



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Ingeniería
Agropecuaria



Efecto de bioestimulantes en la producción de cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51, en Santo Domingo de los Tsáchilas

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria

Autores:

PAULO SEXTO BERNAL BRAVO
GALO SEBASTIÁN CASTRO JIMÉNEZ

Tutor:

ING. LEONARDO RAFAEL JÁCOME GÓMEZ, PHD.



INTRODUCCIÓN



El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) es una de las principales fuentes económicas de las familias ecuatorianas. Se ubica como el tercer producto no petrolero de exportación

Más de 600 mil ha sembradas, producción anual superior a 400 mil toneladas
(INEC, 2024)

Alta importancia económica y social

Clon CCN 51: alto rendimiento y tolerancia



Cultivo



SANTO DOMINGO DE LOS
TSÁCHILAS

Problemática

- Alta humedad y variabilidad climática
- Estrés fisiológico en fases fenológicas críticas
- Baja eficiencia en la asimilación de nutrientes



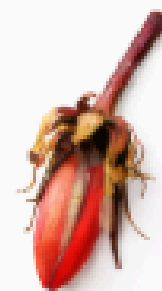
FASES FENOLOGICAS DEL FRUTO DE CACAO



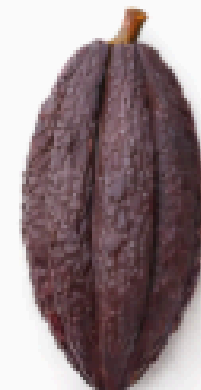
La fase 1 y 2 son críticas porque es donde el cultivo presenta mayor sensibilidad al estrés.

mayor demanda energética y
nutricional.

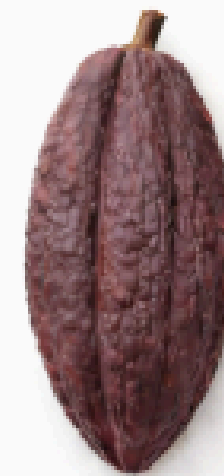
(A)



(B)



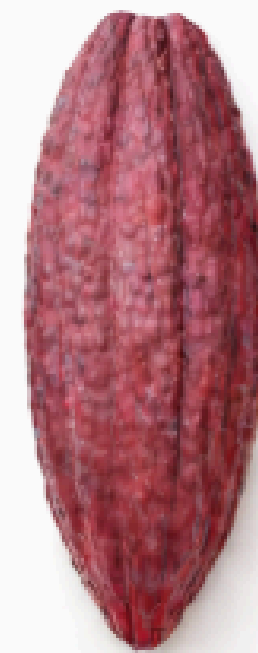
(C)



(D)



(E)



(F)



Estas limitaciones evidencian la necesidad de implementar estrategias que mejoren la respuesta fisiológica del cultivo



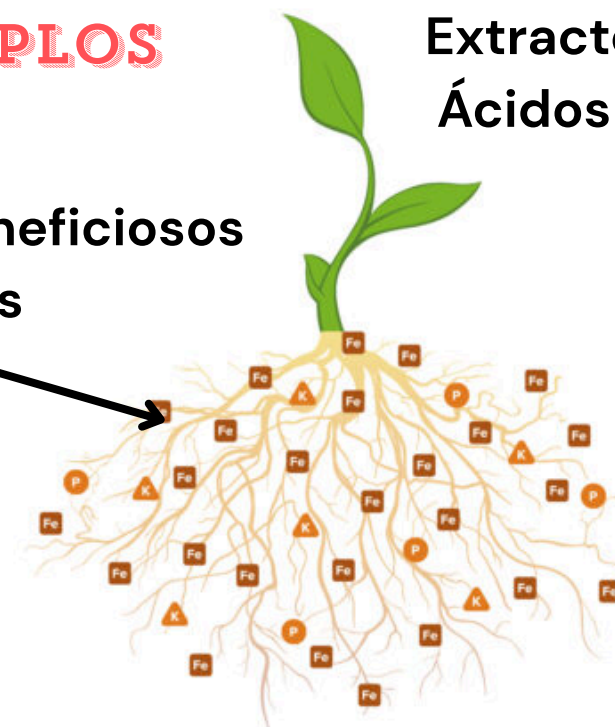
Alternativa biotecnológica

- Optimiza sus procesos naturales
- Capacidad de adaptación ante sequía, salinidad, temperaturas extremas, exceso de humedad.
- Equilibrio interno de los cultivos.

EJEMPLOS

Microorganismos beneficiosos
Aminoácidos

Extractos de algas marinas
Ácidos húmicos y fúlvicos



BIOESTIMULANTES >

Sustancias o microorganismos que estimulan procesos fisiológicos en la planta, mejorando la eficiencia en la absorción de nutrientes y la tolerancia al estrés.

Específicos
para el
Cultivo de Cacao

GREEN
MASTER

Ácidos húmicos +
NPK+ Micronutrientes

TARAVER
AMIFOL

Aminoácidos libres 13% +
N orgánico 7.5%

HUMINAS

Sustancias húmicas derivadas
del humus + K

SEAWEED
CREME

Algas marinas
Ascophyllum nodosum





OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la aplicación de bioestimulantes en la producción de cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51 en Santo Domingo de los Tsáchilas.



OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer el efecto de la aplicación de los bioestimulantes en el cuajado de frutos de cacao (*Theobroma cacao*) CCN51.
- Comparar el efecto productivo en las etapas fenológicas de la formación de la mazorca de cacao (*Theobroma cacao*) CCN 51.
- Determinar el mejor bioestimulante en la producción de cacao, en las condiciones de Santo Domingo de los Tsáchilas.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA (H0)

La aplicación de bioestimulantes no tendrá un efecto estadísticamente significativo en el porcentaje de cuajado y el rendimiento de la producción de cacao CCN 51.

HIPÓTESIS ALTERNATIVA (HA)

Al menos uno de los bioestimulantes influye en los parámetros productivos del cultivo de cacao CCN 51.

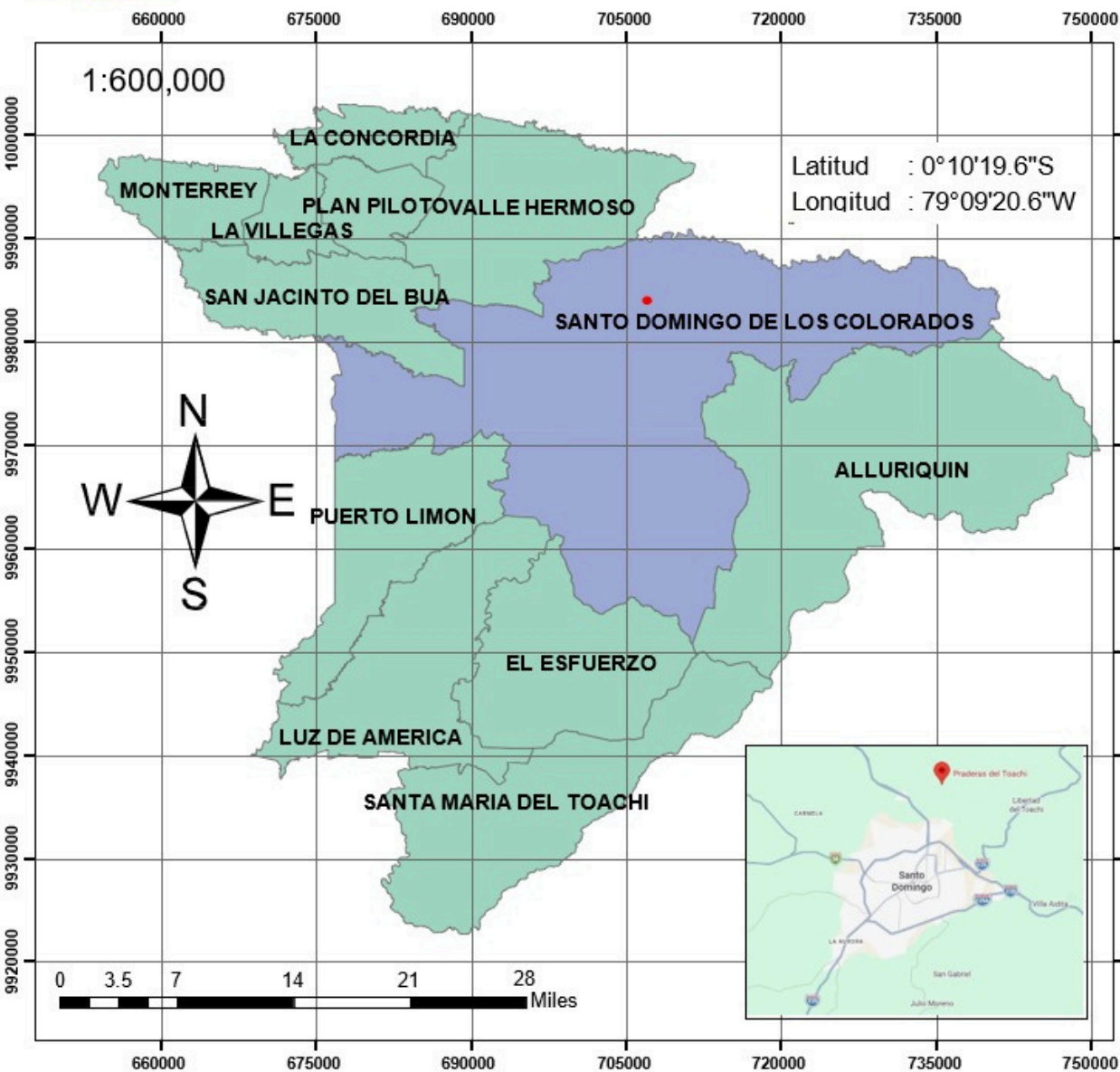
UBICACIÓN



UBICACIÓN GEOGRÁFICA



MAPA DE LA UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Efecto de bioestimulantes en la producción de cacao (*Theobroma cacao* 'CCN51'), en Santo Domingo de los Tsáchilas.

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORES

- Bernal Bravo Paulo Sexto
- Castro Jiménez Galo Sebastián

LEYENDA

- PARROQUIA DONDE SE REALIZÓ EL ESTUDIO**
- Praderas del Toachi
 - SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS



UBICACIÓN POLÍTICA

País	Ecuador
Provincia	Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón	Santo Domingo
Recinto	Praderas del Toachi



UBICACIÓN ECOLÓGICA

Temperatura media	24,6 °C
Precipitación	2.935 mm anuales
Humedad Relativa	89%
Heliofanía	763 horas de luz solar
Textura del suelo	Franco arenoso
pH	6.1

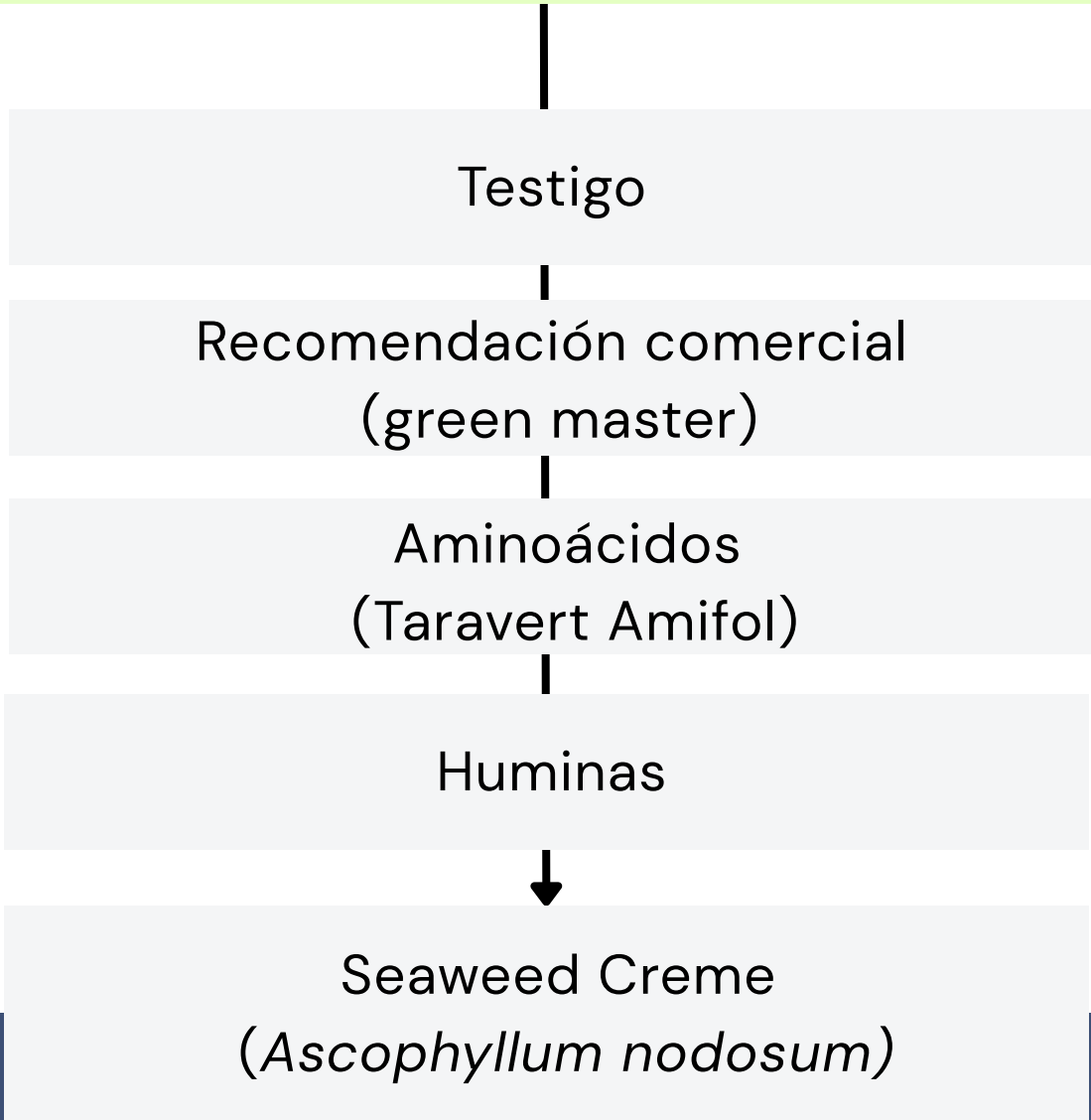
DISEÑO ESTADÍSTICO DE LA INVESTIGACIÓN



Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA)

20 parcelas experimentales con 12 plantas cada una.
Únicamente 4 plantas del centro fueron evaluadas.
Dando un **total de 80 plantas evaluadas**.

TRATAMIENTOS



CROQUIS EXPERIMENTAL DEL ENSAYO

T4R4	T3R4	T2R4	T1R4	T5R4
T1R3	T4R3	T5R3	T3R3	T2R3
T3R2	T5R2	T4R2	T1R2	T2R2
T2R1	T3R1	T4R1	T5R1	T1R1

> MATERIALES

- Cinta métrica
- Fundas
- Cinta de polietileno
- Marcador
- Bomba a motor de 20 lt
- Cuaderno de campo
- Balanza Digital
- Machete
- Dosificador
- Tijera



> INSUMOS

TRATAMIENTOS	PRODUCTO	CANTIDAD L/ha	Cantidad 20 L /agua
Testigo			
Recomendación comercial	Green master	2 l/ha	200 l/ha
Aminoácidos	Taravert amifol	1 l/ha	50 l/ha
Ácidos húmicos	Huminas	2 l/ha	150 l/ha
Algas marinas	Seaweed creme	2 l/ha	150 l/ha



LABORES CULTURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Aplicación de
VERDE FANCE



Dosis: 1 kg / tanque de 200 litros

Aplicación: Antes del inicio de la investigación



Aplicación de fungicida
DACONIL 720



Ingrediente activo: Clorotalonil

Aplicación: Dos, antes del inicio de la investigación y durante.



Retiro de musgo



El musgo de cada planta se retiró manualmente con una bayeta metálica



Retiro de mazorcas enfermas y chereles quemados o abortados



Metodología

Preparación y adecuación del lote experimental



Aplicación de los tratamientos



Monitoreo y evaluación de variables



- Número de frutos por planta (fase 1-6), número de mazorcas.
- Número de chereles abortados por planta; cantidad de chereles quemados o caídos en los primeros 15 días.
- Número de mazorcas cosechadas por planta; en un intervalo de 15 días.
- Número de almendras, se abrieron las mazorcas y se registró la cantidad.

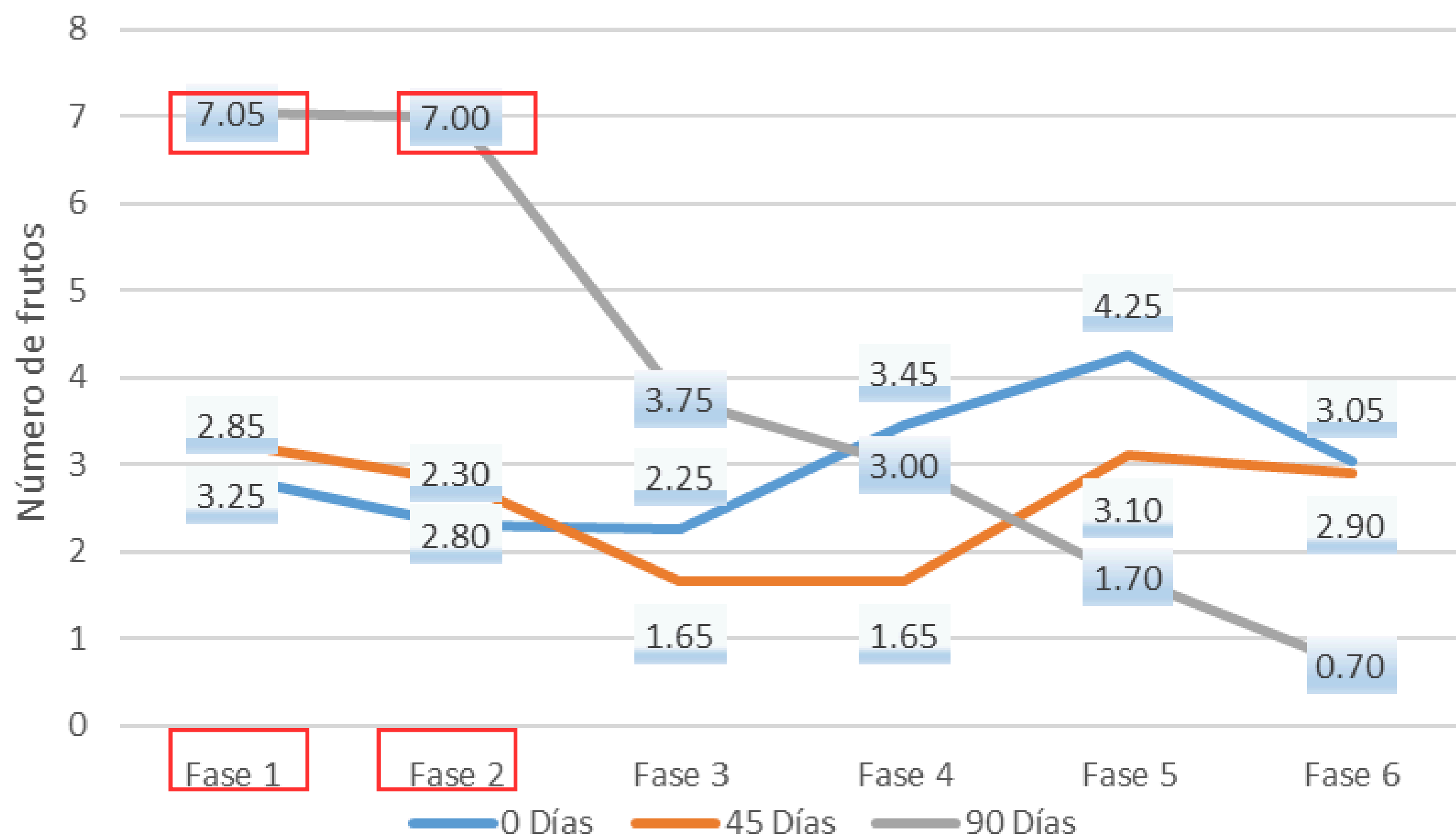


Cosecha y toma de datos



RESULTADOS Y DISCUSIONES

Promedio general de número de frutos por planta con respecto a cada fase, a los 0, 45 y 90 días de aplicación de tratamientos.



El descenso de frutos responde al comportamiento fenológico normal del cultivo

Los bioestimulantes foliares incrementan significativamente el cuajado inicial en la transición de las etapas fenológicas (Yagual, 2025)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

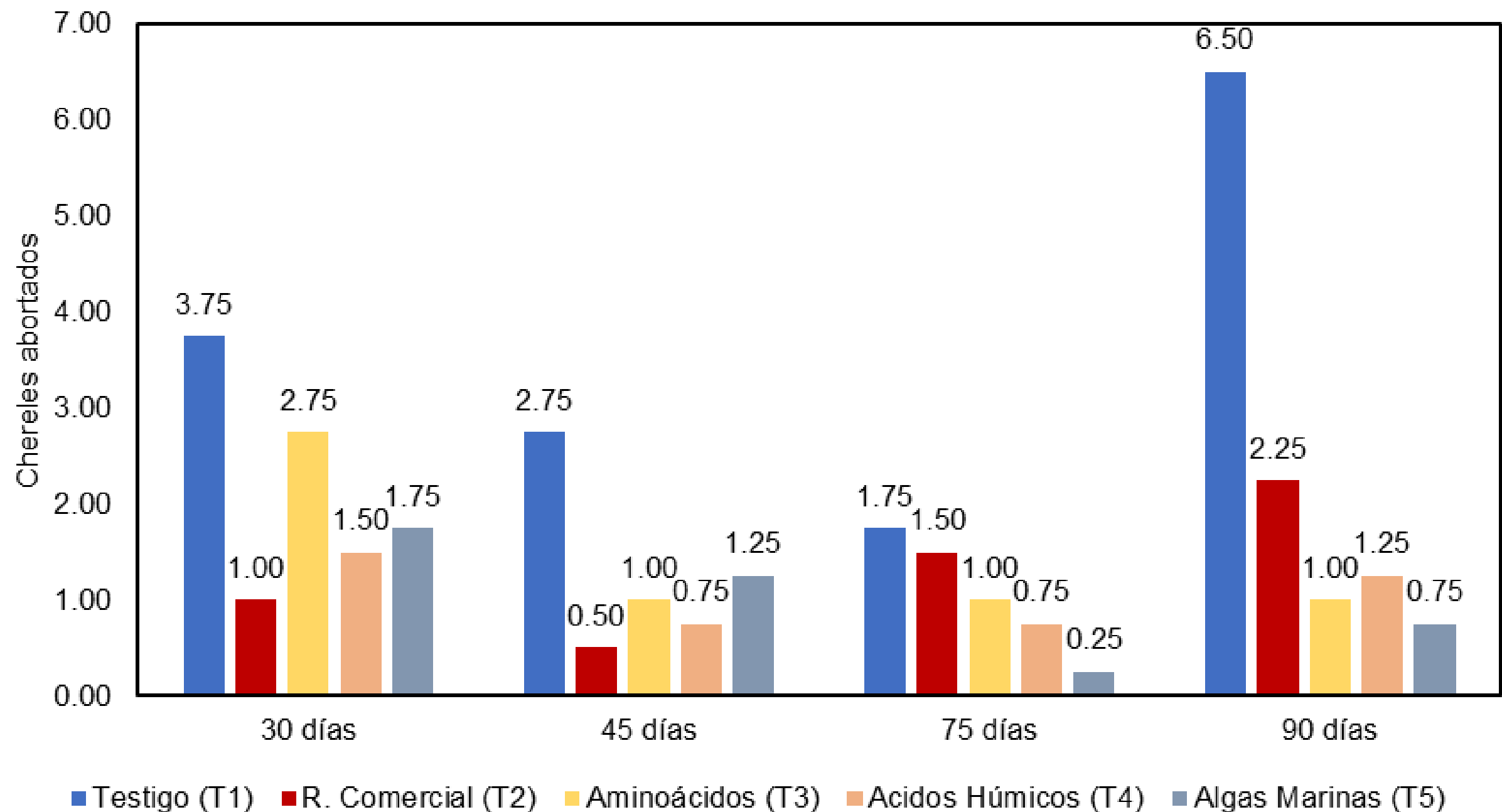
La aplicación de Algas Marinas (T5) proporcionó la menor tasa de abortos a los 75 y 90 días

La presencia de compuestos orgánicos mejora la retención de frutos al mantener niveles hormonales estables (Echeverría Salazar et al., 2023).

Estos resultados coinciden con Echeverría et al. (2023), quienes señalan que los bioestimulantes mejoran la regulación hormonal y reducen la caída prematura de frutos en cacao.



Chereles abortados a los 30, 45, 75 y 90 días, con respecto a los tratamientos.



RESULTADOS Y DISCUSIONES

Variables de la producción de frutos de cacao a los 45 días de aplicación de los tratamientos

Tratamientos	Peso de la mazorca (g)	Nº de almendras por mazorcas	Peso fresco de almendras por mazorca	Peso seco de almendras por mazorca
T1 Testigo	979,63	42,50	202,00	63,00
T2 R. Comercial	771,75	55,00	195,00	77,50
T3 Aminoácidos	975,13	52,50	233,00	85,25
T4 Ácidos Húmicos	803,88	48,75	189,00	65,75
T5 Algas Marinas	768,68	48,75	202,50	74,00



La aplicación de aminoácidos fortalece los tejidos del fruto, alcanzando un tamaño superior al reducir costo energético (Paz, 2022).

El clon CCN 51 posee una estabilidad reproductiva alta, la variabilidad en el número de granos suele ser baja cuando las condiciones ambientales son homogéneas (Barragán, 2025).

Efecto prolongado de los bioestimulantes que suele ocurrir cuando la planta ha pasado por estrés fisiológico (Cerde, 2021).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Variables de la producción de frutos de cacao a los 90 días de aplicación los tratamientos

Tratamientos	Peso del fruto mazorca (g)	N° de almendras por mazorcas	Peso fresco de almendras por mazorca	Peso seco de almendras por mazorcas
T1 Testigo	726,00 b	42,00 c	160,00 c	54,50 c
T2 R. Comercial	891,88 ab	53,75 ab	198,13 b	69,00 b
T3 Aminoácidos	914,67 a	55,00 a	250,50 a	93,50 a
T4 Ácidos Húmicos	791,38 ab	50,25 b	194,50 b	64,50 bc
T5 Algas Marinas	859,75 ab	53,50 ab	238,00 a	85,00 a

La aplicación de **Aminoácidos (T3)** como bioestimulante en el cultivo de *Theobroma cacao* CCN 51 proporcionó los valores más altos en todos los parámetros productivos a los 90 días

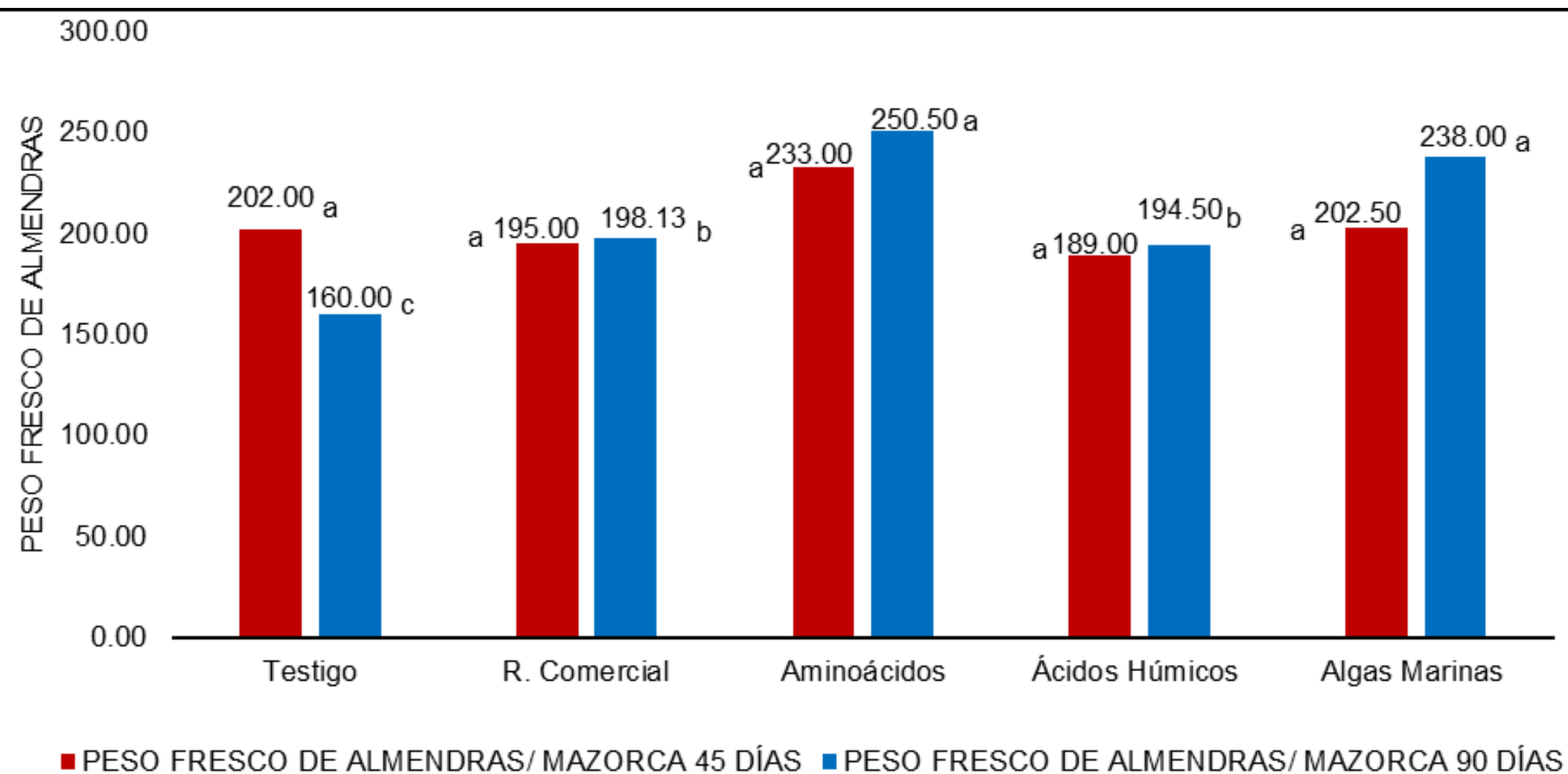
La dosis adecuada de los bioestimulantes influyen directamente en el tamaño y peso del fruto (Delgado, 2022).

Los aminoácidos libres son elemento fundamental, las plantas lo asimilan de la mejor manera (Mejía, 2023).



RESULTADOS Y DISCUSIONES

Comparación de medias mediante el Test de Tukey, del peso fresco de las almendras/mazorcas con respecto a los tratamientos a los 45 y 90 días de aplicación.



- **45 días:** No se registró diferencia significativa entre los tratamientos.

- **90 días:** Existe diferencia significativa, se observó mayores pesos en los tratamientos con aminoácidos y extracto de algas marinas.

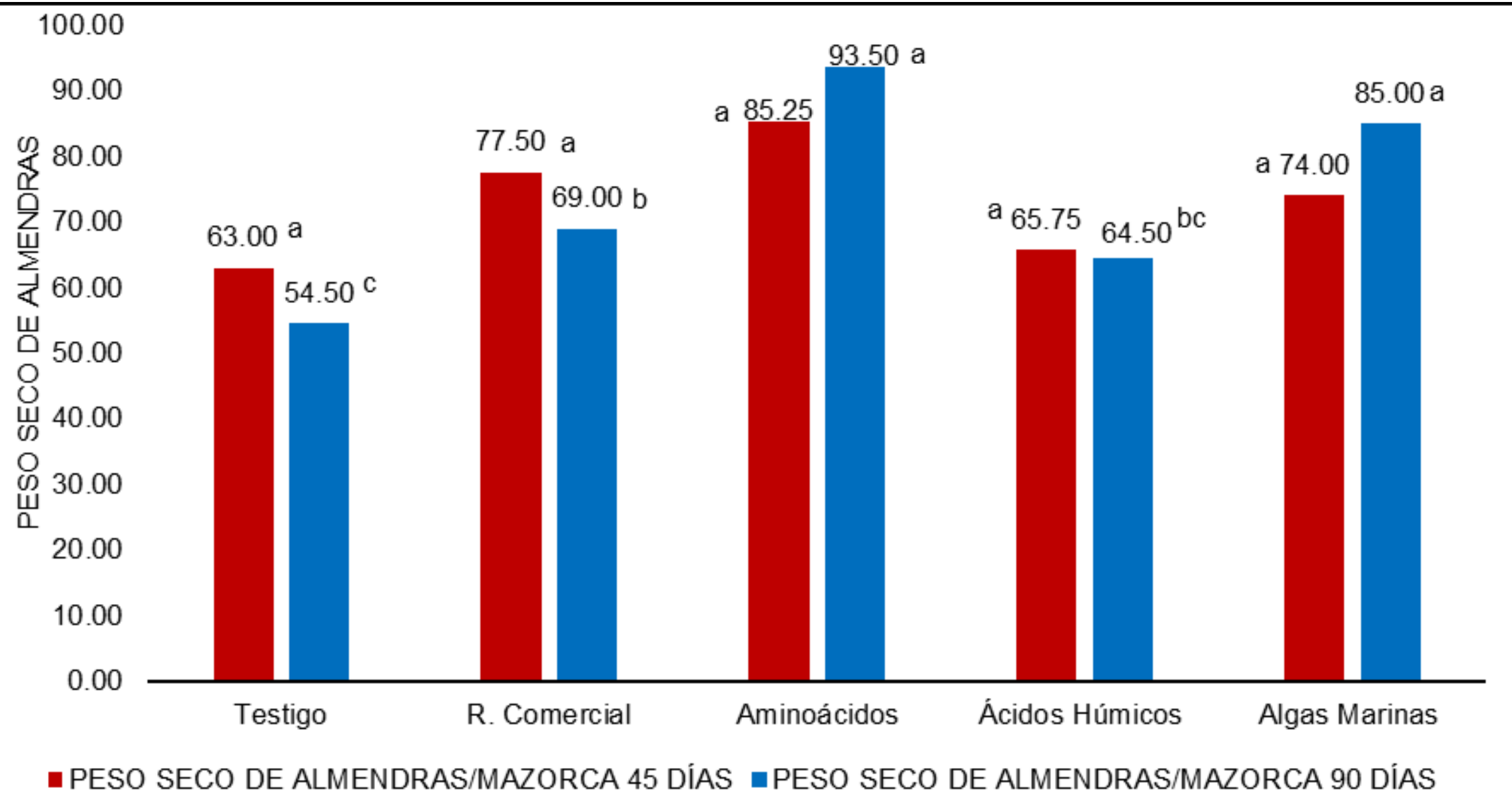
Según Arteaga Paz (2022) los aminoácidos y las algas marinas actúan optimizando la retención de agua y la translocación de los carbohidratos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Comparación de medias mediante el Test de Tukey, del peso seco de almendras/mazorcas con respecto a los tratamientos a los 45 y 90 días de aplicación.



- **45 días:** El análisis estadístico mostró homogeneidad entre los tratamientos, sin diferencias significativas.



En las primeras etapas del desarrollo del fruto, la biomasa se destina a la cáscara y placenta, limitando la acumulación en las almendras (Morejón et al., 2023).

- **90 días:** Se establecen diferencias significativas en los tratamientos con Aminoácidos y Algas Marinas (grupo a)

Es indispensable una nutrición complementaria durante la fase de llenado (Salazar, 2025).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Tabla 3

Fenología del fruto en cada uno de los cinco distintos tratamientos en su toma inicial.

	Descripción	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
T1	Testigo	2,50	1,75	1,00	3,50	3,75	3,75
T2	R. Comercial	3,50	3,00	2,75	4,50	4,00	2,50
T3	Aminoácidos	3,25	2,75	3,50	4,00	4,50	3,25
T4	Ácidos Húmicos	3,25	2,00	2,25	3,00	4,75	2,00
T5	Algas Marinas	1,75	2,00	1,75	2,25	4,25	3,75



A los 90 días, el efecto de los bioestimulantes se mantiene principalmente en las fases iniciales e intermedias lo que valida el efecto

Tabla 5

Fenología del fruto los cinco distintos tratamientos en su tercera toma a los 90 días.

	Descripción	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6
T1	Testigo	2,50	4,25	2,25	1,50	1,50	0,50
T2	R. Comercial	8,50	8,00	3,00	4,50	2,00	0,25
T3	Aminoácidos	11,50	6,50	6,50	4,50	2,50	2,00
T4	Ácidos Húmicos	5,75	9,75	1,75	2,25	1,25	0,00
T5	Algas Marinas	7,00	6,50	5,25	2,25	1,25	0,75

Al aplicar algas se activan procesos enzimáticos que estimulan la producción de hormonas en la planta, la absorción y movilización de nutrientes (Sharma et al., 2014).

Los aminoácidos de bajo peso molecular se absorben y transportan con rapidez dentro de la planta, optimizando sus procesos metabólicos (Rodríguez et al., 2023).

PROYECCIÓN DE COSECHA ANUAL

TRATAMIENTO	Mazorcas/planta	Peso seco promedio	kg por planta	kg/ha	qq/ha	Incremento vs Testigo (%)
T1 Testigo	12	54,5	0,33	364	7,9	0%
T2 R. Comercial	24	69,00	0,83	920	20	153%
T3 Aminoácidos	32	85,25	1,37	1518	33	317%
T4 Húminas	18	54,50	0,58	645	14	77%
T5 Algas marinas	22	85,00	0,94	1039	22,6	186%

CONCLUSIONES



- Se evaluó el efecto de la aplicación de bioestimulantes, donde el tratamiento con Aminoácidos (T3) es ideal en cuanto productividad con un peso de 93,50 g en comparación al testigo (T1) con 54,50 g.



- Se estableció el efecto de la aplicación de los bioestimulantes en el cuajado de frutos de cacao, donde los tratamientos con Aminoácidos (T3) y Extracto de algas marinas (T5) registraron una menor tasa de aborto de chereles durante los 90 días de evaluación, manteniéndose estables.



- Se evidenció a los 90 días que en el peso del fruto, el tratamiento con Aminoácidos (T3) presentó diferencia significativa con un peso de 914,67 g (grupo a), en comparación a los otros tratamientos que no presentaron diferencias significativas.
- Se evaluó el efecto de la aplicación de bioestimulantes concluyendo que la aplicación de aminoácidos representa una estrategia agronómica ideal para incrementar la productividad.





RECOMENDACIONES



Se recomienda la aplicación foliar de bioestimulantes en dosis de 1 L/ha de aminoácidos (Taravert Amifol) y 2 L/ha de extracto de algas marinas, ya que estas concentraciones demostraron ser adecuadas para generar una respuesta fisiológica favorable en el cultivo de cacao bajo las condiciones del estudio.



Se recomienda promover la aplicación de bioestimulantes en etapas tempranas del cultivo, dado que este permite promover la floración y posterior a ello la conformación morfológica de llenado de fruto cumpliendo su periodo fenológico de manera adecuada.



Se recomienda ampliar el estudio del uso de bioestimulantes mediante ensayos en temporadas climáticas diferenciadas, a fin de validar su respuesta agronómica en periodos de alta precipitación y déficit hídrico.



***¡Muchas gracias
por su atención!***



El cacao ecuatoriano

supera al banano y se acerca al
camarón: ¿El nuevo rey de las
exportaciones?