

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFICACIA DE BIOESTIMULANTES EN EL
RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea
arabica* L.) EN VALERA, AMAZONAS**

Autor: Bach. Jairo Alvarez Santillan

Asesor: Dr. Jorge Alberto Condori Apfata

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Alvarez Santillan Jairo
DNI N°: 74568108
Correo electrónico: 74568108@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional: Ingeniería Agronomía

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Epicacia de bioestimulantes en el condonamiento de dos variedades de café (Coffea arabica, L.) en Valera, Amazonas.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Condori Aprata Jorge Alberto
DNI, Pasaporte, C.E N°: 29656276
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>): 0000-0001-9270-1733

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>): _____

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica- Inmunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html Ciencias agrícolas/agronomía

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 20 de Noviembre, 2023

Firma del autor 1

Firma del autor 2

Firma del Asesor 1

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mis maravillosos padres y hermano, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de seguridad, superación, humildad y sacrificio. Su bendición y ánimos día a día en toda esta travesía de vida, todos mis logros se los debo a ustedes. Son mi principal motivación para lograr cada visión y meta trazada, ustedes son lo más importante en mi vida.

Jairo Alvarez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios quien supo guiarme por el buen camino y me otorgó siempre la fuerza, valentía y la sabiduría, enseñándome a enfrentar las adversidades sin perder nunca la cordura para cumplir mis metas y llegar a este momento tan especial y anhelado. A mis padres por ayudarme en cada momento de todos los procesos, con cuidado muy especial para desarrollar con éxito el proyecto planteado para el desarrollo sostenible de la agricultura en nuestra región. De igual manera a mi asesor por instruirme y mostrarme el camino en cada obstáculo en la realización de todo el trabajo de investigación; por último, agradezco a Goctalab por permitirme ejecutar este proyecto de investigación dentro de su ecosistema.

Jairo Alvarez

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. Jorge Luis Maicelo Quintana
Rector

Dr. Oscar Andrés Gamarra Torres
Vicerrector académico

Dra. María Nelly Lujan Espinosa
Vicerrectora de investigación

Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias

VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Eficacia de bioestimulantes en el rendimiento de las variedades de café (Coffea arabica L.) en Valera, Amazonas; del egresado Jairo Alvarez Santillan de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrícolas Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 10 de noviembre de 2023

C.L. Q.

Firma y nombre completo del Asesor

Jorge Alberto Condori Apfata

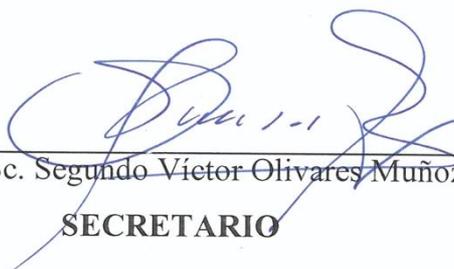


JURADO EVALUADOR DE TESIS



Dr. César Guevara Hoyos

PRESIDENTE



Ing. M. Sc. Segundo Víctor Olivares Muñoz

SECRETARIO



Dr. Erick Aldo Auquiñivin Silva

VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Eficacia de Bioestimulantes en el rendimiento de dos
Variedades de café (Coffea arabica L.) en Valera, Amazonas.
presentada por el estudiante ()/egresado (X) Jairo Alvarez Santillan
de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma
con correo electrónico institucional 7456810871@untrm.edu.pe
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 23 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 27 de noviembre del 2023


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

.....

.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 14 de diciembre del año 2023 siendo las 16:00 horas, el aspirante: Jairo Alvarez Santillan, asesorado por Dr. Jorge Alberto Condori Apfata defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Eficacia de bioestimulantes en el rendimiento de dos variedades de café (Coffea Arabica L.) en Valera, Amazonas para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. César Guevarra Hoyos.

Secretario: M.Sc. Segundo Victor Olivarez Muñoz

Vocal: Dr. Erick Aldo Aquino Silva.

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

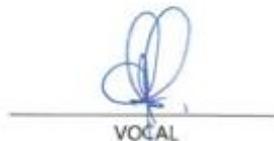
Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) por Unanimidad (X)/Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.....	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	ix
ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN	19
II. MATERIAL Y METODOS	23
2.1. Área de estudio.....	23
2.2. Metodología	25
2.2.1. Diseño de la investigación	25
2.2.2. Descripción de los tratamientos.....	27
2.2.3. Análisis de datos.	27
2.3. Procedimiento.....	28
2.3.1. Levantamiento topográfico.	28
2.3.2. Monitoreo y supervisión de las parcelas.....	30
2.3.3. Análisis de pH y dureza del agua.....	30
2.3.4. Análisis de suelo.	31
2.3.5. Selección de unidades experimentales (UE).....	32
2.3.6. Etiqueta a los indicadores.	32
2.3.7. Codificación de ramas en las UE.....	32
2.3.8. Evaluaciones.	32
2.3.9. Preparación de las mezclas	33

2.3.10.	Aplicación de tratamientos.....	34
2.3.11.	Análisis foliar.....	34
2.3.12.	Medida de diámetro de ramas.....	35
2.3.13.	Pesado de granos.....	35
III.	RESULTADOS	36
3.1.	Eficacia de bioestimulantes en el rendimiento de café (Coffea arabica; L.)	
	var. Catimor en Valera, Amazonas	36
3.1.1.	Número de hojas	36
3.1.2.	Número total de yemas	37
3.1.3.	Número de yemas latentes	38
3.1.4.	Número de flores	40
3.1.5.	Número de frutos	42
3.1.6.	Diámetro de ramas en la parte apical y media	44
3.1.7.	Peso de grano cosechado	45
3.1.8.	Rendimiento.....	47
3.2.	Eficacia de bioestimulantes en el rendimiento de café (Coffea arabica; L.)	
	var. Bourbon en Valera, Amazonas	48
3.2.1.	Número de hojas	48
3.2.2.	Número total de yemas	49
3.2.3.	Número de yemas latentes	50
3.2.4.	Número de flores	52
3.2.5.	Número de frutos	54
3.2.6.	Diámetro de ramas en la parte apical y media	55
3.2.7.	Peso de grano cosechado	57
3.2.8.	Rendimiento.....	58
3.3.	Calculo para una hectarea (ha) del rendimiento	59
3.4.	Análisis foliar.....	61
IV.	DISCUSIÓN	63
V.	CONCLUSIONES	68
VI.	RECOMENDACIONES	69
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
	ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos respectivos en los ensayos.....	25
Tabla 2. Componentes del experimento, denominaciones y codificación de las unidades experimentales en los bloques (Bn), $n = 1, 2, 3, 4$	27
Tabla 3. Características topográficas del predio.	29
Tabla 4. Cronograma de evaluaciones de las variables hojas, yemas, yemas latentes, flores y frutos.	33
Tabla 5. Cronograma de evaluaciones de diámetro de rama (mm), peso de grano individual (g) y rendimiento (g/planta).....	33
Tabla 6. Cronograma de aplicaciones de los bioestimulantes a diferentes dosis.....	34
Tabla 7. Pueba Kruskal Wallis para el número de hojas de la var. Catimor.	36
Tabla 8. Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio superior.	37
Tabla 9. Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio medio.	37
Tabla 10. Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio inferior.	38
Tabla 11. Análisis de varianza para el número de yemas latentes en el tercio superior.....	39
Tabla 12. Análisis de varianza para el número de yemas latentes en el tercio medio. ...	39
Tabla 13. Análisis de varianza para el número de yemas latente en el tercio inferior... ..	39
Tabla 14. Análisis de varianza para el número de flores en el tercio superior.	41
Tabla 15. Análisis de varianza para el número de flores en el tercio medio.	41
Tabla 16. Análisis de varianza para el número de flores en el tercio inferior.	41
Tabla 17. Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio superior.....	43
Tabla 18. Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio medio.	43
Tabla 19. Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio inferior.	43
Tabla 20. Análisis de varianza para el diámetro de ramas en la parte apical.	44
Tabla 21. Análisis de varianza para el diámetro de ramas en la parte media.	45
Tabla 22. Análisis de varianza para el peso de grano cosechado (g).....	46
Tabla 23. Análisis de varianza para el rendimiento (g/planta).	47
Tabla 24. Pueba Kruskal Wallis para el número de hojas de la var. Bourbon.....	48
Tabla 25. Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio superior V2.	49
Tabla 26. Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio medio V2. .	49
Tabla 27. Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio inferior V2.....	50
Tabla 28. Análisis de varianza para el número de yemas latentes del tercio superior V2.	51

Tabla 29. Análisis de varianza para el número de yemas latentes del tercio medio V2.51	
Tabla 30. Análisis de varianza para el número de yemas latente del tercio inferior V2.	51
Tabla 31. Análisis de varianza para el número de flores en el tercio superior.	52
Tabla 32. Análisis de varianza para el número de flores en el tercio medio.	53
Tabla 33. Análisis de varianza para el número de flores en el tercio inferior.	53
Tabla 34. Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio superior.	54
Tabla 35. Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio medio.	54
Tabla 36. Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio inferior.	55
Tabla 37. Análisis de varianza para el diámetro de ramas en la parte apical.	56
Tabla 38. Análisis de varianza para el diámetro de ramas en la parte media.	56
Tabla 39. Análisis de varianza para el peso de grano cosechado (g).....	57
Tabla 40. Análisis de varianza para el rendimiento (g/planta).	58
Tabla 41. Rendimiento en Kg/ha de C. arabica V1.	59
Tabla 42. ANVA para el rendimiento por bloques en la var. Catimor.	60
Tabla 43. Rendimiento en Kg/ha de C. arabica var. Bourbon.	60
Tabla 44. ANVA para el rendimiento por bloques en la var. Bourbon.	61
Tabla 45. Resumen del análisis foliar de los tratamientos con las dosis más alta y los controles respectivos.....	62
Tabla 46. Prueba Tukey para número de flores en el tercio superior de la var. Catimor.	78
Tabla 47. Comparación de medias con el test Tukey y la asignación de los grupos.	78
Tabla 48. Prueba Tukey para el peso de grano cosechado de la var. Catimor.....	78
Tabla 49. Comparación de medias con el test Tukey y la asignación de los grupos.	78
Tabla 50. Resultado de los supuestos de las variables en la V1 de C. arabica.	79
Tabla 51. Resultados de los supuestos de las variables en la V2 de C. arabica.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación en tiempo real del predio Goctalab.	23
Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio, detallando el distrito de Valera, perteneciente a la provincia de Bongará en el departamento de Amazonas.	24
Figura 3. Unidad experimental (UE); se considero tres tercios y se tomo una rama en cada tercio. asignandole un codigo único.	25
Figura 4. Distribución de las UE de <i>C. arabica</i> L. var. Bourbon tekisic (BT) cintillo azul, la var. catimor (CT) cintillo rojo; bajo el arreglo DBCA con cinco (05) tratamiento y cuatro (04) bloques.	26
Figura 5. Extensión de cultivo de <i>C. arabica</i> . <i>Musa x paradisiaca</i> , <i>Erythrina edulis</i> . <i>Alnus acuminata</i> ; <i>Inga edulis</i>	29
Figura 6. Número de hojas en el tercio superior, medio e inferior evaluado a los 94 días de la aplicación en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	36
Figura 7. Número total de yemas en el tercio superior, medio e inferior evaluado a los 94 días de la aplicación en la var. Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	38
Figura 8. Número de yemas latentes en el tercio superior, medio e inferior evaluado a los 94 días de la aplicación en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	40
Figura 9. Número de flores en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4). Letras diferentes indican una diferencia significativa en $P < 0.05$ utilizando el ANVA seguido de la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.	42
Figura 10. Número de frutos en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	44
Figura 11. Diámetro de rama en la parte apical y parte media del tercio superior, evaluado a los 94 días después de la primera aplicación en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	45
Figura 12. Peso de grano maduro en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=10). Letras diferente indican una diferencia significativa	

en $P < 0.05$ utilizando el ANVA seguido de la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.	46
Figura 13. Rendimiento (g/planta) en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	47
Figura 14. Número de hojas en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	48
Figura 15. Número total de yemas en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la var. Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	50
Figura 16. Número de yemas latentes en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días de la primera aplicación en la va. Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	52
Figura 17. Número de flores en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	53
Figura 18. Número de frutos en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	55
Figura 19. Diámetro de rama en la parte apical y media del tercio superior, evaluado a los 73 días después de la primera aplicación en la variedad Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	56
Figura 20. Peso de grano maduro en la var. Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=10).	57
Figura 21. Rendimiento (g/planta) en la variedad bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).	58
Figura 22. Rendimiento expresado en Kg/ha en la var. Catimor.	60
Figura 23. Rendimiento expresado en Kg/ha en la var. Bourbon.	61
Figura 24. Resultado del análisis foliar del testigo en C. arabica var. Catimor.	75
Figura 25. Resultado del análisis foliar del T3 en C. arabica var. Catimor.	75
Figura 26. Resultado del análisis foliar del T5 en C. arabica var. Catimor.	76
Figura 27. Resultado del análisis foliar del T3 en C. arabica var. Bourbon.	76
Figura 28. Resultado del análisis foliar del T5 en C. arabica var. Bourbon.	77

Figura 29. Resultado del análisis foliar del testigo en C. arabica var. Bourbon.....	77
Figura 30. Reconocimiento de parcelas con Sergio propietario de Goctalab.....	94
Figura 31. Marcado de UE con cintillos de diferente color.....	94
Figura 32. Código y datos en las ramas en los tres tercios de la UE.	95
Figura 33. Evaluaciones realizadas en las parcelas.	95
Figura 34. Inoculo de micorrizas en el suelo de toda la parcela.	96
Figura 35. Medición de diámetro de rama.....	96
Figura 36. Cuajado a llenado de fruto, a. UE lista para ser cosechada y medir el peso, b. labor de aplicaciones de bioestimulantes.....	97
Figura 37. Pesado de cosechas y pesado de cada grano con diferentes instrumentos de medida.....	97
Figura 38. Ramas de las UE var. Catimor, a. y b. yemas en floración despues de los tratamientos.....	98
Figura 39. Yemas entrando a floración en la var. Bourbon. Menos número de yemas latente.....	98
Figura 40. Se observa a la izquierda granos de las cosechas de la var. Catimor y a la derecha rama fructificada de la var. Bourbon.....	99

RESUMEN

El café (*Coffea arabica*; L.), es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial, posicionándose el Perú como el segundo productor y exportador de cafés orgánicos de especialidad. Siendo muy importante desarrollar buenas prácticas agrícolas (BPA) para elevar el rendimiento. El Objetivo del trabajo fue, evaluar la eficacia de bioestimulantes en el rendimiento de *Coffea arabica* L. en las var. Catimor y var. Bourbon. La investigación se realizó en Goctalab-Cocachimba, Valera, Bongará, Amazonas. Se evaluaron distintos tratamientos en los dos experimentos: Testigo, bioestimulante a base de aminoácidos de origen vegetal: extracto de plantas catalizadoras nativas con tecnología de ácidos carboxílicos; aminoácidos de origen animal: hidrolizado de salmón presentado en péptidos de cadena corta, se efectuaron aplicaciones a diferentes dosis, para un total de 5 tratamientos y 20 unidades experimentales (UE) para cada variedad. El diseño fue, un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro repeticiones y considerando tres tercios en todas las UE. Se evaluaron con cartillas las variables respuesta, esto para evaluar el rendimiento y respuesta fisiológica de la planta. Los bioestimulantes tienden a incrementar el número de órganos, con diferencia significativa en número de flores y peso de grano cosechado en la var. Catimor, mientras que en la var. Bourbon, la disminución de yemas latentes es prometedora, así como la tendencia de mejorar el rendimiento. Los niveles de nutrientes son mayores en los tratamientos N (2,8 %) mientras en el control (2,5 %).

Palabras clave: Bioestimulante, dosis, rendimiento, cafés especiales.

ABSTRACT

Coffee (*Coffea arabica*; L.), is one of the most important crops worldwide, positioning Peru as the second largest producer and exporter of specialty organic coffees. Thus, it is very important to develop good agricultural practices (GAP) to increase yield. The objective of the work was, to evaluate the effectiveness of biostimulants on the performance of *Coffea arabica* L. in vars. Catimor and var. Bourbon. The research was carried out in Goctalab-Cocachimba, Valera, Bongará, Amazonas. Different treatments were evaluated in the two experiments: Control, biostimulant based on amino acids of plant origin: extract of native catalyst plants with carboxylic acid technology; amino acids of animal origin: salmon hydrolyzate presented in short chain peptides, applications were made at different doses, for a total of 5 treatments and 20 experimental units (EU) for each variety. The design was a completely randomized block design (DBCA) with four repetitions and considering three thirds in all EUs. The response variables were evaluated with charts, to evaluate the performance and physiological response of the plant. Biostimulants tend to increase the number of organs with a significant difference in the number of flowers and weight of harvested grain in the var. Catimor, while in var. Bourbon the decrease in dormant buds is promising, as is the tendency to improve yield. Nutrient levels are higher in the N treatments (2.8%) while in the control (2.5%).

Keywords: Biostimulant, dosage, performance, specialty coffees.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de café (*Coffea arabica* L.), es uno de los principales cultivos de producción en el interior del país, además de ser uno de los más exportados alcanzando gran importancia económica y social, ya que abarca 390.523 mil hectáreas, proporcionando empleo para más de 205 mil familias (César et al., 2014). El café es referente a nivel nacional por tratarse del segundo productor y exportador de cafés especiales y de origen orgánico a nivel mundial, siendo el primer abastecedor a EE.UU. respaldado por el sello Fair Trade (Comercio Justo) (Naturales & Paz, 2020).

Según Ariyoshi et al. (2022), el café es una de las bebidas más populares en todo el mundo, con un consumo per cápita que se incrementa anualmente en un 2% aproximadamente, resaltando en nuestro territorio la especie *C. arabica* L. por adaptarse a tierras altas y por su calidad de bebida. *C. arabica* L. se cultiva en más de 70 países siendo uno de los productos más comercializados en el mundo; sin embargo, la caficultura peruana enfrenta limitaciones en su manejo afectando directamente su rendimiento y productividad ocasionando una problemática para cubrir la exigente demanda (Vallejos-Torres et al., 2019).

No obstante Soncim-Isabella, (2019), menciona que el café es el segundo *commodity*, pues la producción estimada en los últimos años fue de 153.9 millones de quintales (QQ), con valores de hasta 24 mil millones de dólares de las ventas a nivel mundial, y cada año se incrementa a una tasa de 3.5%, mejorándose a nivel mundial la producción de este cultivo bajo sistemas silvoagrícolas/agroforestales. A nivel nacional Tudela Mamani, (2015) sostiene que la producción de café en el Perú es orgánica, presentando enormes cambios cualitativos en el producto; entre el año 2019 se vendió 772 000 QQ de café con certificación orgánica, elevándose el volumen y el valor de las exportaciones; todo esto gracias a la incorporación de tecnologías y avance de la biotecnología.

La región Amazonas cuenta con un gran potencial agrícola donde *C. arabica* L. sobresale, posicionándose como la cuarta región con mayor producción de café, con 32 853.47 t donde resalta provincias como Rodríguez de Mendoza y Utcubamba (Torres Mamani & Jara, 2016). Así mismo, Dilas-Jiménez & Mugruza-Vassallo (2020) afirman que la agricultura tradicional empleando recursos locales y algunos productos introducidos es cada vez más ineficiente al momento de afrontar factores bióticos y abióticos que se salen

de control por el notable cambio climático. Por lo tanto, se buscan alternativas biotecnológicas innovadoras modernas.

Los sistemas silvoagrícolas o sistemas agroforestales (SAF) que emplean estos cultivos, con un enfoque en la conservación y recuperación de los suelos, pues gracias a su sistema de sombra por niveles, mantiene la fertilidad y salud del suelo (Beer et al., 2003). Además, los SAF tienden a ser reservorios de CO₂, incrementando la productividad por la evolución de la materia orgánica del suelo, dándole condiciones óptimas tanto en características físicas, químicas y biológicas (Espinoza-Domínguez et al., 2012). Sumándose (Gustavo Moisés et al., 2019) nos exponen que la inoculación de hongos micorrizicos arbusculares a estos sistemas silvoagrícolas de *C. arabica* L. mejoran la eficiencia nutricional y la disminución de estreses abióticos, resultando cosechas más prometedoras incrementando el rendimiento de manera sustancial.

No obstante, Pretty (2008) resalta que el interés por la agricultura sostenible hace que frecuenten buenas prácticas agrícolas (BPA) empleando nuevas tecnologías accesibles para los caficultores y estos a la vez garanticen la preservación de los recursos naturales y resulten cosechas inocuas garantizando una seguridad alimentaria. Con una nueva visión para educar y demostrar que la biotecnología mejora la producción satisfactoria y consistentemente, para contrarrestar la realidad adversa en la agricultura tradicional, manteniendo la competitividad de cafés de especialidad sostenida por vías innovadoras garantizando el incremento de la eficiencia en campo, en postcosecha, con un enfoque de rentabilidad, ambiental y económica (Picado Vanegas, 2021).

No obstante, Corroto et al. (2018) resaltan que el acelerado crecimiento demográfico humano y la revolución tecnológica ocasionaron un deterioro de la biosfera acompañada de una crisis socioeconómica, degradando la biodiversidad; la actual economía lineal está en crisis, por lo cual el uso de insumos procedentes de la economía circular ayuda reduciendo considerablemente nuestra huella de carbono en este planeta. Apoyando Reátegui et al., (2020) mencionan que la producción eficiente cuidando los recursos naturales para regenerarlos aplicando ecoeficiencia optimizando el uso de insumos, energía y procesos de generación, alcanzando resultados competitivos en producción previniendo el impacto ambiental.

Se promueven políticas y prácticas que aseguren el uso consiente, sostenible y responsable de los recursos naturales, como se desarrolla la agenda del sector agropecuario en los últimos años, en la actualidad se tienen entendido la necesidad de una agricultura sustentable (López-Padrón et al., 2021). En la agricultura es muy importante tener a disposición productos biológicos, obtenidas de materias primas locales, con metodologías para reducir costos de producción incrementando los rendimientos a la misma intensidad que cualquier otro producto de origen sintético (Falcón Rodríguez, 2019).

Entonces los bioestimulantes mejoran sustancialmente el rendimiento y calidad de la producción, sin embargo estos productos no son nutricionales, en todo caso ayudan a reducir el uso de fertilizantes nitrogenados y a resistir estreses abióticos (Quintero Rodríguez et al., 2014). Estos bioestimulantes mejoran las condiciones del suelo pues incrementan la actividad microbiológica, además de tener a disponibilidad los nutrientes y surfactantes al suelo (Díaz-Martínez et al., 2013). También se puede denominar bioestimulantes a las sustancias que mejoran y promueven la división celular sin ser fitohormonas o nutrientes, usadas en pequeñas cantidades, estos están disponibles en numerosas formulaciones derivados en tres grupos como sustancias húmicas (HS), productos con fitohormonas (HCP) y los que son a base de aminoácidos (AACP) (du Jardin, 2015). Estas sustancias proliferan, modifican y mejoran el sistema radicular, incrementando la absorción de nutrientes y la mejora de metabolitos secundarios y primarios; además ayuda a mejorar la microbiota de la rizosfera por el incremento de las exudaciones radiculares, mejorando las asociaciones simbióticas (Valero et al., 2021).

Entonces los bioestimulantes se denominan a sustancias muy aparte de los nutrientes, pesticidas o reguladores de crecimiento; con efecto en la germinación y demás fases fenológicas. (Saborío, 2020). Estos al ser de origen biológico puestas para la planta como aminoácidos, proteínas y microorganismos, donde estos reciben un procedimiento de hidrólisis, estos materiales de origen animal o vegetal; en el caso de la investigación se usaron las presentaciones de péptidos y aminoácidos libres (Martínez-Gutiérrez et al., 2022). Así mismo, Murillo-Cuevas et al. (2021) sustentan que los bioestimulantes incrementan el volumen y peso de frutos, además de inhibir los estreses bióticos y abióticos, por las sustancias con alta concentración de aminoácidos que mejoran la producción.

La bioestimulación en la floración, fructificación y rendimiento en el cultivo de *C. arabica* L. ocasionaron el incremento del número de estos, muestra ventajas en la aceleración de los procesos fisiológicos, incremento en la absorción y traslocación de nutrimentos, además de optimizar los procesos de división celular con enfoque en órganos en desarrollo, ocasionando un balance fisiológico (Chacón-Villalobos et al., 2021). No obstante Chacón-Villalobos et al., (2021) redactan que estos bioproductos mejoran la cantidad y la calidad de la producción dejando cero riesgos y residuos en el ambiente, además de ayudar en la tolerancia de estreses bióticos y abióticos, proporciona el alza de los rendimientos, estimular y dar energía extra en todas las etapas de la fenología, adicional a esto potencializa la eficacia de los fertilizantes reduciendo en un 40% la dosis de aplicación de estos nutrientes.

Así mismo, Menéndez et al. (2022) indican que en su experimento la bioestimulación promueve la germinación, crecimiento y desarrollo de plántulas de *C. arabica* L., dando mejor vigor y salud a los plantines tratados por estos bioestimulantes, donde en las discusiones se compara resultados similares en otras investigaciones. La eficacia de bioestimulantes a diferentes dosis en el rendimiento de dos variedades de *Coffea arabica* L., en el distrito de Valera en la región de Amazonas; viene a ser una tecnología desconocida en el manejo de cultivo de *C. arabica* L. esto se debe, que al interior del país no existe la disponibilidad un aplico portafolio de productos de origen biológico en las tiendas agropecuarias. Según (Meza Pérez, 2021) afirma que la práctica de bioestimulación ayuda a mejorar los procesos fisiológicos mejorando las cosechas e incrementa la resistencia a estrés biótico y abiótico.

En ese contexto, la agricultura familiar y familiar de subsistencia busca rentabilizar la producción de *C. arabica* L. notándose más prometedor la bioestimulación de los procesos productivos desde prefloración hasta precosecha; detallando mejoras en la floración, fructificación y amarre de granos. Entonces el objetivo fue evaluar la eficacia de bioestimulantes en rendimiento de *C. arabica*; L. en la ceja de selva en bosques mesófilos.

II. MATERIAL Y METODOS

2.1. Área de estudio

La investigación se desarrolló en la parcela ubicada en las instalaciones de GOCTALAB Residencia de Arte y Nature Lodge cuyo fundador corresponde al Sr. Sergio Abugattás; esta parcela forma parte de la cuenca media del río Uctubamba en el anexo de Cocachimba (Figura 01), distrito de Valera, provincia Bongará, región Amazonas (Figura 02); cuya ubicación geográfica es: 97° Este, longitud 77°53'49" W, latitud 6°03'17" S y 1730 m.s.n.m. de altitud. El predio tiene un área de tres mil ochocientos cuarenta metros cuadrados (3840 m^2), 86.2 m de largo y 44.6 m de ancho. La parcela posee plantas de *C. arabica* var. 'Catimor' y 'Bourbon' de seis (06) y cinco (05) años de edad respectivamente desde la instalación en campo definitivo. El experimento tuvo una duración de 8 meses, la fase de campo, comprendiendo los meses de noviembre del 2022 a julio del 2023 y la fase de procesamiento de datos y elaboración de informe entre abril y octubre de 2023.

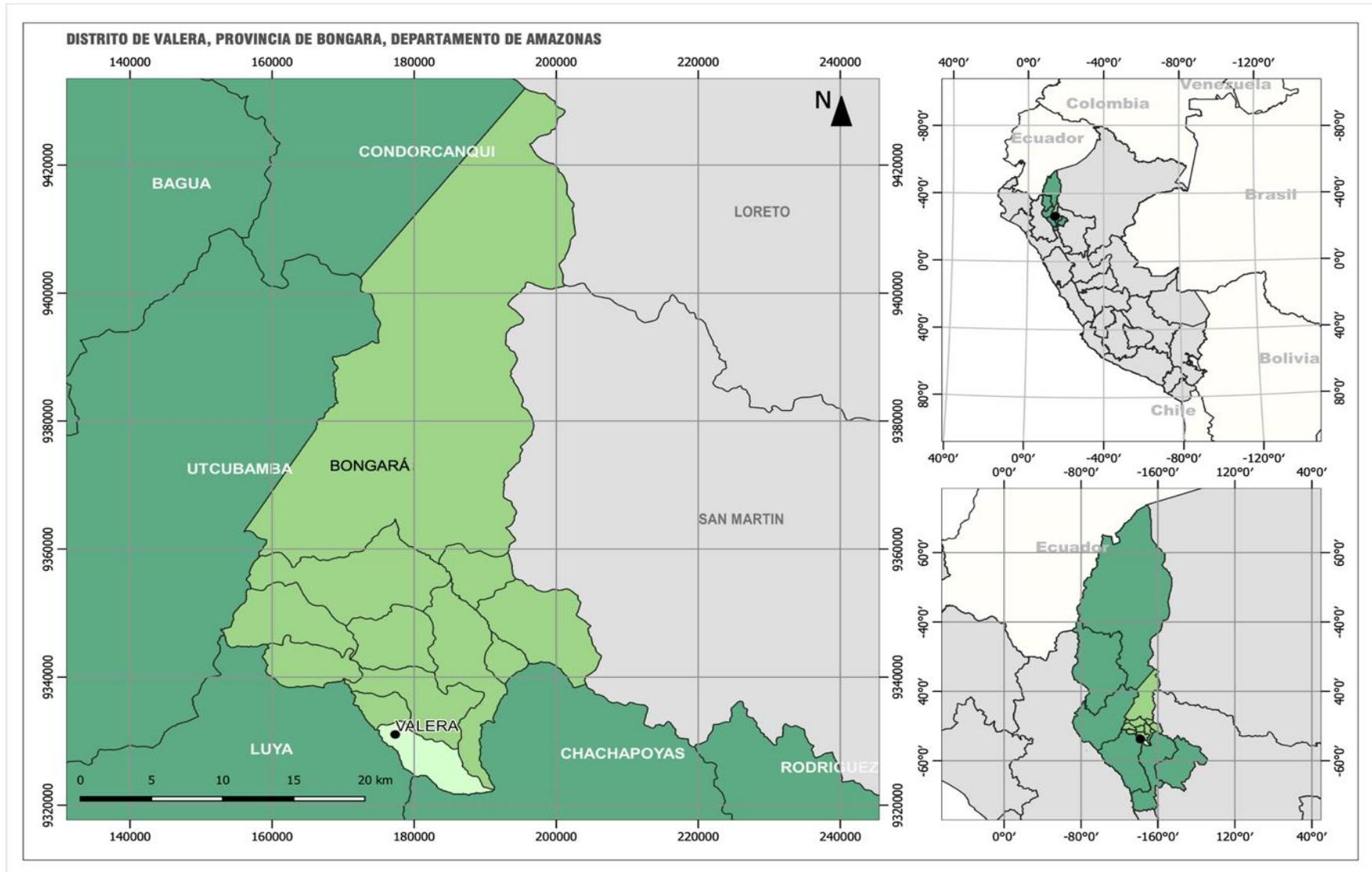
Figura 1

Ubicación en tiempo real del predio Goctalab.



Figura 2

Ubicación geográfica del área de estudio, detallando el distrito de Valera, perteneciente a la provincia de Bongará en el departamento de Amazonas.



2.2. Metodología

2.2.1. Diseño de la investigación

Para realizar el trabajo de investigación aplicando bioestimulantes se instaló dos experimentos con el mismo diseño experimental, el cual fue un diseño en bloques completo al azar (DBCA) (Figura 04), teniendo como primera parcela plantas de café (*C. arabica* L.) var. Catimor y en la segunda parcela de investigación *C. arabica* L. var. Bourbon. En ambas parcelas se instaló cinco (05) tratamientos con cuatro (04) repeticiones respectivas, se evaluó ramas en los tres diferentes tercios de la planta (Figura 03) (Tabla 1).

Tabla 1

Descripción de los tratamientos respectivos en los ensayos.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5
Descripción	Control	Propulsor Aminn	Propulsor Aminn	Aminoterra STD	Aminoterra STD
Dosis (ml/15L)	0	35	80	75	180

Frecuencia de aplicación: 7 días; Mochila de aplicación: 15 L.

Figura 3

Unidad experimental (UE); se considero tres tercios y se tomo una rama en cada tercio. asignandole un codigo único.

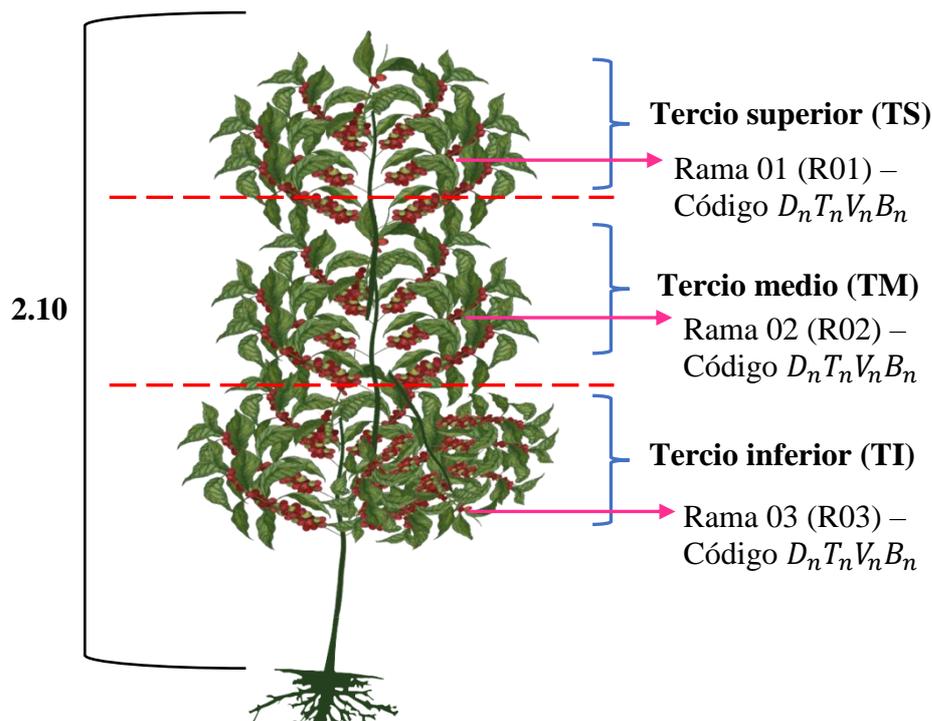
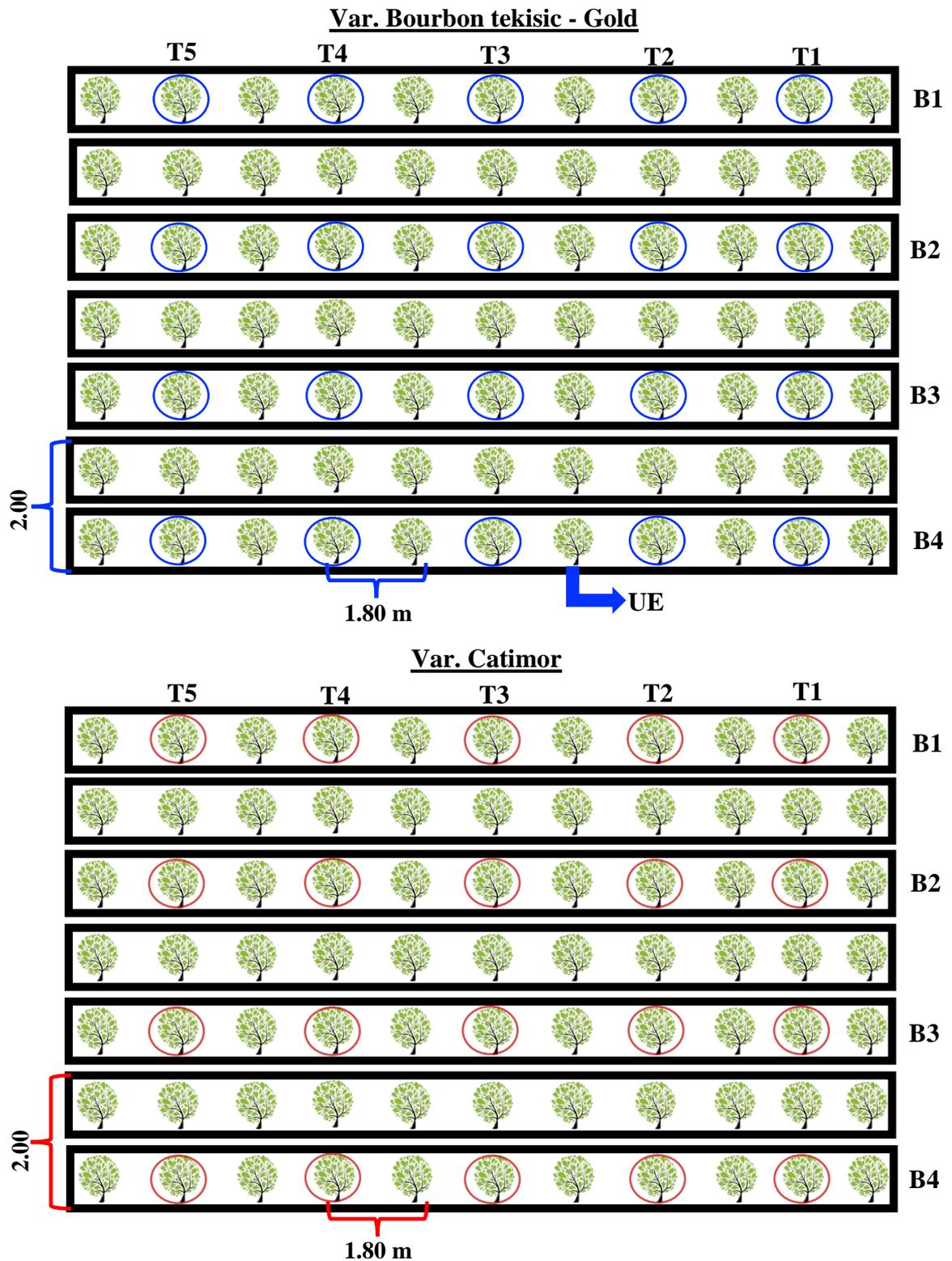


Figura 4

Distribución de las UE de *C. arabica* L. var. Bourbon tekisic (BT) cintillo azul, la var. catimor (CT) cintillo rojo; bajo el arreglo DBCA con cinco (05) tratamiento y cuatro (04) bloques.



2.2.2. Descripción de los tratamientos.

En la Tabla 2 se muestra la disposición de los tratamientos e interacción entre factores independientes. Ambos bioestimulantes poseen aminoácidos libres tanto de origen vegetal y animal respectivamente (Anexo 9).

Tabla 2

Componentes del experimento, denominaciones y codificación de las unidades experimentales en los bloques (B_n), $n = 1, 2, 3, 4$.

Experimento 01					
Factor A:	Factor B:	Factor C:			
Variedad	Bioestimulante	Dosis (D)	Tratamiento	Descripción	Codificación
(V)	(BE)	L/200L			
Bourbon	-	0.0	T1	Testigo	$D_0T_1V_2B_n$
Bourbon	PA	0.5	T2	PAD1	$D_1T_2V_2B_n$
Bourbon	PA	1.0	T3	PAD2	$D_2T_3V_2B_n$
Bourbon	AS	1.0	T4	ASD1	$D_1T_5V_2B_n$
Bourbon	AS	2.4	T5	ASD2	$D_2T_6V_2B_n$
Experimento 02					
Catimor	-	0.0	T1	Testigo	$D_0T_1V_1B_n$
Catimor	PA	0.5	T2	PAD1	$D_1T_2V_1B_n$
Catimor	PA	1.0	T3	PAD2	$D_2T_3V_1B_n$
Catimor	AS	1.0	T4	ASD1	$D_1T_5V_1B_n$
Catimor	AS	2.4	T5	ASD2	$D_2T_6V_1B_n$

PA: Propulsor Aminn; ASD: Aminoterra Estándar; Elaboración propia, Chachapoyas 2023.

2.2.3. Análisis de datos.

Para obtener los datos se realizó un monitoreo de las UE en sus tres diferentes tercios marcados con una etiqueta que contenía un código único (Tabla 2). Estas evaluaciones periódicas se realizaron con la elaboración de cartillas diseñadas especialmente para la recaudación de datos para cada variable independiente en cada tercio de la UE (Anexo 6). Se ordenó en tablas de contingencia en el programa Microsoft Excel, para posteriormente procesarlos con el software RStudio versión 4.2.2 (2022-10-31) --

"Innocent and Trusting" Copyright (C) 2022 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-apple-darwin17.0 (64-bit).

Se importó los datos al programa Rstudio y se realizó el análisis de varianza (ANVA), y se calculó el coeficiente de variación. También se realizó el cálculo de los supuestos, comenzando por el test de normalidad de Shapiro Wilk, siguió el test de Bartlett para la homogeneidad de varianzas, sin dejar de lado el test de Durbin Watson. Además, se consideró someter los datos de las variables respuesta en el test de Kruskal Wallis rank sum con las variables que no cumplían con los supuestos. Las variables con diferencia significativa entre tratamientos se sometieron a la prueba de comparación de medias de Tukey.

Variables evaluadas

a. Variables independientes

- Tipo de bioestimulante: Propulsor Aminn (PA), Aminoterra Standard (ASTD)
- Variedad: Catimor y Bourbon

b. Variables dependientes

- Número de hojas
- Número total de yemas
- Número de yemas latentes
- Número de flores
- Número de frutos
- Diámetro de ramas en la parte apical y media (mm)
- Peso de grano cosechado (g)
- Rendimiento (g/planta)

2.3. Procedimiento

2.3.1. Levantamiento topográfico.

El levantamiento topográfico de la parcela donde se realizó el trabajo de investigación, se realizó con ayuda del equipo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) modelo Garmin SX, considerando los protocolos respectivos al momento de realizar el levantamiento de los puntos UTM y generar los mapas en el software de ArcGIS y Google Earth Pro.

Se identificó las parcelas que albergan las UE de cada variedad de café (BT, CA), las cuales están ubicadas en una parcela con una pendiente de 45°, además las dos parcelas se encuentran divididas por un camino posicionando en la parte alta la variedad BT y en zona baja del terreno variedad CA en un área total de terreno de 2500 m².

Tabla 3

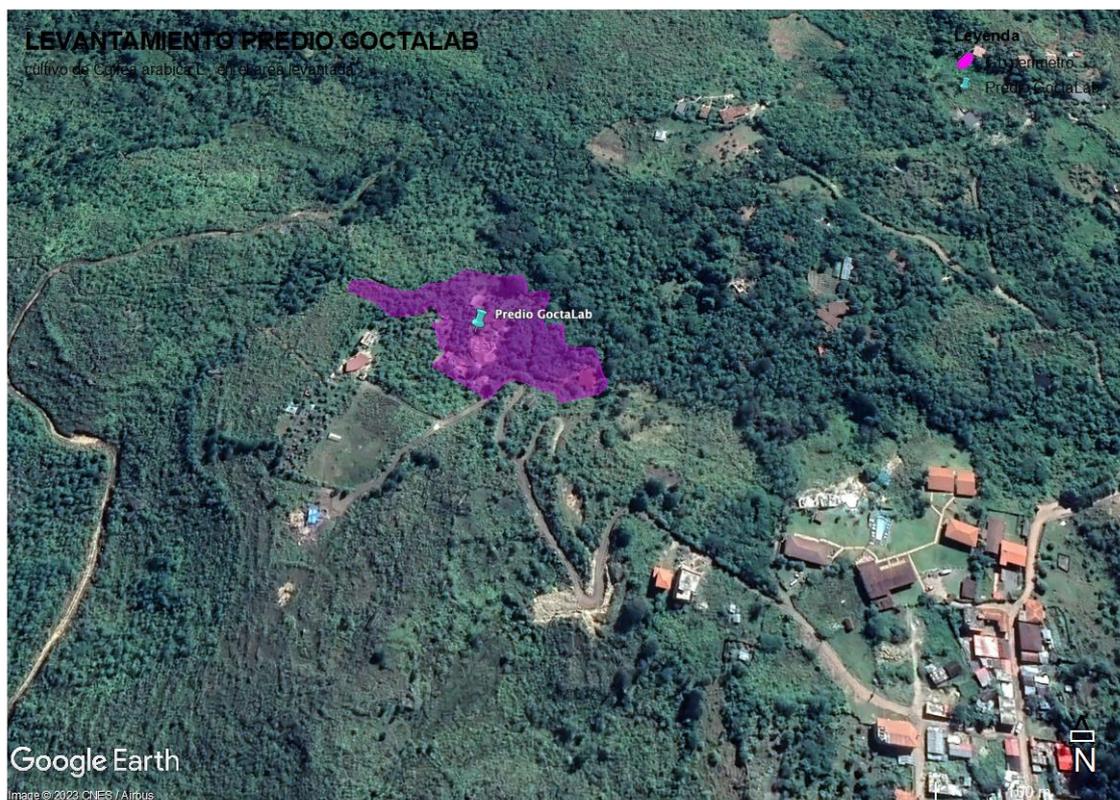
Características topográficas del predio.

<u>Descripción GoctaLab</u>	
Latitud	6° 3'17.41"S
Longitud	77°53'50.42"O
Altitud	1730 m.s.n.m.
Inclinación	45.00°
Área	0.84 ha
Perímetro	536 m

Fuente: elaboración propia, Cocachimba 2023.

Figura 5

Extensión de cultivo de C. arabica. Musa x paradisiaca, Erythrina edulis. Alnus acuminata; Inga edulis.



2.3.2. Monitoreo y supervisión de las parcelas.

Se realizaron dos recorridos previos a la delimitación de las áreas que albergaron las UE de ambas variedades. El primer recorrido se realizó con la supervisión del propietario, donde se observó un sistema agroforestal; manejado con principios de la permacultura y agricultura orgánica, pues las dos parcelas en las que se ejecutaron los ensayos presentaron un sistema silvoagricolas con especies nativas entre ellas banano (*Musa x paradisiaca*), pajuros (*Erythrina edulis*; L.), pacaes (*Inga feuilleei*; DC.), aliso (*Alnus acuminata*; K.), cítricos (*Citrus sp*). Además, estos campos de *C. arabica* están inoculados con micorrizas arbusculares del phylum *Glomeromycota*, subphylum *Glomeromycotina*, clase *Glomeromycetes*, orden *glomerales*, familias *Glomeraceae* y *claroidglomeraceae*.

En el campo se observaron cuatro variedades de *C. arabica* entre ellas var. *Typica*, var. *Bourbon*, var. *Catimor* y var. *Catimor Amarillo*; de estas, se seleccionaron dos parcelas con las var. *Catimor* y *Bourbon*; de 6 y 5 años respectivamente.

2.3.3. Análisis de pH y dureza del agua.

Para determinar la fuente de agua que se utilizará como medio para la aplicación de los bioestimulantes, se realizó un análisis del recurso hídrico respectivo, tomando las muestras de aguas, tanto del sistema de agua potable entubada por el personal de Goctalab E.I.R.L. y del agua de lluvia captada por los métodos practicados como la siembra y cosecha de aguas de lluvia y subterráneas. Para esto se realizó ensayos para tener las mediciones con el empleo de un kit de dureza total & pH (COSMO-TEST-) marca registrada y otorgado por los proveedores colombianos COSMOAGRO S.A. Se realizaron dos mediciones, uno para determinar el pH y el segundo para determinar la dureza del agua.

Se utilizaron recipientes de 12.5 ml de capacidad y una jeringa de 5 ml de capacidad. Para el procedimiento de la medición del pH se adicionó 5 ml de agua de lluvia y lo mismo para el agua entubada, seguidamente se adicionó 5 gotas del indicador COSMO – PH, agitando hasta homogeneizar el color final para de esta manera determinar el valor de pH comparando el resultante con la carta de colores adjunta; para el agua de lluvia el resultado del pH fue de 7 (neutro) y el pH para el agua entubada es 6 (ligeramente ácido).

El procedimiento para la medición de la dureza de agua tanto de lluvia y entubada; se realizó de la siguiente manera con ayuda de una jeringa se adicionó en el recipiente 5 ml de agua de lluvia y lo mismo para el agua entubada, inmediatamente se adicionó 5 gotas del indicador COSMO-DUREZA C-1 y una gota del reactivo COSMO-DUREZA C-1A, agitando suavemente hasta homogeneizar el color rosado- rosado lila; después se adiciona gota a gota el titulante COSMO-DUREZA C-2 y agitando al mismo tiempo hasta obtener el color Azul – Azul Verdoso; con esto calcular la dureza con el equivalente (ppm CaCO_3) multiplicando por 18 el número de gotas C-2 adicionadas. La medida de la dureza fue para el agua de lluvia es de 18 a 25 ppm de CaCO_3 .

Por lo tanto, el agua que se eligió para usarla como medio para las aplicaciones de los bioestimulantes fue la de lluvia. Adicionalmente, no se usó coadyuvantes en las mezclas, para demostrar la eficacia de los bioestimulantes sin el uso de estos productos mejoradores de aguas que elevarían el costo de producción y la escasa disponibilidad en la región Amazonas.

2.3.4. Análisis de suelo.

Para el análisis de suelo se realizó un recorrido y marcado de puntos en toda el área de trabajo. Donde se realizó un recorrido en zigzag recolectando diez (10) submuestras de suelo extraídas con el método de la pala de corte, donde la profundidad de extracción de muestras del suelo fue de entre 20 a 30 cm, luego se seleccionó 100 g de cada una de las submuestras, al final se homogeneizó y se completó 01 Kg de muestra de suelo que fue llevado al Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) de la UNTRM-A. En laboratorio se sometió la muestra a los métodos mencionados en seguida.

Para determinar la textura del suelo, se realizó por el método del hidrómetro; el pH se midió con el potenciómetro; para determinar el porcentaje de materia orgánica en el suelo se empleó el método de Walkley y Black por oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. Para determinar el fósforo disponible se empleó el método de Olsen. Para el caso de potasio disponible se empleó el procedimiento de extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se empleó el método saturación con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N. Para el caso de cationes intercambiables como Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ y K^+ , se empleó el remplazamiento con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$)N; pH 7.0 y se cuantificó por fotometría de emisión

atómica. Además, se empleó el método de Yuan para detectar $Al^{+3} + H^+$ con la extracción con KCL, N (Anexo 6).

2.3.5. Selección de unidades experimentales (UE).

Se elaboró el diseño del campo experimental, con esta distribución se facilitó el marcado con cintillas de color rojo a las UE de la variedad Catimor de la especie *C. arabica* y de cintillas de color azul para las UE de la variedad Bourbon de la especie *C. arabica*. Para la selección de las UE se tomó en cuenta plantas con similitud en su aspecto morfológico e igualdad en sus procesos fisiológicos al momento de ocurrir las fases fenológicas. Se respetó el efecto borde para reducir la variabilidad de error, además de consideraciones básicas como: edad mayor a cinco (05) años en la var. Catimor y cuatro (04) años en la var. Bourbon.

2.3.6. Etiqueta a los indicadores.

En cada UE se tomaron tres ramas, preferiblemente con orientación en los puntos cardinales norte(N), sur (S), oeste (W) y este (E). Se colocaron cintillos con una etiqueta en color blanco para dejar disponible las anotaciones respectivas durante el ensayo, anotaciones como el código único, el tercio de la rama marcada, la dosis empleada, el tratamiento administrado, entre otras anotaciones que se creyeron indispensables para el desarrollo ordenado y preciso del ensayo de investigación.

2.3.7. Codificación de ramas en las UE.

Para codificar las UE se generaron códigos con las denominaciones dosis (D), tratamiento (T), variedad (V) y bloque (B) denominando un subnúmero en cada denominación, quedando de la siguiente manera $D_n T_n V_n B_n$ donde n varía según el número de dosis, tratamiento, variedad y el número de bloques, claro ejemplo es el código $D_2 T_2 V_1 B_4$ donde se interpretaría como la dosis dos (02) en el tratamiento (02), para la variedad uno (01) la cual corresponde a la var. Catimor y el bloque cuatro (04).

2.3.8. Evaluaciones.

Las variables se evaluaron para cada efecto expresado en el desarrollo desde prefloración hasta cuajado y llenado de frutos, además de tener los datos del desarrollo vegetativo y análisis foliar. Para las evaluaciones se crearon y condicionaron cartillas de evaluación

considerando cada UE que se distribuyeron en dos parcelas respectivamente delimitadas, se emplearon mecanismos y herramientas especiales para la medición de estos indicadores que determinaron a las variables independientes; las evaluaciones se rigieron a un cronograma estratégicamente coordinado con las aplicaciones de los tratamientos (Tabla 3). La frecuencia de las evaluaciones dependió del día, de las aplicaciones de los tratamientos. Se evaluaron tres ramas distribuidas en cada tercio de la UE llegando a tener 120 ramas evaluadas, 40 en el tercio superior (T_s), 40 en el tercio medio (T_m) y 40 en el tercio inferior (T_i).

Tabla 4

Cronograma de evaluaciones de las variables hojas, yemas, yemas latentes, flores y frutos.

Evaluaciones	Fecha	Variedad evaluada	Tiempo de evaluación
1°	19/01/23		7 daa
2°	14/03/23	Catimor, Bourbon	45 ddpa
3°	13/04/23		75 ddpa
4°	02/05/23		94 ddpa

daa: días antes de la aplicación; ddpa: días después de la primera aplicación.

Tabla 5

Cronograma de evaluaciones de diámetro de rama (mm), peso de grano individual (g) y rendimiento (g/planta).

Evaluaciones	Fecha	Variedad evaluada	ME
Pesado cada de grano	05/09/23		215 ddpa
Peso de granos/planta (Rendimiento)	26/07/23 al 02/09/23	Catimor, Bourbon	154 a 212 ddpa
Diámetro de rama	11/04/23		

ME: Momento de la evaluación; ddpa: días después de la primera aplicación.

2.3.9. Preparación de las mezclas

La preparación de los bioestimulantes se realizaron directamente en la mochila, donde se tomó en cuenta las dosis de aplicación según lo recomendado por el proveedor, no se usó coadyuvantes y adherentes con la finalidad de expresar el efecto genuino de los productos ante las variables a medir. Se realizó el llenado de la mochila con agua de lluvia cosechada en los tanques, seguidamente se vertió la dosis de los bioestimulantes en la mochila a la

dosis planificada, para la homogenización se removió enérgicamente hasta tenerla lista para realizar la aplicación respectiva a cada UE de las dos variedades de *C. arabica*.

2.3.10. Aplicación de tratamientos.

Las aplicaciones se realizaron previa selección y preparación de la UE, donde se siguió el cronograma establecido para las aplicaciones, las cuales fueron programadas cada siete (07) días después de la primera evaluación antes de la administración a diferentes dosis de los tratamientos (Tabla 6). Para las aplicaciones se empleó un recipiente medidor en milímetros (ml), una mochila para fumigar de 15 litros con una boquilla de mariposa.

Tabla 6

Cronograma de aplicaciones de los bioestimulantes a diferentes dosis.

Aplicaciones	Fecha	Variedad aplicada	Bioestimulante
1°	28/01/23		PA (T2, T3), ASTD (T4, T5)
2°	06/02/23	Catimor, Bourbon	PA (T2, T3), ASTD (T4, T5)
3°	15/02/23		PA (T2, T3), ASTD (T4, T5)
4°	22/02/23		ASTD (T4, T5)

Nota: PA: Propulsor Amin; ASTD: Aminoterra STD.

2.3.11. Análisis foliar.

Para realizar el análisis foliar se consideró muestras foliares de los tratamientos con la mayor dosis administrada, esto se llevó a cabo en las parcelas de ambas variedades donde se ensayó la aplicación de bioestimulantes. Para esto se extrajeron veinticinco gramos (25 g) de material vegetal de cada uno de los bloques con las dosis más alta administrada, para posteriormente juntar lo recolectado de los cuatro bloques y homogeneizar. Las muestras se enviaron en una caja especial refrigerada para no ser dañadas y llegar en buenas condiciones a las instalaciones del laboratorio AGQLabs PERU, S.A.C., Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis, Lima, Perú. Las muestras estaban compuestas de hojas jóvenes correspondientes a las desarrolladas después de la aplicación de los tratamientos (Anexo 1).

Para determinar el nitrógeno (N) se empleó la técnica NIR (Espectroscopia del Infrarrojo Cercano); para el caso de macronutrientes P, K, Ca, Mg, S y micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo se empleó la técnica de Espectroscopia de Emisión Atómica con Plasma de

Acoplamiento Inductivo (Espect ICP-OES). Por último, se empleó la técnica de Análisis de Flujo Segmentado para determinar la cantidad de cloruros presentes (mg/kg).

2.3.12. Medida de diámetro de ramas.

Para la evaluación del diámetro de rama se consideraron las ramas marcadas y codificadas del tercio superior, ya que la mayor actividad de división celular se encuentra en esta parte del arbusto, se consideró ciertas mediciones cualitativas según las observaciones después de la cuarta aplicación. Para medir los diámetros se tomó dos puntos en la rama, la parte media (Pm) y parte apical (Pa); estas mediciones se llevaron a cabo con el instrumento de precisión vernier (Figura 33).

2.3.13. Pesado de granos.

El trabajo de investigación abarco también la evaluación de las cosechas de la campaña del año 2023 entre los meses de julio a septiembre, donde se realizó una cosecha selectiva en diferentes fechas según iban madurando las bayas de *C. arabica*; L., para lo cual se cosecharon todas las UE, para posteriormente seleccionar cincuenta (50) granos al azar de fruto maduro y realizar el pesado respectivo de cada uno de los granos y también pesar toda la cosecha selectiva de cada UE (Figura 35).

III. RESULTADOS

3.1. Eficacia de bioestimulantes en el rendimiento de café (*Coffea arabica*; L.) var. Catimor en Valera, Amazonas

3.1.1. Número de hojas

Los datos del número de hojas no cumplieron los supuestos para realizar el ANVA (Tabla 7), es por ello que se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, donde el *P* – valor fue mayor que 0.05 para el Ts y Tm, por lo tanto, aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución). En el caso del Ti el *P* – valor fue menor que 0.05, lo que nos permite rechazar la Ho y decimos que las muestras pueden o no provenir de la misma población.

Tabla 7

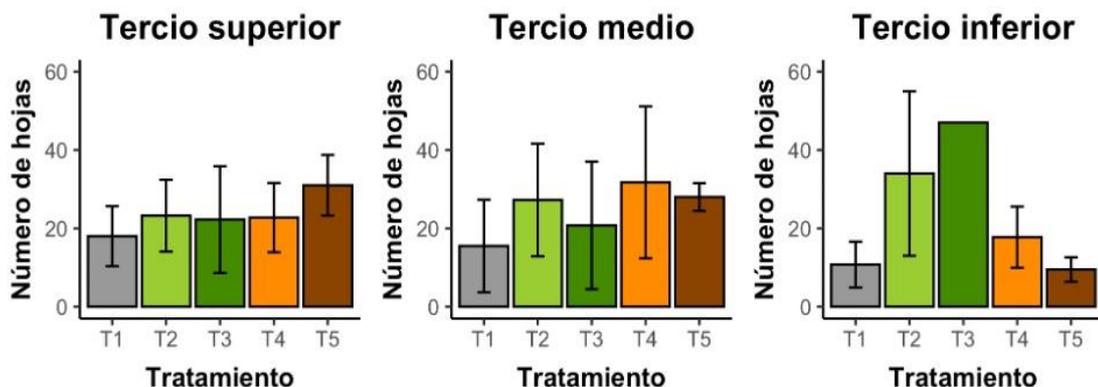
Pueba Kruskal Wallis para el número de hojas de la var. Catimor.

PRUEBA	Tercio	KW	df	<i>P</i> - valor
Kruskal-Wallis	Ts	4.1675	4	0.3838
	Tm	2.6984	4	0.6095
	Ti	9.5395	4	0.04894

KW: valor del test Kruskal-Wallis; Ts: tercio superior, Tm: tercio medio; Ti: tercio inferior

Figura 6

Número de hojas en el tercio superior, medio e inferior evaluado a los 94 días de la aplicación en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio ± error estándar (n=4).



En la figura 6 se muestra el número de hojas en el tercio superior, medio e inferior evaluado a los 94 días después de la primera aplicación, donde se muestra que los bioestimulantes a diferentes dosis según los tratamientos administrados no tienen efecto en el número de hojas.

3.1.2. Número total de yemas

En las Tablas 8, 9 y 10 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable número total de yemas en el tercio superior, medio e inferior, donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$ en los tratamientos para los tres análisis, confirmando que no hay diferencia significativa entre tratamientos para el número total de yemas, por lo cual aceptamos la hipótesis nula (H_0).

Tabla 8

Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio superior.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	273.2	68.3	1.2486	0.342507
Bloque	3	1185.6	395.2	7.2249	0.005002 .
Error.	12	656.4	54.7		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 9

Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio medio.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	558.8	130.70	1.1883	0.36497
Bloque	3	1418.2	472.73	4.0210	0.03408 *
Error.	12	1410.8	117.57		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 10

Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio inferior.

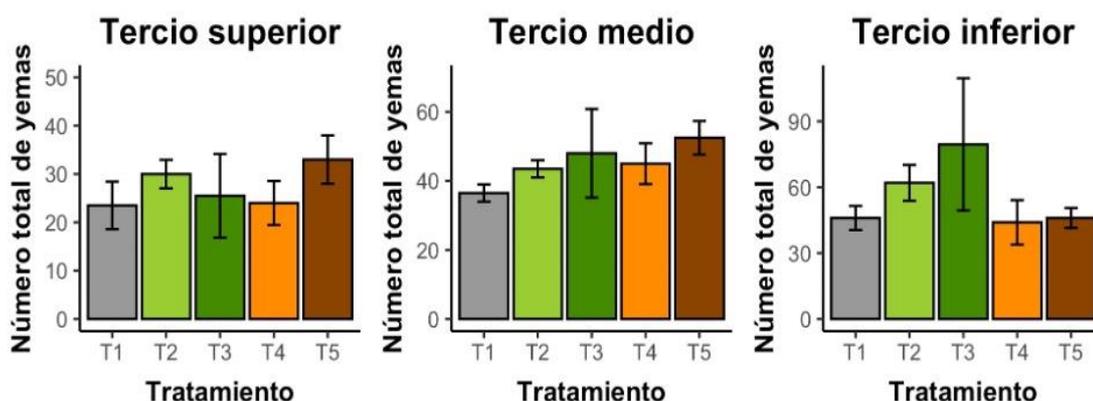
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	3724	931	1.333938294	0.313168466
Bloque	3	5115.8	1705.27	2.443308817	0.114466246
Error.	12	8375.2	697.93		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 7

Número total de yemas en el tercio superior, medio e inferior evaluado a los 94 días de la aplicación en la var. Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).



En la Figura 7 se muestra el número total de yemas en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la primera aplicación de los bioestimulantes a diferentes dosis, donde se muestra que no hay diferencia significativa entre tratamientos, confirmando que los bioestimulantes no tuvieron efecto en el número total de yemas o en generar nuevas yemas vegetativas o de producción.

3.1.3. Número de yemas latentes

En la Tabla 11, 12 y 13 se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la variable número de yemas latentes en el tercio superior, medio e inferior, donde se obtuvo un P – valor >0.05 en los tratamientos, afirmando que no hay diferencia significativa entre

tratamientos para el número de yemas latentes, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula (Ho).

Tabla 11

Análisis de varianza para el número de yemas latentes en el tercio superior.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	40.7	10.175	1.46578	0.272899033
Bloque	3	68.2	22.733	3.27491	0.058805367
Error.	12	83.3	6.9417		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 12

Análisis de varianza para el número de yemas latentes en el tercio medio.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	343.8	85.95	0.615174	0.36497
Bloque	3	383.15	127.3833	0.911726	0.46428
Error.	12	1676.6	139.7167		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 13

Análisis de varianza para el número de yemas latente en el tercio inferior.

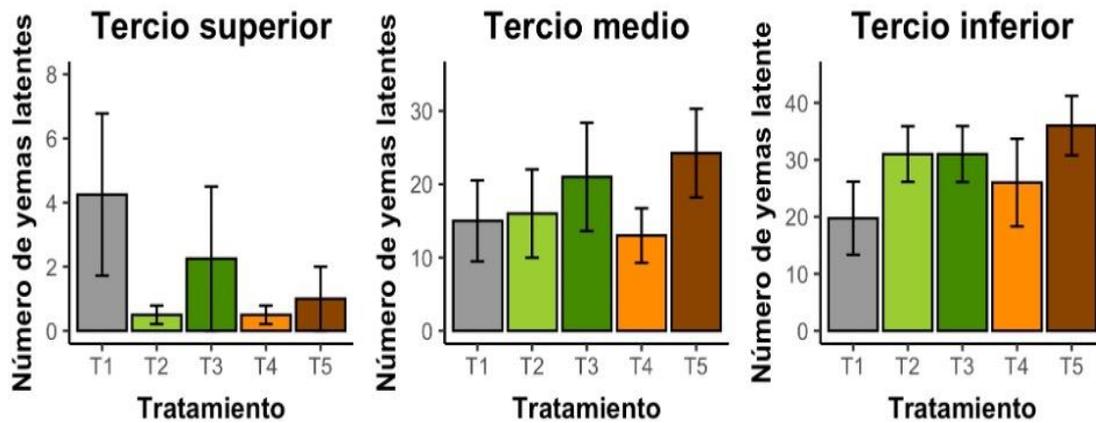
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	605	151.25	0.939538254	0.474055545
Bloque	3	170.95	56.9833	0.35397039	0.787170303
Error.	12	1931.8	160.983		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 8

Número de yemas latentes en el tercio superior, medio e inferior evaluado a los 94 días de la aplicación en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar ($n=4$).



En la Figura 8 se muestra el número de yemas latentes en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la primera aplicación de los bioestimulantes a diferentes dosis según los tratamientos, donde se muestra que en el tercio superior presenta una tendencia a disminuir el número de yemas latentes en los tratamientos donde se aplicó los bioestimulantes (T2, T4, T5, T3), sin embargo, sin diferencia significativa.

3.1.4. Número de flores

En la Tabla 14, 15 y 16, se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable número de flores en el tercio superior, medio e inferior, donde se obtuvo un $P - valor < 0.05$ en el tercio superior, confirmando que existe diferencia significativa entre tratamientos por lo tanto, rechazamos la H_0 y aceptamos la hipótesis alternativa. Adicionalmente, el tercio medio e inferior se obtuvo un $P - valor > 0.05$, mostrando que no hay diferencia significativa entre tratamientos, por lo cual aceptamos la hipótesis nula (H_0).

Tabla 14*Análisis de varianza para el número de flores en el tercio superior.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	1327	331.75	10.52617663	0.000674843 ***
Bloque	3	17.8	5.93333333	0.18826018	0.902350018
Error.	12	378.2	31.51666667		

Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 15*Análisis de varianza para el número de flores en el tercio medio.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	610.7	152.675	1.579805122	0.24251674
Bloque	3	164.55	54.85	0.567560576	0.646845022
Error.	12	11.59.7	96.64166667		

Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 16*Análisis de varianza para el número de flores en el tercio inferior.*

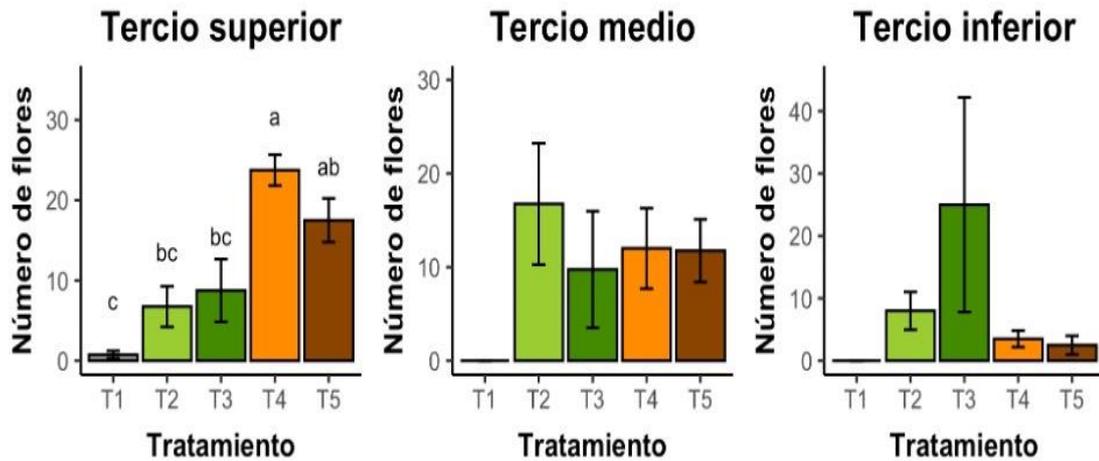
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	1613.2	403.3	1.649938634	0.225656137
Bloque	3	774.8	258.267	1.056593482	0.403523577
Error.	12	2933.2	244.433		

Signif. Codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 9

Número de flores en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar ($n=4$). Letras diferentes indican una diferencia significativa en $P < 0.05$ utilizando el ANVA seguido de la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.



En la Figura 9 se muestra el número de flores en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la primera aplicación de los bioestimulantes donde se muestra que los bioestimulantes tuvieron una respuesta significativa en esta variable, incrementando el número de flores especialmente en los tratamientos T4 (24 flores) y T5 (18 flores). Por otra parte, el tercio medio presentó tendencia a aumentar el número de flores en respuesta a los bioestimulantes, sin embargo, sin diferencia significativa.

3.1.5. Número de frutos

En la Tabla 17, 18 y 19 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable número de frutos en el tercio superior, medio e inferior, donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$, indicando que no hay diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto, aceptamos la H_0 (Tabla 12, 13 y 14).

Tabla 17*Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio superior.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	3396.7	849.175	2.448778026	0.102973238
Bloque	3	1073.2	357.733	1.031600702	0.413388312
Error.	12	4161.3	346.775		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 18*Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio medio.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	1711.7	427.925	2.247603624	0.124627224
Bloque	3	422.8	140.93333	0.740228476	0.548206842
Error.	12	2284.7	190.39167		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 19*Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio inferior.*

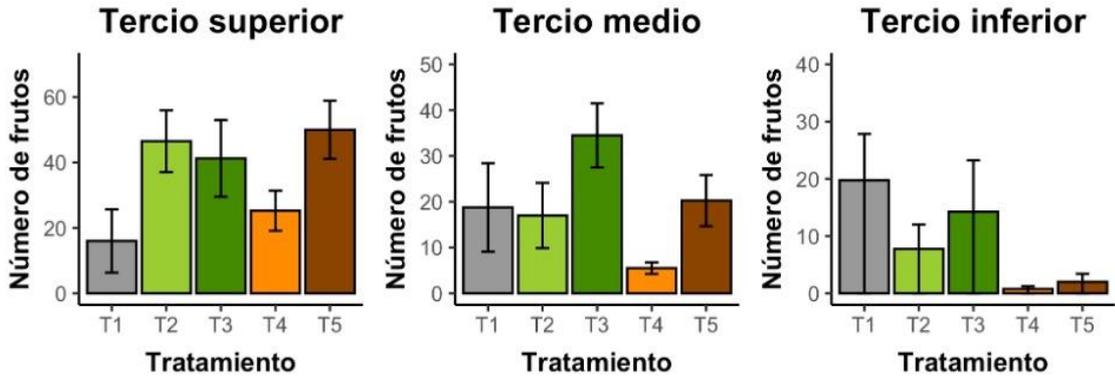
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	1046.8	261.7	1.614767585	0.233946828
Bloque	3	56.2	18.73333	0.115590292	0.949255586
Error.	12	1944.8	162.0667		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 10

Número de frutos en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar ($n=4$).



En la Figura 10 se muestra el número de frutos en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la primera aplicación de los bioestimulantes donde se muestra que los bioestimulantes presentan una tendencia a incrementar el número de frutos en llenado, especialmente en el tercio superior.

3.1.6. Diámetro de ramas en la parte apical y media

En la Tabla 20 y 21 se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro de ramas en la parte apical y media en las ramas del tercio superior. Tanto en la parte apical como en la parte media se obtuvo un $P - valor > 0.05$, confirmando que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, por lo cual aceptamos la H_0 .

Tabla 20

Análisis de varianza para el diámetro de ramas en la parte apical.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	1.348	0.337	1.767482517	0.20019112
Bloque	3	1.6495	0.5498333	2.883741259	0.079790646
Error.	12	2.288	0.1906667		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 21

Análisis de varianza para el diámetro de ramas en la parte media.

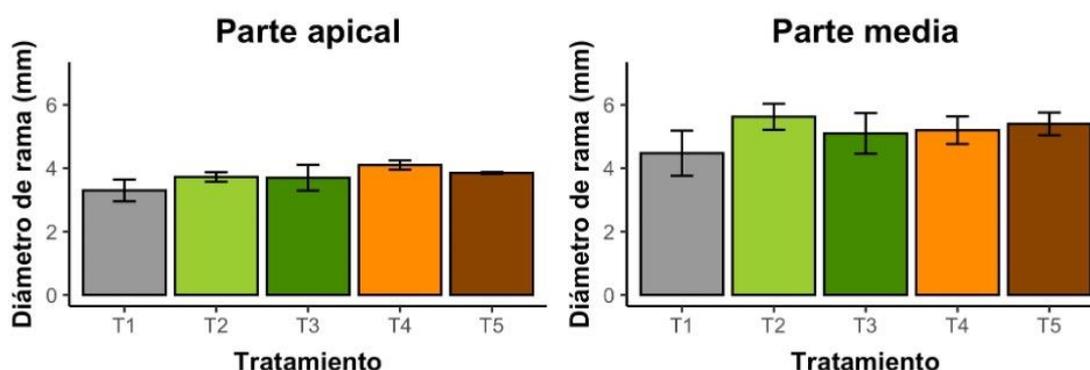
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	2.993	0.74825	0.842702956	0.524332966
Bloque	3	6.18	2.06	2.320037541	0.127065446
Error.	12	10.655	0.887916667		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 11

Diámetro de rama en la parte apical y parte media del tercio superior, evaluado a los 94 días después de la primera aplicación en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar ($n=4$).



En la figura 11 se muestra el diámetro de rama en la parte apical y parte media del tercio superior, evaluado a los 73 días después de la primera aplicación, donde se muestra que los bioestimulantes no tuvieron efecto en ese parámetro.

3.1.7. Peso de grano cosechado

En la Tabla 22 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable peso de grano maduro donde, se obtuvo un $P - valor < 0.05$, confirmando que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto, rechazamos la H_0 y aceptamos la hipótesis alternativa.

Tabla 22

Análisis de varianza para el peso de grano cosechado (g).

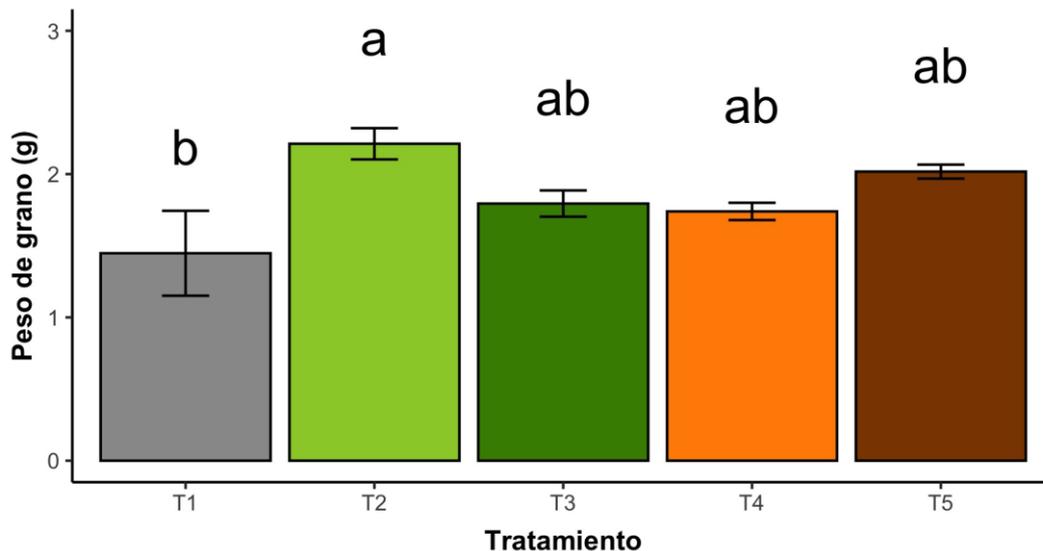
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	1.3426375	0.335659375	3.559697953	0.03894244 .
Bloque	3	0.2378244	0.0792748	0.840716406	0.497384057
Error.	12	1.1315321	0.094294342		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 12

Peso de grano maduro en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=10). Letras diferentes indican una diferencia significativa en $P < 0.05$ utilizando el ANVA seguido de la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey.



En la Figura 12 se puede observar el peso promedio que obtuvieron los granos maduros de cada tratamiento, donde se observa que la aplicación de bioestimulantes aumento el peso del grano maduro, especialmente en el tratamiento T2 (2.2 g) el cual corresponde al bioestimulante Propulsor Amin; en el T5 (2.0 g) se observa también mayor peso este tratamiento el cual corresponde al bioestimulante Aminoterra STD.

3.1.8. Rendimiento

En la tabla 23 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento por planta, donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$, el cual confirma que no existe diferencia significativa entre tratamientos por lo que rechazamos la hipótesis nula (H_0).

Tabla 23

Análisis de varianza para el rendimiento (g/planta).

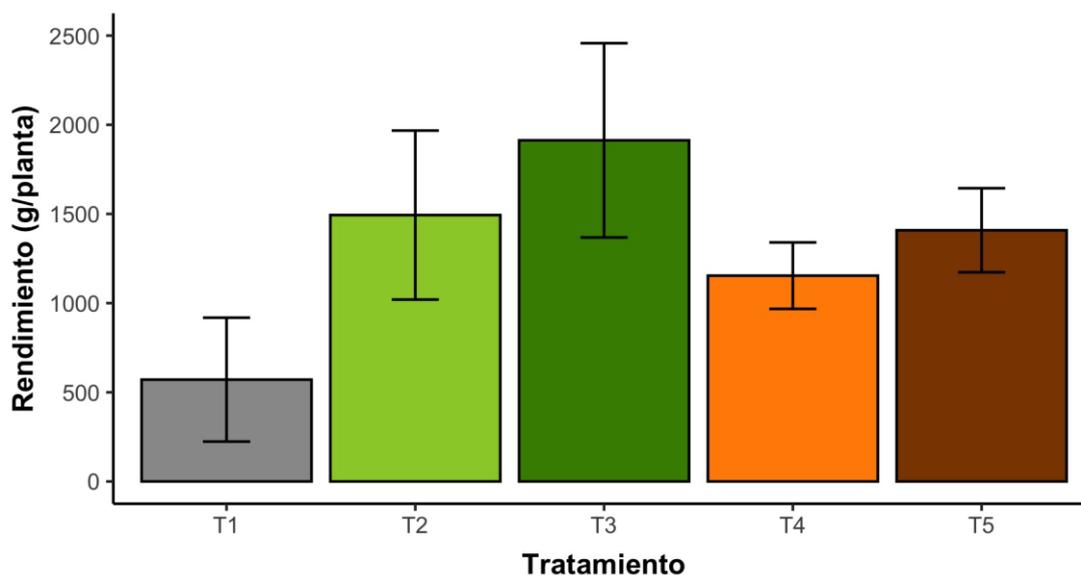
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	3908843.5	977210.875	1.485755504	0.267296017
Bloque	3	892068.4	297356.1333	0.45210151	0.720540423
Error.	12	7892638.1	657719.8417		

Signif. Codes: 0 '*' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 13

Rendimiento (g/planta) en la variedad Catimor. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).



En la Figura 13 se puede observar el rendimiento por planta de frutos de café, se realizó una rigurosa cosecha selectiva en tres oportunidades, la aplicación de bioestimulantes presenta una tendencia a incrementar el rendimiento de frutos de café con mayores

volúmenes en el T3 (1912.75 g/planta) y T2 (1493.75 g/planta) respectivamente que corresponde a la aplicación con Propulsor Amin, pero no se encontró diferencia significativa al realizar el ANVA.

3.2. Eficacia de bioestimulantes en el rendimiento de café (*Coffea arabica*; L.) var.

Bourbon en Valera, Amazonas

3.2.1. Número de hojas

Los valores del número de hojas no cumplieron los supuestos para realizar el ANVA (Tabla 24), es por ello que se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, donde el $P - valor$ fue mayor que 0.05 para el Ts y Ti, por lo tanto, aceptamos la H_0 indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución). En el caso del Tm el $P - valor$ fue menor que 0.05 , lo que nos permite rechazar la H_0 y decimos que las muestras pueden o no provenir de la misma población.

Tabla 24

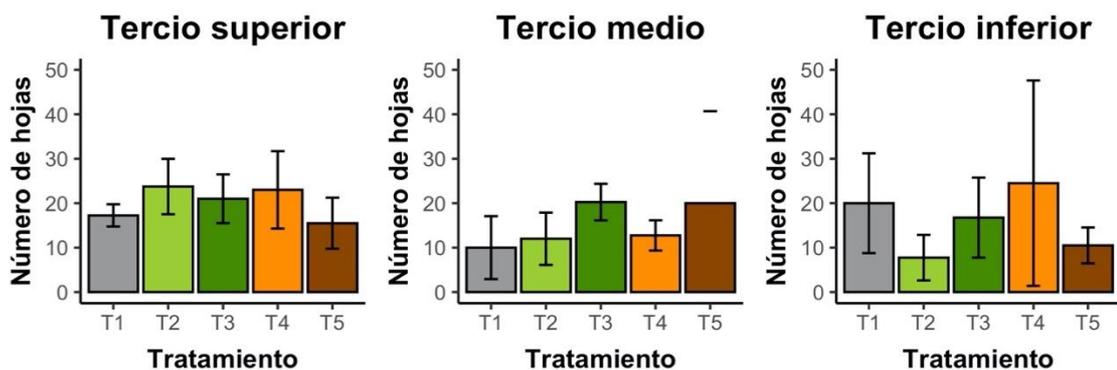
Pueba Kruskal Wallis para el número de hojas de la var. Bourbon.

PRUEBA	Tercio	KW	df	$P - valor$
Kruskal-Wallis	Ts	0.97718	4	0.8927
	Tm	0.901	4	0.04306
	Ti	0.91214	4	0.07001

KW: valor del test Kruskal-Wallis; Ts: tercio superior, Tm: tercio medio; Ti: tercio inferior

Figura 14

Número de hojas en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar ($n=4$).



En la Figura 14 se muestra el número de hojas en el tercio superior, medio e inferior evaluado a los 94 días después de la primera aplicación donde se muestra que los bioestimulantes a diferentes dosis según los tratamientos administrados no tienen efecto significativo en el número de hojas.

3.2.2. Número total de yemas

En la Tabla 25, 26 y 27 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable número total de yemas en el tercio superior, medio e inferior de las UE de la V2 donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$, afirmando que no existe diferencia significativa entre los tratamientos para el número total de yemas, entonces aceptamos la H_0 .

Tabla 25

Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio superior V2.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	242.8	60.700	1.2851	0.3296
Bloque	3	202.2	67.400	1.4270	0.2833
Error.	12	566.8	47.233		

Signif. Codes: 0 '**' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 26

Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio medio V2.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	260.8	65.20	0.5726	0.68777
Bloque	3	1368.6	456.20	4.0064	0.03443 *
Error.	12	1366.4	113.87		

Signif. Codes: 0 '**' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 27

Análisis de varianza para el número total de yemas en el tercio inferior V2.

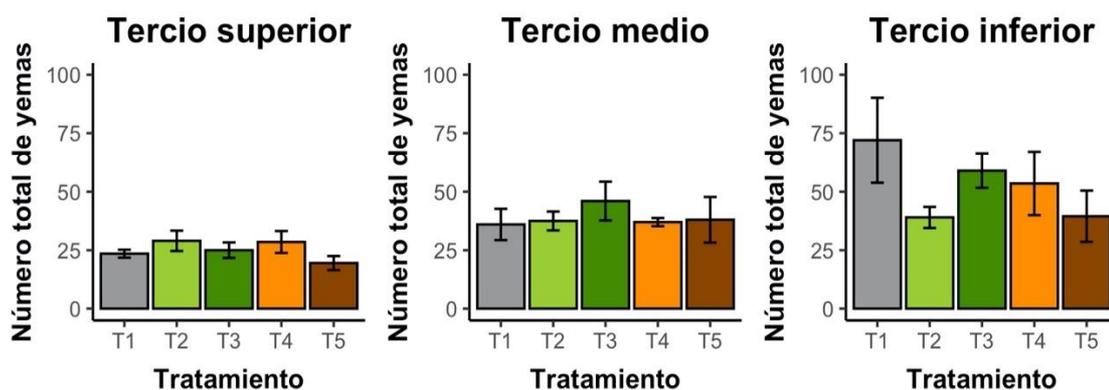
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	3098.8	774.70	2.3445	0.11362
Bloque	3	4496.8	1498.93	4.5363	0.02399 *
Error.	12	3965.2	330.43		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 15

Número total de yemas en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la var. Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).



En la Figura 15 observamos el número total de yemas en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la primera aplicación de los bioestimulantes a diferentes dosis, donde se observa que no hay diferencia significativa entre tratamientos. Los bioestimulantes no tuvieron efecto significativo incrementando el número total de yemas.

3.2.3. Número de yemas latentes

La Tabla 28, 29 y 30 muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable número de yemas latentes en el tercio superior, medio e inferior de las UE de la V2, donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$ en los tratamientos para cada análisis, afirmando que no hay diferencia significativa entre tratamientos para el número de yemas latentes, por lo tanto, aceptamos la H_0 .

Tabla 28*Análisis de varianza para el número de yemas latentes del tercio superior V2.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	9.20	2.3000	0.8734	0.5079
Bloque	3	4.15	1.3833	0.5253	0.6731
Error.	12	31.60	2.6333		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 29*Análisis de varianza para el número de yemas latentes del tercio medio V2.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	520.00	130.000	2.7504	0.07803 .
Bloque	3	512.55	170.850	3.6146	0.04561 *
Error.	12	567.20	47.267		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 30*Análisis de varianza para el número de yemas latente del tercio inferior V2.*

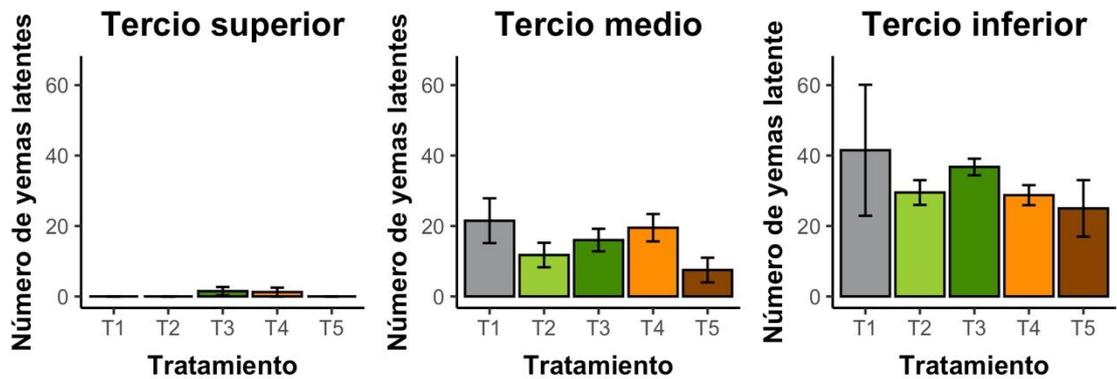
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	712.7	178.18	0.5785	0.6839
Bloque	3	1539.8	513.27	1.6666	0.2267
Error.	12	3695.7	307.97		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 16

Número de yemas latentes en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días de la primera aplicación en la var. Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar ($n=4$).



En la Figura 16 observamos que el número de yemas latentes en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la primera aplicación de los bioestimulantes a diferentes dosis según los tratamientos, no existe diferencia significativa.

3.2.4. Número de flores

En la Tabla 31, 32 y 33 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable número de flores en el tercio superior, medio e inferior de las UE de la var. Catimor. Donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$, mostrando que no hay diferencia significativa entre tratamientos, por lo cual aceptamos la hipótesis nula (H_0).

Tabla 31

Análisis de varianza para el número de flores en el tercio superior.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	11.30	2.825	0.4538	0.7681
Bloque	3	20.55	6.850	1.1004	0.3868
Error.	12	74.70	6.225		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 32*Análisis de varianza para el número de flores en el tercio medio.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	6.50	1.6250	1.2264	0.3506
Bloque	3	5.35	1.7833	1.3459	0.3059
Error.	12	15.90	1.3250		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 33*Análisis de varianza para el número de flores en el tercio inferior.*

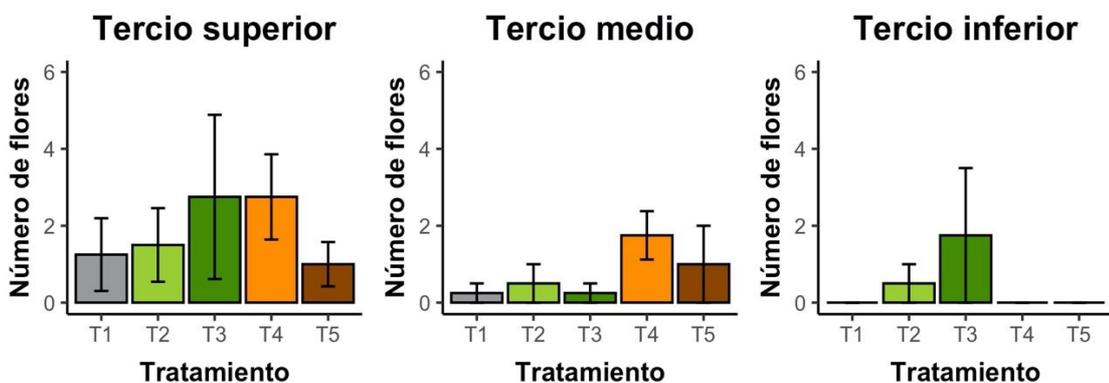
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	9.20	2.30	1.0000	0.4449
Bloque	3	12.15	4.05	1.7609	0.2080
Error.	12	27.60	2.30		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 17

Número de flores en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).



La Figura 17 muestra el número de flores en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la primera aplicación de los bioestimulantes donde se muestra que los bioestimulantes no tuvieron respuesta significativa en el incremento del número de flores. Sin embargo, se visualiza la tendencia en el incremento del número de flores en el T3 y T4, pero sin diferencia significativa.

3.2.5. Número de frutos

En la Tabla 34, 35 y 36 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable número de frutos en el tercio superior, medio e inferior de la var. Bourbon. Donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$, indicando que no hay diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto, aceptamos la H_0 .

Tabla 34

Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio superior.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	8198.8	2049.7	1.9465	0.1673
Bloque	3	5987.7	1995.9	1.8955	0.1842
Error.	12	12636.0	1053.0		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 35

Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio medio.

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	3666.8	916.70	1.6435	0.22715
Bloque	3	8910.5	2970.18	5.3251	0.01451 *
Error.	12	6693.2	557.77		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 36

Análisis de varianza para el número de frutos en el tercio inferior.

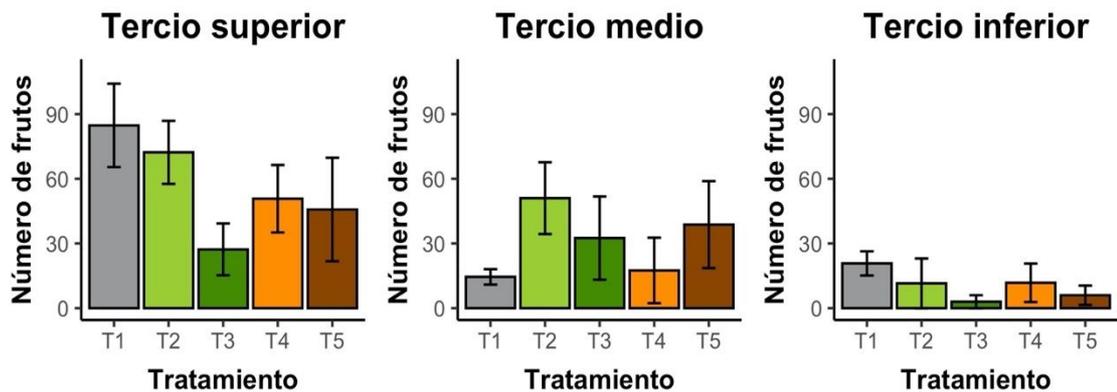
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	736.3	184.08	2.7747	0.0763365 .
Bloque	3	2476.4	825.47	12.4427	0.0005407 ***
Error.	12	796.1	66.34		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 18

Número de frutos en el tercio superior, medio e inferior a los 94 días después de la aplicación en la variedad bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).



La figura 18 muestra el número de frutos en el tercio superior, medio e inferior en la var. Bourbon a los 94 días después de la primera aplicación de los bioestimulantes, donde se muestra que los bioestimulantes no afectaron el número de frutos de los tratamientos.

3.2.6. Diámetro de ramas en la parte apical y media

En la Tabla 37 y 38 observamos el análisis de varianza (ANVA) para la variable diámetro de ramas en la parte apical y media en las ramas del tercio superior de las UE de la var. Bourbon. En ambas partes se obtuvo un $P - valor > 0.05$, confirmando así que no existe diferencia significativa entre tratamientos para esta variable, entonces aceptamos la H_0 para el diámetro de ramas.

Tabla 37*Análisis de varianza para el diámetro de ramas en la parte apical.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	0.418	0.1045	0.9289	0.47936
Bloque	3	1.320	0.4400	3.9111	0.03683 *
Error.	12	1.350	0.1125		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Tabla 38*Análisis de varianza para el diámetro de ramas en la parte media.*

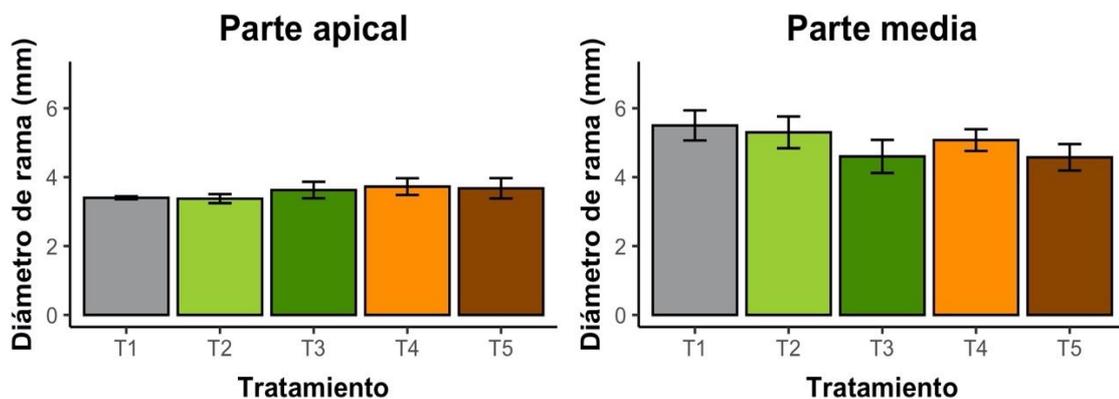
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	2.743	0.68575	1.3313	0.31402
Bloque	3	4.354	1.45133	2.8177	0.08413 .
Error.	12	6.181	0.51508		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 19

Diámetro de rama en la parte apical y media del tercio superior, evaluado a los 73 días después de la primera aplicación en la variedad Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).



En la figura 19 se muestra el diámetro de rama en la parte apical y parte media del tercio superior, evaluado a los 73 días después de la primera aplicación, donde se muestra que los bioestimulantes no tuvieron efecto en ese parámetro.

3.2.7. Peso de grano cosechado

En la Tabla 39 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la variable peso de grano maduro cosechado. Donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$, confirmando no que existe diferencia significativa entre los tratamientos, por lo tanto, aceptamos la H_0 .

Tabla 39

Análisis de varianza para el peso de grano cosechado (g).

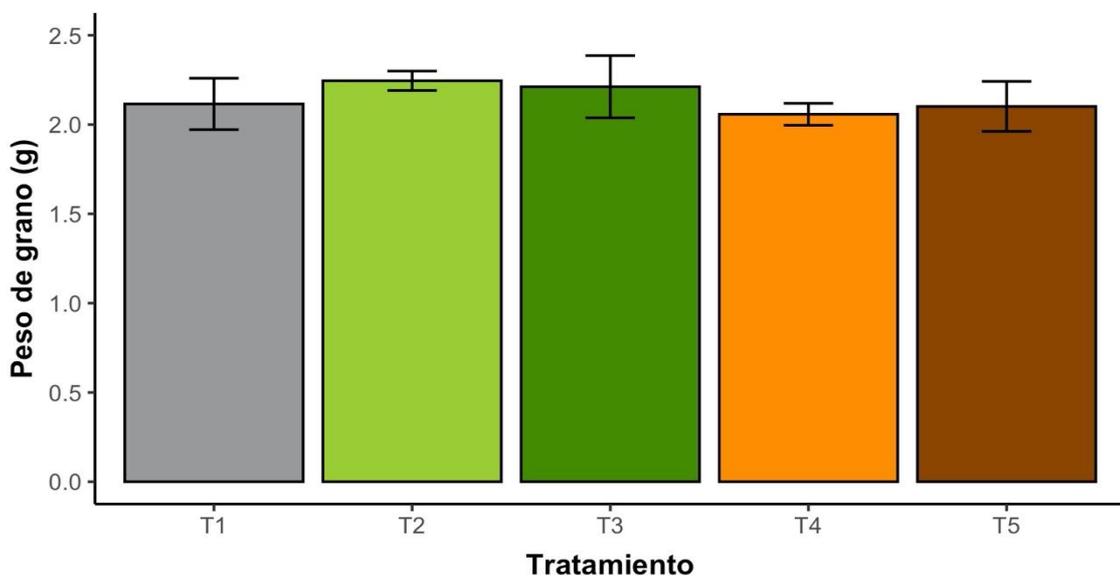
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	0.09986	0.024964	0.3888	0.8127
Bloque	3	0.15840	0.052800	0.8224	0.5063
Error.	12	0.77041	0.064201		

Signif. Codes: 0 '*' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

Nota: O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 20

Peso de grano maduro en la var. Bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=10).



En la Figura 20 se puede observar el peso promedio que obtuvieron los granos maduros de cada tratamiento, donde se observa que la aplicación de bioestimulantes no afectaron el peso del grano maduro.

3.2.8. Rendimiento

En la Tabla 40 se presenta el análisis de varianza (ANVA) para la variable rendimiento, donde se obtuvo un $P - valor > 0.05$, demostrando que no existe diferencia significativa entre tratamientos para el rendimiento de las cosechas en g/planta en la var. Bourbon.

Tabla 40

Análisis de varianza para el rendimiento (g/planta).

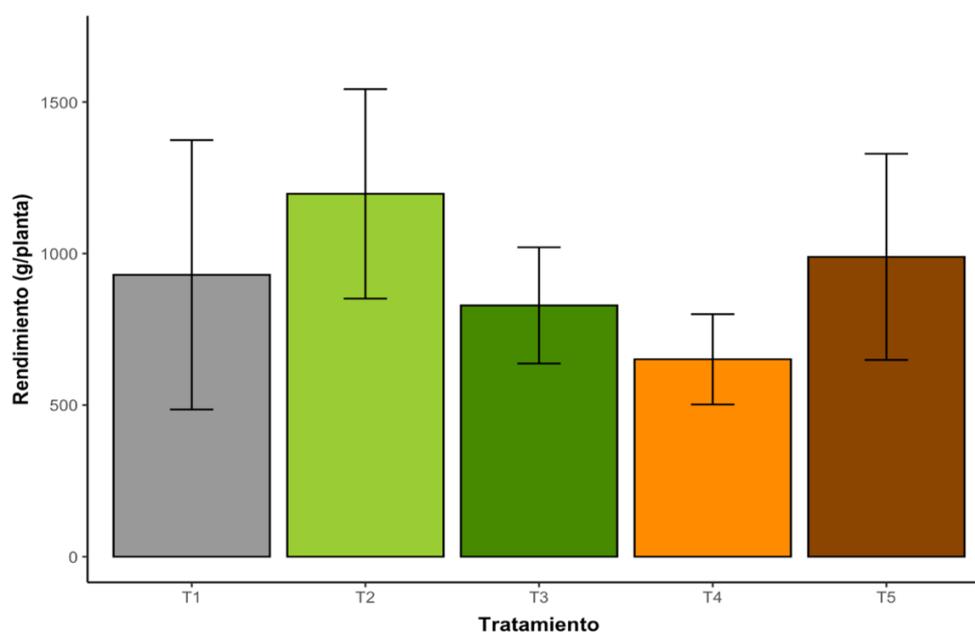
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Tratamiento	4	649074	162269	0.4554	0.7670
Bloque	3	1625674	541891	1.5207	0.2595
Error.	12	4276052	356338		

Signif. Codes: 0 '*' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1**

O. V: Origen de variación Df: Grado de libertad; Sum Sq: Suma de cuadrados; Mean Sq: Media de cuadrados; F: fisher; Pr(>F): probabilidad.

Figura 21

Rendimiento (g/planta) en la variedad bourbon. Los valores se presentan como promedio \pm error estándar (n=4).



En la Figura 21 se puede observar el rendimiento por planta de frutos de café de la var. Bourbon. Se realizó una rigurosa cosecha selectiva en tres oportunidades, para demostrar que la aplicación de bioestimulantes presenta una tendencia a incrementar el rendimiento de las cosechas de café con mayores volúmenes en el T2 (1197.25 g o 1.19725 Kg) y T5 (989.25 g o 0.9825 Kg) respectivamente que corresponde a la aplicación con Propulsor Amin y Aminoterra STD, pero no se encontró diferencia significativa entre tratamientos al realizar el ANVA para el rendimiento de las cosechas.

3.3. Calculo para una hectarea (ha) del rendimiento

Se calculó el rendimiento para una ha de *Coffea arabica* según los resultados de los tratamientos que se expresaron en g/planta, la densidad de siembra corresponde a distanciamientos 1.80 m entre plantas y 2.00 m entre hileras.

$$Densidad (arb/ha) = \frac{10000 m^2/ha}{Distancia entre hileras (m) \times distancia entre planta(m)}$$

$$Densidad (arb/ha) = \frac{10000 m^2/ha}{2.00 m \times 1.80 m}$$

$$Densidad (arb/ha) = 2778$$

Variedad Catimor

Tabla 41

Rendimiento en Kg/ha de C. arabica VI.

Rendimiento	T3	T2	T5	T4	T1
Kg/ha	5313.63	4134.65	3912.83	3205.8	1586.25

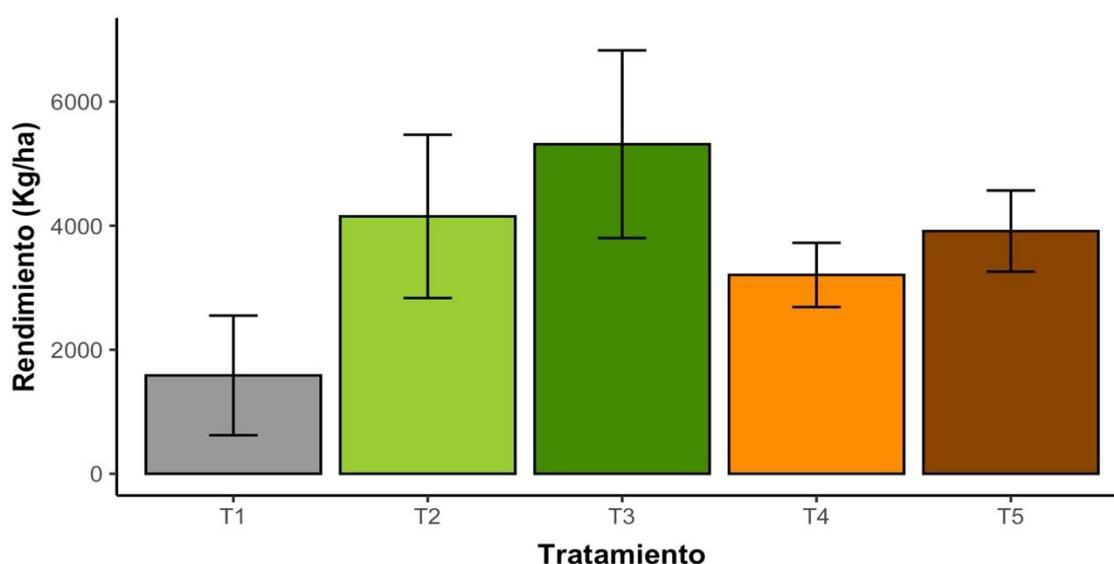
Se muestra en la Tabla 41 que el bioestimulante Propulsor Amin en sus dos dosis (T3 y T2) posee el mayor rendimiento, seguido de Amioterra STD en su mayor dosis (T5). Todos los tratamientos demuestran mejores rendimientos a comparación del testigo (T1) en la var. Catimor (Figura 22).

Tabla 42*ANVA para el rendimiento por bloques en la var. Catimor.*

O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Bloque	4	30165655	7541414	1.6871	0.2087
Tratamiento	4	5211908	5211908	1.1659	0.2985
Error.	12	62582167	4470155		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Se muestra en la Tabla 42 que no existe diferencia significativa para el rendimiento en Kg/ha entre tratamiento según el ANVA mostrado, pues el $P > 0.05$.

Figura 22*Rendimiento expresado en Kg/ha en la var. Catimor.***Variedad Bourbon****Tabla 43***Rendimiento en Kg/ha de C. arabica var. Bourbon.*

Rendimiento	T2	T5	T1	T3	T4
Kg/ha	3325.95	2748.13	2583.55	2302.95	1809.2

Observamos en la Tabla 43 que el bioestimulante Propulsor Amin (T2) posee el mayor rendimiento, seguido de Amioterra STD en su mayor dosis (T5). En el caso de la var.

bourbon el rendimiento del testigo es similar al T3 y T4, pero demostrando inferioridad a la aplicación de bioestimulantes según los mejores rendimientos presentados (Figura 23).

Tabla 44

ANVA para el rendimiento por bloques en la var. Bourbon.

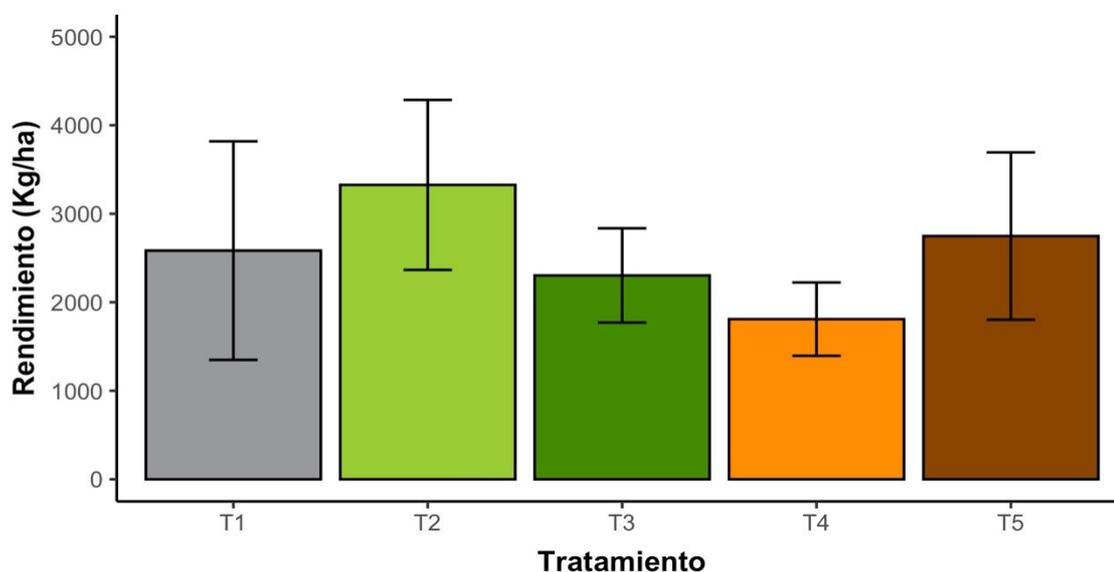
O. V.	Df	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
Bloque	4	5009091	1252273	0.4455	0.7740
Tratamiento	4	6191411	6191411	2.2026	0.1599
Error.	12	39353887	2810992		

Signif. Codes: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1					

Se muestra en la Tabla 44 que no existe diferencia significativa para el rendimiento entre tratamiento según el ANVA mostrado.

Figura 23

Rendimiento expresado en Kg/ha en la var. Borubon.



3.4. Analisis foliar

En la Tabla 43 se muestran claras diferencias entre la cantidad de nutrientes encontrados en los órganos foliares de las UE con la mayor dosis de bioestimulante administrada. Donde observamos que ambos bioestimulantes (PA y ASTD) mejoran la absorción y asimilación de nutrientes tanto en macronutrientes y micronutrientes.

Tabla 45

Resumen del análisis foliar de los tratamientos con las dosis más alta y los controles respectivos.

Nutriente	Unidad	Testigo	Var. Catimor			Var. Bourbon		
			Propulsor Amin	Aminoterra STD	Testigo	Propulsor Amin	Aminoterra STD	Testigo
Macro		D0	D2	D2	D0	D2	D2	
N	%	2.5	2.8	2.8	2.5	2.6	2.6	
K	%	1.85	1.33	1.43	1.85	2.65	3.22	
P	%	0.218	0.186	0.178	0.218	0.266	0.349	
Ca	%	1.95	2.05	2.51	1.95	2.07	2.02	
Mg	%	0.244	0.357	0.41	0.244	0.175	0.196	
S	%	0.28	0.21	0.21	0.28	0.44	0.63	
Micro								
Fe	mg/kg	146	169	175	146	243	266	
Mn	mg/kg	348	744	>1000	348	313	265	
Cu	mg/kg	33.2	16.5	31.2	33.2	30.7	32.5	
Zn	mg/kg	11.9	22.8	14.9	11.9	20.5	13.9	
B	mg/kg	36.3	36.2	22.3	36.3	33.5	36.6	
Mo	mg/kg	20.2	5.64	6.1	20.2	19.5	26.9	
Elementos Fitotóxicos								
Cloruros	mg/kg	872	527	408	872	1442	1904	
Sodio	mg/kg	<250	<250	<250	<250	<250	<250	

IV. DISCUSIÓN

La aplicación de bioestimulantes generaron una tendencia de mejorar los procesos fisiológicos y morfológicos de *C. arabica* var. Catimor. Para ser más específicos, los bioestimulantes demostraron una tendencia a incrementar la producción de número de hojas, número de flores, número de frutos, diámetro de rama, peso de grano maduro, rendimiento y disminuyendo el número de yemas latentes. Encontrando resultados significativos en el número de flores y peso de grano maduro cosechado en la var. Catimor. En la var. Bourbon solo se observó alteraciones en el número de yemas latentes disminuyendo, pero sin diferencia significativa según el ANVA; no obstante, se observó la tendencia a incrementar el número de hojas, flores, frutos, mejora de la calidad del peso de los granos cosechados y el rendimiento en los tratamientos con bioestimulantes en comparación con el tratamiento control.

Para el caso de número de hojas no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos tanto en la var. Catimor y var. Bourbon, pero se observa la tendencia a incrementar el número de hojas en los tratamientos con la dosis de bioestimulante administrada, el efecto se debe a que la planta uso energía reservada de la campaña pasada, que al momento de recibir la bioestimulación potencializó el proceso para generar nuevos brotes que para la siguiente campaña serán nuevas hojas adultas y más número de flores, los bioestimulantes a con aminoácidos dan el efecto anti-estrés, regulación osmótica, precursores de hormonas, cuajado de frutos, permeabilidad de las membranas, haciendo que los procesos fisiológicos se desarrollen de manera óptima. estos resultados de mayor número de hojas en *C. arabica* ya se reportaron en investigaciones pasadas (Costa et al., 2022). El uso de bioestimulantes interacciona con el número de hojas en café, pero sin presentar diferencia significativa entre tratamientos, se observó en el transcurso de los meses la aparición de nuevos pares de hojas sanas (Sanchez Santillan et al., 2021). No obstante, Ferreira et al. (2018) señala que la aplicación de bioestimulante mejoro el número de pares de hojas en el desarrollo de crecimiento de *C. arabica*, 150 días después de las aplicaciones, especulado por el incremento en la división y elongación celular al tener energía extra para generar nuevas celular y tejidos. Así mismo, Valero et al. (2023) muestran que la respuesta a la bioestimulación se da en el aumento de índice de área foliar, el cual se expresó con mayor número de hojas en la copa de *Vigna unguiculata* L. Walp.

En el número total de yemas no encontramos diferencia significativa en las dos variedades ensayadas, pero se observó tendencia a incrementarse la actividad de división y elongación celular, especialmente en la parte apical de las ramas de las UE, preparándose a formar nuevos pares de yemas para incrementar la biomasa aérea, investigaciones anteriores muestran efectos de incremento de la biomasa en un 82% a pesar del estrés abiótico que presentaba *Phaseolus vulgaris* L. (Karla Ivonne Hernández-Figueroa et al., 2022).

En la variable número de yemas latentes los bioestimulantes mejoraron la actividad celular disminuyendo el número de yemas latentes, en la var. Catimor se observa el menor número de yemas latentes en la parte superior de la planta, donde el tratamiento control presenta el mayor número de yemas latente. Para la var. Bourbon observamos más claros resultados en la disminución de yemas latentes tanto en el Ts, Tm y Ti presentando el mayor número de yemas inactivas el tratamiento control T1 (43 yemas latentes), lamentablemente las estadísticas no marcaron diferencia significativa en ninguna de las variedades. Sin embargo, esta tendencia de disminución de yemas latentes ocasiono la generación de brotes nuevos en el caso de *C. arabica* contabilizando mayor número de pares de hojas y botones florales en las evaluaciones realizadas en el crecimiento y desarrollo de la var. catuaí (Ferreira et al., 2018). No obstante, Costa et al. (2022) resalta que los bioestimulantes de origen vegetal activan las yemas, mostrando mayor número de hojas 160 días después de la aplicación de los tratamientos, resultando con mayor número de botones florales, que al cuajar estimaremos como mayor número de frutos a comparación de los testigos que presentaron 6% menos presencia de frutos. Así mismo Chacón-Villalobos et al. (2021), resaltan mejores resultados en reducir el número de yemas latentes y ponerlas en actividad de producción, ya sea desde hojas a frutos, afirmando la diferencia significativa en el número de flores en el tercio superior T4 (24 flores) y T5 (18 flores) según la comparación de medias de Tukey (Anexo 2) en la var. Catimor. El efecto puede explicarse por la buena cantidad de materia orgánica presente en el suelo, siendo aprovechada por las plantas, mejor absorbidas y traslocadas al aplicarse los bioestimulantes que mejoran la asimilación de nutrientes orgánicos.

En las dos variedades de *C. arabica* L. se mejoró la absorción y asimilación de nutrimentos en especial el N, según el análisis foliar de los tratamientos que albergaron la mayor dosis de bioestimulantes presentaron mayor porcentaje (%) de macronutrientes y mayor mg/kg de micronutrientes a comparación del testigo, se mejoraron las cantidades

de macro y micronutrientes (Yhony et al., 2020). De igual manera, Yhony et al. (2020) señalan diferencia significativa en el porcentaje de N presentando los mayores niveles los que recibieron la dosis de bioestimulante. En los T4 y T5 correspondiente a las dosis del bioestimulante Aminoterra STD se encontraron los mayores mg/kg de fósforo (P) según el análisis foliar esto se correlaciona directamente con el mayor número de flores encontrado en el tercio superior de la var. Catimor (Anexo 1), por lo que afirmamos que se incrementó de la resistencia de *C. arabica* a estrés abiótico presente en la zona de estudio y se incrementó el número de flores (Talar-Krasa et al., 2019).

En el experimento no se encontró diferencia significativa para el número de frutos tanto en la var Catimor y var. Bourbon, pero se observa la tendencia a incrementarse el número de frutos, como observamos en la var. Catimor donde el T2 (47 frutos) y T5 (51 frutos) a comparación del control (18 frutos) esto en el tercio superior; en el tercio medio el T3 (45 frutos y el control (17 frutos) donde confirmamos que los bioestimulantes genera el efecto de incrementar el número de frutos en el tercio superior y medio. En la var. Bourbon la tendencia a incrementar el número de frutos solo sucedió en el tercio medio, donde el T2 (55 frutos) mientras que el T1 (19 frutos). Así mismo, Julio César Loáiciga-Arias et al. (2023) en su ensayo con bioestimulante proveniente de algas y condiciones de buen drenaje, presentan resultados con diferencias significativas para el número de frutos/planta en la aplicación vía foliar de los bioestimulantes y buen drenaje (26.34 ab), donde el control posee el menor número de frutos (24.08 a), se observa similar resultado en las variedades de *C. arabica* con los bioestimulante, los cuales generan tendencia a incrementar el número de frutos en el tercio superior y tercio medio de las UE. No obstante (Chacón-Villalobos et al., 2021) sustentan el incremento de número de frutos por nudo encontrado los mayores números de granos en los nudos de los tratamientos con los bioestimulantes obteniendo 5.20% y 6.20% de incremento de frutos por planta a comparación de lo que se estimó anteriormente, mientras que el testigo presento un 3.05%. También se reportó el mejoramiento del calibre y peso de grano maduro cosechado resultando diferencia significativa entre tratamientos para la var. Catimor tomando las mejores características con ambos bioestimulantes, resultados similares se encontraron al incrementarse el rendimiento hasta ocho QQ más que los testigos por hectárea y mejores calibres y pesaje de grano maduro cosechado (Arejano et al., 2022)

No se encontró diferencias significativas para la variable diámetro de rama en ambas variedades. Sin embargo, el efecto de los bioestimulantes tienden a mejorar el diámetro

de tallos y/o ramas, pese a no resultar diferencia significativa, expresando mejores resultados las dosis más altas en la parte media de los tallos de la var. Catimor. Podemos afirmar que la actividad de división celular si tiende a incrementarse al aplicarse bioestimulantes a dosis determinadas (D2) a las plantas, ya que ayuda a la estimulación de división celular por el ahorro energético gracias a la aplicación de aminoácidos libres con los bioestimulantes, usando la energía ahorrada para activar las defensas naturales y crear nuevas celular y tejidos (Pincay Menéndez et al., 2022). Así mismo, Medina et al., (2016) reportan resultados positivos en el diámetro de tallo, y número de hojas, en el experimento el número de hojas no expreso diferencia significativa, pero sí presenta tendencia a incrementar la presencia de diámetro de tallos y ramas.

Al encontrar diferencia significativa y la tendencia en el incremento del peso de cada grano cosechado de la var. catimor y var. Bourbon respectivamente, podemos decir que los bioestimulantes mejoran el rendimiento de los granos de *C. arabica*, mostrando mejores resultados la var. Catimor donde el T2 (2.2 g) y le T5 (2.0 g) obtuvieron el mayor peso a comparación del control T1 (1.5 g). No obstante, Badillo et al., (2023) reportan diferencia significativa en el rendimiento de cultivo de gramíneas en granos/panícula, resultando mayores granos en el tratamiento con la mayor dosis de bioestimulante a base de algas, resultando 154.87 granos/panícula del tratamiento con la aplicación y el testigo con 135.73 granos/panícula; entonces corroboramos que los bioestimulantes mejoran los procesos productivos de las especies vegetales. Además, Barreto Macías et al. (2023) resaltan que los bioestimulantes son un complemento de la fertilización edáfica, pues es su ensayo resultaron los mayores pesos de granos (1000 granos) de los tratamientos cuyo mayor peso fue de 28 g, a comparación del testigo que obtuvo 20 g (Barreto Zúñiga & Pinos Rocel, 2023). La bioestimulación suplida de nutrientes como Zn y S en el cultivo de *Zea mays* L. demostró diferencia significativa entre los tratamientos con la dosis de bioestimulante con Zn y S, esto resulto en el incremento del número de hileras por mazorca (6.5 %) y el diámetro de la mazorca (8.8 %), elevándose tamaño y peso de granos al igual al efecto en *C. arabica* L. (Silva et al., 2022). El efecto puede explicarse debido al incremento del nivel de sacarosa, esto por el incremento de nutrientes en las plantas según el análisis foliar, especialmente se encontró mayores niveles de potasio (K) que interactúa directamente con el llenado de frutos cuajados. El incremento del rendimiento del grano también observado por (Lopes et al., 2022), donde resulto un incremento del rendimiento 3.814 kg, llevando una ventaja de 17.3% a los testigos. Este efecto puede

explicarse por el mayor contenido de macronutrientes y micronutrientes encontrados en el análisis foliar, esto correlacionado directamente por la mejora de la asimilación de los nutrientes disponibles en el suelo según el análisis de suelos respectivo, pues la bioestimulación ayudan incrementando la actividad fotosintética y por ende presentar mayor cantidad en el contenido de clorofila en la parte foliar.

Según, Barreto Zúñiga & Pinos Rocel, (2023) señalan evidencias de incrementos en el pesado de grano de los cultivos, al igual que los resultados presentados en la investigación, existiendo tendencia a incrementar el rendimiento de los tratamientos con los bioestimulantes en ambas variedades. No obstante, Chacón-Villalobos et al. (2021) nos dicen que el rendimiento por hectárea resulta más prometedor al administrarse bioestimulantes por vía foliar en tres aplicaciones periódicas, resultando un 57% menos productivo los testigos; en el experimento no se obtuvieron diferencia significativa entre tratamientos para el rendimiento, pero observamos mayores cosechas evidentes en la var. catimor donde el T3 (5313.63 Kg/ha) y T2 (4134.65 Kg/ha) correspondiente a la dosis del bioestimulante Propulsor Amin, mientras que el control T1 (1586.25 Kg/ha) quedando por debajo de los tratamientos con la D1 y D2. Para la var. Bourbon los T2 (3325.95 Kg/ha) y T5 (2748.13 Kg/ha) presentan los mejores rendimientos que corresponden a Propulsor Amin y Aminoterra STD respectivamente, mientras que el control T1 (2583.55 Kg/ha) oscila con similares resultados al T4 Y T3 cuyos rendimientos son bajos. El incremento de la biomasa y con mayor significancia la productividad estimada en 4449 kg/ha de grano, a comparación del testigo, el cual obtuvo 4178 kg/ha (Souza et al., 2023). El efecto puede explicarse por la actividad de la asimilación del fósforo disponible en el suelo, pues esto actúa directamente en el cuajado de frutos, aumentando su masa y por ende el rendimiento.

V. CONCLUSIONES

La eficacia de los bioestimulantes en el cultivo de *C. arabica* L. es prometedora según los resultados positivos en la división celular para crear nuevos tejidos tanto vegetativos como reproductivos, obteniendo diferencias significativas en el número de flores, donde la bioestimulación en tratamientos T4 y T5 (24, 18 flores) mientras el control T1 (1 flor). En el peso de grano maduro cosechado en la variedad Catimor la diferencia significativa muestra el T2 (2,2 g), T5 (2,0 g) mientras que el control T1 (1,4 g). En la variedad Bourbon se observó una tendencia a disminuir el número de yemas latentes, es decir se rompe la dormancia de las yemas latentes, pero sin diferencia significativa.

Los bioestimulantes Aminoterra STD y Propulsor Amin poseen cualidades para incrementar el rendimiento de las cosechas y calidades de grano maduro en la var. Catimor y Bourbon. Mejorando significativamente los porcentajes de floración en los tres tercios evaluados en 18%; también incrementa el peso de los granos maduros cosechados en la var. Catimor obteniendo peso superior a 2,2 g. En la var. bourbon se rompe la dormancia de yemas latentes en el tercio superior T2 y T5 a 0, incrementando la presencia de nuevos brotes, tendencia a la aparición de más número de flores, frutos, peso de grano y diámetro de rama.

Los bioestimulantes son eficaces en el rendimiento pues tiene la tendencia a incrementar tanto en la var. Catimor T3 (5313.63 Kg/ha) comparado al control T1 (1586.25 Kg/ha) y en la var. Bourbon el rendimiento mayor lo obtuvo T2 (3325.95 Kg/ha) comparado al control T1 (2583.55 Kg/ha), estos resultados al emplearse la dosis correcta según el estado del cultivo de *C. arabica* L., ya que a mayores dosis de aplicación con buena cobertura se obtendrán mejores resultados de bioestimulación mejorando el número de flores y por consecuente en el número y peso de granos, incrementando el rendimiento y la rentabilidad del cultivo de *C. arabica* L.

VI. RECOMENDACIONES

Emplear coadyuvantes o mejoradores de aguas, tal es el caso de adherentes a base de alcoholes etoxilados para mejorar la cobertura de aplicación y mejorar la eficiencia de los productos; puesto que en la región Amazona las lluvias son un factor que pueden afectar en el lavado de las sustancias administradas a las plantas por vía foliar. Así mismo, el coadyuvante romperá la tensión superficial del agua de aplicación dividiendo las partículas de la solución en partes más pequeñas, de esta manera se obtendrá una absorción facilitada y se erradicará la escorrentía de la solución por sobre del haz y envés de la superficie de las hojas.

Preferentemente usar agua de lluvia, pues este posee las mejores cualidades, un pH neutro y libre de cloruros y otras sustancias que son nocivas para los tejidos vegetales. Las soluciones deben ser preparadas en recipientes de polietileno y mezcladas con una barrilla del mismo material.

Elegir unidades experimentales y muestras lo más parecidas posible para tener mejores datos numéricos al momento de realizar el análisis de datos. Tomar plantas con estrés ya sea biótico o abiótico para determinar el efecto anti estresante de los bioestimulantes, para contrarrestar los efectos del cambio climático.

Administrar una dosis de micronutrientes (Ca, B, Zn) al momento de cuajado de frutos, mejorando el amarre y menos flores caídas, con esto se obtendrán la mayor cantidad de frutos cuajados y madurados. Además, seguir estrictamente el programa de fertilización edáfica programada para el cultivo según el análisis de suelo y foliar, pues los bioestimulantes actúan como complemento de esta actividad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arejano, L. M., Bartz, R. M., Santos, T. S. dos, Ramos, G. H., Gadotti, G. I., & Quadro, M. S. (2022). Uso de bioestimulantes na produção agrícola. In *Aspectos da biotecnologia agrícola aplicada*. Mérida Publishers. <https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-08-4.c2>
- Ariyoshi, C., Sera, G. H., Rodrigues, L. M. R., Carvalho, F. G., Shigueoka, L. H., Mendonça, A. E. S., Pereira, C. T. M., Destéfano, S. A. L., & Pereira, L. F. P. (2022). Development and Validation of an Allele-Specific Marker for Resistance to Bacterial Halo Blight in *Coffea arabica*. *Agronomy*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy12123178>
- Badillo, L. A. B., Hidalgo, E. A. M., Chevez, J. del C. F., & Chevez, E. G. F. (2023). Bioestimulantes foliares na produção de arroz (*Oryza sativa* L.). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 6(4), 3268–3284. <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n4-015>
- Barreto Macías, A., Jimenez Pluas, R. S., Facuy Delgado, J. P., & Barreto Campoverde, K. L. (2023). Efecto de Bioestimulantes Orgánicos como Complemento de la Fertilización Edáfica en (*Oryza Sativa* l.), Variedad SFL-11 Zona Santa Lucía – Guayas. *MQRInvestigar*, 7(2), 358–380. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.7.2.2023.358-380>
- Barreto Zúñiga, W. W., & Pinos Rocel, D. O. (2023). Evaluación del rendimiento en la producción de maíz mediante la aplicación de tres bioestimulantes en el cantón joya de los sachas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 8928–8950. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6005
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim Muhammad, Harmand, J., Somarriba, E., & Jiménez, F. (2003). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería En Las Américas*, 10, 37–28.
- César, P. A., López, C., Espejo, R., Mansilla, R., & Quispe, J. (2014). evaluation of the genetic diversity of the coffee (*Coffea arabica* L.) in villa rica (Perú). *Ecología Aplicada*, 13(2), 2014.
- Chacón-Villalobos, Y., Chacón-Sancho, A., Vargas-Chinchilla, M., Cerdà-Subirachs, J. M., & Hernández-Pérez, R. (2021a). New biostimulant for flowering and ripening in coffee (*Coffea arabica* L.). *Agronomia Mesoamericana*, 32(3), 983–990. <https://doi.org/10.15517/AM.V32I3.43935>

- Chacón-Villalobos, Y., Chacón-Sancho, A., Vargas-Chinchilla, M., M^a Cerdà -Subirachs, J., & Hernández-Pérez, R. (2021). Influence of a new biostimulant on flowering, fructification and yield in coffee (*Coffea arabica* L.) Información del artículo. <https://doi.org/10.51>
- Corroto, F., Barrios, R., & Martín-Hernanz, S. (2019). The production and consumption model in the last 20 years: A review of the approach and alternatives 1 2 3. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3946763>
- Costa, C. E. de M., Rezende, T. T., & Silva, A. B. da. (2022). Balanço hormonal e produtividade de cafeeiro esqueletado com aplicação de bioestimulante. *Research, Society and Development*, 11(5), e12711527870. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27870>
- Costa, C. E. de M., Rezende, T. T., & Silva, A. B. da. (2022). Efeito de bioestimulantes no crescimento de cafeeiros esqueletados. *Research, Society and Development*, 11(5), e12811527871. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27871>
- David Murillo-Cuevas, F., Cabrera-Mireles, H., Adame-García, J., Vásquez-Hernández, A., de Jesús Martínez-García, A., & Luria Moctezuma, R. (2018). *Bioestimulantes en la calidad de frutos de chile habanero*.
- Díaz-Martínez, M. E., Alarcón, A., Ferrera-Cerrato, R., José Almaraz-Suarez, J., & García-Barradas, O. (2013). Crecimiento de *Casuarina equisetifolia* (Casuarinaceae) en suelo con diésel, y aplicación de bioestimulación y bioaumentación. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN, 61(3)*, 1039–1052.
- Dilas-Jiménez, J. O., & Mugruza-Vassallo, C. A. (2020). Instalación de fincas cafetaleras en sistema agroforestal para recuperación y sostenibilidad de suelos degradados de selva alta. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(1), 8. <https://doi.org/10.25127/aps.20201.534>
- Du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. In *Scientia Horticulturae* (Vol. 196, pp. 3–14). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Espinoza-Domínguez, W., Krishnamurthy, L., Vázquez-Alarcón, A., & Torres- Rivera, A. (2012). Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. *Revistas Chapingo Seria Ciencias Forestales y Del Ambiente*, XVIII (1), 57–70. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.04.030>
- Falcón Rodríguez, A. B. (2019). Ciencias agrarias y de la pesca Oligosacarinas como bioestimulantes para la agricultura cubana. <https://orcid.org/0000-0002-3197-4954>

- Ferreira, B. C., Ferreira De Lima, S., Simon, C. A., Gabriela De Oliveira Andrade, M., De Ávila, J., De Cássia, R., & Alvarez, F. (2018). effect of biostimulant and micronutrient on emergence, growth and quality of arabica coffee seedlings efeito de bioestimulante e micronutriente na emergência, crescimento e qualidade de mudas de café arábica.
- Gustavo Moisés, L. M., Tamayo, Y. A., & Vicente Barraza, F. A. (2019). *Alternativa ecológica y económica para la obtención de postura de Coffea arabica L. Ecological and economical alternative for Coffea arabica L. seedling obtainment.*
- Julio César Loáiciga-Arias, José Eladio Monge-Pérez, & Michelle Loría-Coto. (2023). Efecto de dos porcentajes de drenaje y de un bioestimulante en pepino (*Cucumis sativus*) producido en invernadero. *Tecnología En Marcha*, 36(4), 31–44.
- Karla Ivonne Hernández-Figueroa, Esteban Sánchez-Chavez, Damaris Leopoldina Ojeda-Barrios, Celia Chávez-Mendoza, Ezequiel Muños-Márquez, & Alejandro Palacio-Márquez. (2022). Efectividad a la aplicación de bioestimulantes en frijol ejotero bajo estrés hídrico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(28), 41–53.
- Lopes, W. O., Varão, L. C., & Buso, W. H. D. (2022). Foliar application of biostimulant doses in two phenological stages in common bean culture. *Revista de Agricultura Neotropical*, 9(3). <https://doi.org/10.32404/rean.v9i3.6981>
- López-Padrón, I., Martínez-González, L., Pérez-Domínguez, G., Reyes-Guerrero, Y., Núñez-Vázquez, M., & Cabrera-Rodríguez, J. A. (2021). Uso de bioestimulantes en el cultivo del garbanzo. *Cultivos Tropicales*, 42(4), 13. <http://ediciones.inca.edu.cu> octubre-diciembre
- Medina, A. D., Suárez Pérez, C., Díaz Milanes, D., López Pérez, Y., Morera Barreto, Y., & López, J. (2016). Influencia del bioestimulante FitoMas-E sobre la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica L.*) Influence of bioestimulante Fitomas-E on production of coffee seedlings (*Coffea arabica L.*). *Centro Agrícola*, 43(4), 29–35.
- Meza Pérez, G. (2021). Efecto del método de aplicación del fertilizante químico en la productividad del cultivo de café (*Coffea arábica*). *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 5(3), 9. <https://doi.org/10.25127/aps.20213.813>
- Naturales, R., & Paz, L. (2020). *Characterization of conventional and organic coffee farms in the valley of Alto Mayo, region San Martín, Perú*. 7, 100–111.
- Picado Vanegas, A. (2021). Aprendiendo a contar desde cero: Un camino necesario para la sostenibilidad de la actividad cafetalera. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(3). <https://doi.org/10.25127/aps.20203.667>

- Pincay Menéndez, J. D., Héctor Ardisana, E. F., Torres García, A., & Fosado Téllez, O. (2022). Germinación de *Coffea arabica* L. var. Sarchimor con bioestimulantes y efecto posterior de estos sobre el crecimiento de plántulas. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 27. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i0.4097
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 363, Issue 1491, pp. 447–465). Royal Society. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>
- Quintero Rodríguez, E., Calero Hurtado, A., Pérez Díaz, Y., & Enríquez Gómez, L. (2014). *Effect of different biostimulants in the yields of common beans* *Revista Centro Agrícola*. 45(3), 73–80. <http://cagricola.uclv.edu.cu>
- Reátegui Inga, R. P. G., Reátegui Inga, M. E., Pinglo Jurado, F. de la M., & Guivin Guadalupe, A. L. (2020). Nivel de Ecoeficiencia en la Cooperativa Agraria Cafetalera Divisoria LTDA y la Cooperativa Agraria Industrial Naranjillo. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(1), 50. <https://doi.org/10.25127/aps.20201.543>
- Saborío, F., & Bioestimulante, D. DE. (2002). *Fertilización Foliar: Principios y Aplicaciones*.
- Sanchez Santillan, T., Chichipe Puscan, A. K., Huaman Pilco, A. F., Morales Rojas, E., & Chavez Quintana, S. G. (2021). Efecto del área foliar y bioestimulantes en la propagación vegetativa de café especial (*Coffea arabica* L. var. *typica*) en cámara de subirrigación. *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 4(3). <https://doi.org/10.25127/aps.20203.663>
- Silva, H. D. de L., Silva, A. V. da, Silva, J. H. B. da, Silva, E. D. S., Neto, J. F. dos S., Soares, M. M., Silva, C. M. da, & Mielezrski, F. (2022). Maize Yield Under Fertilization With Bio-Stimulants, Sulfur, and Zinc in the State of Paraíba, Brazil. *Journal of Agricultural Studies*, 9(2), 445. <https://doi.org/10.5296/jas.v9i2.18529>
- Souza, L. P. de, Franco Júnior, K. S., Ribeiro, V. M., & Brigante, G. P. (2023). Bioestimulante *Ascophyllum nodosum* na cultura do milho. *Research, Society and Development*, 12(2), e21112240072. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40072>
- Talar-Krasa, M., Wolski, K., & Biernacik, M. (2019). Biostimulants and possibilities of their usage in grassland. In *Grassland Science* (Vol. 65, Issue 4, pp. 205–209). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1111/grs.12238>
- Torres Mamani, E., & Jara, R. S. (2016). Ciencia y Tecnología. In *Año* (Vol. 12).

- Tudela Mamani, J. W. (2015). Caracterización socioeconómica y ambiental de la producción de café orgánico en el Perú. *Revista Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Investigation*, 17(1). <https://doi.org/10.18271/ria.2015.73>
- Valero Valero, N. O., Chima Martínez, K. A., & Gómez Gómez, J. A. (2023). Efecto bioestimulante de una chalcona sintética sobre frijol guajiro (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 21(2), 62–74. <https://doi.org/10.18684/rbsaa.v21.n2.2023.2153>
- Valero Valero, N. O., Vergel Castro, C. M., Ustate Morales, Y. E., & Gómez Gómez, L. C. (2021). Bioestimulación de frijol guajiro y su simbiosis con *Rhizobium* por ácidos húmicos y *Bacillus mycoides*. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(2), 119–134. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1608>
- Vallejos-Torres, G., Arévalo, L., Iliquin, I., & Solis, R. (2019). Field response of coffee clones to inoculation with consortium of arbuscular mycorrhizal fungi in the Amazonas Region, Peru. *Informacion Tecnologica*, 30(6), 73–84. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600073>
- Yhony, V.-L., Josselyn, M.-Q., Karen, Q.-Q., Alfredo, C.-L., Williams, M.-G., Julio Datos del Artículo Resumen, G.-O., & de contacto, D. (2020). *Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (Coffea arabica L) Biostimulants: An innovation in agriculture for coffee cultivation (Coffea arabica L)*.

ANEXOS

Anexo 1. Resultado del análisis foliar de los tratamientos con las mayores dosis de los tratamientos y el control.

Figura 24

Resultado del análisis foliar del testigo en C. arabica var. Catimor.

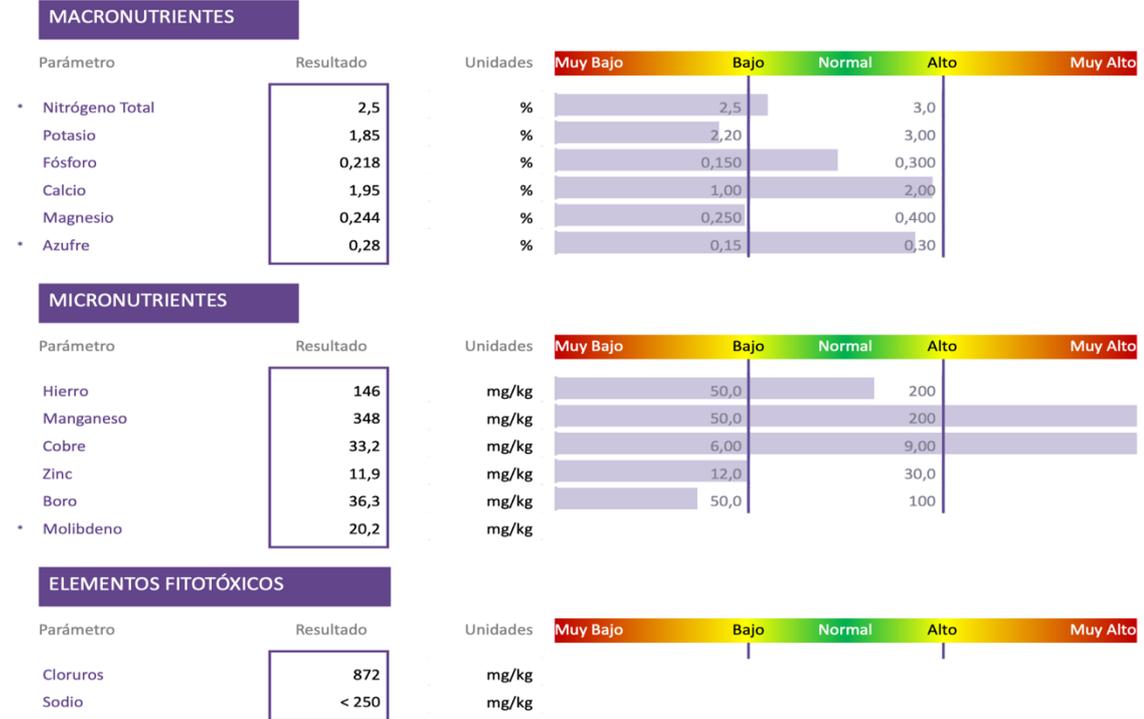


Figura 25

Resultado del análisis foliar del T3 en C. arabica var. Catimor.

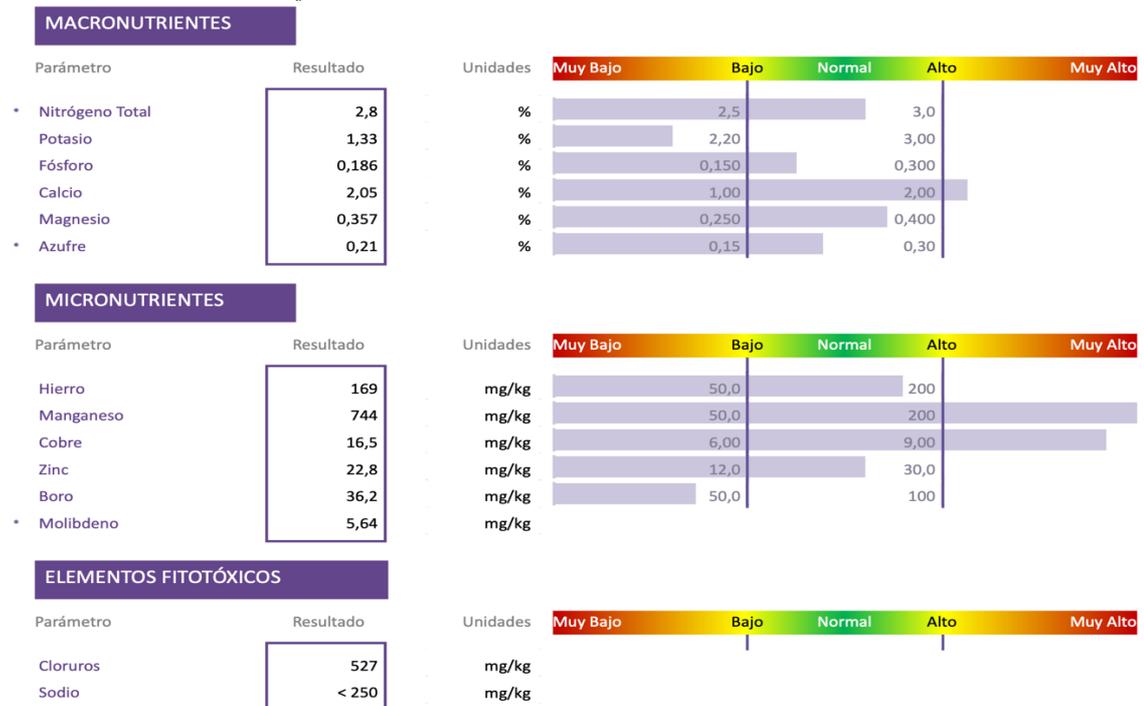


Figura 26

Resultado del análisis foliar del T5 en C. arabica var. Catimor.

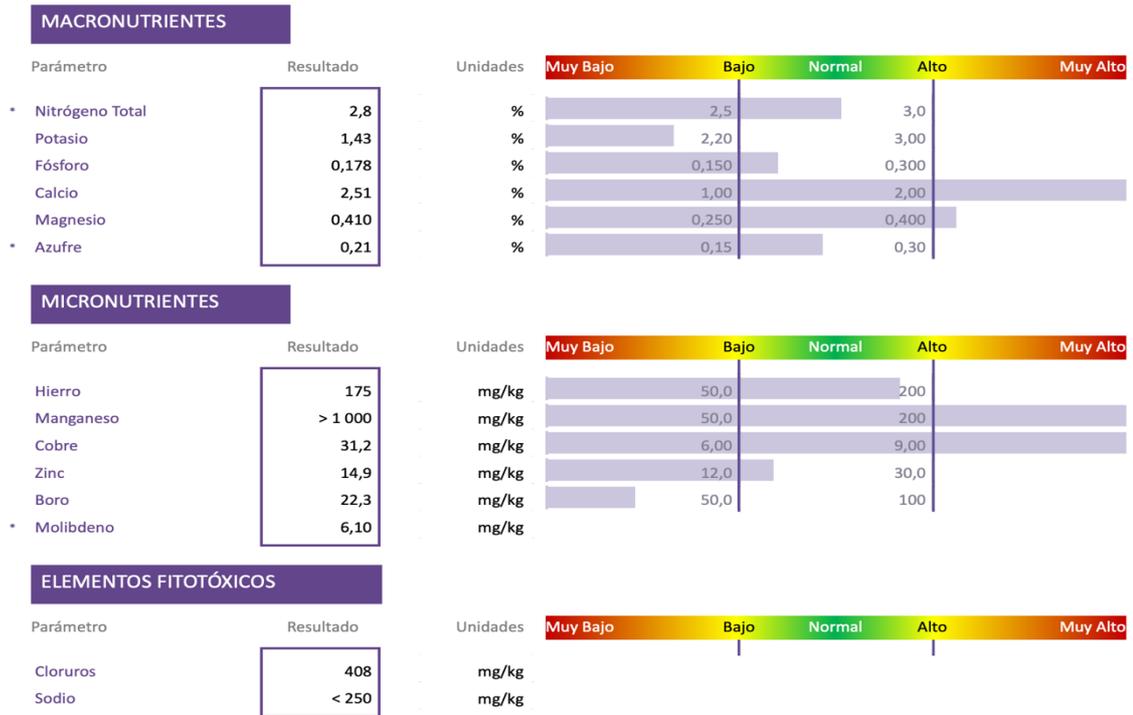


Figura 27

Resultado del análisis foliar del T3 en C. arabica var. Bourbon.

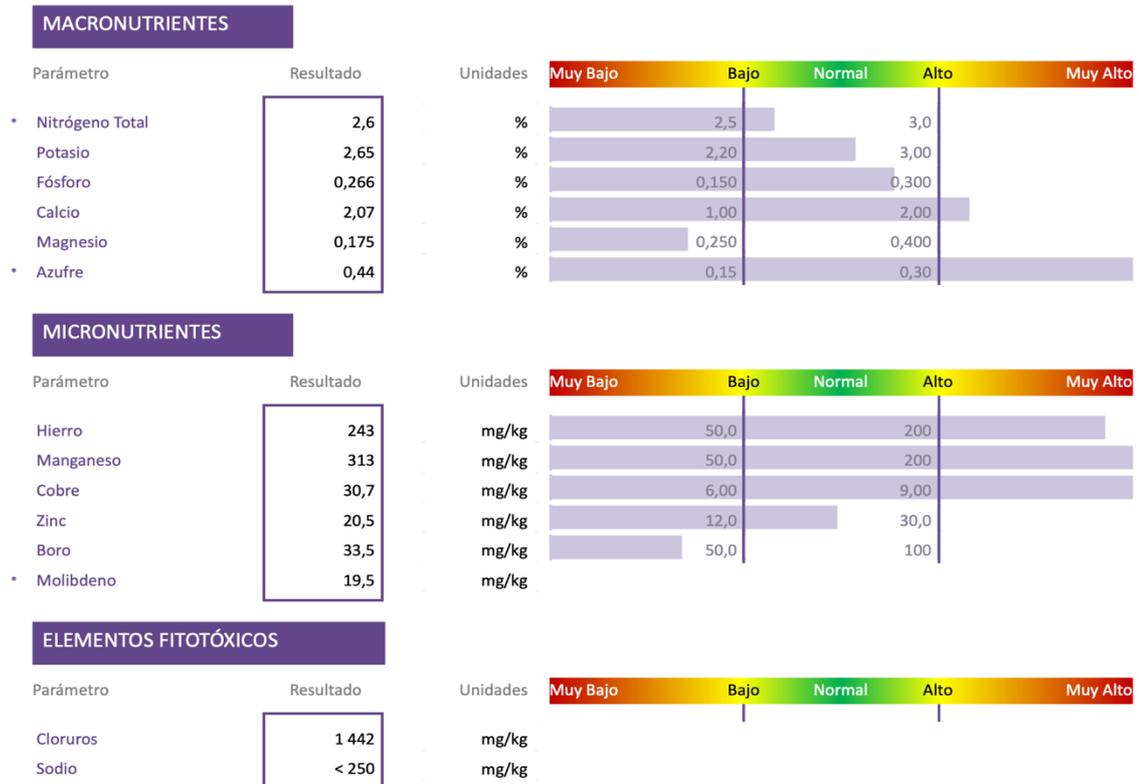


Figura 28

Resultado del análisis foliar del T5 en *C. arabica* var. Bourbon.

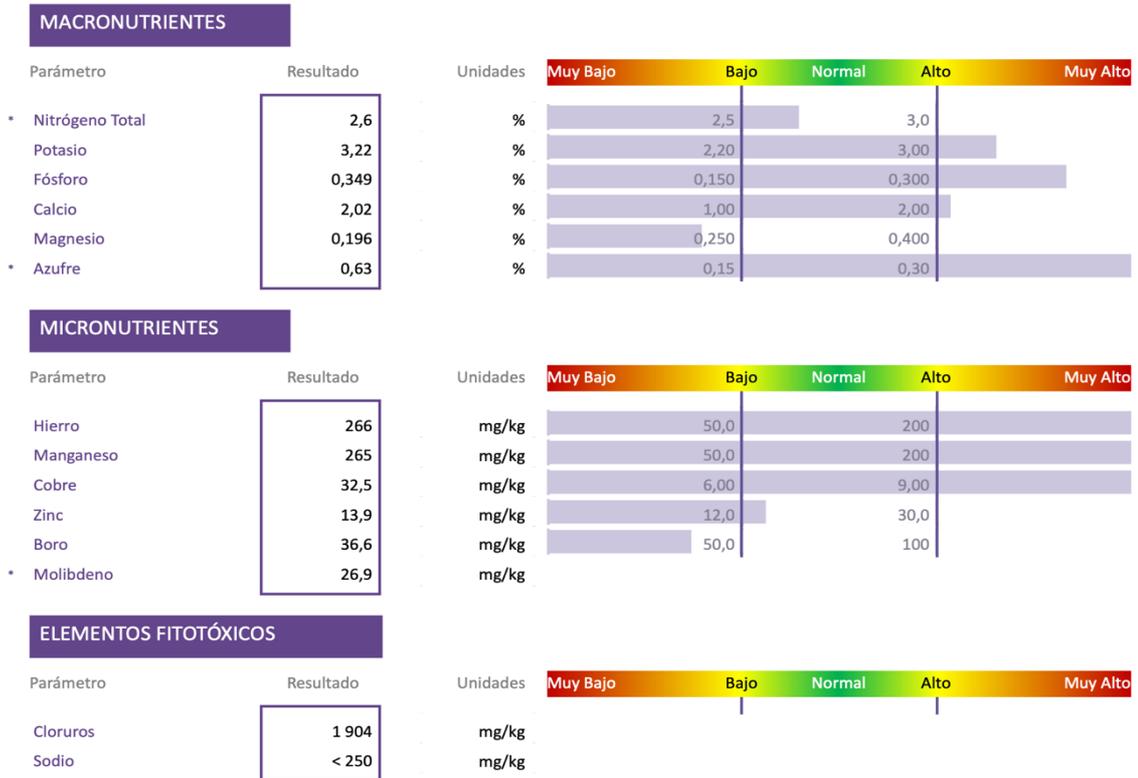
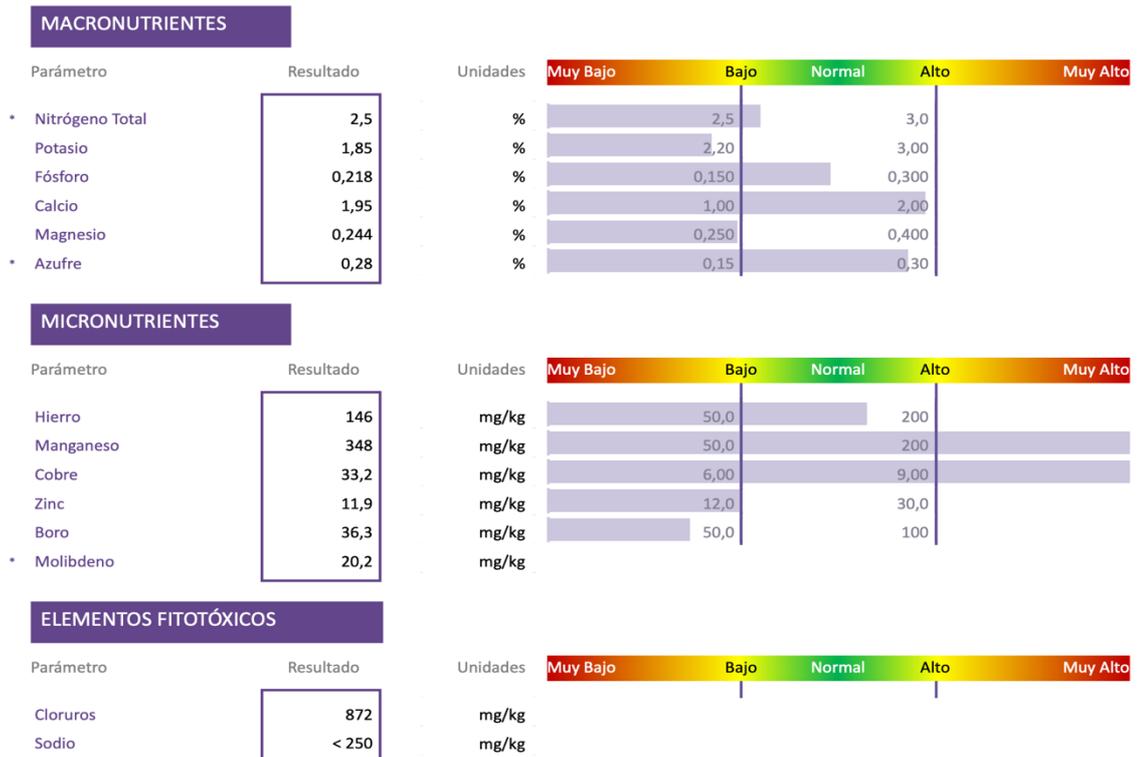


Figura 29

Resultado del análisis foliar del testigo en *C. arabica* var. Bourbon.



Anexo 2. Prueba Tukey para las variables que presentaron diferencia significativa en la var. Catimor.

Tabla 46

Prueba Tukey para número de flores en el tercio superior de la var. Catimor.

Tratamiento	Flores	std	r	se	Min	Max	Q25	Q50	Q75
T1	0.75	0.9574271	4	2.806985	0	2	0	0.5	1.25
T2	6.75	5.057997	4	2.806985	1	11	3.25	7.5	11
T3	8.75	7.804913	4	2.806985	3	20	3.75	6	11
T4	23.75	3.8622101	4	2.806985	18	26	23.25	25.5	26
T5	17.5	5.4467115	4	2.806985	10	22	15.25	19	21.25

Tabla 47

Comparación de medias con el test Tukey y la asignación de los grupos.

Tratamiento	Flores	Grupos
T4	23.75	a
T5	17.5	ab
T3	8.75	bc
T2	6.75	bc
T1	0.75	c

Tabla 48

Prueba Tukey para el peso de grano cosechado de la var. Catimor.

Tratamiento	Peso g	std	r	se	Min	Max	Q25	Q50	Q75
T1	1.4475	0.59260695	4	0.1535369	0.73	2.17	1.19	1.45	1.70
T2	2.2115	0.21801300	4	0.1535369	1.91	2.42	2.15	2.26	2.32
T3	1.79425	0.18348183	4	0.1535369	1.59	2.03	1.72	1.78	1.85
T4	1.7395	0.12069935	4	0.1535369	1.56	1.82	1.73	1.79	1.80
T5	2.01725	0.09749658	4	0.1535369	1.91	2.11	1.95	2.03	2.09

Tabla 49

Comparación de medias con el test Tukey y la asignación de los grupos.

Tratamiento	Peso g	Grupos
T2	2.21150	a
T5	2.01725	ab
T3	1.79425	ab
T4	1.73950	ab
T1	1.44750	b

Anexo 3. Resultado del cálculo de los supuestos de cada variable respuesta en los tres tercios de las UE.

Tabla 50

Resultado de los supuestos de las variables en la VI de C. arabica.

VARIABLE	TEST	TERCIO	VALOR DEL TEST	<i>P - valor</i>	INTERPRETACIÓN
Número de hojas	Shapiro Wilk	Ts	0.89351	0.03121	<i>P - valor</i> < 0.05 en Ts y Ti, entonces rechazamos la Ho, los errores o residuales no sigue una distribución normal. El caso del Tm el <i>P - valor</i> > 0.05, aceptamos la Ho y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal.
		Tm	0.97474	0.8501	
		Ti	0.8724	0.01295	
	Bartlett's	Ts	1.3098	0.8597	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts y Tm, aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales. Para el Ti <i>P - valor</i> < 0.05, rechazamos la Ho y decimos que no presentan varianzas iguales.
		Tm	5.7533	0.2183	
		Ti	22.194	0.001834	
	Durbin Watson	Ts	2.0469	0.466	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti, entonces aceptamos la Ho y decimos que los errores son independientes.
		Tm	2.697	0.4701	
		Ti	2.5719	0.6726	
	Kruskal - Wallis	Ts	4.1675	0.3838	<i>P - valor</i> > 0.05 en el Ts y Tm. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución). <i>P - valor</i> < 0.05 en Ti, rechazamos Ho y decimos que las muestras no provienen de la misma población.
		Tm	2.6984	0.6095	
		Ti	9.5395	0.04894	
	Shapiro Wilk	Ts	0.98354	0.9713	

		Tm	0.92292	0.1128	<i>P</i> – <i>valor</i> > 0.05, aceptamos la <i>Ho</i> y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal en <i>Ts</i> , <i>Tm</i> y <i>Ti</i> .
		Ti	0.92039	0.1008	
Número total de yemas	Bartlett's	Ts	3.202	0.5246	<i>P</i> - <i>valor</i> > 0.05 en <i>Ts</i> , aceptamos la <i>Ho</i> indicando que presentan varianzas iguales. Para el <i>Tm</i> y <i>Ti</i> <i>P</i> - <i>valor</i> < 0.05, rechazamos la <i>Ho</i> y decimos que no presentan varianzas iguales.
		Tm	10.01	0.04025	
		Ti	13.275	0.01001	
	Durbin Watson	Ts	2.5749	0.6674	<i>P</i> - <i>valor</i> > 0.05 en <i>Ts</i> , <i>Tm</i> y <i>Ti</i> , entonces aceptamos la <i>Ho</i> y decimos que los errores son independientes.
		Tm	2.7273	0.4254	
		Ti	2.79	0.3396	
	Kruskal - Wallis	Ts	2.9068	0.5735	<i>P</i> - <i>valor</i> > 0.05 en el <i>Ts</i> , <i>Tm</i> y <i>Ti</i> . Aceptamos la <i>Ho</i> indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
		Tm	5.3889	0.2497	
		Ti	4.035	0.4013	
Número de yemas latente	Shapiro Wilk	Ts	0.96949	0.7441	<i>P</i> – <i>valor</i> > 0.05, aceptamos la <i>Ho</i> y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal en <i>Ts</i> , <i>Tm</i> y <i>Ti</i> .
		Tm	0.97662	0.8834	
		Ti	0.97593	0.8715	
	Bartlett's	Ts	16.209	0.002751	<i>P</i> - <i>valor</i> > 0.05 en <i>Tm</i> y <i>Ti</i> , aceptamos la <i>Ho</i> indicando que presentan varianzas iguales. Para el <i>Ts</i> <i>P</i> - <i>valor</i> < 0.05, rechazamos la <i>Ho</i> y decimos que no presenta homogeneidad de varianza.
		Tm	1.1842	0.8807	
		Ti	0.88041	0.9274	
	Durbin Watson	Ts	3.0132	0.1196	<i>P</i> - <i>valor</i> > 0.05 en <i>Ts</i> , <i>Tm</i> y <i>Ti</i> , entonces aceptamos la <i>Ho</i> y decimos que los errores son independientes.
		Tm	2.5565	0.699	
		Ti	2.8446	0.2732	

	Kruskal - Wallis	Ts	1.1347	0.8887	<i>P - valor</i> > 0.05 en el Ts, Tm y Ti. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
		Tm	2.0813	0.7208	
		Ti	3.3734	0.4974	
	Shapiro Wilk	Ts	0.95501	0.4496	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts y Tm, entonces aceptamos la Ho, los errores o residuales sigue una distribución normal. El caso del Ti el <i>P - valor</i> < 0.05, rechazamos la Ho y concluimos que los errores o residuales no sigue una distribución normal.
		Tm	0.97909	0.9219	
		Ti	0.87554	0.01472	
Número de flores	Bartlett's	Ts	7.9673	0.09278	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, aceptamos la Ho indicando que presenta varianzas iguales. Para el Tm y Ti <i>P - valor</i> < 0.05, rechazamos la Ho y decimos que no presenta homogeneidad de varianza.
		Tm	Inf	2.2E-16	
		Ti	Inf	2.2E-16	
	Durbin Watson	Ts	2.2711	0.8019	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti, entonces aceptamos la Ho y decimos que los errores son independientes.
		Tm	2.5048	0.7891	
		Ti	2.7357	0.4134	
	Kruskal - Wallis	Ts	14.709	0.005345	<i>P - valor</i> > 0.05 en Tm, aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución). <i>P - valor</i> < 0.05 en Ts y Ti, rechazamos Ho y decimos que las muestras no provienen de la misma población.
		Tm	7.4013	0.1161	
		Ti	8.0723	0.08896	
Número de frutos	Shapiro Wilk	Ts	0.93725	0.2126	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti, entonces aceptamos la Ho. Indicamos que los errores o residuales sigue una distribución normal.
		Tm	0.9759	0.8709	
		Ti	0.98018	0.9364	

		Ts	1.0712	0.8988	<i>P</i> - valor > 0.05 en Ts y Tm, aceptamos la Ho indicando que presenta varianzas iguales. Para el Ti <i>P</i> - valor < 0.05, rechazamos la Ho y decimos que no presenta homogeneidad de varianza.
	Bartlett's	Tm	7.4011	0.1161	
		Ti	18.1	0.00118	
		Ts	1.7307	0.1589	<i>P</i> - valor > 0.05 en Ts, Tm y Ti, entonces aceptamos la Ho y decimos que los errores son independientes.
	Durbin Watson	Tm	1.526	0.06021	
		Ti	2.4454	0.8944	
		Ts	7.2876	0.1214	<i>P</i> - valor > 0.05 en el Ts, Tm y Ti. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
	Kruskal - Wallis	Tm	7.4863	0.1123	
		Ti	5.5995	0.2311	
		Pa	0.98649	0.9892	<i>P</i> - valor > 0.05 en Pa y Pm, aceptamos la Ho, los errores o residuales sigue una distribución normal.
	Shapiro Wilk	Pm	0.9401	0.2408	
		Pa	13.348	0.009694	<i>P</i> - valor > 0.05 en Pm, aceptamos la Ho indicando que presenta varianzas iguales. El <i>P</i> - valor < 0.05 en Pa, rechazamos la Ho decimos que no presenta homogeneidad de varianza.
Diámetro de rama	Bartlett's	Pm	1.9082	0.7526	
		Pa	2.4678	0.8546	<i>P</i> - valor > 0.05 en Pa y Pm, entonces aceptamos la Ho y decimos que los errores son independientes.
	Durbin Watson	Pm	1.8062	0.2138	
		Pa	7.0995	0.1307	<i>P</i> - valor > 0.05 en la Pa y Pm. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
	Kruskal - Wallis	Pm	2.5362	0.6382	
					<i>P</i> - valor > 0.05, aceptamos la Ho y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal.
		Shapiro Wilk	0.95231	0.4035	

Peso de grano cosechado	Bartlett's	11.648	0.02017	El P - valor < 0.05 , rechazamos la H_0 indicando que no presenta homogeneidad de varianza.
	Durbin Watson	2.3237	0.8914	P - valor > 0.05 entonces aceptamos la H_0 y decimos que los errores son independientes.
	Kruskal - Wallis	10.6	0.03145	P - valor < 0.05 , rechazamos H_0 y decimos que las muestras no provienen de la misma población.
Rendimiento	Shapiro Wilk	0.96962	0.7468	P - valor > 0.05 , aceptamos la H_0 y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal.
	Bartlett's	3.8869	0.4215	El P - valor > 0.05 , rechazamos la H_0 indicando que si presenta homogeneidad de varianza.
	Durbin Watson	2.2705	0.8009	P - valor > 0.05 entonces aceptamos la H_0 y decimos que los errores son independientes.
	Kruskal - Wallis	5.7714	0.2169	P - valor > 0.05 , aceptamos la H_0 indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).

Nota: H_0 : Hipótesis nula; Ts: Tercio superior; Tm: Tercio medio; Ti: Tercio inferior; $df = 4$ (Barlett y Kruskal – Wallis).

Tabla 51

Resultados de los supuestos de las variables en la V2 de C. arabica.

VARIABLE	TEST	TERCIO	VALOR DEL TEST	<i>P - valor</i>	INTERPRETACIÓN
Número de hojas	Shapiro Wilk	Ts	0.97718	0.8927	<i>P - valor</i> < 0.05 en Tm, entonces rechazamos la Ho, los errores o residuales no sigue una distribución normal. El caso del Ts y Ti el <i>P - valor</i> > 0.05, aceptamos la Ho y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal.
		Tm	0.901	0.04306	
		Ti	0.91214	0.07001	
	Bartlett's	Ts	3.4665	0.483	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales. Para el Tm y Ti <i>P - valor</i> < 0.05, rechazamos la Ho y decimos que no presentan varianzas iguales.
		Tm	12.259	0.01552	
		Ti	9.792	0.04408	
	Durbin Watson	Ts	2.0513	0.466	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts y Ti, entonces aceptamos la Ho y decimos que los errores son independientes. <i>P - valor</i> < 0.05 en Tm, rechazamos la Ho, indicamos que los errores no son independientes.
		Tm	0.97338	0.0004183	
		Ti	2.3129	0.8727	
Kruskal - Wallis	Ts	5.3479	0.2534	<i>P - valor</i> > 0.05 en el Ts, Tm y Ti. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).	
	Tm	5.3585	0.2524		
	Ti	5.7817	0.2161		
Número total de yemas	Shapiro Wilk	Ts	0.96481	0.6437	<i>P - valor</i> > 0.05, aceptamos la Ho y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal en Ts, Tm y Ti.
		Tm	0.9273	0.137	
		Ti	0.9575	0.4952	

		Ts	2.7812	0.5951	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti. Entonces aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales.
	Bartlett's	Tm	6.9489	0.1386	
		Ti	5.1931	0.2681	
		Ts	2.0213	0.4334	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti, entonces aceptamos la Ho y decimos que los errores son independientes.
	Durbin Watson	Tm	2.8185	0.304	
		Ti	2.0659	0.491	
		Ts	3.9098	0.4183	<i>P - valor</i> > 0.05 en el Ts, Tm y Ti. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
	Kruskal - Wallis	Tm	0.73769	0.9466	
		Ti	5.5792	0.2329	
		Ts	0.84505	0.004409	<i>P - valor</i> > 0.05 en Tm, entonces aceptamos la Ho, los errores o residuales sigue una distribución normal. El caso del Ts y Ti el <i>P - valor</i> < 0.05, rechazamos la Ho y concluimos que los errores o residuales no sigue una distribución normal.
	Shapiro Wilk	Tm	0.97678	0.8862	
		Ti	0.89851	0.03868	
Número de yemas latente		Ts	Inf	2.2E-16	<i>P - valor</i> > 0.05 en Tm, aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales. Para el Ts y Ti <i>P - valor</i> < 0.05, rechazamos la Ho y decimos que no presentan varianzas iguales.
	Bartlett's	Tm	1.9142	0.7515	
		Ti	15.908	0.003145	
		Ts	2.8903	0.2237	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti. Entonces aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales.
	Durbin Watson	Tm	2.3357	0.9121	
		Ti	2.7073	0.4546	
		Ts	5.75	0.2186	

Número de flores	Kruskal - Wallis	Tm	6.6163	0.1576	<i>P - valor</i> > 0.05 en el Ts, Tm y Ti. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
		Ti	3.3544	0.5004	
	Shapiro Wilk	Ts	0.84177	0.003891	<i>P - valor</i> > 0.05 en Tm, entonces aceptamos la Ho, los errores o residuales sigue una distribución normal. El caso del Ts y Ti el <i>P - valor</i> < 0.05, rechazamos la Ho y concluimos que los errores o residuales no sigue una distribución normal.
		Tm	0.94194	0.2609	
		Ti	0.74341	0.0001387	
	Bartlett's	Ts	4.9823	0.2891	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts y Tm, aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales. Para el Ti <i>P - valor</i> < 0.05, rechazamos la Ho y decimos que no presentan varianzas iguales.
		Tm	7.0631	0.1326	
		Ti	Inf	2.2E-16	
	Durbin Watson	Ts	2.413	0.9521	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti. Entonces aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales.
		Tm	2.659	0.5289	
		Ti	2.8433	0.2747	
	Kruskal - Wallis	Ts	2.0312	0.73	<i>P - valor</i> > 0.05 en el Ts, Tm y Ti. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
Tm		4.2063	0.3788		
Ti		3.1711	0.5296		
Número de frutos	Shapiro Wilk	Ts	0.96073	0.5586	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti, entonces aceptamos la Ho. Indicamos que los errores o residuales sigue una distribución normal.
		Tm	0.93153	0.1653	
		Ti	0.95701	0.486	
	Bartlett's	Ts	1.5188	0.8233	<i>P - valor</i> > 0.05 en Ts, Tm y Ti. Entonces aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales.
		Tm	5.957	0.2024	

		Ti	5.5013	0.2396	
		Ts	2.5434	0.7216	
	Durbin Watson	Tm	3.0271	0.1103	$P - valor > 0.05$ en Ts, Tm y Ti. Entonces aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales.
		Ti	2.8833	0.231	
		Ts	5.8151	0.2134	
	Kruskal - Wallis	Tm	3.6538	0.4549	$P - valor > 0.05$ en el Ts, Tm y Ti. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
		Ti	5.6529	0.2266	
		Pa	0.93987	0.2384	
	Shapiro Wilk	Pm	0.9328	0.1748	$P - valor > 0.05$ en Pa y Pm, aceptamos la Ho, los errores o residuales sigue una distribución normal.
		Pa	7.9998	0.09158	
	Bartlett's	Pm	0.56472	0.9669	$P - valor > 0.05$ en Pa y Pm, aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales.
		Pa	1.7622	0.1804	
	Durbin Watson	Pm	2.0237	0.4364	$P - valor > 0.05$ en Pa y Pm. Entonces aceptamos la Ho indicando que presentan varianzas iguales.
		Pa	3.2115	0.5231	
	Kruskal - Wallis	Pm	2.601	0.6266	$P - valor > 0.05$ en el Ts, Tm y Ti. Aceptamos la Ho indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
		Shapiro Wilk	0.98291	0.9659	$P - valor > 0.05$, aceptamos la Ho y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal.
		Bartlett's	4.9286	0.2947	$P - valor > 0.05$ en Ts, aceptamos la Ho indicando que presenta homogeneidad de varianza.

	Durbin Watson	1.9416	0.3409	$P - valor > 0.05$, entonces aceptamos la H_0 indicando que presentan varianzas iguales.
	Kruskal - Wallis	2.2714	0.686	$P - valor > 0.05$, aceptamos la H_0 indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).
	Shapiro Wilk	0.97131	0.7822	$P - valor > 0.05$, aceptamos la H_0 y concluimos que los errores o residuales sigue una distribución normal.
	Bartlett's	3.7449	0.4416	$P - valor > 0.05$, aceptamos la H_0 indicando que presenta homogeneidad de varianza.
Rendimiento	Durbin Watson	2.2861	0.8271	$P - valor > 0.05$, entonces aceptamos la H_0 indicando que presentan varianzas iguales.
	Kruskal - Wallis	1.3429	0.8541	$P - valor > 0.05$, aceptamos la H_0 indicando que todas las muestras provienen de la misma población (distribución).

Nota: H_0 : Hipótesis nula; Ts: Tercio superior; Tm: Tercio medio; Ti: Tercio inferior; $df = 4$ (Barlett y Kruskal – Wallis).

Anexo 4. Análisis de suelo del predio de *Coffea arabica* L. en Goctalab E.I.R.L.

		UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	Código: CCFG - 036	Versión: 01
		INFORME DE ENSAYO N° 1888		Página .../...

1. DATOS :

Solicitante : JAIRO ALVAREZ SANTILLAN

Departamento : AMAZONAS

Provincia : BONGARÁ

Distrito : VALERA

Caserío : COCACHIMBA

N. Parcela : CAFÉ

Cod. Muestra : 1888

Fecha : 16/12/22

2. RESULTADO DEL ANÁLISIS SOLICITADO CARACTERIZACIÓN

Lab	Número de Muestra	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	P ppm	K	C %	M.O %	N %	Análisis Mecánico			Clase textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
									Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
1888	CAFÉ	5,29	0,04	36,39	64,17	2,67	4,60	0,23	82,7	8,0	9,3	A.Fr.	7,20	2,51	0,28	0,15	0,17	0,22	3,32	3,10	43

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Nota: Cabe resaltar que la muestra tomada en campo, no fue recolectada por el personal del laboratorio.

Los resultados presentados son válidos únicamente para la muestra ensayada, queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita de LABISAG.

Los resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABISAG

M. Sc. JESUS RASCON BARRIOS
 RESPONSABLE

RESPONSABLE DE LABISAG

UNIVERSIDAD NACIONAL
 TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
 LABORATORIO DE INVESTIGACION DE SUELOS Y AGUAS LABISAG

Tec. Elder Chichipe Vela
 RESPONSABLE DEL AREA DE SUELOS

RESPONSABLE DEL ÁREA DE SUELOS LABISAG

Recibi Conforme:

Nombre:

DNI:

Fecha y Hora:

Firma de Conformidad

Anexo 5. Cartilla usada para la evaluación de las variables en las dos parcelas de *Coffea arabica*.

CARTILLA DE EVALUACIÓN ACONDICIONADA PARA MEDIR LAS VARIABLES EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

VALLE:
 PREDIO:
 FECHA DE APLICACIÓN:
 FECHA DE EVALUACIÓN:

ÁREA EVALUADA:
 ZONA:
 CAMPO:
 EVALUADOR:

CULTIVO:
 VARIEDAD:
 MOMENTO DE EVALUACIÓN:
 BIOESTIMULANTE:

N° DE DOSIS	CÓDIGO	TERCIO	REPETICIÓN/BLOQUE 01					REPETICIÓN/BLOQUE 02					REPETICIÓN/BLOQUE 03					REPETICIÓN/BLOQUE 04				
			HOJAS	T. YEMAS	Y. LATENTE	FLORES	FRUTOS	HOJAS	T. YEMAS	Y. LATENTE	FLORES	FRUTOS	HOJAS	T. YEMAS	Y. LATENTE	FLORES	FRUTOS	HOJAS	T. YEMAS	Y. LATENTE	FLORES	FRUTOS
1	D ₇ T ₁ V ₂	T _S																				
		T _m																				
		T _i																				
2	D ₈ T ₁ V ₂	T _S																				
		T _m																				
		T _i																				
3	D ₉ T ₁ V ₂	T _S																				
		T _m																				
		T _i																				
4	D ₁₀ T ₂ V ₂	T _S																				
		T _m																				
		T _i																				
5	D ₁₁ T ₂ V ₂	T _S																				
		T _m																				
		T _i																				
6	D ₁₂ T ₂ V ₂	T _S																				
		T _m																				
		T _i																				
PROMEDIO																						
TOTAL																						

OBSERVACIONES:

Anexo 6. Cartilla para evaluar el diametro de rama de las UE.

CARTILLA DE EVALUACIÓN ACONDICIONADA PARA MEDIR EL ESPESOR DE RAMAS SUPERIORES EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

VALLE:
 PREDIO:
 FECHA DE LA ÚLTIMA APLICACIÓN:
 FECHA DE EVALUACIÓN:

ÁREA EVALUADA:
 ZONA:
 CAMPO:
 EVALUADOR:

CULTIVO:
 VARIEDAD:
 MOMENTO DE EVALUACIÓN:
 BIOESTIMULANTE:

N° DE DOSIS	CÓDIGO	TERCIO	REPETICIÓN/BLOQUE 01				REPETICIÓN/BLOQUE 02				REPETICIÓN/BLOQUE 03				REPETICIÓN/BLOQUE 04			
			Rama superior				Rama superior				Rama superior				Rama superior			
1	$D_1 T_1 V_1$	T_S																
2	$D_2 T_1 V_1$	T_S																
3	$D_3 T_1 V_1$	T_S																
4	$D_4 T_2 V_1$	T_S																
5	$D_5 T_2 V_1$	T_S																
6	$D_6 T_2 V_1$	T_S																
PROMEDIO																		
TOTAL																		

OBSERVACIONES:

Anexo 8. Cartilla de evaluación empleada para la medición de las cosechas selectivas realizadas.

CARTILLA DE EVALUACIÓN ACONDICIONADA PARA MEDIR EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

VALLE:

ÁREA EVALUADA:

CULTIVO:

PREDIO:

ZONA:

VARIEDAD:

FECHA DE LA ÚLTIMA APLICACIÓN:

CAMPO:

MOMENTO DE EVALUACIÓN:

FECHA DE EVALUACIÓN:

EVALUADOR:

BIOESTIMULANTE:

N° DE DOSIS	CÓDIGO	TRATAMIENTO	REPETICIÓN/BLOQUE 01			REPETICIÓN/BLOQUE 02			REPETICIÓN/BLOQUE 03			REPETICIÓN/BLOQUE 04			TOTAL
			PLANTA 01			PLANTA 02			PLANTA 03			PLANTA 04			
1	$D_1T_1V_1$	1													
2	$D_2T_1V_1$	2													
3	$D_3T_1V_1$	3													
4	$D_4T_2V_1$	4													
5	$D_5T_2V_1$	5													
6	$D_6T_2V_1$	6													
PROMEDIO															
TOTAL															

OBSERVACIONES:

Figura 30

Reconocimiento de parcelas con Sergio propietario de Goctalab.



Figura 31

Marcado de UE con cintillos de diferente color.



Figura 32

Código y datos en las ramas en los tres tercios de la UE.



Figura 33

Evaluaciones realizadas en las parcelas.



Figura 34

Inoculo de micorrizas en el suelo de toda la parcela.



Figura 35

Medición de diámetro de rama.



Figura 36

Cuajado a llenado de fruto, a. UE lista para ser cosechada y medir el peso, b. labor de aplicaciones de bioestimulantes.



Figura 37

Pesado de cosechas y pesado de cada grano con diferentes instrumentos de medida.



Figura 38

Ramas de las UE var. Catimor, a. y b. yemas en floración despues de los tratamientos.

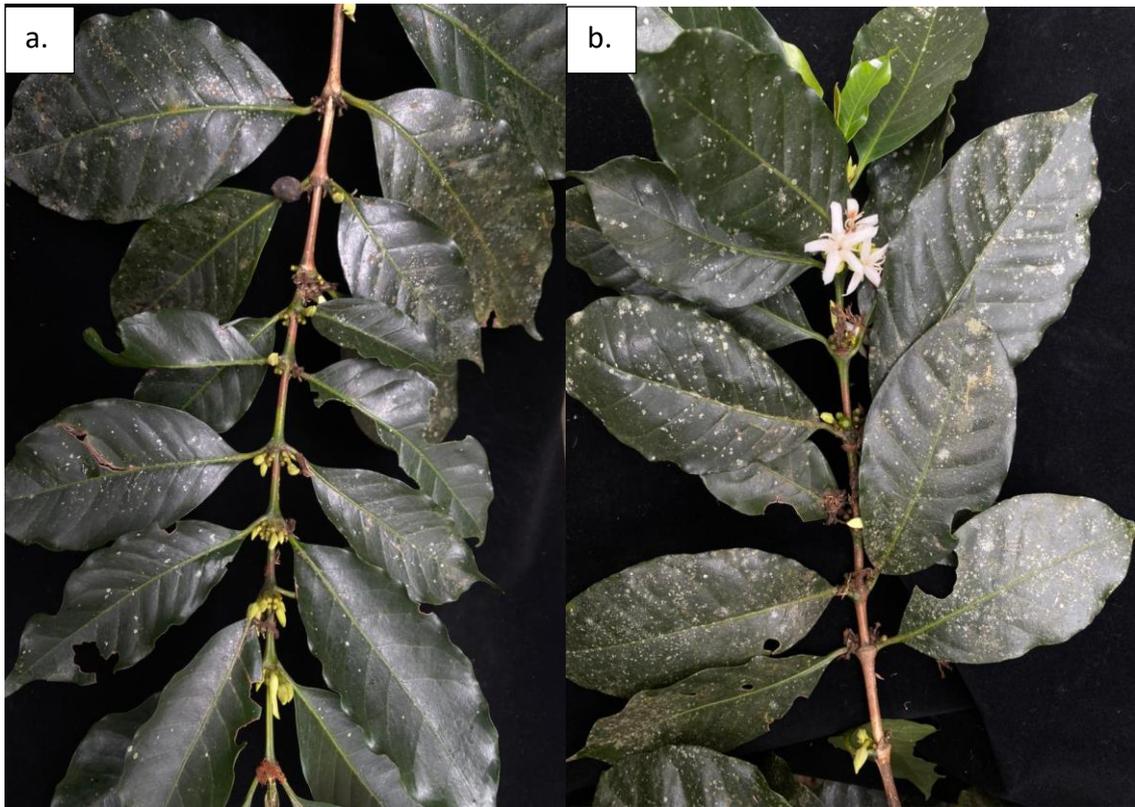


Figura 39

Yemas entrando a floración en la var. Bourbon. Menos número de yemas latente.



Figura 40

Se observa a la izquierda granos de las cosechas de la var. Catimor y a la derecha rama fructificada de la var. Bourbon.



Anexo 9. Composición de Propulsor Amin y Aminoterra STD.

Propulsor Aminn		
Composición	Unidad	Valor
Aminoácidos (17 tipos)	%	30.00
Total nitrógeno	%	6.19
Nitrógeno Orgánico	%	4.80
Azufre (SO4)	%	1.09
Hidratos de Carbono	%	2.06
(Fe, Zn, Mg, Mn, B, S)	g/L	19.34
Inertes	g/L	200

Fuente: Delcam (2023).

Aminoterra STD		
Composición	Unidad	Valor
Materia Orgánica	%	15.00
Aminoácidos Totales	%	15.00
Aminoácidos Libres	%	8.00
Ácidos Fúlvicos	%	9.50
Nitrógeno Total	%	2.50
Fósforo (P2O5)	%	1.00
Potasio (K2O)	%	0.30
Calcio (CaO)	%	0.50
Magnesio (MgO)	%	0.50
Zinc (Zn)	ppm	50.00
Boro (B)	ppm	3.00
Manganeso (Mn)	ppm	6.00
Hierro (Fe)	ppm	400.00
Otros microelementos	ppm	300
Metales pesados	mg/Kg	2.00
Solubilidad en agua	%	94.00
pH		3.50
Densidad	g/L	1.10

Fuente: Amicochem From the sea. For your crops (2023).