundidades permiten caracterizar la capa superficial y los horizontes subsuperficiales que influyen en el desarrollo radicular del cultivo.

El pH del suelo presentó valores entre 7.06 y 7.73, clasificándose como neutro a ligeramente alcalino; este rango es considerado adecuado para el cultivo de caupí, el cual se adapta a valores de pH entre 6.0 y 7.5; aun así niveles ligeramente alcalinos pueden reducir la disponibilidad de micronutrientes como hierro, zinc y manganeso, lo que podría limitar parcialmente el crecimiento vegetal.

La conductividad eléctrica (0.66–1.73 dS/m) indica la presencia de una ligera salinidad, aunque el caupí presenta cierta tolerancia a condiciones salinas, valores

superiores a 1 dS/m pueden generar estrés osmótico, afectando la absorción de agua y nutrientes; estudios han reportado rendimientos aceptables en suelos con valores cercanos a 1.6 dS/m, aunque con posibles reducciones en condiciones más elevadas.

Incluso la presencia de carbonato de calcio (CaCO_3) influye en la alcalinidad del suelo y en la disponibilidad de fósforo; en niveles bajos a moderados, el CaCO_3 puede ser beneficioso al aportar calcio; aunque concentraciones elevadas favorecen la precipitación del fósforo, reduciendo su disponibilidad para la planta.

El contenido de materia orgánica (0.75–1.08%) se considera bajo, lo que sugiere una limitada capacidad del suelo para retener nutrientes y sostener la actividad biológica, esta condición representa una restricción para el cultivo, ya que influye directamente en la fertilidad del suelo y en la disponibilidad de nutrientes esenciales.

En relación con los nutrientes disponibles, el fósforo (P mg/kg) es esencial para el desarrollo radicular, la floración y la formación de vainas, niveles inferiores a 10 mg/kg se consideran deficientes, mientras que valores superiores a 20 mg/kg son adecuados para el cultivo; a la vez el potasio (K mg/kg) juega un rol fundamental en la regulación hídrica y el llenado de granos, siendo óptimos valores superiores a 150 mg/kg; niveles bajos pueden limitar el rendimiento.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo, asociada a su textura, sugiere una capacidad moderada de retención de nutrientes; además el bajo contenido de materia orgánica limita su eficiencia, reduciendo la disponibilidad sostenida de cationes para el cultivo.

En relación con los cationes intercambiables, la presencia de calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}) y potasio (K^+) es fundamental para el desarrollo del cultivo, el calcio contribuye a la estabilidad estructural del suelo y al crecimiento radicular, el magnesio participa en la síntesis de clorofila, y el potasio regula procesos fisiológicos como la

transpiración y el llenado de granos, además la presencia de sodio (Na^+) en el complejo de intercambio puede generar efectos adversos, como la dispersión de las partículas del suelo y la reducción de su permeabilidad; pero el valor de acidez intercambiable ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$) fue igual a 0, lo que refleja la ausencia de acidez en el complejo de intercambio del suelo, esta condición es coherente con el pH neutro a ligeramente alcalino observado y resulta favorable para el cultivo de frijol caupí, ya que evita problemas de toxicidad por aluminio y favorece el desarrollo radicular.

El Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) es un indicador clave de sodicidad; valores elevados de PSI afectan negativamente la estructura del suelo, disminuyendo la infiltración del agua y la aireación, esto repercute en el desarrollo radicular del cultivo; para el frijol caupí valores menores a 6% son considerados adecuados, mientras que niveles superiores a este rango pueden generar condiciones de estrés.

El suelo presentó una textura de tipo franco arcilloso a arcillo franco, caracterizada por una distribución equilibrada de arena, limo y arcilla, con predominio de la fracción fina, esta condición favorece la retención de agua y nutrientes, aunque puede presentar limitaciones en el drenaje, influyendo en el desarrollo radicular.

La densidad aparente (D. ap), expresada en g/cm^3 , indica el grado de compactación del suelo; valores entre 1.2 y 1.4 g/cm^3 son óptimos para el frijol caupí, ya que favorecen el desarrollo radicular y la infiltración de agua; mientras que valores superiores a 1.6 g/cm^3 limitan el crecimiento de las raíces y reducen la productividad del cultivo.

Considerando también las características del suelo del área experimental indican condiciones moderadamente favorables para el cultivo de frijol caupí, aunque con limitaciones asociadas a la salinidad, el bajo contenido de materia orgánica y la posible sodicidad, generando un ambiente de estrés moderado, por eso la aplicación de

reguladores de crecimiento como el ácido salicílico y el ácido giberélico adquiere importancia; el primero favorece la tolerancia al estrés salino y osmótico, mientras que el segundo estimula la elongación celular, el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo y su combinación de ambos compuestos puede potenciar la respuesta fisiológica del cultivo, mejorando su crecimiento y rendimiento bajo las condiciones edáficas del área de estudio.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Ronca y Valdiviezo (2024), quienes indican que el cultivo se desarrolla adecuadamente en suelos con pH entre 6.0 y 7.5 y tolera salinidad moderada ($CE < 2 \text{ dS/m}$), lo que explica el buen desempeño observado en el cultivo, además concuerda con Falen (2016), quien menciona que en la costa norte predominan suelos con limitaciones de fertilidad y salinidad, similares a los del presente estudio; aunque el bajo contenido de materia orgánica difiere de lo recomendado (1–3%), lo que pudo limitar la disponibilidad de nutrientes. En este caso la respuesta favorable del cultivo puede atribuirse al efecto de los reguladores de crecimiento, ya que según Junli et al. (2022), el ácido salicílico mejora la tolerancia al estrés edáfico, mientras que el ácido giberélico favorece el crecimiento vegetal.

4.1.2. Análisis de agua

El análisis del agua de riego utilizada en el área experimental de Huaca Rivera, distrito de Pacora, permitió determinar sus principales características fisicoquímicas, cuyos resultados se presentan en el correspondiente cuadro de análisis, dichos resultados incluyen parámetros relevantes como el pH, la conductividad eléctrica (CE), la relación de adsorción de sodio (RAS), la dureza expresada como CaCO_3 , así como la composición de cationes y aniones solubles, los cuales son fundamentales para evaluar la calidad del agua y su aptitud para el riego del cultivo de frijol caupí.

Figura 5. Resultados de análisis de agua

pH	CEa (Us/cm)	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	Σ	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Σ	RAS meq/L	CSR meq/L	DUREZA ppm CaCO ₃
		Aniones Solubles meq/L				Aniones meq/L	Cationes Solubles meq/L				Cationes meq/L			
7.2	1420	0.00	10.68	12.1	1.45	24.21	2.90	1.90	0.30	18.72	23.82	12.08	5.88	226

Fuente: Laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

Presentó un pH de 7.2, indicando una reacción neutra, este resultado se considera una condición adecuada para el cultivo de frijol caupí, ya que no limita la disponibilidad de nutrientes ni genera condiciones adversas para la absorción.

La conductividad eléctrica (CE) fue de 1.42 dS/m, valor que clasifica el agua como de salinidad moderada, considerando que valores entre 0.75 y 2.0 dS/m pueden generar ligeras restricciones en cultivos moderadamente sensibles, este resultado se considera moderadamente adecuado, pudiendo afectar de manera leve el crecimiento y rendimiento del frijol caupí si no se aplica un manejo apropiado.

Sobre los cationes solubles (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺) y aniones solubles (Cl⁻, SO₄²⁻ y HCO₃⁻), su presencia refleja la composición química del agua; junto con estos iones, asociados al valor de CE (1.42 dS/m), evidencian una concentración moderada de sales, por lo que el agua se considera aceptable para el cultivo.

La relación de adsorción de sodio (RAS) presentó un valor de 12.08, el cual corresponde a un riesgo medio de sodicidad (10–18), esta condición es moderadamente desfavorable, debido a que puede afectar la estructura del suelo, reduciendo la infiltración y permeabilidad.

La dureza del agua en los resultados se obtuvo un 226 ppm de CaCO₃, clasificándose como alta, lo que demuestra una importante presencia de calcio y magnesio. Si bien estos elementos pueden aportar estabilidad al suelo, también reflejan una elevada concentración de sales.

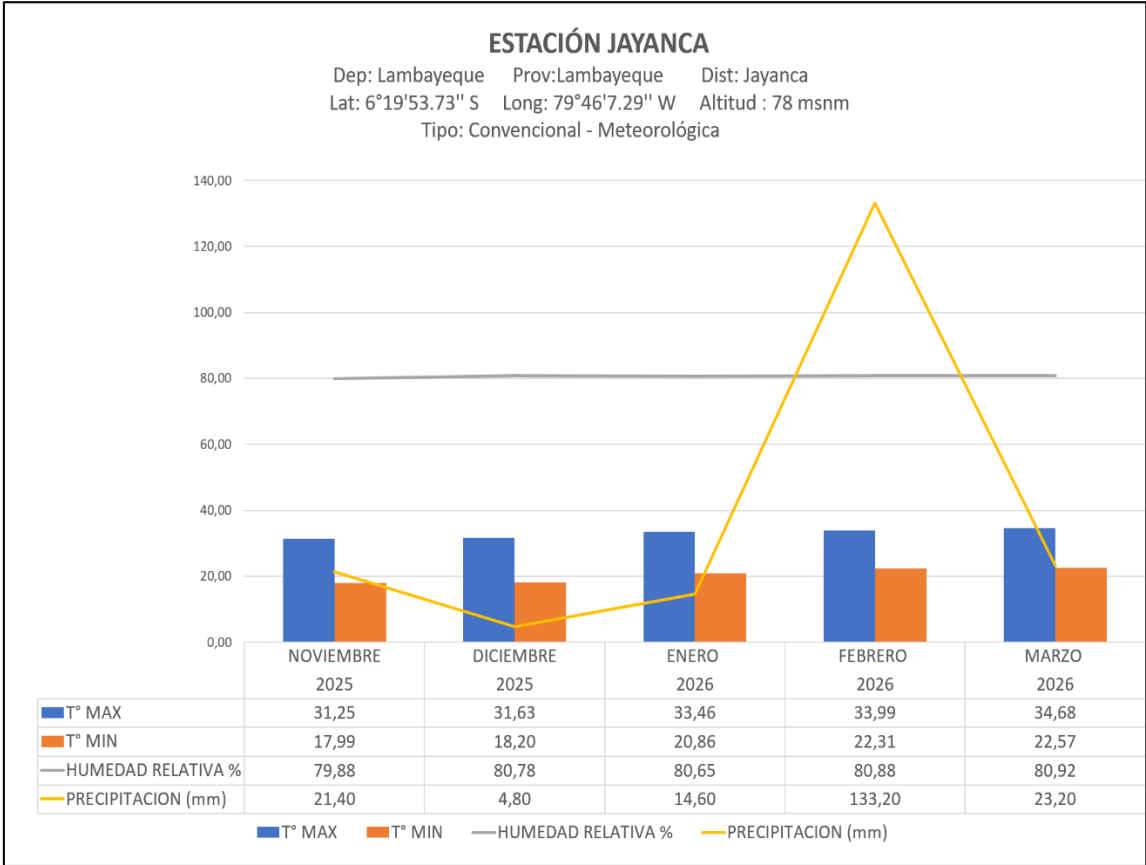
Finalmente se determinó que aunque el pH (7.2) es adecuado, la conductividad eléctrica (1.42 dS/m) y la RAS (12.08) evidencian condiciones de salinidad moderada y sodicidad media, por lo que el agua de riego se considera moderadamente adecuada para el cultivo de frijol caupí, siendo necesario implementar prácticas de manejo para optimizar su uso; por eso la aplicación de reguladores de crecimiento como el ácido salicílico y el ácido giberélico podría contribuir a mejorar la tolerancia del cultivo frente a condiciones de estrés salino, favoreciendo procesos fisiológicos como la germinación, el crecimiento vegetativo y la respuesta antioxidante de las plantas, lo que resulta especialmente relevante bajo las condiciones del agua de riego evaluada.

Los resultados del análisis de agua muestran un pH de 7.2, una conductividad eléctrica de 1.42 dS/m y un RAS de 12.08, lo que evidencia una condición con cierta limitación por sodicidad; estos resultados coinciden parcialmente con lo señalado por Ronca y Valdiviezo (2024), quienes indican que el agua óptima para frijol caupí debe presentar pH entre 6.5 y 7.5 y CE menor a 2.0 dS/m ; en este caso, tanto el pH como la conductividad eléctrica se encuentran dentro de rangos aceptables, representando una condición favorable, mientras que el valor de RAS supera el nivel recomendado siendo mayor a 10, constituyendo una limitante potencial; esta condición se relaciona con lo mencionado por Junli et al. (2022), quienes señalan que el estrés por sodicidad puede afectar el desarrollo del cultivo. En este sentido la respuesta del cultivo no fue uniforme entre tratamientos, ya que aquellos con aplicación de reguladores, especialmente en combinación, mostraron una mejor adaptación frente a esta condición, mientras que el tratamiento testigo estuvo más expuesto a los efectos adversos, evidenciando el efecto diferencial de los tratamientos bajo las condiciones del presente estudio.

4.1.3. Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas del área experimental se describen a partir de datos meteorológicos de la Estación Jayanca (Lambayeque), considerando variables como temperatura máxima y mínima, humedad relativa y precipitación pluvial durante el periodo noviembre 2025 – marzo 2026.

Figura 6. Resultados de la estación meteorológica Jayanca



Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

Las condiciones climáticas registradas muestran que el cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) se desarrolló bajo un ambiente cálido con humedad relativamente estable, pero con marcada variabilidad en la precipitación.

Las temperaturas máximas (31.25 - 34.68 °C) se mantuvieron dentro del rango óptimo del cultivo 25–35 °C, favoreciendo el crecimiento y la actividad fotosintética, sin evidenciar estrés térmico severo; y las temperaturas mínimas (17.99 - 22.57 °C)

estuvieron mayormente dentro del rango adecuado, aunque en noviembre y diciembre se observaron valores ligeramente cercanos al límite inferior, pudiendo ralentizar el crecimiento inicial.

La humedad relativa (79.8 - 80.9%) se mantuvo estable y dentro del rango óptimo 60 - 80%, lo que favoreció el balance hídrico del cultivo, aunque en algunos periodos pudo incrementar la presión de enfermedades fúngicas.

La precipitación mostró alta irregularidad, con un valor crítico en febrero (133.2 mm), muy superior al resto de meses (4.8 - 23.2 mm), este pico sugiere un evento de exceso hídrico puntual, mientras que los demás meses reflejan condiciones de déficit hídrico moderado, generando dependencia del riego y variabilidad en la disponibilidad de agua.

Las condiciones climáticas registradas durante el periodo experimental presentaron tanto aspectos favorables como limitantes para el desarrollo del cultivo de frijol caupí; además las temperaturas se mantuvieron dentro de rangos adecuados para el cultivo, lo que favoreció procesos fisiológicos como la fotosíntesis y el desarrollo vegetativo, complementado por una humedad relativa siendo relativamente estable y cercana a niveles óptimos; además la precipitación mostró un comportamiento irregular, evidenciándose periodos de escasez que incrementaron la dependencia del riego, así como un evento de exceso hídrico durante el mes de febrero, el cual pudo generar condiciones de saturación del suelo y estrés en las plantas, afectando potencialmente su crecimiento y rendimiento.

Bajo estas condiciones, el ácido salicílico contribuyó a mitigar el estrés abiótico generado por la variabilidad hídrica, especialmente frente a déficit de agua y posibles condiciones de saturación, mediante la regulación estomática y activación de sistemas antioxidantes; por su parte el ácido giberélico favoreció el crecimiento vegetativo y

reproductivo en condiciones térmicas adecuadas, a pesar de esto su eficacia pudo verse parcialmente influenciada por el estrés hídrico asociado a la irregularidad de la precipitación.

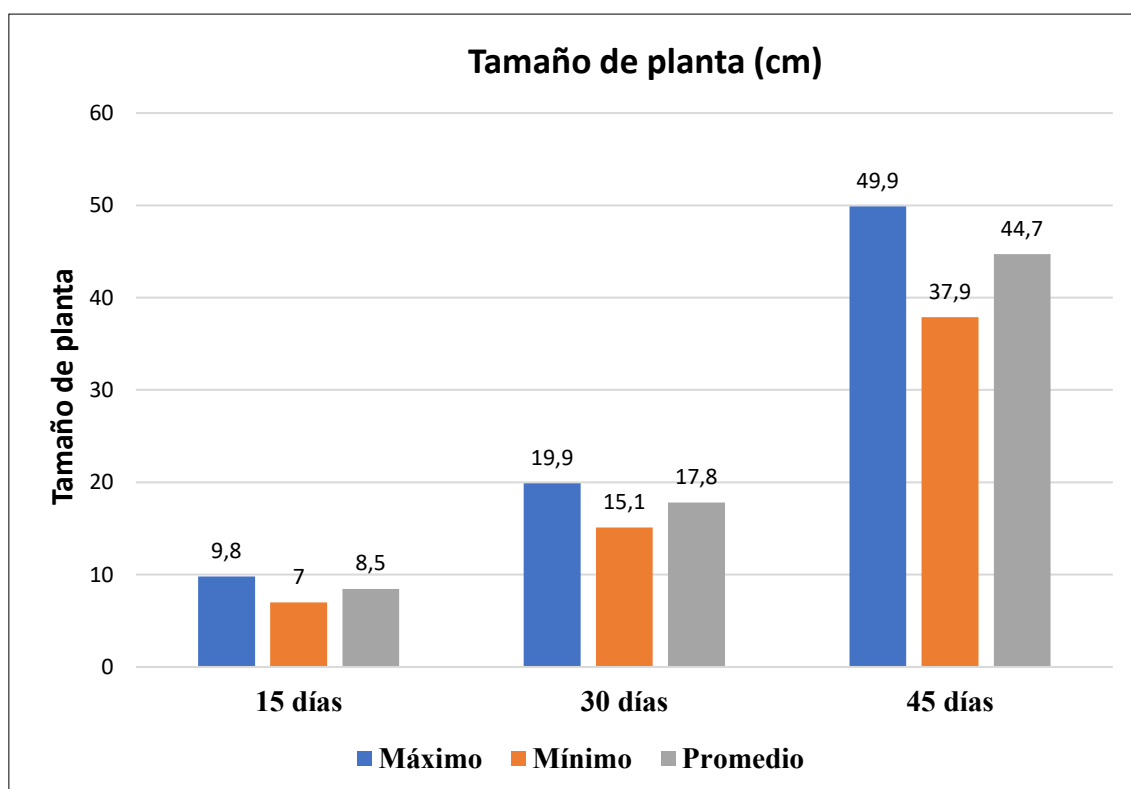
Las condiciones climáticas durante el desarrollo del cultivo, caracterizadas por temperaturas propias de la zona, humedad relativa y variaciones en la precipitación, generaron un ambiente generalmente favorable para el crecimiento del frijol caupí, aunque con ciertas limitaciones en la distribución hídrica; estos resultados coinciden con lo señalado por Ronca y Valdiviezo (2024), quienes indican que el cultivo se desarrolla óptimamente en temperaturas entre 20 y 35 °C, siendo especialmente sensible a déficit o exceso de agua durante etapas críticas como la formación de vainas; de todos modos las variaciones en la disponibilidad de agua durante el periodo experimental podrían haber generado episodios de estrés hídrico, esto concuerda con lo mencionado por Miri et al. (2021), quienes señalan que condiciones de estrés reducen el rendimiento y afectan procesos fisiológicos del cultivo; por tal la respuesta observada no fue uniforme entre tratamientos, ya que aquellos con aplicación de reguladores de crecimiento mostraron una mejor adaptación frente a estas condiciones, mientras que el tratamiento testigo presentó mayor susceptibilidad, evidenciando la influencia de los factores climáticos sobre el comportamiento productivo del cultivo en el presente estudio.

4.2. Variables de crecimiento

4.2.1. Altura de planta

Con la finalidad de evaluar el comportamiento inicial del crecimiento del cultivo de frijol caupí, se registró la altura de planta en diferentes momentos del desarrollo (15, 30 y 45 días) después de la siembra, previo a la aplicación de los tratamientos.

Figura 7. *Altura de planta en condiciones iniciales sin aplicación de tratamientos.*



La figura muestra el comportamiento del crecimiento en altura del cultivo, en una etapa inicial en la que aún no se habían aplicado los tratamientos con ácido salicílico y ácido giberélico; en consecuencia los valores obtenidos reflejan el desarrollo natural del cultivo bajo las condiciones edafoclimáticas del área experimental.

Se registra un desarrollo progresivo en la altura de planta a lo largo del tiempo, con valores promedio de 8.5 cm a los 15 días, 17.8 cm a los 30 días y 44.7 cm a los 45 días, lo que evidencia un crecimiento sostenido y adecuado durante las primeras etapas fenológicas del cultivo; este comportamiento indica que, en ausencia de reguladores de crecimiento, el cultivo presentó una respuesta fisiológica favorable.

Este desarrollo inicial puede asociarse directamente con las condiciones de suelo, agua y clima previamente analizadas, en cuanto al suelo, los niveles de pH cercanos a la neutralidad (7.0 - 7.7) favorecen la disponibilidad de nutrientes esenciales, aunque el bajo contenido de materia orgánica y la ligera salinidad representan una limitación moderada; aun así estas condiciones no limitaron el crecimiento del cultivo.

Respecto al agua de riego, presenta una conductividad eléctrica de 1.42 dS/m y una Relación de Adsorción de Sodio (RAS) de 12.08, lo que refleja un nivel moderado de salinidad y sodicidad; aun así el frijol caupí posee cierta tolerancia a estas condiciones, especialmente en etapas tempranas, lo que explica que no se haya observado una restricción significativa en el crecimiento inicial.

En relación al clima, las condiciones cálidas predominantes en la zona, con temperaturas cercanas al rango óptimo para el cultivo 20 - 35 °C, junto con niveles adecuados de humedad relativa y baja precipitación, favorecieron los procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la elongación celular y el desarrollo vegetativo.

Los resultados evidencian que el crecimiento inicial del cultivo fue adecuado y relativamente homogéneo, lo que garantiza una buena base experimental para la posterior evaluación del efecto de los tratamientos; también confirma que las condiciones edafoclimáticas del área de estudio aunque presentan ciertas limitaciones, son en general favorables para el desarrollo del frijol caupí en sus primeras etapas.

En relación con estos resultados, se determinó que el crecimiento inicial del cultivo estuvo directamente condicionado por las características edafoclimáticas del área experimental, eso concuerda con lo señalado por Ronca y Valdiviezo (2024), quienes indican que el desarrollo del frijol caupí en sus primeras etapas depende principalmente de la interacción entre temperatura, disponibilidad de agua y condiciones del suelo; además estos resultados guardan relación con Miri et al. (2021), quienes mencionan que factores como la salinidad o el estrés hídrico pueden influir en el crecimiento vegetal, aunque su efecto suele ser menos restrictivo en fases iniciales del cultivo; es decir que las condiciones de pH adecuado, niveles moderados de salinidad y temperaturas dentro del rango óptimo favorecieron los procesos fisiológicos del crecimiento, como la elongación celular y la actividad fotosintética. A pesar de eso

limitaciones como el bajo contenido de materia orgánica del suelo y el valor elevado de RAS representan factores que podrían influir en etapas posteriores del cultivo, se puede inferir que las condiciones edafoclimáticas permitieron un desarrollo inicial adecuado y uniforme, estableciendo una base favorable para la evaluación del efecto de los tratamientos en las siguientes fases del cultivo.

4.3. Variables de rendimiento

4.3.1. Número de vainas por planta

Con el propósito de evaluar el efecto de los tratamientos sobre el número de vainas por planta, se realizó el análisis de varianza correspondiente (Tabla 3).

Tabla 3. *Análisis de varianza del número de vainas por planta*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	310.35	8	38.79	2.80	0.0053
Bloque	1.64	2	0.82	0.06	0.9425
Tratamiento	308.70	6	51.45	3.71	0.0014
Error	4244.40	306	13.87		
Total	4554.75	314			

El análisis de varianza mostró que el efecto de los tratamientos fue significativo ($p = 0.0014$), con un valor de $F = 3.71$, lo que demuestra que la aplicación de los reguladores de crecimiento influyó de manera significativa en la formación de vainas por planta. En comparación el efecto de bloques no presentó diferencias significativas ($p = 0.9425$), evidenciando una adecuada homogeneidad del área experimental. A la vez el coeficiente de variación fue de 30.07%, indicando una variabilidad experimental alta, este resultado sugiere cierta heterogeneidad en la respuesta del cultivo, posiblemente asociada a las condiciones edáficas del área de estudio.

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de la prueba de Tukey para el número de vainas por planta

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Testigo	10.80	45	0.56	A	
T1	11.38	45	0.56	A	
T2	12.13	45	0.56	A	B
T3	12.56	45	0.56	A	B
T6	12.76	45	0.56	A	B
T4	13.09	45	0.56	A	B
T5	14.00	45	0.56		B

El tratamiento testigo (T0), sin aplicación de reguladores, presentó el menor número de vainas por planta con un promedio de 10.80 vainas, ubicándose en el grupo estadístico inferior, este resultado evidencia la limitada capacidad productiva del cultivo en ausencia de estímulos hormonales.

En los tratamientos con ácido giberélico, se observó un crecimiento progresivo en el número de vainas, donde T1 (125 ml/cil) alcanzó 11.38 vainas, mientras que T2 (100 ml/cil) registró un valor mayor de 12.13 vainas, lo que confirma una respuesta positiva del cultivo a la aplicación de este regulador, favoreciendo el desarrollo reproductivo.

Por su parte, los tratamientos con ácido salicílico mostraron un comportamiento superior respecto al testigo, destacando T3 (500 ml/cil) con 12.56 vainas, en comparación con T4 (250 ml/cil) que alcanzó 13.09 vainas, evidenciando que ambas dosis favorecen la formación de vainas, posiblemente debido a su efecto en la tolerancia al estrés y la retención floral.

Los tratamientos combinados presentaron los mejores resultados, especialmente T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil), que alcanzó el mayor valor con 14.00 vainas por planta, ubicándose en el grupo estadísticamente superior; este comportamiento sugiere un efecto sinérgico entre ambos reguladores, donde el

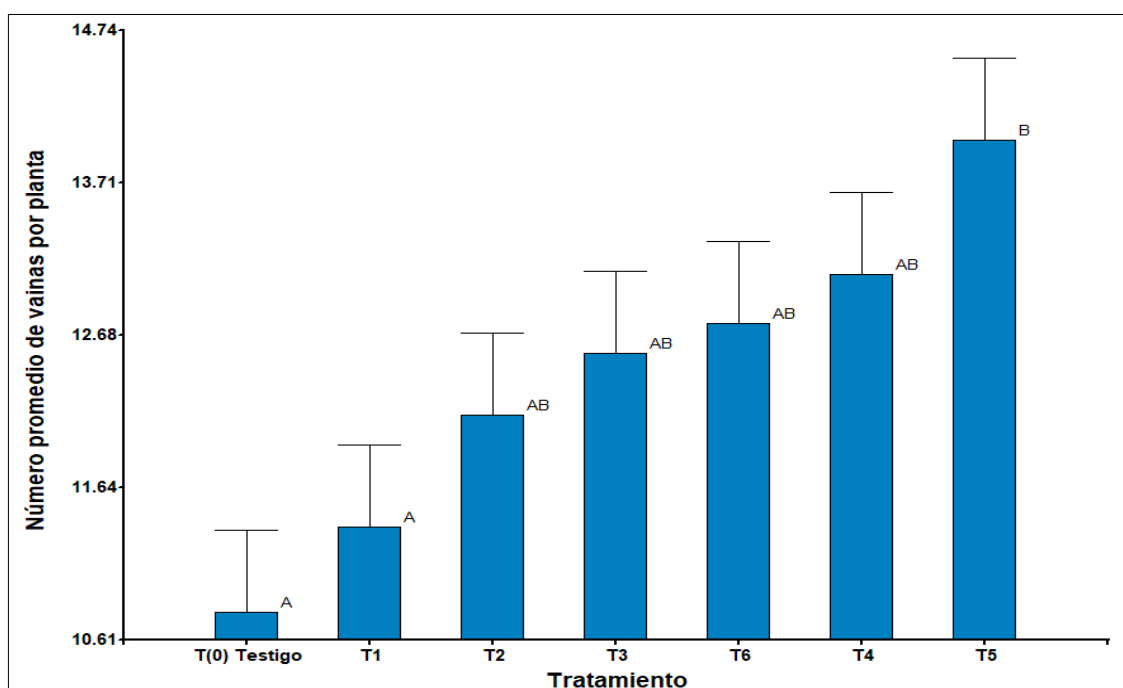
ácido giberélico promueve el crecimiento y el ácido salicílico mejora la adaptación del cultivo a condiciones adversas.

El tratamiento T6 (75 ml/cil de ácido giberélico + 50 ml/cil de ácido salicílico) registró 12.76 vainas por planta, superando al testigo y a algunos tratamientos individuales, aunque sin alcanzar el nivel de T5, lo que refleja que dosis menores también generan una respuesta positiva, pero de menor magnitud.

Es importante mencionar que la presencia de letras comunes entre varios tratamientos indica que no existen diferencias estadísticas entre ellos, como es el caso de T2, T3, T4 y T6, los cuales comparten grupos estadísticos, evidenciando comportamientos similares en términos productivos.

El gráfico de barras (Figura 8) permite visualizar claramente esta tendencia, donde se observa que los tratamientos con aplicación de reguladores de crecimiento, especialmente en combinación, superan al testigo, confirmando su efecto positivo sobre el número de vainas por planta.

Figura 8. Número de vainas por planta según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)



Los resultados del número de vainas por planta evidenciaron diferencias entre los tratamientos, indicando una respuesta del cultivo a la aplicación de reguladores de crecimiento; estos resultados coinciden con García (2022), quien señala que las fitohormonas influyen positivamente en variables productivas como la formación de vainas, al intervenir en procesos como la floración y el cuajado de frutos.

Del mismo modo concuerdan con Agurto (2022), quien indica que el ácido giberélico incrementa la formación y retención de vainas, lo que explica los mayores valores observados en los tratamientos donde fue aplicado, especialmente en combinación; además según Junli et al. (2022), el ácido salicílico mejora la tolerancia al estrés, lo que puede favorecer indirectamente la estabilidad en la producción de vainas.

Aunque la respuesta no fue uniforme entre tratamientos, lo que sugiere que el efecto de estos reguladores depende de la dosis aplicada y de su interacción con las condiciones edafoclimáticas del cultivo.

4.3.2. *Tamaño de vaina por planta*

En la (tabla 5) muestra el análisis de varianza del tamaño de vaina por planta en frijol caupí (*Vigna unguiculata*) bajo diferentes tratamientos hormonales.

Tabla 5. *Análisis de varianza del tamaño de vainas por planta*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	138.81	8	17.35	10.16	<0.0001
Bloque	1.84	2	0.92	0.54	0.5843
Tratamiento	136.97	6	22.83	13.37	<0.0001
Error	522.42	306	1.71		
Total	661.23	314			

El análisis de varianza evidenció que el efecto de los tratamientos fue altamente significativo ($p < 0.0001$), con un valor de $F = 13.37$, lo que evidencia que la aplicación de reguladores de crecimiento influyó de manera determinante en el tamaño de vaina. A la vez el efecto de bloques no fue significativo ($p = 0.5843$), confirmando la

homogeneidad del área experimental, de la misma manera el coeficiente de variación fue de 7.66%, indicando una baja variabilidad experimental, lo que refleja una alta precisión en los datos obtenidos.

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla 6)

Tabla 6. Resultados de la prueba de Tukey para el tamaño de vainas por planta

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Testigo	15.58	45	0.19	A	
T4	16.79	45	0.19	B	
T6	17.05	45	0.19	B	C
T3	17.30	45	0.19	B	C
T1	17.48	45	0.19	B	C
T2	17.48	45	0.19	B	C
T5	17.66	45	0.19		C

El tratamiento testigo (T0) presentó el menor tamaño de vaina con un promedio de 15.58 cm, ubicándose en el grupo estadístico inferior (A), lo que evidencia que en ausencia de reguladores de crecimiento el cultivo expresa un menor desarrollo de estructuras reproductivas.

En los tratamientos con ácido salicílico, se obtuvo un aumento importante respecto al testigo, destacando T4 (250 ml/cil) con 16.79 cm, ubicándose en un grupo estadístico superior (B); incluso T3 (500 ml/cil) alcanzó 17.30 cm, evidenciando que mayores dosis de ácido salicílico favorecen el tamaño de la vaina, probablemente por su efecto en la mejora de la tolerancia al estrés y la eficiencia fisiológica de la planta.

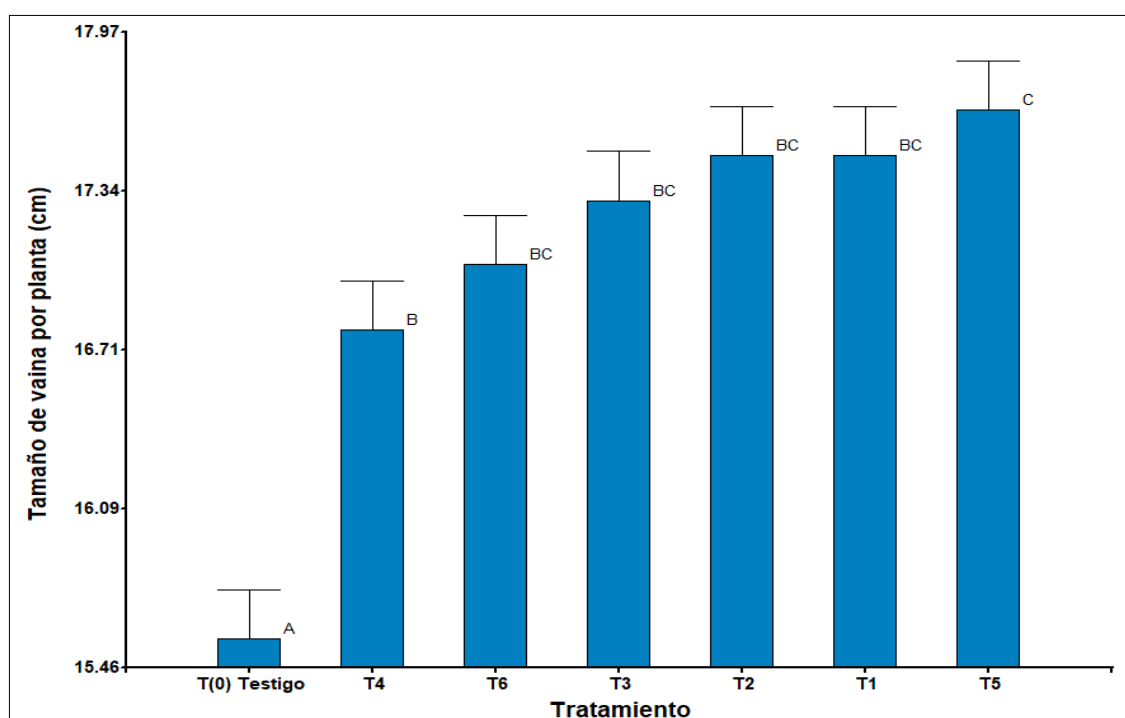
Respecto a los tratamientos con ácido giberélico, se registraron valores aún mayores, donde T1 (125 ml/cil) y T2 (100 ml/cil) alcanzaron 17.48 cm, ubicándose en grupos estadísticos intermedios (BC), lo que demuestra que este regulador tiene un efecto marcado en la elongación celular, promoviendo el crecimiento de las vainas.

El tratamiento T6 (75 ml/cil de ácido giberélico + 50 ml/cil de ácido salicílico) presentó un valor de 17.05 cm superior al testigo y a T4, pero ligeramente inferior a T1, T2 y T3, determinando que en dosis bajas la respuesta es positiva, aunque no máxima.

El mayor valor correspondió al tratamiento T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil), que alcanzó 17.66 cm ubicándose en el grupo estadísticamente superior (C), este resultado evidencia un claro efecto sinérgico entre ambos reguladores, donde el ácido giberélico estimula la elongación de las vainas y el ácido salicílico mejora la eficiencia fisiológica bajo condiciones de estrés, permitiendo un mayor desarrollo del órgano; además la presencia de tratamientos con letras comunes como T1, T2, T3 y T6 indica que no existen diferencias estadísticas entre ellos, a pesar de presentar variaciones numéricas, esto sugiere respuestas fisiológicas similares en ese rango de dosis.

En la (Figura 9) muestra un aumento del tamaño de vaina desde el testigo hasta los tratamientos combinados, que presentan los mayores valores.

Figura 9. *Tamaño de vainas por planta según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)*



Los resultados del tamaño de vaina evidenciaron diferencias entre los tratamientos, lo que indica una respuesta del cultivo a la aplicación de reguladores de crecimiento; estos resultados coinciden con lo señalado por García (2022), quien menciona que las fitohormonas influyen en el desarrollo de estructuras reproductivas, así como con Castro y Valencia (2021), quienes destacan que el ácido giberélico favorece la elongación celular, lo que contribuye al incremento en el tamaño de las vainas; a su vez Agurto (2022) indica que la aplicación de reguladores de crecimiento mejora características productivas como longitud de vaina y formación de estructuras reproductivas.

Según Junli et al. (2022), el ácido salicílico permite mantener la estabilidad fisiológica del cultivo frente a condiciones adversas, favoreciendo el desarrollo adecuado de las vainas; incluso Singh et al. (2025) reportan que la aplicación combinada de reguladores de crecimiento mejora significativamente variables como el número y peso de vainas, lo que sugiere un efecto positivo sobre su desarrollo estructural. La variabilidad observada entre tratamientos indica que el tamaño de vaina depende no solo de la aplicación de estos reguladores, sino también de la dosis utilizada, lo que puede potenciar o limitar su efecto en el cultivo.

4.3.3. *Peso promedio de vaina*

La (Tabla 7) muestra el análisis de varianza del peso promedio de vaina por planta en frijol caupí bajo distintos tratamientos hormonales.

Tabla 7. *Análisis de varianza del peso promedio de vaina por planta*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18.65	8	2.33	7.47	<0.0001
Bloque	0.41	2	0.20	0.65	0.5227
Tratamiento	18.24	6	3.04	9.74	<0.0001
Error	95.54	306	0.31		
Total	114.18	314			

El análisis de varianza evidenció que el efecto de los tratamientos fue altamente significativo ($p < 0.0001$), con un valor de $F = 9.74$ lo que confirma que la aplicación de los reguladores de crecimiento influyó de manera importante en el peso de las vainas. En contraste el efecto de bloques no presentó diferencias significativas ($p = 0.5227$), lo que confirma la homogeneidad del área experimental; sumado a ello el coeficiente de variación fue de 19.58%, indicando una variabilidad experimental moderada, esto es aceptable para este tipo de variables productivas.

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla 8).

Tabla 8. Resultados de la prueba de Tukey para el peso promedio de vaina por planta

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Testigo	2.34	45	0.08	A	
T6	2.81	45	0.08	B	
T3	2.85	45	0.08	B	C
T4	2.86	45	0.08	B	C
T1	2.90	45	0.08	B	C
T2	3.06	45	0.08	B	C
T5	3.16	45	0.08	C	

El tratamiento testigo (T0) presentó el menor peso promedio de vaina con un valor de 2.34 g, ubicándose en el grupo estadístico inferior (A), lo que evidencia un menor desarrollo de las estructuras reproductivas en ausencia de reguladores de crecimiento.

En los tratamientos con ácido giberélico se registra un aumento progresivo en el peso promedio de vaina, destacando T2 (100 ml/cil) con 3.06 g y T1 (125 ml/cil) con 2.90 g, ambos ubicados en grupos intermedios (BC), lo que evidencia una respuesta

favorable del cultivo a este regulador, asociado a su efecto en la elongación celular y al mayor desarrollo de las vainas.

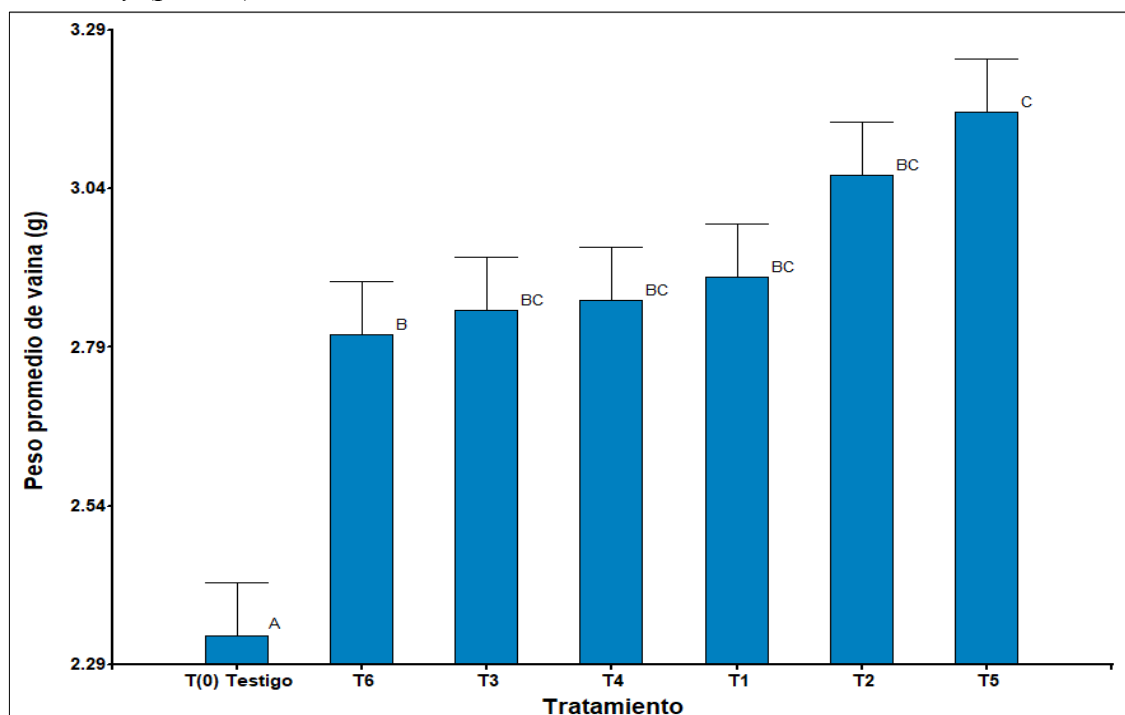
Por su parte los tratamientos con ácido salicílico, T3 (500 ml/cil) y T4 (250 ml/cil) alcanzaron valores de 2.85 g y 2.86 g, respectivamente mostrando un comportamiento similar entre sí (grupo BC), lo que sugiere que este regulador contribuye a mejorar el peso de la vaina, posiblemente por su efecto en la tolerancia al estrés y la eficiencia metabólica.

El tratamiento T6 (75 ml/cil de ácido giberélico + 50 ml/cil de ácido salicílico) presentó un valor de 2.81 g, superior al testigo pero inferior a los tratamientos con mayores dosis lo que evidencia que combinaciones en bajas concentraciones generan una respuesta positiva, aunque menos pronunciada.

El mayor valor se obtuvo con el tratamiento T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil) que alcanzó 3.16 g, ubicándose en el grupo estadísticamente superior (C), este resultado confirma un efecto sinérgico entre ambos reguladores, donde el ácido giberélico promueve el crecimiento y el ácido salicílico mejora la adaptación a condiciones adversas, favoreciendo una mayor acumulación de peso en la vaina; incluso la presencia de letras comunes entre tratamientos como T1, T2, T3 y T4 indica que no existen diferencias estadísticas entre ellos, a pesar de presentar variaciones numéricas lo que sugiere respuestas similares en ese rango de dosis.

Como se puede observar en el gráfico de barras (Figura 10) permite visualizar claramente estas diferencias, observándose que todos los tratamientos superan al testigo, destacando el tratamiento combinado T5 con el mayor peso promedio de vaina, además se aprecia una tendencia de crecimiento con la aplicación de reguladores, por lo que se refuerza la respuesta positiva del cultivo y la superioridad de los tratamientos combinados.

Figura 10. *Peso promedio de vaina por planta según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)*



Los resultados del peso promedio de vaina evidenciaron diferencias entre los tratamientos, lo que evidencia una respuesta del cultivo a la aplicación de reguladores de crecimiento; estos resultados coinciden con Agurto (2022), quien reporta que el uso de reguladores incrementa el peso de las vainas, esto se explica por una mayor formación y desarrollo de estructuras reproductivas, además coincide con Castro y Valencia (2021), quienes señalan que el ácido giberélico favorece el crecimiento de tejidos, lo que contribuye al aumento del peso y desarrollo de las vainas, de igual manera Junli et al. (2022) indican que el ácido salicílico mejora la respuesta fisiológica del cultivo bajo condiciones de estrés, lo que favorece el adecuado llenado de las vainas. Pero la variación observada entre tratamientos sugiere que este efecto no es uniforme, lo que puede atribuirse a la dosis aplicada y a la interacción con las condiciones edafoclimáticas, las cuales influyen directamente en la acumulación de fotoasimilados y el peso final de las vainas.

4.3.4. Número de granos por vaina

La (Tabla 9) muestra el análisis de varianza del número de granos por vaina en frijol caupí (*Vigna unguiculata*) bajo diferentes tratamientos hormonales.

Tabla 9. *Análisis de varianza del número de granos por vaina*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	170.86	8	21.36	8.32	<0.0001
Bloque	20.96	2	10.48	4.08	0.0178
Tratamiento	149.90	6	24.98	9.73	<0.0001
Error	785.66	306	2.57		
Total	956.52	314			

El análisis de varianza evidenció que el efecto de los tratamientos fue altamente significativo ($p < 0.0001$), con un valor de $F = 9.73$ lo que refleja que la aplicación de reguladores de crecimiento influyó de manera importante en la cantidad de granos por vaina; también el efecto de bloques resultó significativo ($p = 0.0178$), lo que sugiere cierta variabilidad en las condiciones del terreno que influyó en esta variable; el coeficiente de variación fue de 15.09%, indicando una variabilidad experimental moderada, esta situación es aceptable para este tipo de característica productiva.

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla 10).

Tabla 10. *Resultados de la prueba de Tukey para el número de granos por vaina*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo	9.04	45	0.24	A
T4	10.44	45	0.24	B
T1	10.71	45	0.24	B
T3	10.76	45	0.24	B
T6	11.00	45	0.24	B
T2	11.07	45	0.24	B
T5	11.29	45	0.24	B

El tratamiento testigo (T0) presentó el menor número de granos por vaina con un promedio de 9.04 granos, ubicándose en el grupo estadístico inferior (A), lo que evidencia que en ausencia de reguladores de crecimiento el cultivo presenta una menor eficiencia reproductiva.

En los tratamientos con aplicación de reguladores, se registra un crecimiento generalizado en el número de granos por vaina; el tratamiento T4 (ácido salicílico 250 ml/cil) alcanzó 10.44 granos, mostrando una mejora importante respecto al testigo, aunque aún inferior a otros tratamientos.

Los tratamientos con ácido giberélico, como T1 (125 ml/cil) con 10.71 granos y T2 (100 ml/cil) , con 11.07 granos evidencian un mayor efecto en la formación de granos, eso está relacionado con su acción en el desarrollo floral y el cuajado.

Por su parte, el tratamiento T3 (ácido salicílico 500 ml/cil) registró 10.76 granos, mostrando un comportamiento similar a los tratamientos con ácido giberélico, lo que confirma que este regulador también contribuye a mejorar la eficiencia reproductiva, posiblemente al reducir el estrés y favorecer la retención de flores.

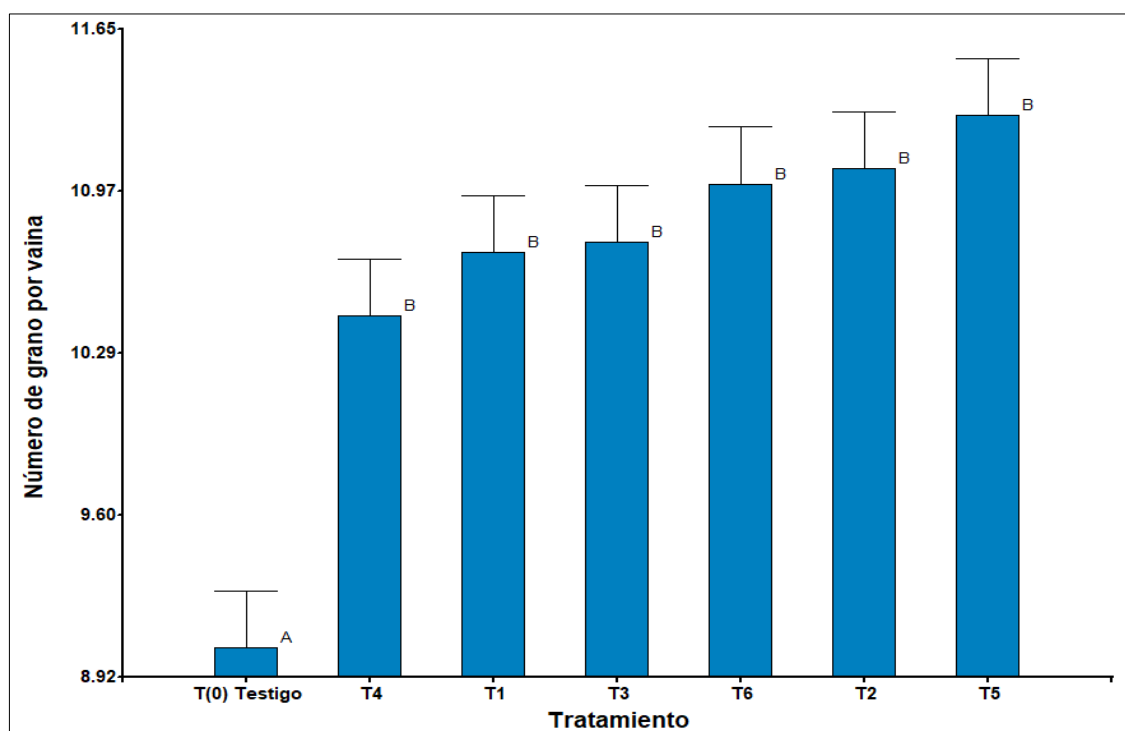
El tratamiento T6 (75 ml/cil de ácido giberélico + 50 ml/cil de ácido salicílico) alcanzó 11.00 granos, superando al testigo incluso a algunos tratamientos individuales, lo que evidencia que incluso combinaciones en dosis bajas pueden generar respuestas positivas.

El mayor valor se obtuvo con el tratamiento T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil) que alcanzó 11.29 granos por vaina, ubicándose en el grupo estadísticamente superior (B), este resultado confirma nuevamente un efecto sinérgico entre ambos reguladores, favoreciendo tanto el desarrollo como la retención de granos en la vaina.

Es pertinente señalar que a excepción del testigo, todos los tratamientos comparten la misma letra (B), lo que confirma que no existen diferencias estadísticas entre ellos a pesar de presentar mayores valores numéricos; esto sugiere que aunque los reguladores mejoran el número de granos por vaina respecto al testigo, las diferencias entre dosis y combinaciones no son suficientemente marcadas para ser estadísticamente distintas.

El gráfico de barras (Figura 11) permite visualizar claramente esta tendencia, donde se determinó que todos los tratamientos superan al testigo, destacando el tratamiento T5 con el mayor número de granos por vaina.

Figura 11. *Número de granos por vaina según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)*



Los resultados del número de granos por vaina evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos a excepción del testigo, lo que demuestra una respuesta del cultivo a la aplicación de reguladores de crecimiento; por eso Agurto (2022) señala que el uso de reguladores favorece la formación de granos, debido a una mayor retención de flores y un adecuado desarrollo reproductivo, esto se relaciona con

los valores obtenidos en el presente estudio, de manera similar García (2022) indica que las fitohormonas influyen en la formación y llenado de semillas, contribuyendo al aumento del número de granos por vaina, incluso Castro y Valencia (2021) mencionan que el ácido giberélico promueve el desarrollo de estructuras reproductivas, mientras que Junli et al. (2022) destacan que el ácido salicílico mejora la estabilidad fisiológica del cultivo bajo condiciones de estrés, favoreciendo el cuajado de frutos. Pero las diferencias entre tratamientos indican que la respuesta del cultivo está influenciada por el nivel de aplicación de los reguladores y por las condiciones del entorno, las cuales inciden directamente en la formación y desarrollo de los granos.

4.3.5. *Peso de granos por vaina*

En la (Tabla 11) se presenta el análisis de varianza para la variable peso de granos por vaina en el cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*), evaluado bajo la aplicación de ácido giberélico, ácido salicílico y sus combinaciones en diferentes dosis.

Tabla 11. *Análisis de varianza del peso de granos por vaina en frijol caupí*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.21	8	2.03	8.02	<0.0001
Bloque	0.51	2	0.26	1.01	0.3655
Tratamiento	15.70	6	2.62	10.36	<0.0001
Error	77.32	306	0.25		
Total	93.53	314			

El análisis de varianza evidenció que el efecto de los tratamientos fue altamente significativo ($p < 0.0001$) con un valor de $F = 10.36$, lo que confirma que la aplicación de reguladores de crecimiento influyó de manera importante en el peso de los granos por vaina; en contraste, el efecto de bloques no presentó diferencias significativas ($p = 0.3655$), lo que confirma la homogeneidad del área experimental; además el coeficiente

de variación fue de 20.08%, indicando una variabilidad experimental moderada, aceptable para este tipo de variable productiva.

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla 12).

Tabla 12. Comparación de medias del peso de granos por vaina según tratamientos

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Testigo	2.04	45	0.07	A	
T6	2.45	45	0.07	B	
T3	2.49	45	0.07	B	C
T4	2.49	45	0.07	B	C
T1	2.56	45	0.07	B	C
T2	2.71	45	0.07	B	C
T5	2.79	45	0.07		C

El tratamiento testigo (T0) presentó el menor peso de granos por vaina con un valor de 2.04 g, ubicándose en el grupo estadístico inferior (A), lo que evidencia un menor llenado de granos en ausencia de reguladores de crecimiento.

En los tratamientos con aplicación de reguladores, se obtuvo un aumento progresivo en el peso de granos por vaina; el tratamiento T6 (ácido giberélico 75 ml/cil + ácido salicílico 50 ml/cil) alcanzó 2.45 g, mostrando una mejora respecto al testigo, aunque aún en un nivel inferior frente a otros tratamientos.

Los tratamientos con ácido salicílico, T3 (500 ml/cil) y T4 (250 ml/cil), registraron valores de 2.49 g, mostrando un comportamiento similar entre sí, lo que indica que este regulador favorece el llenado de granos, posiblemente por su efecto en la tolerancia al estrés y la mejora de la eficiencia fisiológica.

Por su parte los tratamientos con ácido giberélico, como T1 (125 ml/cil) con 2.56 g y T2 (100 ml/cil) con 2.71 g, presentaron valores superiores, evidenciando un

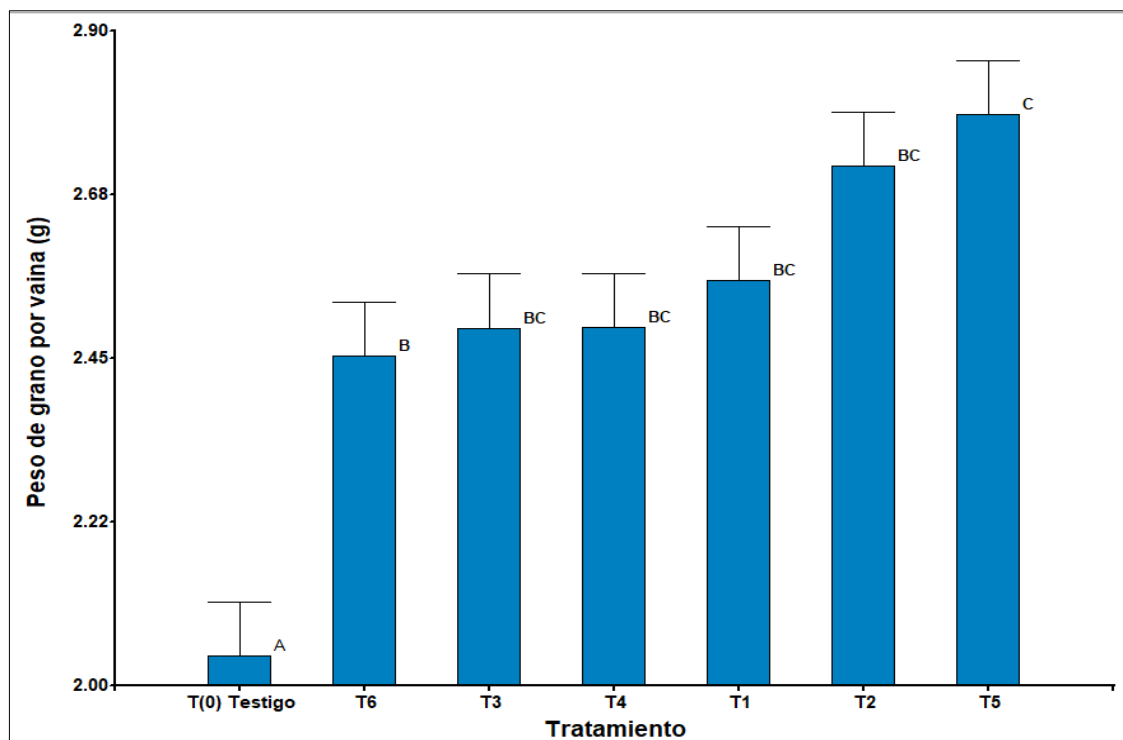
mayor efecto en el llenado y acumulación de reservas en los granos, asociado a su función en la elongación celular y movilización de reservas.

El mayor valor se obtuvo con el tratamiento T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil) que alcanzó 2.79 g, ubicándose en el grupo estadísticamente superior (C), este resultado confirma un efecto sinérgico entre ambos reguladores, favoreciendo tanto el desarrollo de la vaina como el llenado de los granos.

También la presencia de tratamientos con letras comunes como T1, T2, T3 y T4 indica que no existen diferencias estadísticas entre ellos, a pesar de presentar variaciones numéricas, lo que sugiere respuestas similares en ese rango de dosis.

En el gráfico de barras (Figura 12) permite visualizar claramente esta tendencia, donde se obtuvo que todos los tratamientos con aplicación de reguladores superan al testigo, destacando el tratamiento combinado T5, que presenta el mayor peso de granos por vaina.

Figura 12. *Peso de granos por vaina según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)*



Los resultados del peso de granos por vaina evidenciaron diferencias entre los tratamientos, lo que refleja una respuesta del cultivo a la aplicación de reguladores de crecimiento; en este caso Agurto (2022) señala que el uso de reguladores favorece el llenado de los granos, eso coincide con el presente estudio debido a que estos compuestos estimulan la acumulación de reservas en las semillas, incrementando su peso, de manera similar García (2022) indica que las fitohormonas influyen en el proceso de llenado, lo que se relaciona con los resultados obtenidos, ya que una mayor actividad fisiológica permite un mejor transporte y acumulación de fotoasimilados hacia los granos, además Castro y Valencia (2021) mencionan que el ácido giberélico estimula el crecimiento de tejidos reproductivos, lo que explica el mayor desarrollo de los granos, mientras que Junli et al. (2022) destacan que el ácido salicílico mejora la respuesta del cultivo frente al estrés, favoreciendo la estabilidad del proceso de llenado. Por eso las diferencias entre tratamientos evidencian que el proceso de llenado de los granos está condicionada por la dosis aplicada y por las condiciones edafoclimáticas, factores que influyen directamente en su peso final.

4.4. Calidad comercial

4.4.1. Peso de 100 semillas

En la (tabla 13) se presenta el análisis de varianza para la variable peso de 100 semillas en el cultivo de frijol caupí tuvieron los siguientes resultados

Tabla 13. *Análisis de varianza del peso de 100 semillas de frijol caupí*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36.76	8	4.59	2.68	0.0605
Bloque	10.60	2	5.30	3.09	0.0828
Tratamiento	26.16	6	4.36	2.54	0.0799
Error	20.60	12	1.72		
Total	57.35	20			

El análisis de varianza evidenció que el efecto de los tratamientos no fue significativo ($p = 0.0799$) con un valor de $F = 2.54$, lo que evidencia que la aplicación de los reguladores de crecimiento no influyó de manera estadísticamente significativa en el peso de 100 semillas, asimismo el efecto de bloques tampoco resultó significativo ($p = 0.0828$), evidenciando que las condiciones del terreno no generaron diferencias importantes en esta variable, su coeficiente de variación fue de 5.42%, indicando una baja variabilidad experimental, lo que refleja una adecuada precisión en los datos.

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla 14)

Tabla 14. Comparación de medias del peso de 100 semillas según tratamientos

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo	22.59	3	0.76	A
T6	22.75	3	0.76	A
T3	23.92	3	0.76	A
T1	24.12	3	0.76	A
T4	24.64	3	0.76	A
T5	25.55	3	0.76	A
T2	25.60	3	0.76	A

El tratamiento testigo (T0) presentó un valor de 22.59 g, siendo el menor entre los tratamientos; aun así estadísticamente no difiere de los demás.

En los tratamientos con aplicación de reguladores se registra una tendencia numérica creciente en el peso de 100 semillas; el tratamiento T6 (ácido giberélico 75 ml/cil + ácido salicílico 50 ml/cil) alcanzó 22.75 g, mientras que T3 (ácido salicílico 500 ml/cil) registró 23.92 g, mostrando mayor valor respecto al testigo.

Además los tratamientos con ácido giberélico, como T1 (125 ml/cil) con 24.12 g y T2 (100 ml/cil) con 25.60 g, evidencian valores superiores, lo que sugiere un posible efecto positivo en la acumulación de reservas en la semilla.

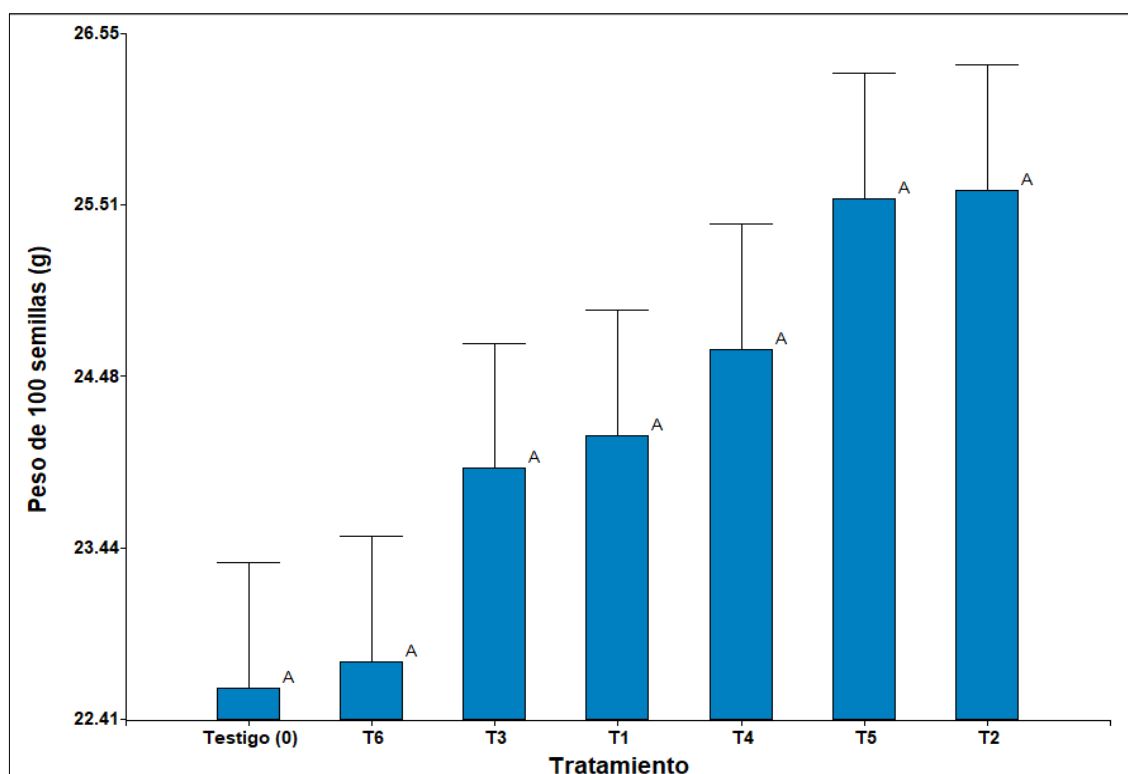
Hay que destacar que el tratamiento T4 (ácido salicílico 250 ml/cil) alcanzó 24.64 g, mientras que el tratamiento combinado T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil) presentó uno de los valores más altos con 25.55 g, mostrando una tendencia favorable.

Todos los tratamientos comparten la misma letra en la prueba de Tukey (A), lo cual permite interpretar que no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos, a pesar de las diferencias numéricas observadas.

Este comportamiento sugiere que el peso de 100 semillas es una variable más estable y menos sensible a la aplicación de reguladores de crecimiento, estando probablemente más influenciada por factores genéticos propios del cultivo que por las condiciones de manejo.

En el gráfico de barras (Figura 13) permite visualizar esta tendencia, donde se registra un crecimiento progresivo en los valores; pese a eso dichas diferencias no son suficientes para ser consideradas estadísticamente significativas.

Figura 13. *Peso de 100 semillas según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)*



Los resultados del peso de 100 semillas mostraron variaciones entre tratamientos; sin embargo, estas no fueron suficientes para generar diferencias estadísticas significativas; según Agurto (2022) señala que el uso de reguladores incrementa el peso de las semillas, eso guarda relación con el presente estudio debido a que estos compuestos favorecen el llenado y la acumulación de reservas, incrementando su tamaño y peso, de manera similar García (2022) indica que las fitohormonas influyen en la calidad de la semilla, lo que podría estar relacionado con los resultados obtenidos, ya que una mayor actividad fisiológica mejora la movilización de fotoasimilados hacia las semillas.

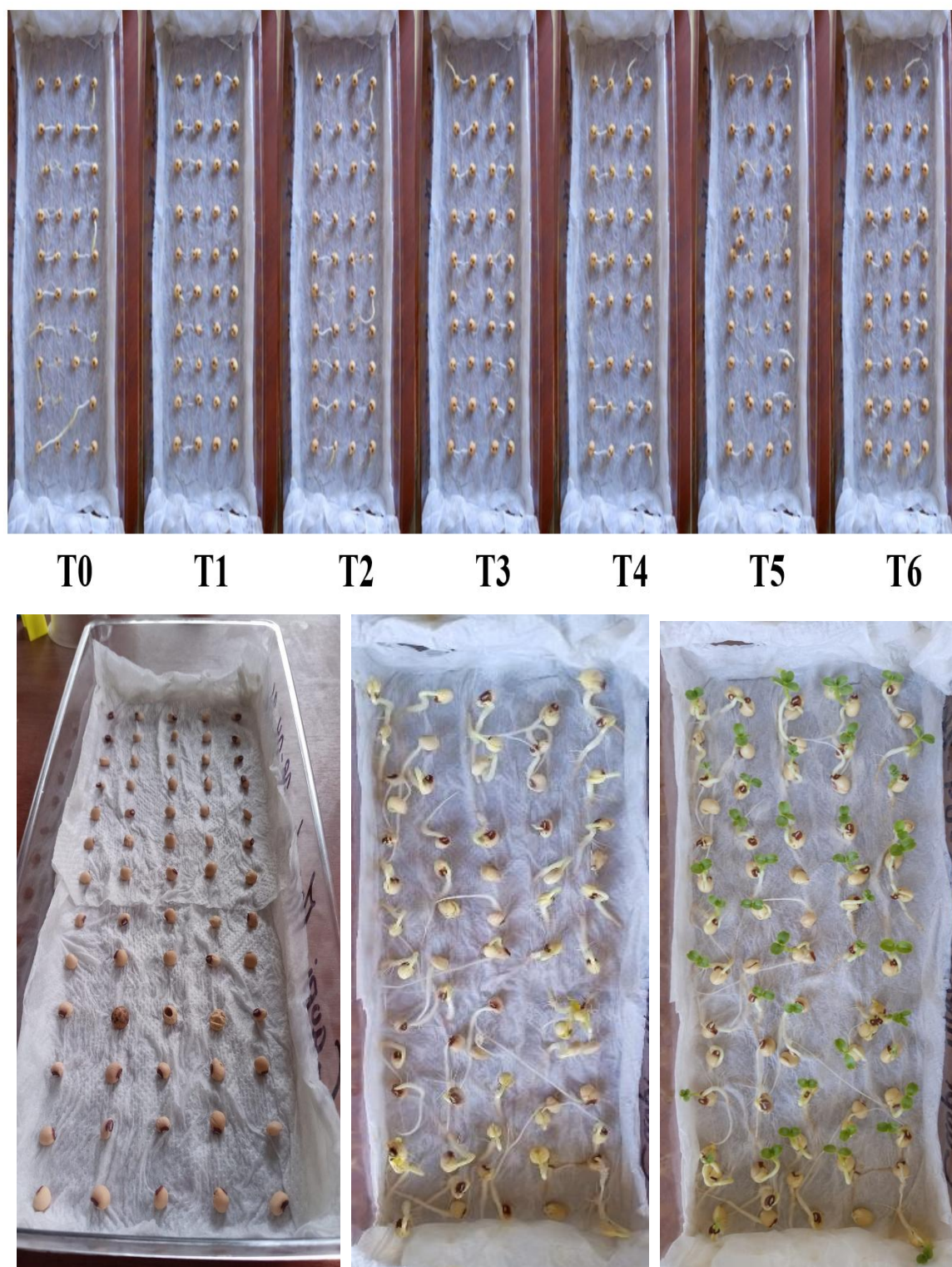
También Castro y Valencia (2021) mencionan que el ácido giberélico estimula el crecimiento de los tejidos, mientras que Junli et al. (2022) destacan que el ácido salicílico mejora la tolerancia al estrés, lo que favorece la estabilidad del proceso de llenado. Por eso, las variaciones observadas entre tratamientos sugieren que el peso de las semillas está relacionado con la eficiencia del llenado, proceso influenciado por la disponibilidad de fotoasimilados y la respuesta fisiológica del cultivo.

Calidad Física del Grano y Porcentaje de Germinación

Tabla 15. *Evaluación de la calidad física de grano y porcentaje de germinación*

Tratamiento	Calidad Física de Grano							Porcentaje de Germinación
	Grano Partido	Grano Manchado	Grano Arrugado	Grano Descascarado	Grano Menudo	Grano Picado	Grano Hongueado	
T0	1.5%	2.0%	2.0%	0.7%	1.0%	2.1%	1.9%	89%
T1	0.3%	0.2%	0.3%	0.1%	0.7%	0.6%	0.2%	95%
T2	0.5%	0.1%	0.3%	0.1%	0.9%	0.8%	0.3%	94%
T3	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.4%	0.4%	0.1%	97%
T4	0.3%	0.1%	0.4%	0.0%	0.6%	0.5%	0.1%	96%
T5	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	99%
T6	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.0%	98%

Figura 14. *Ensayo de germinación de semillas de frijol caupí correspondientes a los diferentes tratamientos.*



Con el propósito de complementar la evaluación de la calidad comercial de la semilla, además del peso de 100 semillas se evaluó el porcentaje de germinación y la calidad física del grano, en general los tratamientos con ácido salicílico y ácido

giberélico mostraron un mejor comportamiento que el testigo, reflejándose en mayores porcentajes de germinación y una menor incidencia de defectos físicos.

Destacó el tratamiento T5, que alcanzó el mayor porcentaje de germinación (99 %) y presentó granos más sanos y uniformes, con una mínima presencia de daños, además se observó que los tratamientos T3, T4 y T6 también registraron porcentajes de germinación superiores al 95 %, lo que evidencia una respuesta favorable del cultivo a la aplicación de estos reguladores de crecimiento; en cuanto a la calidad física, la reducción de granos partidos, manchados, arrugados, picados y hongueados permitió obtener semillas con una mejor apariencia comercial y mayor uniformidad.

Estos resultados son importantes porque una semilla con alta capacidad de germinación y buen estado físico incrementa las probabilidades de lograr un establecimiento uniforme del cultivo, favoreciendo un mejor desarrollo de las plantas durante las primeras etapas de crecimiento.

4.5. Rendimiento

4.5.1. Peso estimado del grano (kg)

En la (Tabla 15) se presenta el análisis de varianza para la variable peso estimado del grano en el cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*), teniendo los siguientes resultados

Tabla 16. *Análisis de varianza del peso estimado del grano (kg) en frijol caupí*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1145.93	8	143.24	2.45	0.0784
Bloque	24.87	2	12.44	0.21	0.8113
Tratamiento	1121.06	6	186.84	3.20	0.0410
Error	701.25	12	58.44		
Total	1847.18	20			

El análisis de varianza evidenció que el efecto de los tratamientos fue significativo ($p = 0.0410$) con un valor de $F = 3.20$, lo que refleja que la aplicación de reguladores de crecimiento influyó de manera significativa en el rendimiento del cultivo; este comportamiento se explica porque tanto el ácido giberélico como el ácido salicílico actúan sobre procesos fisiológicos clave del cultivo; el ácido giberélico promueve la elongación celular, el crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo, favoreciendo una mayor formación de vainas y mejor llenado de granos, mientras que el ácido salicílico contribuye a la activación de mecanismos de defensa y tolerancia al estrés abiótico, como salinidad o condiciones edáficas limitantes, permitiendo una mayor retención de flores y vainas; a su vez la combinación de ambos reguladores potencia estos efectos, generando una respuesta más eficiente en la planta que se traduce en un mayor rendimiento.

El efecto de bloques no presentó diferencias significativas ($p = 0.8113$), lo que confirma la homogeneidad del área experimental en términos de condiciones edáficas, y indicando que las variaciones en el rendimiento no se deben a diferencias del terreno, sino principalmente a la acción de los tratamientos aplicados, esto sugiere que factores como textura del suelo, contenido de materia orgánica y condiciones de riego se mantuvieron relativamente uniformes dentro del experimento.

Un punto importante es que el coeficiente de variación fue de 13.86%, indicando una variabilidad experimental moderada, considerada aceptable para variables de rendimiento; este nivel de variabilidad puede atribuirse a la naturaleza biológica del cultivo y a la influencia de factores ambientales no controlados, como pequeñas fluctuaciones en temperatura, humedad o disponibilidad hídrica; aunque el valor obtenido refleja una adecuada precisión experimental, lo que otorga confiabilidad a los

resultados y permite afirmar que las diferencias observadas entre tratamientos son consistentes y atribuibles al efecto de los reguladores de crecimiento.

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla 16).

Tabla 17. Comparación de medias del peso estimado del grano (kg) según tratamientos

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Testigo	41.92	3	4.41	A	
T1	51.31	3	4.41	A	B
T3	54.73	3	4.41	A	B
T6	55.01	3	4.41	A	B
T4	57.17	3	4.41	A	B
T2	57.62	3	4.41	A	B
T5	68.32	3	4.41		B

El tratamiento testigo (T0) presentó el menor rendimiento con 41.92 kg, ubicándose en el grupo estadístico inferior (A), lo que evidencia que en ausencia de reguladores de crecimiento el cultivo expresa su menor potencial productivo.

En los tratamientos con aplicación de reguladores se obtuvo un aumento progresivo en el rendimiento; el tratamiento T1 (ácido giberélico 125 ml/cil) alcanzó 51.31 kg, mostrando una mejora considerable respecto al testigo, de manera similar T3 (ácido salicílico 500 ml/cil) registró 54.73 kg, mientras que T6 (75 ml/cil de ácido giberélico + 50 ml/cil de ácido salicílico) alcanzó 55.01 kg, evidenciando mejoras importantes en la producción de grano.

Los tratamientos T4 (ácido salicílico 250 ml/cil) y T2 (ácido giberélico 100 ml/cil) presentaron valores de 57.17 kg y 57.62 kg respectivamente, ubicándose en un nivel productivo superior, lo cual permite interpretar que tanto el ácido giberélico como

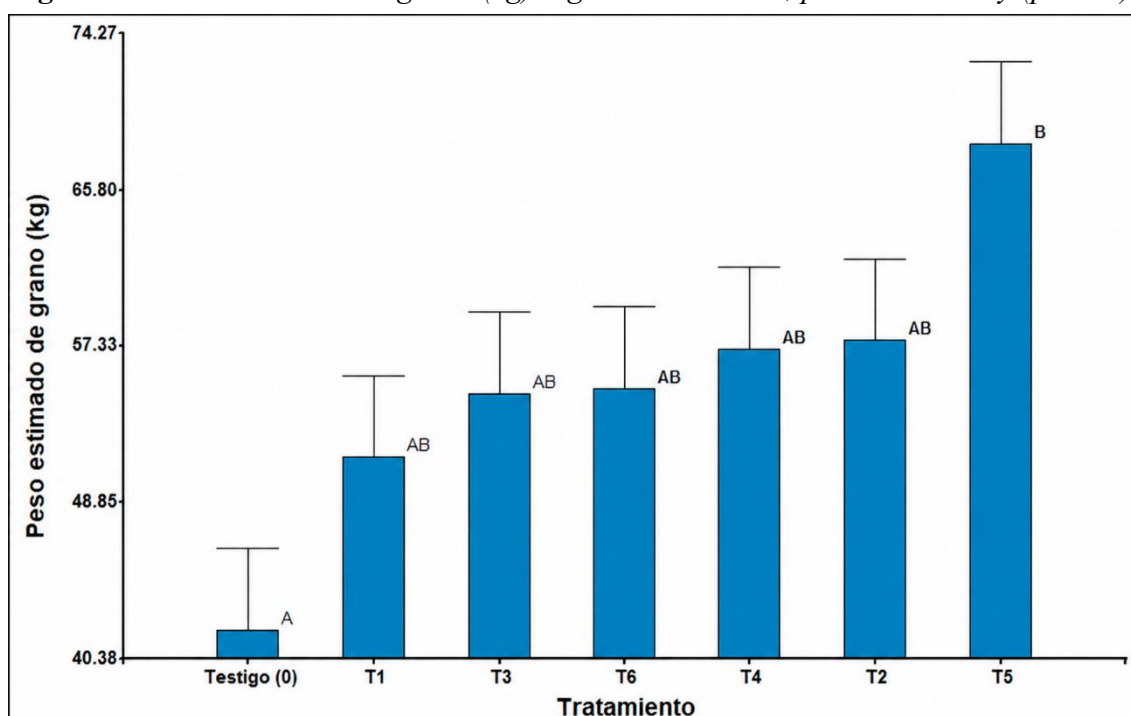
el ácido salicílico, en dosis adecuadas, contribuyen significativamente al aumento del rendimiento.

El mayor valor se obtuvo con el tratamiento T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil), que alcanzó 68.32 kg, ubicándose en el grupo estadísticamente superior (B). Este resultado evidencia un claro efecto sinérgico entre ambos reguladores, logrando maximizar el rendimiento del cultivo.

Cabe destacar que los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T6 comparten letras (AB), lo que refleja que no existen diferencias estadísticas entre ellos, aunque sí muestran mayores valores numéricos respecto al testigo; por tal el tratamiento T5 sí se diferencia estadísticamente, posicionándose como el tratamiento más eficiente.

En, el gráfico de barras (Figura 14) permite visualizar claramente estas diferencias, donde se observa que todos los tratamientos con reguladores superan al testigo con 41.92 kg, destaca ampliamente el tratamiento T5 que alcanzó 68.32 kg, siendo el valor más alto entre todos los tratamientos evaluados, esto representa un aumento de 63% respecto al testigo, sugiriendo una mayor respuesta productiva.

Figura 15. *Peso estimado del grano (kg) según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)*



Este comportamiento se debe a la combinación de ácido giberélico (100 ml/cil) y ácido salicílico (400 ml/cil), que actúan de manera complementaria; el ácido giberélico favorece el crecimiento y llenado de granos, mientras que el ácido salicílico mejora la tolerancia al estrés, optimizando el rendimiento; de esta manera el tratamiento T5 demuestra ser la combinación más eficiente para maximizar la producción de grano bajo las condiciones evaluadas.

Los resultados del peso estimado del grano evidenciaron diferencias entre los tratamientos, lo que refleja el efecto de los reguladores de crecimiento sobre la producción del cultivo; por ello Agurto (2022) señala que la aplicación de ácido giberélico incrementa el rendimiento del frijol debido a una mayor formación y desarrollo de estructuras reproductivas, esto coincide con el presente estudio, ya que un mayor número de vainas y un mejor llenado de granos se traduce en un incremento del peso total cosechado. De manera similar, García (2022) indica que las fitohormonas influyen directamente en variables productivas, al mejorar la eficiencia fisiológica del cultivo y la distribución de fotoasimilados hacia los órganos de reserva.

Según la investigación de Singh et al. (2025) reportan que la aplicación combinada de reguladores de crecimiento mejora significativamente el rendimiento, esto se explica por la interacción entre procesos de crecimiento y llenado de granos; igualmente Junli et al. (2022) destacan que el ácido salicílico contribuye a la tolerancia al estrés, permitiendo mantener la actividad fisiológica del cultivo y favorecer la producción en condiciones no óptimas. Con todo lo mencionado, las diferencias observadas entre tratamientos evidencian que el rendimiento está estrechamente ligado a la capacidad del cultivo para formar y llenar adecuadamente sus estructuras reproductivas, lo que determina el peso final del grano en las condiciones del presente estudio.

4.5.2. Rendimiento estimado (kg/ha)

En este apartado se evalúa el rendimiento estimado del cultivo como variable integradora de los componentes productivos, permitiendo analizar el efecto de los tratamientos sobre la producción final de grano bajo las condiciones del experimento.

La (Tabla 17) muestra el análisis de varianza correspondiente al rendimiento estimado por hectárea del cultivo de frijol caupí (*Vigna unguiculata*), bajo la aplicación de ácido giberélico, ácido salicílico y sus combinaciones en diferentes dosis.

Tabla 18. *Análisis de varianza del rendimiento estimado (kg/ha) en frijol caupí*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12054523.57	8	1506815.45	2.45	0.0784
Bloque	261624.91	2	130812.45	0.21	0.8113
Tratamiento	11792898.66	6	1965483.11	3.20	0.0410
Error	7376737.64	12	614728.14		
Total	19431261.21	20			

El análisis de varianza evidenció que el efecto de los tratamientos fue significativo ($p = 0.0410$), con un valor de $F = 3.20$, lo que indica que la aplicación de reguladores de crecimiento influyó de manera significativa en el rendimiento estimado del cultivo; este resultado confirma que las diferencias observadas no son aleatorias, sino producto de la acción de los tratamientos sobre los procesos fisiológicos del cultivo, además el efecto de bloques no presentó diferencias significativas ($p = 0.8113$), evidenciando la homogeneidad del área experimental; además el coeficiente de variación fue de 13.86%, indicando una variabilidad experimental moderada, eso es aceptable para variables de rendimiento estimado y refleja una adecuada precisión experimental.

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia (Tabla 18)

Tabla 19. Comparación de medias del rendimiento estimado (kg/ha) según tratamientos

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Testigo	4299.15	3	452.67	A	
T1	5262.47	3	452.67	A	B
T3	5613.17	3	452.67	A	B
T6	5641.65	3	452.67	A	B
T4	5863.18	3	452.67	A	B
T2	5909.88	3	452.67	A	B
T5	7007.17	3	452.67		B

El tratamiento testigo (T0) presentó el menor rendimiento estimado con 4299.15 kg/ha, ubicándose en el grupo estadístico inferior (A), lo que evidencia que en ausencia de reguladores de crecimiento el cultivo expresa su menor potencial productivo bajo las condiciones del experimento.

En los tratamientos con aplicación de reguladores se registra un crecimiento progresivo en el rendimiento estimado, el tratamiento T1 (ácido giberélico 125 ml/cil) alcanzó 5262.47 kg/ha, mientras que T3 (ácido salicílico 500 ml/cil) registró 5613.17 kg/ha, evidenciando que ambos reguladores, aplicados de manera individual, contribuyen a mejorar la producción.

El tratamiento T6 (ácido giberélico 75 ml/cil + ácido salicílico 50 ml/cil) alcanzó 5641.65 kg/ha, mostrando una respuesta superior a los tratamientos individuales en algunos casos, lo que sugiere un efecto positivo de la combinación, incluso en dosis bajas.

Por su parte los tratamientos T4 (ácido salicílico 250 ml/cil) y T2 (ácido giberélico 100 ml/cil) alcanzaron 5863.18 kg/ha y 5909.88 kg/ha, respectivamente, evidenciando un mayor nivel productivo, lo que evidencia que dosis adecuadas de estos reguladores optimizan el rendimiento del cultivo.

El mayor rendimiento estimado se obtuvo con el tratamiento T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil), que alcanzó 7007.17 kg/ha, ubicándose en el grupo estadísticamente superior (B); este resultado representa un mayor valor aproximadamente 63% respecto al testigo, confirmando que la combinación de ambos reguladores en dosis adecuadas genera el máximo potencial productivo del cultivo.

Este comportamiento superior de T5 se explica por la integración de efectos observados en variables anteriores, donde se evidenció que este tratamiento favoreció el mayor número de vainas por planta, mayor tamaño de vaina, mayor peso de vaina y mejor llenado de granos, lo que en conjunto se traduce en un mayor rendimiento estimado final; el ácido giberélico contribuyó al crecimiento y desarrollo de las estructuras reproductivas, mientras que el ácido salicílico mejoró la tolerancia del cultivo a condiciones edáficas moderadamente limitantes, como ligera salinidad, bajo contenido de materia orgánica y posible efecto de sodicidad, favoreciendo la retención de flores y vainas.

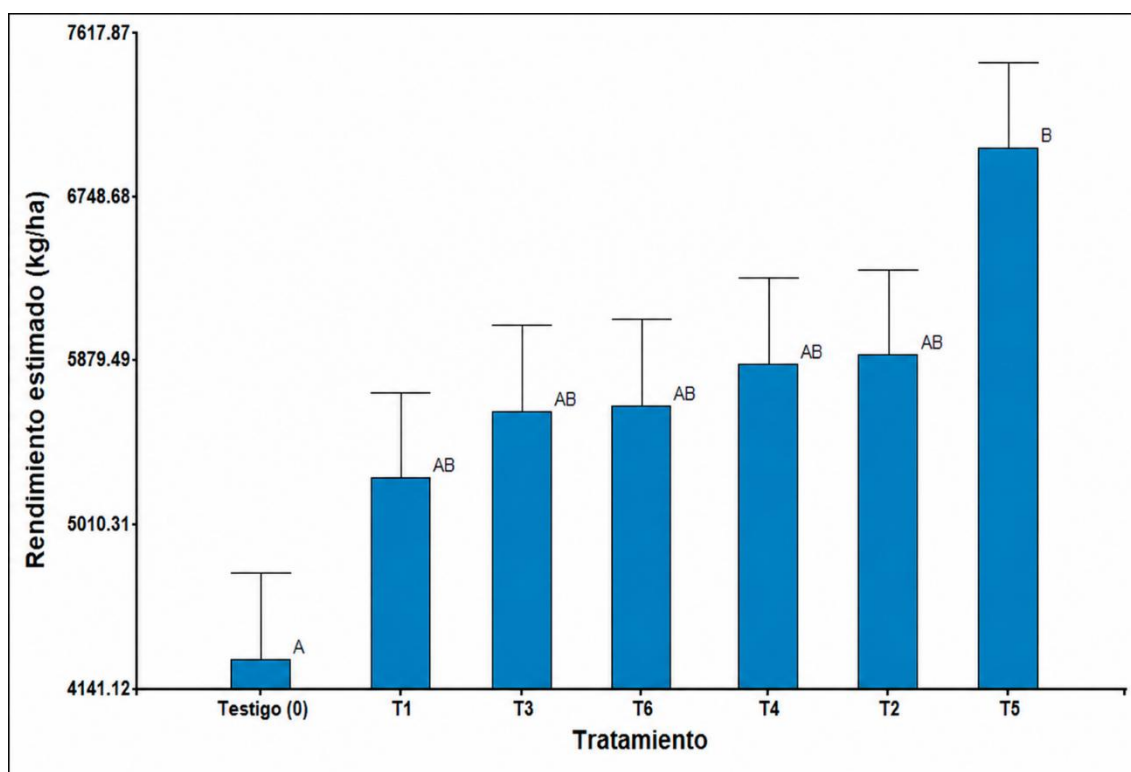
Incluso la interacción de ambos reguladores permitió una mayor eficiencia en la fotosíntesis y en la movilización de asimilados hacia los órganos de cosecha, lo que se reflejó en un mejor llenado de granos.

Hay que destacar que, aunque los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T6 presentan valores elevados y comparten letras (AB), indicando que no existen diferencias estadísticas entre ellos, todos superan claramente al testigo; por otro lado el tratamiento T5 sí logra diferenciarse estadísticamente, posicionándose como el tratamiento más eficiente.

Como en el gráfico de barras (Figura 15) permite visualizar claramente esta tendencia, donde se ve que todos los tratamientos con reguladores superan al testigo,

destacando ampliamente el tratamiento T5, que presenta el mayor rendimiento estimado; este comportamiento confirma que la aplicación combinada de ácido giberélico y ácido salicílico en dosis adecuadas maximiza la productividad del cultivo bajo las condiciones edafoclimáticas del área de estudio.

Figura 16. Rendimiento estimado (kg/ha) según tratamientos, prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)



Como se pudo ver el comportamiento del rendimiento estimado observado en el presente estudio permite evidenciar que la respuesta del cultivo no solo depende de la aplicación de reguladores de crecimiento, sino también de la interacción de estos con las condiciones edafoclimáticas del área experimental, en este sentido factores como la ligera salinidad del suelo, el bajo contenido de materia orgánica y las características del agua de riego pudieron generar un ambiente de estrés moderado, en el cual la aplicación de reguladores favoreció una mejor adaptación del cultivo; esta respuesta se traduce en una mayor eficiencia en procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la absorción de nutrientes y la movilización de asimilados hacia los órganos reproductivos.

Hay que destacar que el crecimiento del rendimiento está estrechamente relacionado con la mejora de los componentes productivos previamente evaluados, evidenciando que existe una respuesta integral del cultivo frente a los tratamientos aplicados, esto confirma que el manejo mediante reguladores de crecimiento no solo influye en variables individuales, sino que tiene un efecto acumulativo sobre la productividad final del cultivo.

Los resultados evidenciaron diferencias entre tratamientos, reflejando el efecto de los reguladores en la productividad del cultivo; según Cavalcante et al. (2024) reportan que la aplicación combinada de ácido salicílico y ácido giberélico incrementa significativamente el rendimiento, esto se aprecia en el presente estudio, debido a que esta interacción favorece tanto el crecimiento como la eficiencia fisiológica del cultivo, mejorando la producción de grano; además Miri et al. (2021) señalan que el uso de reguladores como la giberelina permite reducir los efectos negativos del estrés, lo que se relaciona con los resultados obtenidos, ya que el cultivo logró mantener su productividad bajo condiciones edafoclimáticas moderadamente limitantes.

Además Singh et al. (2025) indican que la aplicación conjunta de reguladores mejora el rendimiento al promover el desarrollo de estructuras reproductivas y el llenado de granos, lo que explica el aumento en la producción por unidad de área; incluso Queveralú (2022) menciona que el rendimiento del cultivo está directamente relacionado con componentes como número de vainas y llenado de granos, lo cual permite interpretar que las diferencias observadas responden a la capacidad del cultivo para integrar eficientemente estos componentes productivos. El rendimiento obtenido refleja la interacción entre el efecto de los reguladores de crecimiento y las condiciones del entorno, determinando la productividad final del cultivo en el presente estudio.

Justificación del rendimiento estimado obtenido

El rendimiento obtenido en el presente estudio fue determinado a partir de los componentes productivos evaluados en el cultivo, permitiendo establecer una referencia del comportamiento de los tratamientos y comparar su respuesta bajo las condiciones del experimento, este procedimiento facilitó la evaluación del potencial productivo generado por la aplicación de los reguladores de crecimiento.

Además los resultados sugieren que la respuesta del cultivo no dependió únicamente de la presencia de los reguladores, sino también de la dosis aplicada y de la interacción entre ambos compuestos, en los tratamientos individuales se observó que T2 (100 ml/cil de ácido giberélico) superó a T1 (125 ml/cil de ácido giberélico) y T4 (250 ml/cil de ácido salicílico) presentó un mayor rendimiento que T3 (500 ml/cil de ácido salicílico), lo que podría indicar que incrementos en la dosis no necesariamente generan una respuesta proporcional en el cultivo, además en los tratamientos combinados se observó un comportamiento diferente, donde T5 (100 ml/cil de ácido giberélico + 400 ml/cil de ácido salicílico) presentó mayores valores que T6 (75 ml/cil de ácido giberélico + 50 ml/cil de ácido salicílico), lo que podría estar relacionado con una mejor interacción entre ambos reguladores; en este caso el mayor rendimiento estimado podría atribuirse a un efecto combinado que favoreció componentes productivos como el número de vainas, peso de vaina, llenado y acumulación de reservas en los granos, permitiendo una mayor expresión del potencial productivo del cultivo.

Los mayores valores fueron registrados en los tratamientos con reguladores de crecimiento, destacando T5 con 7007.17 kg/ha, resultado que podría estar asociado al efecto combinado de ambos reguladores, favoreciendo el desarrollo de estructuras reproductivas y el adecuado llenado de los granos, mientras que el testigo presentó el

menor rendimiento con 4299.15 kg/ha, posiblemente debido a la ausencia de compuestos que favorezcan procesos fisiológicos como el crecimiento y rendimiento.

Estos resultados fueron superiores a otros reportes presentes en la literatura, donde Queveralú (2022) obtuvo rendimientos entre 1500 y 1800 kg/ha, Villanueva (2023) reportó 2758.32 kg/ha y la variedad Vaina Blanca presenta un potencial aproximado de 2500–2800 kg/ha, uno de los factores que podría explicar estos valores fue la alta densidad poblacional utilizada, ya que durante el experimento se estableció una población de 36 855 plantas, con una distribución de 13 plantas por metro lineal y 0.70 m entre hileras, condición que permitió una mayor cantidad de plantas por unidad de superficie y un mejor aprovechamiento del área cultivada; Villanueva (2023) menciona que el incremento de la densidad puede favorecer el rendimiento por un mejor aprovechamiento del área cultivada, sin embargo el rendimiento real en campo suele disminuir debido a pérdidas asociadas a factores bióticos y de manejo, Togola et al. (2017) reportan pérdidas entre 50 y 80 %, pudiendo alcanzar hasta 90–100 % bajo infestaciones severas, mientras que Osipitan et al. (2021) indican reducciones cercanas al 62 % por estrés hídrico y competencia con malezas, incluso factores como el porcentaje de germinación, reducción de población efectiva, condiciones del suelo y calidad del agua también pueden influir en la producción final.

Por eso los resultados obtenidos deben interpretarse como una estimación del potencial productivo alcanzado por los tratamientos bajo las condiciones del experimento y no como un rendimiento real de cosecha, lo cual podría explicarse debido a que los rendimientos obtenidos corresponden a valores estimados calculados a partir de los componentes productivos y proyectados a una hectárea, por lo que representan una aproximación del potencial productivo del cultivo y no una producción real obtenida en cosecha.

Tabla 20. Rangos referenciales de pérdidas potenciales reportadas o estimadas para el cultivo de frijol caupí

Factor de pérdida	Reducción potencial (%)
Insectos plaga	50–80 %
Malezas	20–76 %
Estrés hídrico	20–62 %
Enfermedades	10–50 %
Pérdidas durante cosecha y poscosecha	5–15 %
Germinación no efectiva y mortalidad de plantas	5–20 %

Nota. Algunos porcentajes corresponden a valores reportados en la literatura y otros representan rangos referenciales utilizados para ilustrar posibles pérdidas en condiciones reales de campo.

Tabla 21. Escenarios de ajuste del rendimiento estimado considerando pérdidas potenciales en campo

Tratamiento	Rendimiento estimado (kg/ha)	Rendimiento real (kg/ha)		
		Con pérdida del 50 %	Con pérdida del 60 %	Con pérdida del 70 %
Testigo	4299.15	2149.58	1719.66	1289.75
T1 (AG 125 ml/cil)	5262.47	2631.24	2104.99	1578.74
T3 (AS 500 ml/cil)	5613.17	2806.59	2245.27	1683.95
T6 (AG 75 + AS 50 ml/cil)	5641.65	2820.83	2256.66	1692.50
T4 (AS 250 ml/cil)	5863.18	2931.59	2345.27	1758.95
T2 (AG 100 ml/cil)	5909.88	2954.94	2363.95	1772.96
T5 (AG 100 + AS 400 ml/cil)	7007.17	3503.59	2802.87	2102.15

Nota. Los valores ajustados representan escenarios teóricos de reducción del rendimiento estimado considerando pérdidas potenciales ocasionadas por plagas, enfermedades, malezas, estrés hídrico, fallas de establecimiento, cosecha y poscosecha.

Tabla 22. Costos de producción del cultivo de frijol caupí por hectárea y área experimental

RUBRO DE COSTO	COSTO DE PRODUCCIÓN				
	Unidad	Cantidad	Valor Unitario S/.	Valor Total 1 Ha	Valor Total 0,21 Ha
I COSTOS DIRECTOS				S/ 4 338,60	S/ 911,11
INSTALACIÓN HASTA LA COSECHA				S/ 3 090,60	S/ 649,03
A. MANO DE OBRA				S/ 1 300,00	S/ 273,00
1) Preparación de Terreno					
Levantamiento de bordos	Jornal	2,00	50,00	S/ 100,00	S/ 21,00
Riego de remojo	Jornal	2,00	50,00	S/ 100,00	S/ 21,00
2) Siembra					
Siembra frijol Caupí	Jornal	4,00	50,00	S/ 200,00	S/ 42,00
Levantamiento de bordos	Jornal	4,00	50,00	S/ 200,00	S/ 42,00
3) Labores Culturales					
Riegos	Jornal	2,00	50,00	S/ 100,00	S/ 21,00
Deshierbos	Jornal	2,00	100,00	S/ 200,00	S/ 42,00
Aplicaciones foliares	Jornal	4,00	100,00	S/ 400,00	S/ 84,00
B. MAQUINARIA AGRICOLA				S/ 630,00	S/ 132,30
Arada en seco Maquina	Hora/máq.	2,00	210,00	S/ 420,00	S/ 88,20
Cruzado en húmedo	Hora/máq.	1,00	210,00	S/ 210,00	S/ 44,10
C. INSUMOS				S/ 1.020,60	S/ 214,33
1) Semillas					
Semilla Frijol caupí	Kg	50,00	10,80	S/ 540,00	S/ 113,40
2) Bioestimulantes					
Acido Salicilico	Lt	1,00	80,00	S/ 80,00	S/ 16,80
Acido Giberelico	Und	4,00	11,00	S/ 44,00	S/ 9,24
3) Pesticidas					
Larvix (Methomil)	Sobre de 100gr	2,00	9,50	S/ 19,00	S/ 3,99
Kalkus 250 WG (Thiametoxan)	Sobre de 100gr	3,00	19,00	S/ 57,00	S/ 11,97
Spartaco (Cartap)	Sobre de 400gr	4,00	38,00	S/ 152,00	S/ 31,92
Optic (Emamectin benzoato + lufenuron)	Sobre de 100gr	2,00	24,00	S/ 48,00	S/ 10,08
Miclobutanil 40WP	Sobre de 100gr	2,00	25,00	S/ 50,00	S/ 10,50
Amistar 50 WG (azoxystrobin)	Sobre de 50gr	1,00	30,60	S/ 30,60	S/ 6,43
D. COSTO AGUA DE RIEGO				S/ 140,00	S/ 29,40
Riego con bombeo (machaco)	Servicio	1	70,00	S/ 70,00	S/ 14,70
Riegos con bombeo (surcos)	Servicio	1	70,00	S/ 70,00	S/ 14,70
E. COSECHA			0,59	S/ 1 248,00	S/ 262,08
Corte de la planta	Jornal	6,00	50,00	S/ 300,00	S/ 63,00
Cargio a la Era	Jornal	6,00	50,00	S/ 300,00	S/ 63,00
Trilla y Limpieza de grano	Jornal	8,00	60,00	S/ 480,00	S/ 100,80
Trasporte - Fletes/ Acopio grano	Kg	2.100,00	0,08	S/ 168,00	S/ 35,28
II. COSTOS INDIRECTOS				S/ 2 383,86	S/ 619,11
Análisis de Suelo	Muestra	1	80,00	S/ 80,00	S/ 80,00
Análisis de Agua	Muestra	1	70,00	S/ 70,00	S/ 70,00
Alquiler de terreno	Ha.	1	1 800,00	S/ 1 800,00	S/ 378,00
Imprevistos (10% C. D.)				S/ 433,86	S/ 91,11
COSTO TOTAL				S/ 6 722,46	S/ 1 530,22

Tabla 23. *Evaluación económica de la producción de una hectárea de frijol caupí del tratamiento T5 considerando una reducción del 70 % del rendimiento estimado.*

Cocepto	Unidad / Símbolo	Valor (S/.)
Valoración de la cosecha		
Rendimiento real T5 (Con 70% pérdida)	Rdto = Kg/ha	S/. 2 102,15
Precio promedio de venta	S/. x Kg	S/. 8,00
Valor bruto de la producción	VBP	S/. 16 817.20
Análisis de rentabilidad		
Instalación hasta la cosecha	IC	S/. 3 090,60
Cosecha	C	S/. 0,59
Costo total de grano	CTG	S/. 6 722,46
Costo total de poscosecha	CTPc	S/. 1 534.56
Costo total de producción	CTP= CTG+ CTPc	S/. 8 257.02
Valor bruto de la producción	VBP	S/. 16 817.20
Utilidad neta de la producción	UN=VBP-CTP	S/. 8 560.18

Análisis económico de la producción

Los resultados de la evaluación económica demuestran que el cultivo de frijol caupí es rentable bajo las condiciones en Pacora, aun considerando un escenario conservador con una reducción del 70 % del rendimiento estimado del tratamiento T5 (siendo este el mejor tratamiento obtenido), con la finalidad de aproximar la producción a condiciones reales de campo afectadas por pérdidas potenciales ocasionadas por plagas, enfermedades, competencia con malezas, estrés hídrico, cosecha y poscosecha, se obtuvo un rendimiento ajustado de 2 102,15 kg/ha.; un valor bruto de producción de S/. 16 817.20 y una utilidad neta de S/. 8 560.18 por hectárea.

Estos resultados indican que los ingresos generados superan ampliamente los costos de producción, evidenciando la viabilidad económica del cultivo, además el rendimiento ajustado se encuentra dentro de los rangos reportados para la variedad Vaina Blanca en condiciones comerciales, lo que respalda el potencial productivo y económico del frijol caupí en la región Lambayeque.

V. Conclusiones

La aplicación de ácido salicílico y ácido giberélico, tanto de manera individual como combinada, mejoró el rendimiento estimado y la calidad comercial de la semilla de frijol caupí bajo las condiciones edafoclimáticas de Pacora – Lambayeque, siendo el tratamiento T5 el que presentó los mejores resultados. Asimismo, la evaluación económica mostró que el cultivo constituye una alternativa rentable, incluso bajo un escenario conservador de reducción del rendimiento estimado.

El tratamiento combinado T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil) presentó el mayor rendimiento estimado con 7007.17 kg/ha, superando aproximadamente en 63% al tratamiento testigo (4299.15 kg/ha), asociado a mayores valores en componentes del rendimiento como número de vainas por planta, tamaño de vaina y mejor llenado de granos; sin embargo estos resultados representan una estimación del potencial productivo del cultivo debido a que fueron calculados a partir de componentes del rendimiento y proyectados a una hectárea; además en condiciones reales de campo, estos valores podrían disminuir por problemas de germinación, condiciones edafoclimáticas desfavorables, incidencia de plagas y enfermedades, pérdidas durante la cosecha y poscosecha, incluso por deficiencias en el manejo.

La aplicación de ácido salicílico y ácido giberélico mejoró la calidad comercial de la semilla de frijol caupí, aunque el peso de 100 semillas presentó variaciones entre tratamientos, estas no fueron suficientes para generar diferencias estadísticas significativas; además los tratamientos presentaron mayores porcentajes de germinación y menor incidencia de defectos físicos en los granos, especialmente las aplicaciones combinadas, favorecieron un mejor llenado de grano y una mayor uniformidad de la semilla, características que contribuyen a incrementar su valor comercial y sugieren un mejor desarrollo reproductivo del cultivo.

VI. Recomendaciones

Se recomienda evaluar el uso de ácido salicílico y ácido giberélico en condiciones edafoclimáticas similares a las del distrito de Pacora - Lambayeque, considerando un adecuado manejo agronómico, con la finalidad de verificar su comportamiento sobre el rendimiento y la calidad comercial de la semilla de frijol caupí.

Se recomienda considerar el tratamiento T5 (ácido giberélico 100 ml/cil + ácido salicílico 400 ml/cil) como referencia para futuras investigaciones, debido a que presentó los mayores valores en las variables de rendimiento evaluadas; además es conveniente complementar las evaluaciones con mediciones de rendimiento real en cosecha, con el propósito de comparar el potencial productivo estimado con la producción obtenida en campo.

Se recomienda incorporar en futuras investigaciones evaluaciones complementarias como vigor de semillas, emergencia en campo, almacenamiento de semillas, población efectiva de plantas y pérdidas ocasionadas por plagas, enfermedades y factores ambientales, con la finalidad de ampliar el conocimiento sobre la calidad fisiológica y comercial de la semilla y su efecto sobre el establecimiento del cultivo.

Se recomienda desarrollar estudios que evalúen diferentes dosis, momentos y frecuencias de aplicación de ácido salicílico y ácido giberélico, además de su interacción con otros factores de manejo agronómico, con el propósito de optimizar su utilización en sistemas productivos de frijol caupí.

Referencias Bibliográficas

- Abolghassem, E., Yulong, D., & Farzad, M. (2020). *The role of salicylic acid and gibberellin signaling in plant responses to abiotic stress with an emphasis on heavy metals*. doi:<https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1777372>
- Agurto, F. E. (2022). *Efecto de productos hormonales para el rendimiento en el cultivo de frijol castilla (Vigna unguiculata L.) en vegueta 2019*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Obtenido de https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6079/FREDDY%20ESTEBAN%20AGURTO%20CORREA_compressed.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alonso, R. A., Rodríguez, D., Reyes, D., Jiménez, J., Nicolás, G., López, M. M., . . . Nicolás, C. (2009). *Evidence for a role of gibberellins in salicylic acid-modulated early plant responses to abiotic stress in arabidopsis seeds*. Plant Physiology. doi:<https://doi.org/10.1104/pp.109.139352>
- Calda, J. A. (2021). *Efecto del ácido giberélico en el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris L.) cv. canario en irrigación san felipe, huaura*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6022/JUAN%20CALDAS%20ALVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cardama, V. I. (1988). *Comparativo de rendimiento de variedades experimentales de caupi*. Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA. Folia Amazónica. doi:<https://doi.org/10.24841/fa.v1i1-2.97>
- Carrasco, C. A., Villegas, H. N., Mostacero, L. J., Rodríguez, S. J., Gil, R. A., Cruz, C. A., & Gonzales, V. C. (2025). *Influencia del ácido giberélico en la germinación de Physalis peruviana "aguaymanto"*. Universidad Nacional de Trujillo. Manglar 22(1), 61–66. Obtenido de <https://revistas.untumbes.edu.pe/index.php/manglar/es/article/view/680/1131>
- Castro, R. Z., & Valencia, L. M. (2021). *Efecto del ácido giberélico en la germinación de semillas de pastos naturales – huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica. Obtenido de <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1ad21bad-8d42-475f-9b56-cbd8ac5c146e/content>

- Cavalcante, I. E., Melo, A. S., Ferraz, R. L., Alencar, R. S., Dias, G. F., Viana, P. M., . . . Viégas, P. R. (2024). *Salicylic acid improves cowpea productivity under water restriction in the field by modulating metabolism*. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1415682.
doi:<https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1415682>
- Díaz, C. A., & López, S. (1997). El cultivo del frijol caupi (*Vigna unguiculata*). *Corpoica*, 3-7.
Obtenido de <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/ca262ccc-b398-4534-95d0-40e057a4200f/content>
- Domínguez, J. C. (2024). *Aplicación de los aminoácidos en la producción del frijol caupí (Vigna unguiculata L.)*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Tumbes. Obtenido de <https://repositorio.untumbes.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6bdb57b0-11c8-4d2a-81d1-815a8acb7f27/content>
- Dzib, G. E., Garruña, R. H., Vergara, S. Y., & Larqué, A. S. (2022). Efecto del ácido salicílico en la germinación y crecimiento radicular del tomate. *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342021000400735
- Falen, R. G. (2016). *Evaluación de neonicotinoides en el tratamiento de semillas de caupi para controlar el lorito verde (empoaasca kraemeri) en la estación experimental vista florida, chiclayo*. Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31764/falen_rg.pdf?sequence=1
- FAO. (1993). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. Oficina regional de la FAO para america latina y el caribe. Obtenido de <https://www.fao.org/4/X5027S/x5027S00.htm#Contents>
- García, G. R. (2022). *Evaluación de fitorreguladores en la producción de frijol castilla (Vigna unguiculata), en condiciones del valle de huaura*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6851/TESIS%20GARCIA%20GANTU%20RICARDO%20NOEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Junli, L., Gaoyang, Q., Chen, L., Hua, L., Xiaodong, C., Qinglin, F., . . . Bin, G. (2022). *Salicylic Acid, a Multifaceted Hormone, Combats Abiotic Stresses in Plants*. *Life* 12 (6): 886.
Obtenido de <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9225363/pdf/life-12-00886.pdf>

- Miri, M., Glooshchi, F., Moghadam, H., Larijani, H., & Kasraie, P. (2021). *Ameliorative effects of foliar spray of glycine betaine and gibberellic acid on cowpea (Vigna unguiculata L. Walp.) yield affected by drought stress*. doi:<https://doi.org/10.1007/s12517-021-07228-7>
- Osipitan, O. A., Fields, J. S., Lo, S., & Cuvaca, I. (2021). *Production systems and prospects of cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp.) in the United States*. *Agronomy*, 11(11), 2312. Obtenido de https://www.mdpi.com/2073-4395/11/11/2312?utm_source=chatgpt.com
- Othman, Y. A., & Leskovar, D. I. (2022). La aplicación foliar de ácido giberélico mejora el rendimiento y el contenido de compuestos fenólicos en la alcachofa. *ScienceDirect*, 301. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423822002369>
- Pérez, A. M. (2023). *Propuesta de producción de harina de frijol caupí (Vigna unguiculata) como sustituto de la harina de trigo*. Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo. Obtenido de <https://repositorio.usat.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6112a482-63c5-4ffa-99f7-7b1fcceb8440/content>
- Plasencia, L. L., & Sosa, L. E. (2024). *Influencia del ácido salicílico en el crecimiento de la granadilla (Passiflora ligularis J.), en etapa de vivero para chanchamayo - junín*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4233/1/T026_44914662_T.pdf
- Queveralú, S. M. (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, 2021*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bae20ea2-87a8-4f5f-bf22-c4ae84392a0b/content>
- Ramírez, Z. M. (2014). *Efecto del ácido salicílico en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de dos variedades de frijol (Phaseolus vulgaris l.) bajo condiciones de temporal*. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6501/62916%20%20ZAVALA%20RAMIREZ%2c%20MARIA%20GUADALUPE%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Ronca, V. B., & Valdiviezo, C. J. (2024). *Efecto comparativo de 3 fuentes de abono orgánico en el rendimiento de frijol castilla (Vigna unguiculata L. Walp), Santa 2023*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa. Obtenido de file:///C:/Users/USER/Downloads/Tesis%20Ronca%20-%20Valdiviezo%20(3).pdf
- Serrano, P. W. (2023). Efecto del ácido salicílico sobre el rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris) Var.CENTA Sequía. *Agrociencia*, 29-35. doi:DOI:10.5281/zenodo.10278362
- Singh, V. K., Jha, A. K., Kumar, L., Kumari, K., & Kumari, N. (2025). *Influence of micronutrients and plant growth regulators on growth and seed yield of cowpea (Vigna unguiculata)*. doi:10.9734/jeai/2025/v47i63540
- Togola, A., Boukar, O., Belko, N., Chamarthi, S. K., Fatokun, C., Tamo, M., & Oigiangbe, N. (2017). *Host plant resistance to insect pests of cowpea (Vigna unguiculata L. Walp.): achievements and future prospects. Journal of Plant Interactions*. Springer. Obtenido de <https://biblio.iita.org/documents/S17ArtTogolaPlantInthomDev.pdf-78bbdd3552d6ae71da0c785968e1d5a6.pdf>
- Villafana, . M., Medina, . M., & Guerra, . J. (2017). *Efecto del distanciamiento en el rendimiento de frijol caupí (Vigna unguiculata L. Walp) en el fundo Aucaloma de la FCA UNSM T 2016-II*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Scribd. Obtenido de https://es.scribd.com/document/347117467/Informe-Frijol-Caupi-15x40?utm_source=chatgpt.com
- Villanueva, V. H. (2023). *Estudio sobre densidad de siembra en frijol caupí (Vigna unguiculata) en la provincia de Tocache, San Martín, año 2022*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/d974b8f2-c068-402a-88f8-889662cfe4d8/content>

Anexos fotográficos













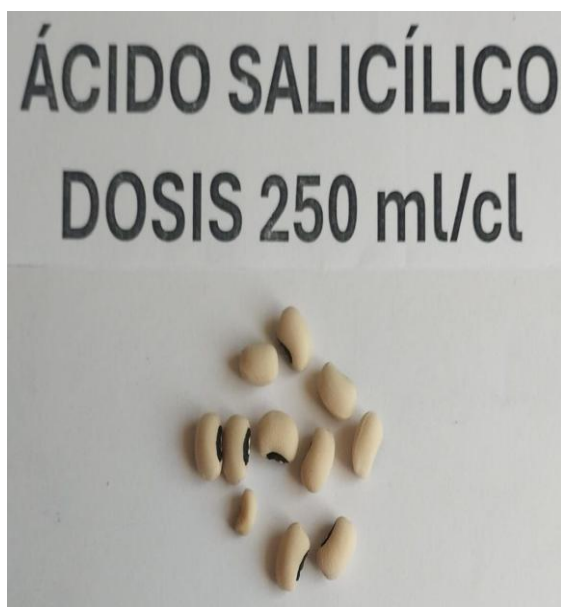
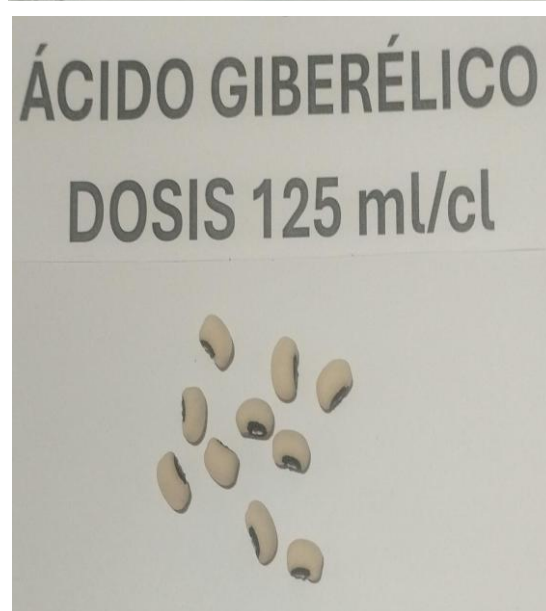
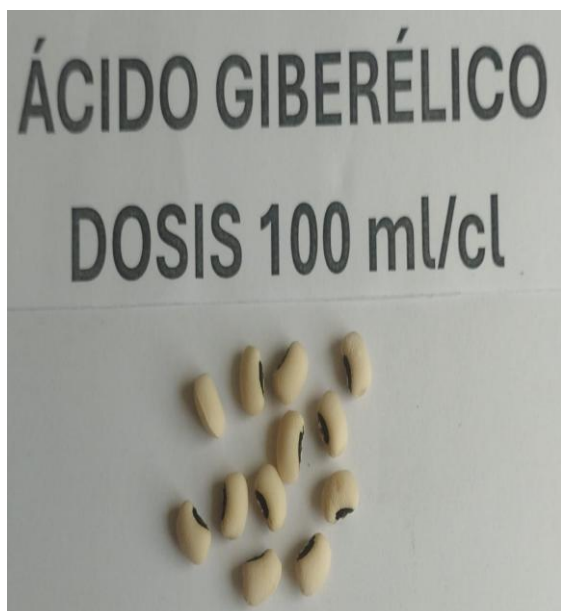












ÁCIDO SALICÍLICO +
ÁCIDO GIBERÉLICO
DOSIS 125 ml/cl



ÁCIDO SALICÍLICO +
ÁCIDO GIBERÉLICO
DOSIS 500 ml/cl



TESTIGO



TESTIGO



ÁCIDO GIBERÉLICO
DOSIS 100 ml/cl



ÁCIDO GIBERÉLICO
DOSIS 125 ml/cl



ÁCIDO SALICÍLICO
DOSIS 250 ml/cl



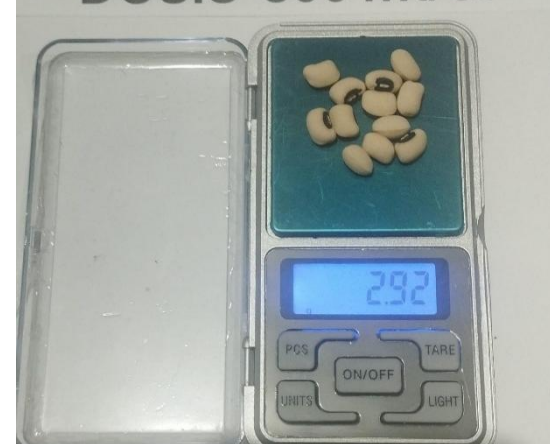
ÁCIDO SALICÍLICO
DOSIS 500 ml/cl



ÁCIDO SALICÍLICO +
ÁCIDO GIBERÉLICO
DOSIS 125 ml/cl



ÁCIDO SALICÍLICO +
ÁCIDO GIBERÉLICO
DOSIS 500 ml/cl



ÁCIDO GIBERÉLICO
DOSIS 100 ml/cl



ÁCIDO GIBERÉLICO
DOSIS 125 ml/cl



