

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS



BIOESTIMULACIÓN CON EXTRACTO DE *Moringa oleifera* Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE *Capsicum chinense* LUYANDO, HUÁNUCO

Tesis

**Para optar el título de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:
ELVER DAVID NUÑEZ ALBERCA**

**Asesores
JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATÍAS
GIANNFRANCO EGOÁVIL JUMP**

Tingo María – Perú.

2025



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: fagro@unas.edu.pe.

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 038-2025-FA-UNAS

BACHILLER : ELVER DAVID NUÑEZ ALBERCA

TÍTULO : **BIOESTIMULACIÓN CON EXTRACTO DE *Moringa oleífera* Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE *Capsicum chinense* LUYANDO-HUANUCO.**

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL : M. Sc. ABNER CELIO IGLESIAS CRUZ

ASESORES : M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS
M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 30/12/2025

HORA DE SUSTENTACIÓN : 11:00 A.M.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala de Audiovisuales de la F.A.

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 30 DE DICIEMBRE DEL 2025

.....
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO
PRESIDENTE

.....
Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS
VOCAL

.....
M. Sc. ABNER CELIO IGLESIAS CRUZ
VOCAL

.....
M.Sc. JAIME JOSSEPH CHAVEZ MATIAS
ASESOR

.....
M. Sc. GIANNFRANCO EGOAVIL JUMP
ASESOR



UNAS

VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓNINSTITUTO DE
INVESTIGACIÓNUNIDAD DE SOPORTE
CIENTÍFICO
REPOSITORIO INSTITUCIONAL

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N 036 - 2026 - CS-RIDUNAS

El Jefe de la Unidad de Soporte Científico de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% y contenido generado por Inteligencia Artificial menor o igual al 20%. Según establece el Art. 29° y 30° del Acuerdo Nro.017-2025-CIUNAS-VRI-UNAS.

Programa de Estudio:

Agronomía

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE	
		SIMILITUD	CONTENIDO GENERADO POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL
BIOESTIMULACIÓN CON EXTRACTO DE <i>Moringa oleifera</i> Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE <i>Capsicum chinense</i> LUYANDO, HUÁNUCO	ELVER DAVID NUÑEZ ALBERCA	04 % Cuatro	Menor a 20 %

Tingo María, 03 de febrero de 2026.


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE SOPORTE CIENTÍFICO

ING. EINSTEIN A. ORTIZ MORALES
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS



BIOESTIMULACIÓN CON EXTRACTO DE *Moringa oleifera* Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE *Capsicum chinense* LUYANDO, HUÁNUCO

Autor : Bach. Elver David Nuñez Alberca

Asesor (es) : M.Sc. Jaime Joseph Chavez Matías
M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump

Área de investigación : Suelos y fertilizantes

Línea de investigación : Fertilidad, clasificación, biología y manejo de suelos

Eje temático : Bioestimulantes agrícolas naturales

Lugar de ejecución : Luyando – Huánuco

Duración del trabajo : 12 meses

Financiamiento : S/ 4 886,16



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
VICERRECTOR DE INVESTIGACION
Instituto de Investigación
Unidad de Gestión de la Investigación

FORMATO PARA REGISTRAR EL PROYECTO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la selva
Facultad : Agronomía
Escuela profesional/ : Ciencias agrarias
Departamento Académico
Título de la Tesis : BIOESTIMULACIÓN CON EXTRACTO DE *Moringa oleifera* Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE *Capsicum chinense* LUYANDO, HUÁNUCO

Objetivo General : Determinar el efecto del extracto de *Moringa oleifera* y fertilización química en el rendimiento y calidad del fruto de *Capsicum chinense* en Luyando

Autor de la Tesis : Elver David Nuñez Alberca
DNI : 76212474
Correo electrónico : elver.nunez@unas.edu.epe
Asesores : M.Sc. Jaime Josseph Chavez Matías
M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump

Área de Investigación : Suelos y fertilizantes
Grupo de Investigación : Recuperación y manejo se suelos degradados y contaminados -RYMSDYC

Línea de investigación : Fertilidad, clasificación, biología y manejo de suelos
Lugar de Ejecución : Luyando
Fecha de inicio : Mayo del 2024
Fecha de finalización : Mayo del 2025
Presupuesto : S/. 4 886,16
Financiamiento : Propio (x) FIF () Externo ()

Según: **Resolución:** N° 461-2023-R-UNAS y Resolución: N° 295-2023-R-UNAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS
REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Facultad de Agronomía

Título de tesis : BIOESTIMULACIÓN CON EXTRACTO DE *Moringa oleifera* Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DEL CULTIVO DE *Capsicum chinense* LUYANDO, HUÁNUCO

Autor : Elver David Nuñez Alberca

DNI : 76212474

Correo electrónico : elver.nunez@unas.edu.epe

Asesor (es) : M.Sc. Jaime Josseph Chavez Matías
M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump

Área de investigación : Suelos y fertilizantes

Línea de investigación : Fertilidad, clasificación, biología y manejo de suelos

Eje temático de investigación : Bioestimulantes agrícolas naturales

Lugar de ejecución : Luyando

Duración del trabajo : 12 meses

Fecha de inicio : Mayo del 2024

Termino : Mayo del 2025

Financiamiento : S/ 4 886,16

FEDU : No

Propio : Si

Otros : No

DEDICATORIA

A Dios, fuente inagotable de sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada paso de este camino académico y brindarme la perseverancia necesaria para alcanzar esta meta.

A mi amada madre, Isolina Alberca Guerrero, pilar fundamental de mi vida. Tu amor incondicional, sacrificio y apoyo constante han sido la luz que ha iluminado mis días más oscuros. Cada logro mío es un reflejo de tu dedicación y enseñanzas.

A mis queridos hermanos, compañeros de vida y cómplices de sueños. Gracias por su apoyo inquebrantable, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por ser mi fuente de motivación para superarme cada día.

Este trabajo es el fruto de nuestro esfuerzo conjunto, una muestra tangible de que, con fe, amor familiar y determinación, todo es posible. Que este logro sea un tributo a nuestra unión y un paso más en el camino que recorreremos juntos.

Elver David Nuñez Alberca

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, alma mater que me brindó el espacio y los recursos para mi formación profesional, sentando las bases de mi carrera en agronomía.
- A mis estimados asesores, M.Sc. Jaime Joseph Chávez Matías y M.Sc. Giannfranco Egoávil Jump, por su invaluable orientación, paciencia y conocimientos compartidos durante todo el proceso de investigación y redacción de esta tesis.
- Al Dr. José Wilfredo Zavala Solorzano, presidente del jurado, por su revisión en base a las normas que enriquecieron significativamente este trabajo académico.
- A los distinguidos miembros del jurado, M.Sc. Abner Celio Iglesias Cruz y al Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, por su tiempo, dedicación y observaciones pertinentes que contribuyeron a mejorar la calidad de esta investigación.
- A mis amigos y colegas Joseph Jemel Sánchez Escalante, Neiser Fernando Osorio Guivar, y Kevin Ramos Justo por su apoyo incondicional y compañerismo en las largas jornadas de trabajo de campo y recolección de información del presente trabajo de investigación.
- Al Dr. Julio Alfonso Chia Wong y M.Sc. Manuel Paredes Arce por permitirme utilizar las instalaciones del invernadero y Laboratorio de Semillas de la facultad de agronomía, con el fin de llevar a cabo la evaluación de frutos y propagación de plántulas.
- Al Ing. Luis Alberto Reyes Evangelista, por su generosidad y confianza al brindarme su terreno. Su apoyo desinteresado hizo posible llevar a cabo el desarrollo experimental en campo.
- A los ingenieros Darlym Reátegui Días y Gilmer Milton Neira Trujillo por su labor en la obtención de resultados de análisis realizados en extracto de *Moringa oleifera*, suelo y frutos de *Capsicum chinense*, ejecutados en los Laboratorios de Investigación Central y Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN.....	21
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	23
2.1. Importancia del cultivo <i>Capsicum chinense</i> Jacq. (Ají dulce)	23
2.2. Descripción morfológica y fisiológica de <i>Capsicum chinense</i> Jacq. (Ají dulce).....	23
2.2.1. Morfología.....	23
2.2.2. Fisiología.....	24
2.3. Siembra y consideraciones técnicas del cultivo	24
2.3.1. Requerimiento nutricional.....	24
2.3.2. Principales plagas y enfermedades	25
2.4. Calidad del fruto	26
2.4.1. Calidad nutricional.....	26
2.4.2. Calidad externa (física) 	28
2.5. Bioestimulantes y su clasificación por categorías	28
2.5.1. Sustancias húmicas (SH).....	28
2.5.2. Extractos de algas	29
2.5.3. Productos con proteínas hidrolizadas potenciando la bioestimulación.....	29
2.5.4. Microorganismos del suelo	30
2.5.5. Fitohormonas y su participación dentro de los bioestimulantes.....	30
2.6. <i>Moringa oleifera</i> Lam. (Moringa).....	31
2.6.1. Descripción de la especie	31
2.6.2. Taxonomía.....	31
2.6.3. Hojas de <i>M. oleifera</i> como bioestimulante natural.....	31
2.6.4. Métodos y preparación de extracto de las hojas <i>M. oleifera</i>	33
2.6.5. Métodos de conservación de las hojas de <i>M. oleifera</i>	34

2.6.6.	Efecto de la aplicación del extracto de <i>M. oleifera</i> en vegetales.....	35
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1.	Lugar de ejecución.....	37
3.1.1.	Ubicación.....	37
3.1.2.	Ecología.....	37
3.1.3.	Historial de campo	37
3.1.4.	Análisis físico químico de suelo	37
3.1.5.	Registro de datos meteorológicos durante el experimento.....	41
3.2.	Descripción del material vegetal <i>Moringa oleifera</i> Lam. (moringa) utilizado.....	42
3.2.1.	Procedencia.....	42
3.2.2.	Caracterización taxonómica	42
3.2.3.	Preparación del extracto.....	42
3.2.4.	Análisis del extracto.....	46
3.3.	Procedencia de fertilizantes.....	47
3.4.	Procedencia de <i>Capsicum chinense</i>	47
3.5.	Diseño estadístico	47
3.5.1.	Componentes de estudio	47
3.5.2.	Tratamientos en estudio	48
3.5.3.	Diseño experimental	48
3.5.4.	Características del área experimental.....	48
3.5.5.	Croquis del experimento	49
3.5.6.	Dosificaciones	50
3.5.7.	Verificación de supuestos estadísticos.....	52
3.5.8.	Análisis estadístico.....	53
3.5.9.	Regresión lineal	55
3.5.10.	Regresión polinómica	56
3.5.11.	Tasa de crecimiento	57

3.5.12.	VARIABLES DE ESTUDIO.....	57
3.6.	METODOLOGÍA.....	57
3.6.1.	Evaluaciones biométricas.....	57
3.6.2.	Rendimiento y calidad	61
3.6.3.	Determinación de minerales (K, Mg y Fe), humedad %, materia seca %, materia orgánica %, ceniza %, vitamina C y flavonoides.....	63
3.6.4.	Beneficio costo (B/C).....	63
3.7.	Ejecución del experimento	64
3.7.1.	Preparación del área experimental.....	64
3.7.2.	Análisis químico de suelo inicial.....	64
3.7.3.	Germinación de semillas de <i>C. chinense</i>	65
3.7.4.	Trasplante de <i>C. chinense</i>	66
3.7.5.	Fertilización química.....	66
3.7.6.	Aplicación de extracto de <i>M. oleifera</i>	66
3.7.7.	Control de plagas y enfermedades.....	67
3.7.8.	Aporque.....	68
3.7.9.	Limpieza y deshierbo	68
3.7.10.	Cosecha	68
3.7.12.	Tabulación de datos registrados en campo.....	68
3.7.13.	Redacción de informe final	69
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	70
4.1.	Características biométricas.....	70
4.1.1.	Altura de planta(cm), tasa e incremento de altura, diámetro del tallo (mm), tasa e incremento de diámetro, número de hojas, tasa e incremento en número de hojas.	70
4.1.2.	Número de flores y floración rápida	88

4.1.3.	Peso fresco de planta, peso fresco radicular, peso fresco del follaje, peso seco de planta, peso seco radicular, peso seco del follaje, volumen radicular, humedad de planta, humedad radicular y humedad del follaje.....	93
4.2.	Rendimiento y calidad	104
4.2.1.	Número, peso , longitud y diámetro de frutos por planta y calidad de frutos comerciales de primera, segunda y tercera.....	104
4.2.2.	Calidad química de minerales (K, Mg y Fe), humedad %, materia seca %, materia orgánica %, ceniza %, vitamina C y flavonoides.	124
4.3.	Beneficio costo (B/C).....	141
V.	CONCLUSIONES.....	143
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	144
VII.	REFERENCIAS	145
VIII.	ANEXO	172

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Información nutricional del fruto de pimiento	27
2. Composición nutricional de las hojas frescas de moringa	32
3. Perfil fitohormona y concentraciones osmoprotectoras de hojas de moringa.	32
4. Evaluación inicial de las propiedades físicas y químicas del terreno experimental.....	39
5. Condiciones meteorológicas durante los meses de ejecución del año 2024.....	42
7. Componentes de estudio	47
8. Descripción de los tratamientos	48
9. Cálculo de aplicación de extracto de <i>M. oleifera</i> y agua.....	51
10. Cálculo del total de fertilización	51
11. Cantidad de fertilizantes empleado fraccionado por aplicación	52
12. Modelo del análisis de varianza	54
13. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$), para la altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas a los 90 DDT con su respectiva tasa de crecimiento periodo 30 a 90 DDT y incremento vegetativo De 0 a 90 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	71
14. Prueba DGC con un ($\alpha= 0,05$), para la altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas a los 90 DDT con su respectiva tasa de crecimiento periodo 30 a 90 DDT y incremento vegetativo De 0 a 90 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	75
15. Derivadas de las funciones cuadráticas de altura diámetro y número de hojas, a los 30, 60 y 90 DDT, en busca de la dosis adecuada.....	78
16. Derivadas de las funciones cuadráticas de altura diámetro y número de hojas, de acuerdo con su tasa (T) de crecimiento y incremento (Δ), para una dosis adecuada.....	80
17. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$), para número de flores y días a 50 % de floración en plantas de <i>C. chinense</i>	89
18. Prueba DGC con un ($\alpha= 0,05$), en la evaluación de números de flores por plata a los 67 DDT y días a 50 % de floración en plantas de <i>C. chinense</i> a los 31, 38, 45, 52, 59 y 67 DDT.....	90
19. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$); de mediciones de biomasa y contenido hídrico en plantas de <i>C. chinense</i> evaluados a 158 DDT.	95
20. Prueba DGC ($\alpha= 0,05$); de mediciones de biomasa y contenido hídrico en plantas de <i>C. chinense</i> evaluados a 158 DDT.....	98

21.	Derivadas de las funciones cuadráticas de PFP, PSP, HP, PFF, PSF, HF, PFR, PSR, HR y VR, para encontrar dosis de extracto de <i>M. oleifera</i> con N-P-K y sin N-P-K.	103
22.	Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis con ($\alpha = 0,05$); para número de frutos, peso de frutos(g) , longitud de frutos(mm) y diámetro de frutos (mm) por plantas evaluados cinco veces y calidad de frutos de primera segunda y tercera en plantas de <i>C. chinense</i>	106
23.	Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para número total de frutos por planta después de las cinco cosechas realizadas y calidad de los frutos por tratamiento.	108
24.	Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para promedio de longitud (mm) de frutos por planta después de las cinco cosechas realizadas y calidad de los frutos por tratamiento.	113
25.	Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para promedio de diámetro (mm) de frutos por planta después de las cinco cosechas realizadas y calidad de los frutos por tratamiento.	114
26.	Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para peso (g) total de frutos por planta después de las cinco cosechas realizadas y calidad de los frutos por tratamiento.	118
27.	Rendimiento de los frutos por hectárea (ha), de forma total y por calidad de acuerdo con el tratamiento aplicado, en plantas de <i>C. chinense</i>	119
28.	Derivadas de las funciones cuadráticas de número de frutos por planta y peso de fruto por planta, para una dosis adecuada.	123
29.	Análisis de varianza ($\alpha=0,05$); de flavonoides, vitamina C, magnesio (Mg) y Ceniza (%) en frutos cosechados a 121 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	125
30.	Prueba de Di Rienzo Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0,05$) de flavonoides, vitamina C, magnesio (Mg) y Ceniza (%) en frutos cosechados a 121 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	130
31.	Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis con ($\alpha = 0,05$); para humedad de fruto (%), materia seca (%), materia orgánica (%), Potasio (%) y Hierro (mg/kg) en frutos cosechados a 121 DDT en planta de <i>C. chinense</i>	134
32.	Prueba post hoc de comparación múltiples Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para humedad (%), materia seca (%), materia orgánica (%), Potasio (%) y Hierro (mg/kg) en frutos cosechados a 121 DDT en planta de <i>C. chinense</i>	137

33.	Analís de B/C se consideró de acuerdo con la producción por ha de 3,50 S/. (Precio promedio), por tratamiento y de acuerdo con su selección de calidad de 4,50 S/. (Primera), 4,00 S/.(Segunda) y 2,00 S/.(Tercera).....	142
34.	Datos de extracción y análisis de suelo utilizados en el calculo	173
35.	Cálculo de nueve formula y fertilizantes utilizados	173
36.	Fertilizantes utilizando según el total de plantas en T _(5, 6, 7 y 8) con sus B _(I, II, III y IV) , en unidad experimental (UE) y planta sola.....	173
37.	Aplicaciones de bioestimulante (ml) según tratamientos y bloques	174
38.	Evaluación de alturas (cm) de plantas de <i>C. chinense</i> a los 0, 30, 60 y 90 DDT.....	175
39.	Evaluación de diámetro (mm) de plantas de <i>C. chinense</i> a los 0, 30, 60 y 90 DDT	176
40.	Evaluación de número de hojas de plantas de <i>C. chinense</i> a los 0, 30, 60 y 90 DDT	177
41.	Tasa (T) y incremento (Δ) de altura, diámetro y número de hojas en los bloques I, II, III y IV.....	178
42.	Evaluación de : a, número de flores de la fecha 9 de agosto del 2024 y b, porcentaje de floración a los (1)31, 38, 45, 52, 59 y 67 DDT.	179
43.	Evaluación de peso fresco de la planta (PFP), peso fresco radicular (PFR), peso fresco del follaje (PFF), volumen radicular (VR) y peso seco de la planta (PSP) a 158 DDT.....	180
44.	Evaluación de peso seco radicular (PSR), peso seco del follaje (PSF), humedad de planta HP), humedad radicular (HR) y humedad del follaje (HF) a 158 DDT.	180
45.	Evaluación de número de frutos por planta a los 109, 121, 133, 145 y 157 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	181
46.	Evaluación de peso de frutos por planta a los 109, 121, 133, 145 y 157 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	182
47.	Evaluación de longitud de frutos por planta a los 109, 121, 133, 145 y 157 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	183
48.	Evaluación de diámetro de frutos por planta a los 109, 121, 133, 145 y 157 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	184
49.	Número de días a la floración del 50 %.....	185
50.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para la altura de plantas a los 30, 60 y 90 DDT.....	185
51.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de tasa(T) y incremento(Δ) de altura de planta.....	185
52.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para el diámetro a plantas a los 30, 60 y 90 DDT....	185

53.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de tasa(T) y incremento(Δ) de diámetro de planta...	185
54.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de hojas a los 30, 60 y 90 DDT	186
55.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de tasa(T) y incremento(Δ) de número de hojas.	186
56.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de flores después de 67 DDT	186
57.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) días de floración al 50 %.	186
58.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$); peso fresco de la planta (PFP), peso fresco radicular (PFR) y peso fresco del follaje (PFF) a 158 DDT.	186
59.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$); volumen radicular (VR), peso seco de la planta (PSP) y peso seco radicular (PSR) a los 158 DDT.....	187
60.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$); peso seco del follaje (PSF), porcentaje de humedad de la planta(%HP) y porcentaje de humedad radicular (%HR) a 158 DDT.	187
61.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), porcentaje de humedad del follaje (% HF) a 158 DDT.	187
62.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para número de frutos total por plantas en <i>C. chinense</i>	187
63.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso de frutos total por planta en plantas de <i>C. chinense</i>	188
64.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para longitud de frutos por planta promedio total en plantas de <i>C. chinense</i>	188
65.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para diámetro(mm) de frutos por planta promedio total en plantas de <i>C. chinense</i>	188
66.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para número de frutos de primera calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	188
67.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para número de frutos de segunda calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	188
68.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para número de frutos de tercera calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	189
69.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para longitud (mm) de frutos de primera calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	189
70.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para diámetro (mm) de frutos de primera calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	189
71.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso (g) de frutos de primera calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	189

72.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para longitud (mm) de frutos de segunda calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	189
73.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para diámetro (mm) de frutos de segunda calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	190
74.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso (g) de frutos de segunda calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	190
75.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para longitud (mm) de frutos de tercera calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	190
76.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para diámetro (mm) de frutos de tercera calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	190
77.	Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso (g) de frutos de tercera calidad en plantas de <i>C. chinense</i>	190
78.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de humedad en frutos.....	191
79.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de Materia seca en frutos.	191
80.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de materia orgánica en frutos.	191
81.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de Potasio (K) en frutos.	191
82.	Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para (mg/Kg) de hierro (Fe) en frutos.	191
83.	Prueba de Di Rienzo Guzman y Casanoves (DGC) con un ($\alpha= 0.05$), para altura de las plantas (cm) evaluado a los 30, 60 y 90 después del trasplante (DDT), como también se presenta la tasa(T) y incremento (Δ) de crecimiento de la planta.	192
84.	Prueba de Di Rienzo Guzman y Casanoves (DGC) con un ($\alpha= 0.05$), para el diámetro de plantas evaluado a los 30, 60 y 90 después del trasplante (DDT).	192
85.	Prueba de Di Rienzo Guzman y Casanoves (DGC) con un ($\alpha= 0.05$), para el número de hojas de plantas evaluado a los 30, 60 y 90 después del trasplante (DDT)....	
	192	
86.	Análisis de beneficio-costos de los tratamientos T ₁ y T ₂ , con su respectiva calidad de fruto primera, segunda y tercera.	193
87.	Análisis de beneficio-costos de los tratamientos T ₃ y T ₄ , con su respectiva calidad de fruto primera, segunda y tercera.	194
88.	Análisis de beneficio-costos de los tratamientos T ₅ y T ₆ , con su respectiva calidad de fruto primera, segunda y tercera.	195
89.	Análisis de beneficio-costos de los tratamientos T ₇ y T ₈ , con su respectiva calidad de fruto primera, segunda y tercera.	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Imagen satelital de ubicación de la parcela experimenta.....	38
2.	Localización del material extraído para el ensayo experimental	43
3.	Flujograma de la extracción de <i>M. oleifera</i>	44
4.	Croquis de la parcela experimental	49
5.	Croquis de plantas acorde a la UE evaluadas.....	50
6.	Evaluaciones biométricas: a. toma de datos de la planta, b. altura (cm), c. diámetro (mm), d. número de hojas y número de flores.	58
7.	Plantas representativas de los tratamientos T ₁ , T ₂ , T ₃ , T ₄ , T ₅ y T ₆ para medición de biomasa de plantas de <i>C. chinense</i>	59
8.	Plantas representativas de los tratamientos T ₇ y T ₈ para medición de biomasa, a. recolección de plantas de <i>C. chinense</i>	60
9.	Procedimientos para toma de datos: a. recolección de plantas, b. pesos frescos, c. secado en estufa y d. pesos secos.	60
10.	Análisis de rendimiento y calidad de fruto: a. cosecha, b. peso, c. longitud y diámetro.	62
11.	Frutos cosechados de primera, segunda y tercera calidad de acuerdo con la medida de su diámetro (mm).....	62
12.	Limpieza de campo: a. tumba de purma, b. delimitaciones y etiquetas de los tratamientos.	64
13.	Proceso de la germinación: a. siembra, b y c. germinación y d. después de un mes	65
14.	Siembra de plántulas en campo definitivo: a. número de hojas para trasplante, b. distancia entre plantas y c. campo trasplantado.	66
15.	Fertilización de plantas: a. N-P-K, y b. zona de aplicación.	66
16.	Bioestimulación: a. bioestimulante, b. coayubante y c. aplicación de la solución.....	67
17.	Identificación de enfermedad: a. hojas enfermas, b. microscopio electrónico y c. <i>Alternaria spp.</i>	67
18.	Regresión polinómica de altura, diámetro y número con efecto de las dosis de extracto <i>M. oleifera</i> y fertilizantes a los : a. 30, b. 60 y c. 90 DDT.	76

19.	Regresión polinómica de altura, diámetro y número de hojas con efecto de las dosis de extracto <i>M. oleifera</i> y fertilizantes con respecto a : a. tasa de crecimiento periodo (30 a 60 DDT) y b. incremento periodo (0 a 90 DDT).	80
20.	Diagramas de cajas en el número de hojas, diámetro de tallo y altura de plántulas de <i>C. chinense</i> , según dosis de extracto de <i>M. oleifera</i> (%) y aplicación de fertilizante N-P-K expresados en : a. tasa de crecimiento periodo (30 a 60 DDT) y b. incremento periodo (0 a 90 DDT).....	82
21.	Box plots de tres momentos de evaluación por tratamiento en : a. altura (cm) a los 30, 60 y 90 DDT, b. diámetro (mm) 30, 60 y 90 DDT y c. número de hojas a los 30, 60 y 90 DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	84
22.	Regresión lineal del crecimiento en altura (cm) de plantas de <i>C. chinense</i> según tratamientos con extracto de <i>M. oleifera</i> y fertilizantes NPK a lo largo del ciclo fenológico evaluado de 0 a 90 DDT.....	85
23.	Regresión lineal del crecimiento diámetro (mm) plantas de <i>C. chinense</i> según tratamientos con extracto de <i>M. oleifera</i> y fertilizantes NPK a lo largo del ciclo fenológico evaluado de 0 a 90 DDT.....	86
24.	Regresión lineal del crecimiento en número de hojas de plantas de <i>C. chinense</i> según tratamientos con extracto de <i>M. oleifera</i> y fertilizantes NPK a lo largo del ciclo fenológico evaluado de 0 a 90 DDT.	87
25.	Diagrama de barras agrupadas con puntos superpuestos, en la interacción extracto de <i>M. oleifera</i> y fertilización N-P-K , en el número de flores por planta de <i>C. chinense</i> a los 67 DDT.....	91
26.	Regresión polinómica de los tratamientos, en días al 50 % de floración (después del trasplante) DDT en plantas de <i>C. chinense</i>	93
27.	Distribución de cajas y bigotes del peso fresco de planta (PFP), peso fresco raíz (PFR), peso fresco del follaje (PFF), volumen raíz (VR), peso seco de planta (PSP), peso seco raíz (PSR), peso seco del follaje (PSF), humedad de la planta (HP), humedad raíz (HR) y humedad del follaje (HF) en ocho tratamientos de plantas de <i>C. chinense</i>	100
28.	Regresión polinómica de peso fresco de planta (PFP), peso fresco raíz (PFR), peso fresco del follaje (PFF), volumen raíz (VR), peso seco de planta (PSP), peso seco raíz (PSR), peso seco del follaje (PSF), humedad de la planta (HP), humedad raíz (HR) y humedad del follaje (HF) en ocho tratamientos de plantas de <i>C. chinense</i>	102

29.	Diagrama de : a. Cajas y bigotes de número de frutos por planta, b. número de frutos por planta en relación con la dosis de <i>M. oleifera</i> y N-P-K y c. porcentaje de número de frutos acuerdo con la calidad primera, segunda y tercera en plantas de <i>C. chinense</i>	111
30.	Diagrama de barras de : a. longitud y diámetro (mm) de frutos por planta, longitud y diámetro (mm) de frutos de b. primera, c. segunda y d. tercera.	115
31.	Diagrama de : a. Cajas y bigotes de peso (g) de frutos por planta, b. peso (g) de frutos por planta en relación con la dosis de <i>M. oleifera</i> y N-P-K y c. promedio de peso (g) de frutos de acuerdo con la calidad primera, segunda y tercera en plantas de <i>C. chinense</i>	121
32.	Variables en relación tratamientos y dosis expresados en gráficos de barras y regresión polinómica de acuerdo con: a. flavonoides, b. vitamina C, c. magnesio (Mg) y d. ceniza, contenidos en frutos de <i>C. chinense</i>	132
33.	Variables en relación tratamientos y dosis expresados en gráficos de barras y regresión polinómica de acuerdo con: a. humedad de fruto, b. materia seca C, c. materia orgánica y d. potasio (K), contenidos en frutos de <i>C. chinense</i>	139
34.	Variables en relación tratamientos y dosis expresados en gráficos de barras y regresión polinómica de acuerdo con hierro (Fe), contenidos en frutos de <i>C. chinense</i>	140
35.	Resultado de identificación taxonómica recibido el once de diciembre del 2023	197
36.	Análisis de suelo del campo experimental antes del trasplante realizado el ocho de enero del año 2024	198
37.	Rotulado del análisis de suelo	199
38.	Análisis de Fenoles totales, Flavonoides totales y Antocianinas.	200
39.	Análisis de Flavonoides y Vitamina C.	201
40.	Análisis de elementos con beneficios contenidos en el fruto T ₁ , T ₂ , T ₃ y T ₄	202
41.	Análisis de elementos con beneficios contenidos en el fruto T ₅ , T ₆ , T ₇ y T ₄	203

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló en el distrito de Luyando, Región Huánuco, Perú, con el objetivo de determinar el efecto del extracto de *Moringa oleifera* Lam. y la fertilización química sobre el rendimiento y la calidad del fruto de *Capsicum chinense* L. durante un período de 12 meses. Se evaluaron tres concentraciones de extracto de *M. oleifera* (3, 11 y 20 %), aplicadas vía foliar de forma individual y combinada con un nivel de fertilización N-P-K (540-273-301 kg/ha), conformando ocho tratamientos incluido el testigo. Se registraron parámetros biométricos, biomasa, rendimiento y calidad física y química de los frutos. El ensayo empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con submuestreo. La verificación de supuestos se realizó mediante las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov, mientras que la homogeneidad de varianzas se evaluó con la prueba de Levene. Para datos paramétricos se aplicó Análisis de Varianza (ANOVA) con la prueba de medias DGC (Díaz Rienzo, Guzmán y Casanoves); para datos no paramétricos se empleó la prueba de Kruskal-Wallis con comparación de rangos múltiples de Siegel y Castellan. Los resultados indicaron que la combinación del extracto de *M. oleifera* con fertilización N-P-K mejoró significativamente el crecimiento y el rendimiento de *C. chinense*. Los tratamientos T₆ (11 % + N-P-K) y T₇ (20 % + N-P-K) presentaron mayor desarrollo vegetativo, biomasa y eficiencia productiva, siendo T₆ el de máximo rendimiento (73,90 t/ha y 82,31 frutos/planta). En cuanto a la calidad del fruto, T₂ presentó mayor proporción en primera categoría (61,91 mm), mientras que T₆ y T₃ sobresalieron en frutos de segunda categoría. El tratamiento T₇ registró la mayor materia seca, y T₈ mostró concentraciones superiores de K, Mg y Fe. En el análisis económico, T₂ alcanzó la mayor rentabilidad (B/C = 8,62) y T₆ el mayor ingreso neto (S/. 258 665,00).

Palabras clave: Extracto de *M. oleifera*, *C. chinense*, fertilización N-P-K, Rendimiento y calidad de fruto

ABSTRACT

The present study was carried out in the Luyando district of the Huánuco region in Peru, with the objective of determining the effect of *Moringa oleifera* Lam. extract and chemical fertilization on the yield and quality of *Capsicum chinense* L. fruit during a twelve month period. Three concentrations of *M. oleifera* extract (3, 11 and 20 %) were evaluated, when applied via the leaves, in an individual and combined manner with a N-P-K fertilization level (540-273-301 kg/ac); making eight treatments, including the control. Biometric parameters, the biomass, the yield, and the physical and chemical quality of the fruit were recorded. The trial used a completely randomized block design (CRBD; DBCA in Spanish) with sub-sampling. The verification of the assumptions was done using the Shapiro-Wilk and Kolmogorov-Smirnov test, while the homogeneity of the variance was evaluated using the Levene test. For the parametric data, the variance analysis was applied (ANOVA) with a DGC averages test (Di Rienzo, Guzmán and Casanoves); for the non-parametric data the Kruskal-Wallis test was used with multiple Siegel and Castellan comparison ranges. The results indicated that the combination of the *M. oleifera* extract with N-P-K fertilization significantly improved the growth and yield of *C. chinense*. Treatments T₆ (11 % + N-P-K) and T₇ (20 % + N-P-K) presented greater vegetative development, biomass and productive efficiency, with T₆ having the maximum yield (73.90 t/ac and 82.31 fruit/plant). With respect to the quality of the fruit, T₂ presented greater proportions for the first category (61.91 mm), while T₆ and T₃ stood out for the fruit in the second category. For treatment T₇ the most dry matter was recorded and T₈ showed superior concentrations of K, Mg and Fe. For the economic analysis, T₂ achieved the greatest profitability (B/C = 8.62) and T₆ the greatest net income (S/. 258,665.00).

Keywords: *M. oleifera* extract, *C. chinense*, N-P-K fertilizer, yield, fruit quality

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Capsicum chinense* Jacq. (ají dulce) destaca tanto en el Perú como a nivel global por su excelente calidad física y su aporte nutricional, especialmente en vitaminas C, compuestos antioxidantes, carotenoides y flavonoides (Hoque et al., 2022). Además, su bajo contenido calórico y la presencia de fitoquímicos beneficiosos lo hacen valioso para la salud y la industria (Camarena et al., 2020). En el contexto peruano, la diversidad genética y el valor nutracéutico de este cultivo lo convierten en un ingrediente fundamental para la gastronomía, la agroindustria y la seguridad alimentaria (Asociación de Exportadores [ADEX], 2016).

Desde 1961, el uso de fertilizantes ha aumentado significativamente a nivel mundial para satisfacer la demanda alimentaria, mejorando la productividad agrícola, pero generando desafíos ambientales. En el Perú, las importaciones crecieron de 1,1 a 1,5 millones de toneladas entre 2018 y 2020 (Valdivia, 2022). Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes provoca contaminación del agua, degradación del suelo, disminución de la biodiversidad y mayor vulnerabilidad de los cultivos, por lo que es esencial optimizar su aplicación para reducir estos impactos negativos (Muñoz-Morales et al., 2024).

Una alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos en la agricultura, es el uso de bioestimulantes, que favorecen el crecimiento vegetal al activar procesos fisiológicos y mejorar la absorción de nutrientes, ayudando a las plantas a enfrentar el estrés abiótico (Kauffman et al., 2007). A diferencia de los fertilizantes, no aportan nutrientes directamente, sino que optimizan su asimilación y reducen la necesidad de fertilización excesiva (Lucini et al., 2018; Ramírez et al., 2003). Actualmente el uso del extracto de *Moringa oleifera* Lam. (Moringa) en la agricultura actúa como bioestimulante gracias a su contenido de hormonas y nutrientes, lo que favorece el aumento del rendimiento de los cultivos y brinda opciones ecológicas para la agronomía. (Parajuli et al., 2019; Yasmeeen et al., 2013).

Por lo tanto, la finalidad de esta investigación es evaluar el efecto combinado del extracto de *M. oleifera* y la fertilización química sobre el rendimiento y la calidad del cultivo de *C. chinense*, buscando alternativas sostenibles que mejoren la productividad y la calidad del fruto. En tal sentido se plantea la pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿De qué manera la aplicación de extracto de *M. oleifera* junto con la fertilización química influye en el rendimiento y la calidad de *C. chinense*?. Teniendo como hipótesis de que el uso de extracto de *M.oleifera* como bioestimulante, ya sea solo o junto con la fertilización química, tiene efecto en el rendimiento y calidad de *C. chinense*. En función de lo anteriormente mencionado y los antecedentes revisados, se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Determinar el efecto del extracto de *Moringa oleifera* y fertilización química en el rendimiento y calidad del fruto de *Capsicum chinense* en Luyando.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de extracto de *M. oleifera* con fertilización en parámetros biométricos y biomasa.
- Evaluar la respuesta del rendimiento y calidad física de frutos bajo diferentes dosis de extracto de *M. oleifera* y fertilización química.
- Analizar la influencia del extracto de *M. oleifera* y fertilización en calidad química de frutos.
- Determinar la relación Beneficio-Costo (B/C) de los tratamientos en estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del cultivo *Capsicum chinense* Jacq. (Ají dulce)

El género *Capsicum* es originario de las regiones áridas de los Andes, que ahora forman parte de Perú y Bolivia, y luego migró a las tierras bajas tropicales de las Américas, donde se encontraron semillas ancestral de más de 7 000 años (Bosland y Coon, 2014).

El cultivo de *Capsicum chinense* Jacq. es clave para la economía y el agro peruano por su alta demanda interna y externa, siendo esencial en la gastronomía y la agroindustria del país (Bautista, 2018). Perú es el tercer productor mundial de *Capsicum*, con una producción de 184 291 t en 2019, donde Lima y Tacna concentran más de la mitad de la producción nacional (Castro, 2021). *C chinense* no solo aporta al empleo y dinamismo económico, especialmente en la agricultura familiar, sino que también permite a pequeños productores acceder a mercados diferenciados y mejorar su rentabilidad (Chirif, 2005). Además, los productos derivados de ají, como salsas y conservas, fortalece la agroindustria y las exportaciones, contribuyendo así a la sostenibilidad y competitividad del sector agrario peruano (Russo, 2012; Salaya, 2010).

2.2. Descripción morfológica y fisiológica de *Capsicum chinense* Jacq. (Ají dulce)

2.2.1. Morfología

Es una Planta herbácea perenne de ciclo de cultivo anual, cuya altura varía desde los 0,5 m, algunas variedades se cultivan al aire libre, hasta más de 1,5 m, la mayoría de los híbridos se cultivan en invernadero (Pathirana, 2013).

a. La raíz principal es profunda y tiene numerosas raíces secundarias cerca de la superficie. Las raíces principales alcanzan hasta 120 cm de profundidad, mientras que las secundarias, encargadas de absorber nutrientes, se encuentran entre 30 y 60 cm. El sistema de raíces constituye entre el 5 y el 20 % del peso total. (Stefan et al., 2011).

b. El tallo se desarrolla erguido y verde, ramificándose al llegar a los 15 a 20 cm de altura, las ramas se dividen dicotómicamente y los primeros entrenudos son largos, mientras que los siguientes son cortos (Arias y Melgarejo, 2000).

c. Las hojas son sencillas, ovales o lanceoladas, con color y forma diversos. Pueden ser lisas, arrugadas o con vellosidad. Un exceso o carencia de hojas perjudica la fructificación (Zuñiga y Gonzalez, 2021).

d. Las flores son hermafroditas, conectadas al tallo mediante un pedúnculo de uno a dos cm. Generalmente surgen una por nudo, ocasionalmente en pares o racimos. Presentan cinco a ocho sépalos y pétalos, cinco a ocho estambres y una a cuatro carpelos (Cabrera, 2004).

e. **Las semillas** tienen forma hemidiscoidal, color crema y un diámetro de 2,5 a 3,5 mm, con superficie lisa. Cada fruto posee entre 80 y 120 semillas, capaces de germinar de cuatro a cinco años si se almacenan adecuadamente (Bosland y Votava, 2012).

2.2.2. Fisiología

El cultivo depende en gran medida del clima y las condiciones locales. Su desarrollo óptimo se da en zonas subtropicales templadas, desde 0 hasta 2 700 m.s.n.m, con precipitaciones ideales de 600 a 1 250 mm (Bieto et al., 2008). La temperatura mínima para crecer es de 10 °C y la máxima de 35 °C, siendo 30 °C lo ideal; fuera de estos rangos, la germinación y el desarrollo disminuyen significativamente (Tapia et al., 2016). El porcentaje promedio de germinación de 22 a 30 °C es de 75 a 80 % y la emergencia de plántulas supera el 80 % en condiciones ideales (Rangel, 2016). Prefiere suelos profundos, bien drenados, franco-limosos, con pH de 6,5 a 7 y pendientes menores al 8 % para evitar inundaciones. Cambios bruscos de temperatura pueden afectar la floración y el desarrollo (Castillo y Chiluisa, 2011).

2.3. Siembra y consideraciones técnicas del cultivo

La siembra de *C chinense* se adapta al clima local, como en la costa central, los almácigos se hacen en primavera para trasplantar al inicio del verano, y en zonas cálidas se siembran en invierno para trasplantar en primavera y cosechar en verano (Latournerie, 2014). Puede sembrarse directamente o en almácigos, buscando siempre uniformidad en las plantas (Cáceres, 2019). Los almácigos se preparan en camas o bandejas con sustrato suelto, usando una mezcla de turba, pajilla de arroz y humus de lombriz en proporción 2:1:1 (Pérez, 2023). La distancia recomendada es de 30 a 50 cm entre plantas y 50 a 120 cm entre surcos, evitando la siembra densa para reducir riesgos de plagas y enfermedades (Latournerie, 2014). El terreno se prepara con arado a 15 a 20 cm de profundidad, formando camas y agregando compost o fertilizantes (Cáceres, 2019). El trasplante se realiza cuando las plántulas tienen de seis a ocho hojas verdaderas, entre 30 y 45 días después de sembrar, asegurando humedad y aplicando agua o agentes biológicos para prevenir enfermedades (Stefan et al., 2011). El riego debe ser frecuente y ligero, idealmente por goteo, con un promedio de 18 riegos por ciclo, ajustando la frecuencia según la estación y evitando mojar el cuello de la planta para prevenir problemas fúngicos (Pérez, 2023).

2.3.1. Requerimiento nutricional

C. chinense es muy exigente en materia orgánica (MO), para emplear dosis se tendrá que ver el contenido del suelo antes de la aplicación, rondando a si una dosis de 3 kg/m² (Uribarri et al., 2004).

La fertilización sintética según Tapia et al. (2016) proponen que el vegetal absorbe elementos en mayor proporción como, K (potasio), seguido del N (nitrógeno) y por último el P (fosforo) con Mg (magnesio). Como medida de un buen manejo es indispensable sacar un análisis de suelo, y a través de esto verificar el contenido de nutrientes y aplicar lo que le falta creando un buen balance de elementos para la planta, el uso indiscriminado de fertilizantes sin antes a ver realizado dicho análisis correspondiente llevara a graves consecuencias, ya sea por antagonismo de elementos, desarrollos inadecuados de la planta. Según Aguilar et al. (2024) para un rendimiento de 40 t/ha de *C. chinense* se utiliza la siguiente formula de fertilización siguiente : N 250 kg, óxido de fósforo (P_2O_5) 150 kg, óxido de potasio (K_2O)280 kg, Azufre (S) 50 kg, óxido de calcio (CaO) 240 kg, y oxido de magnesio (MgO) 200 kg.

Por otra parte, se evaluaron cinco fórmulas de fertilización N,P y K en chile habanero con fertirriego, la dosis de 350-250-360 kg/ha de N-P-K logró el mayor número de frutos, tamaño y rendimiento (41,259 kg/ha), el estudio concluye que dosis altas de N-P-K aumentan la producción por planta (Aguilar et al., 2024).

Como también se probaron distintas dosis de N-P-K en ají habanero, encontrando que la combinación de 300-200-600 kg/ha, generó el mayor rendimiento, además, se comparó un programa estándar de 150-100-300 kg/ha y sus incrementos al 50 y 100 % para analizar su impacto en el desarrollo y la producción (M. D. P. Romero-Lozada et al., 2017).

Por último, se probó diferentes dosis de N con P y K constantes, y se obtuvo el mayor rendimiento (51,69 t/ha) con 350 kg/ha de N, lo que demuestra que aumentar el nitrógeno mejora significativamente la producción (Diaz y Ossa, 2008).

2.3.2. Principales plagas y enfermedades

Para evitar problemas de plagas y enfermedades se encomienda rotar el cultivo con *Zea mays* L.(maíz), no con solanáceas ni cucurbitáceas debido a que estos cultivos pueden provocar atracción de plagas (Cáceres, 2019).

2.3.2.1. Principales plagas

Se describe de la siguiente manera:

a. *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Ácaro hialino): Organismo microscópico que afecta el cultivo de *C. chinense*, provocando deformaciones, acorchamiento y necrosis en las hojas jóvenes. También genera retraso en el crecimiento, malformaciones en flores y frutos, y daña tanto las yemas apicales como los tejidos en desarrollo (Osorio 2017).

b. *Agrotis* spp. Ochsenheimer. (Gusanos detierra): Conocidos como gusanos cortadores, atacan el *C. chinense* cortando plántulas y raíces, causando marchitez y muerte en plantas jóvenes tras la siembra, siendo polípagos con fuerte impacto en cultivos hortícolas (Pittí y Collantes, 2024).

c. *Prodiplosis longifila* Gagné. (Mosquilla de los brotes): Es una mosca cuyas larvas atacan brotes y botones florales de *C. chinense*, provocando deformaciones, necrosis, caída de flores y frutos, así como reducción en la calidad y rendimiento del cultivo (Geraud-Pouey et al., 2022).

d. *Aphis* spp. L. (Pulgones): Insectos diminutos que chupan savia deforman hojas y brotes producen melaza que facilitan la fumagina limitan el desarrollo de las plantas de *C. chinense* y propagan virus dañinos (Ortiz et al., 2007).

e. *Bemisia tabaci* Genn. (Mosca blanca): Afecta al *C. chinense* al situarse en el envés de las hojas donde succiona la savia produciendo melaza que ocasiona amarillamiento y retraso en el desarrollo además de transmitir virus que disminuyen la calidad y el rendimiento de los frutos (Rodríguez et al., 2012).

2.3.2.2. Principales enfermedades

Según Osorio (2017) las describe de la siguiente manera:

a. *Phytophthora* sp. Bary., *Fusarium* sp. Link. (Chupadera): provocan marchitez y podredumbre de raíces y cuello además de estrangulamiento amarillamiento y muerte en plantas jóvenes de *C. chinense* afectado brotes y originando zonas con plantas débiles en el campo.

b. *Sclerotium rolfsii* Sacc. (Podredumbre del tallo): Genera marchitez y pudrición en la base del tallo con presencia de micelio blanco y esclerocios marrones lo que ocasiona la rápida muerte de plantas adultas bajo condiciones de alta humedad y temperatura.

c. *Phytophthora capsici* Leonian. (Marchitez de planta): Oomiceto patógeno responsable de pudriciones tizones y marchitamiento que causa manchas oscuras en tallos y raíces de *C. chinense* las plantas enfermas secan rápidamente y el hongo permanece en el suelo por mucho tiempo.

2.4. Calidad del fruto

2.4.1. Calidad nutricional

El fruto está compuesto por numerosas sustancias, algunas son especialmente importantes para determinar su calidad nutricional y su importancia en el

mercado (Baenas et al., 2019). Los frutos contienen mucha agua, pocos macronutrientes, son ricos en vitaminas, ácidos, etc (Tabla 1) aunque su composición varía por diversos factores (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2020).

En relación con el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, se han registrado valores de 149,29 a 187,51 mg/g y 20,80 a 102,48 mg/g respectivamente, según un estudio realizado por Zimmer et al. (2012) en la especie *C. baccatum* var. péndulo (silvestre). Varios estudios han demostrado una relación directa entre el contenido de compuestos fenólicos y la actividad antioxidante del fruto. Por ejemplo, en un estudio llevado a cabo por Zimmer et al. (2012), se utilizó un ensayo (2,2-difenil-1-picrilhidracina hidratada) DPPH para calcular EC50, obteniendo valores entre 66,21-819,67 $\mu\text{g/ml}$, y se determinó la capacidad antioxidante equivalente al ácido ascórbico (AEAC), con valores desde 0,071 a 0,006 $\mu\text{g/g}$. En otro estudio realizado por Zhuang et al. (2012) en variedades de las especies *C. annuum* y *C. frutescens*, se registraron valores de EC50 de 65,91 a 125,08 $\mu\text{g/ml}$ en la variedad de pimiento rojo dulce.

Tabla 1. Información nutricional del fruto de pimiento

Componente	Valor (g/100g)
Calcio (Ca)	8,8 – 13,9 mg
Magnesio (Mg)	11,2 – 18,8 mg
Sodio (Na)	4 – 6,8 mg
Potasio (K)	159 – 244 mg
Fósforos (P)	17,4 – 37,6 mg
Sulfuros (S)	4,6 – 12,2 mg
Manganeso (Mn)	54 – 206 mg
Hierro (Fe)	313 – 975 mg
Cobre (Cu)	15 – 303 mg
Zinc (Zn)	270 – 775 mg
Selenio (Se)	0,43 – 1,25 mg
Ácidos grasos	1,75 – 4,26 g
Ácido oxálico	20,7 – 48,2 mg
Nitratos	345 – 1,124 mg
Carbohidratos	1,34 – 4,82 g
Energía	10,3 – 27,6 kcal
Energía	47,5 – 115,8 kJ
Ácido ascórbico (vitamina C)	102 – 380 mg
Vitamina A	0,01 – 0,16 mg
Vitamina E	0,7 – 1,6 mg
Vitamina K	0,005 – 0,014 mg
Agua	89,4 - 94,7 g
Proteína	0,63 – 1,20 g
Lípidos	0,19 – 0,95 g
Fibra	1,04 – 2,05 g

Fuente: FAO (2020).

2.4.2. Calidad externa (física)

La parte externa del pimiento se determina por atributos perceptibles visualmente, como tamaño, textura, forma, color y brillo. Para lograr una alta calidad externa, el contenido de carotenoides y clorofilas es crucial, ya que son responsables del color del fruto. Algunos estudios realizados en *C. annuum* han demostrado que, a los 130 días después de la siembra, el pimiento alcanza su máximo contenido de estos compuestos en los frutos, y luego experimenta una degradación debido a la oxidación (Corrêa et al., 2018). Se estudiaron la variabilidad morfológica del fruto en diferentes accesiones de ají. Identificaron que el peso del fruto es un parámetro comercial clave y que predominan frutos anchos (57 %) e intermedios (35 %), facilitando su clasificación para la comercialización (Bharath et al., 2013). Por otra parte en estudios realizado por Jardin (2015) se encontró que los consumidores preferían los pimientos de tamaño pequeño de la variedad California (*C. annuum*). Las preferencias de color variaban según el país: en Alemania y Dinamarca preferían el verde, en Italia el amarillo, y en Francia y Suecia el rojo (Williamson, 1996).

2.5. Bioestimulantes y su clasificación por categorías

Los bioestimulantes han ganado importancia en la agricultura, con Francia, Italia y España liderando su producción en Europa (Povero et al., 2016). Debido a su composición diversa, es difícil determinar qué moléculas son las más efectivas, ya que su funcionamiento se basa en la sinergia de varios compuestos (Caradonia et al., 2019). La Unión Europea, mediante el Reglamento del 27 de marzo de 2019, estableció una normativa común para su comercialización y definición (Yakhin et al., 2016). Estos productos, elaborados a partir de sustancias naturales o microorganismos, favorecen el desarrollo y rendimiento de las plantas, además de reducir el impacto del estrés ambiental (Jardin, 2015). Su acción no se limita al aporte de nutrientes o fitohormonas, y los procesos que activan siguen siendo objeto de investigación (Paul et al., 2019). El uso de tecnologías avanzadas permite comprender mejor cómo influyen en la fisiología de las plantas y en la mejora del suelo (Bulgari et al., 2017; Caradonia et al., 2019).

2.5.1. Sustancias húmicas (SH)

Presenta un gran potencial en la MO por ser uno de sus principales ingredientes, a partir de las SH se obtienen ácidos húmicos, fúlvicos y huminas, son parte del producto de los procesos de descomposición de plantas, animales y residuos microbianos, sumado a esto también de la actividad biótica metabólica de los microbios del suelo (Rouphael y Colla, 2018). Los tratamientos con SH estimulan el crecimiento vegetativo y desarrollo radicular de las plantas permitido un mejor fijación absorción entre otras funciones de la planta

(Canellas et al., 2002; Trevisan et al., 2010). Esto se refleja claramente una mejor absorción de elementos nutritivos y agua, una mejor capacidad a tolerar el estrés ambiental (Canellas et al., 2015; Nardi et al., 2016). Cómo las SH afectan la fisiología de la planta no se entiende completamente, esto se debe a la abundancia compleja de sustancias y respuestas alteradas de la planta (Canellas et al., 2012). Los efectos positivos ejercidos por estos agregados complejos podrían atribuirse tanto a las actividades similar a la hormona como el ácido indolacético (IAA) (Trevisan et al., 2011).

2.5.2. Extractos de algas

Los extractos de algas marinas constituyen una relevante fuente de materia orgánica (MO) y elementos nutritivos, su aplicación en el sector agrícola como bioestimulantes o mejoradores edáficos ha sido ampliamente investigada, siendo su uso predominante la aplicación foliar, lo que favorece el desarrollo fisiológico de las plantas, mejora la adaptación frente a factores de estrés abiótico, optimiza los procesos de fotosíntesis y potencia la defensa contra fitopatógenos como hongos, bacterias y virus, traducándose en un aumento del rendimiento y la eficiencia productiva de diferentes especies cultivadas (Battacharyya et al., 2015; Xu y Leskovar, 2015). Las algas marinas hoy en día son utilizadas para la producción de bioestimulantes, contienen citoquininas y auxinas u otras sustancias similares a las hormonas que promueven dicha actividad en las plantas (Pautasso, 2021). También contienen muchos compuestos minerales y orgánicos activos, incluidos polisacáridos complejos como laminarina, fucoídano, alginatos y hormonas vegetales que contribuyen al crecimiento de las plantas (Battacharyya et al., 2015).

2.5.3. Productos con proteínas hidrolizadas potenciando la bioestimulación

Es la mezcla de aminoácidos, péptidos, polipéptidos y proteínas desnaturalizadas, que pueden obtenerse por hidrólisis química, enzimática y térmica o combinando estos diferentes tipos de hidrólisis tanto de origen vegetal como animal (Colla et al., 2015). Los estudios reportaron que las aplicaciones de algunos hidrolizados de proteínas comerciales de origen animal eran fitotóxicos, teniendo efectos negativos en el crecimiento de las plantas en comparación con un hidrolizado de proteínas comerciales de origen vegetal (Pizzanelli et al., 2023). Estudios realizados por Botta (2013) observó que las plantas de lechuga tratadas con un hidrolizado de proteína de origen animal tenían un mayor peso fresco y seco en comparación con el control (Botta, 2013). En general, pueden inducir respuestas de defensa en las plantas y aumentar la tolerancia de las plantas a muchos estreses abióticos, según lo

informado por varios autores (Colla et al., 2017; Lucini et al., 2015; Rouphael et al., 2017; Trevisan et al., 2019).

2.5.4. Microorganismos del suelo

Incluyen bacterias, levaduras, hongos y microalgas procedentes de suelo, plantas y estiércol, que se utilizan para mejorar la productividad agrícola, ya que facilitan la absorción de nutrientes mediante la fijación de nitrógeno, la solubilización y la producción de hormonas vegetales como auxinas y citoquininas, además incrementan la tolerancia al estrés abiótico y generan compuestos volátiles orgánicos con efectos directos sobre el crecimiento y la sanidad vegetal, siendo las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) especialmente relevantes porque fortalecen las respuestas al estrés a través de mecanismos físicos, químicos y biológicos (Ruzzi y Aroca, 2015; Zaidi y Khan, 2017). Los efectos positivos son generados por los microorganismos que forman una biopelícula grande protectora en la superficie de la raíz específicamente con actividad en la cofia, mejorando la absorción de nutrientes y agua (Zaidi y Khan, 2017).

2.5.5. Fitohormonas y su participación dentro de los bioestimulantes

Los compuestos o moléculas que también llevan a cabo una bioestimulación en los vegetales más específica como son los siguientes:

Las auxinas controlan el crecimiento vegetal, influyendo en la elongación de las células, la formación de tejidos vasculares, el desarrollo de frutos y la dominancia apical (Cortes et al., 2019). También ayudan a las plantas a adaptarse al estrés ambiental, como la salinidad, a través de la acción del ácido indol-3-acético (AIA) (Hussain et al., 2015). Las principales auxinas incluyen el AIA, ácido indolbutírico (IBA), ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) y ácido naftalenacético (NAA), tanto naturales como sintéticas. (Fernández, 1986; Quer y Quer, 2003).

Las giberelinas favorecen la germinación, el paso de hojas jóvenes a maduras, la floración y el desarrollo de granos, influyendo la respuesta a la luz y temperatura (Gupta y Chakrabarty, 2013). Actúan principalmente en los estambres, promoviendo flores masculinas y el crecimiento del pedicelo, estimulan la elongación de los entrenudos y la expansión celular, la falta de giberelinas puede provocar la caída de flores y frutos. Además, ayudan a romper la dormancia de las semillas y equilibran los efectos de otras hormonas como el etileno y el ácido abscísico (Rojas, 1987)

Las citoquininas controlan la división celular, la partición de nutrientes y la fotosíntesis, además de ayudar a la planta a adaptarse al estrés (Akhtar et al., 2020). Se

generan en los meristemas de las raíces y, en combinación con las auxinas, influyen en el crecimiento de raíces o brotes (Akagi et al., 2014). Estas hormonas retrasan el envejecimiento de la planta y su carencia eleva los niveles de ácido abscísico (ABA), aumentan la resistencia a la sequía, coordinando la respuesta al estrés y regulando la interacción con otras hormonas (Hai et al., 2020).

2.6. *Moringa oleifera* Lam. (**Moringa**)

2.6.1. Descripción de la especie

Nativo de la India es una especie ampliamente distribuida y utilizado en todo el mundo, dentro de las familia de las Moringaceae están compuestas de 12 especies (Amaglo et al., 2010). Es un planta dicotiledónea con tolerancia a la sequía, de crecimiento rápido, alcanza una altura de 7 a 12 m, diámetro de tallo 20 a 30 cm, hojas compuestas, imparipinnadas alternas con longitud de 30 a 70 cm, pequeñas flores bisexuales con pétalos blancos y estambres amarillos, frutos en cápsulas oblongas trilobuladas(trigonas) dehiscentes, de 20 a 60 cm de largo, cada fruto contiene de 12 a 25 semillas, (Leone et al., 2015).

2.6.2. Taxonomía

Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS, 2025) se clasifico de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Eudicotyledoneae
Subclase	: Rosidae
Orden	: Brassicales
Familia	: Moringaceae
Género	: <i>Moringa</i>
Especie	: <i>Moringa oleifera</i>

2.6.3. Hojas de *M. oleifera* como bioestimulante natural

Entre los productos naturales, el extracto de hoja de *M. oleifera* ha recibido un amplio reconocimiento en la comunidad científica como una fuente alternativa y segura de bioestimulantes, particularmente debido a la abundancia de sustancias que promueven el crecimiento (Yasmeen et al., 2013). Las hojas de *M. oleifera* contienen una amplia gama de vitaminas, minerales esenciales y aminoácidos (Tablas 2), a diferencia de otras partes de la planta de *M. oleifera* que también contienen cantidades considerables de fitoquímicos, pero su uso en la producción agrícola no es tan popular como el uso de las hojas, viéndose efectos en

el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos ((Iqbal et al., 2020; Merwad, 2018; Yaseen y Takacs, 2022), Solo unos pocos han analizado el perfil hormonal de los extractos de *M. oleifera* (Tabla 3), encontrándose como hormona principal en de las hojas a la zeatina, eran mil veces (de 5 a 200 $\mu\text{g/g}$) más altas que las concentraciones de zeatina en otras especies de plantas Phiri, 2010, 2010; Rady y Mohamed, 2015). Según Nasir et al. (2020) la efectividad y la eficacia de extracto de hoja como bioestimulante son equivalentes o ligeramente superiores a las de los reguladores de crecimiento sintéticos. Además, el extracto es fácil de preparar, menos costoso y respetuoso con el medio ambiente; por lo tanto, es un estimulador de cultivos que pueden utilizar los agricultores de subsistencia.

Tabla 2. Composición nutricional de las hojas frescas de *M. oleifera*.

Componentes	Hoja fresca	Hoja seca
	Valor (100 mg/g)	Valor (100 mg/g)
Calcio	440 – 2 800	1 721 – 2 185
Potasio	259 – 2 510	1 324 – 2 770
Magnesio	42 – 670	334 – 448
Fósforo	70 – 390	70,0 – 550
Cobre	4 – 14	0,49 – 21,0
Zinc	5 – 27	3,10 – 45,0
Nitrógeno	1 240	31,3
Azufre	137	268 – 870
Manganeso	84 – 396	4,90 – 97,0
Sodio	75	31
Hierro	37,0 – 160	25,6 – 189
Vitamina A (β -caroteno)	6,78 – 20	6,78 – 16,3
Vitamina B1 (Tiamina)	0,21 – 2,60	2,02 – 2,64
Vitamina B2 (riboflavina)	0,05 – 21,0	20,5 – 21,2
Vitamina B3 (ácido nicotínico)	0,8	7,60 – 8,19
Vitamina C (ácido ascórbico)	220 – 847	15,8 – 220
Vitamina E (acetato de tocoferol)	77 – 448	113
Proteína	6 700 – 27 300	27 100 – 29 400
Fibra	900	12 500 – 19 200
Carbohidrato	12 500	12 500 – 41 200

Fuente: Mashamaite et al. (2022)

Tabla 3. Perfil fitohormona y concentraciones osmoprotectoras de hojas de *M. oleifera*.

Componente	Hojas frescas	Hojas secas
Fitohormonas	$\mu\text{g/g}$	mg/g
Ácido indolacético	0,44 – 0,83	0,83
Zeatina	5 – 200	0,03 – 0,96
Giberelinas	0,65 – 0,74	0,003 – 0,054
Ácido abscísico	0,13 – 0,29	0,29
Ácido salicílico	1,87	0,082
Ácido transjasmónico	0,22	-
Osmoprotectores	mg/g	mg/g
Aminoácidos totales	106 – 388	300
Prolina	21,0 – 33,7	30
Azúcares solubles totales	249 – 352	170

Fuente: Mashamaite et al. (2022)

2.6.4. Métodos y preparación de extracto de las hojas *M. oleifera*

El tipo de concentración, como el momento de aplicación del extracto son acondicionados de acuerdo al estudio ((Iqbal et al., 2020), La reacción del cultivo varía según el tipo de extracto, el disolvente de extracción utilizado y la concentración del extracto (Khan et al., 2021; Nasir et al., 2020) Es crucial evaluar las técnicas de extracción y solventes empleados, ya que las modificaciones en estos procesos determinan la concentración de compuestos bioactivos en los extractos foliares, influyendo directamente en su eficacia para aplicaciones nutracéuticas y agrícolas.

- **Extracto acuoso**

Berkovich et al. (2013) extrajeron compuestos fitoquímicos y minerales del polvo de hojas secas, cuyo suelo es rico en minerales en las regiones tropicales y subtropicales. Prepararon el extracto acuoso mezclaron 1 g de polvo de hojas secas con 10 ml de agua hirviendo durante 5 minutos, luego se filtró dos veces a través de papel filtro de 2 μm en un tubo de ensayo estéril. Esta solución madre de extracto acuoso (100 mg/ml) se preparó fresca para cada experimento y se almacenó a 4 °C durante un máximo de cinco días. Elzaawely et al. (2017) en lugar de usar polvo recolectaron hojas frescas cultivados en una granja experimental en la Universidad de Tanta (TU) en Egipto, prepararon un extracto acuoso de *M. oleifera* en una proporción de 1:10 (w/v) y mezcló 30 g de hojas frescas (inmediatamente después de la cosecha) con 300 ml de agua destilada en una licuadora doméstica durante 15 minutos, luego filtraron la solución resultante a través de una tela de muselina y la diluyeron en varias proporciones (1:20, 1:30 y 1:40) con agua destilada antes de aplicarla al cultivo. A pesar de su menor eficiencia extractiva, la extracción acuosa ha ganado preferencia entre pequeños productores y agricultores de subsistencia por su fácil disponibilidad, menor impacto ambiental y costos reducidos en comparación con solventes como metanol y alcohol. (Abel et al., 2021; Brockman y Brennan, 2017; Yasmeen et al., 2013) .

- **Agua caliente a presión (PHWE)**

Este método de extracción, que no utiliza disolventes orgánicos, fue desarrollado por Nuapia et al. (2020). Los autores usaron el método de extracción con agua caliente a presión, según Matshediso et al. (2015), pero con algunas adaptaciones. Prepararon una mezcla de 5 g de hojas de *M. oleifera* en polvo y 5 g de tierra de diatomeas en el recipiente, que fue precalentado durante 10 minutos. Durante la extracción PHWE, variaron la temperatura y el tiempo. Los extractos recolectados se cubrieron y enfriaron inmediatamente para evitar que los compuestos importantes se descompusieran. Luego, los guardaron a 18 °C para analizarlos después. Aunque el agua es natural, usarla en la extracción dificulta concentrar el extracto, ya

que requiere más energía para evaporarse en comparación con solventes orgánicos como metanol o etanol (Plaza y Turner, 2015).

- **Solventes de base química**

Ngcobo y Bertling (2021) prepararon extracto según el método de Makkar y Becker (1996), con algunas modificaciones, se mezclaron 20 g de hojas jóvenes de *M. oleifera* con 675 ml de metanol al 80 %. Se homogeniza la suspensión para maximizar la cantidad y el tipo de fitoquímicos extraídos, luego se filtro la solución a través de papel de filtro. Los extractos se diluyeron con agua destilada a tres concentraciones (20, 50 y 80 % del original obtenido). Se rocío estas diluciones directamente sobre las hojas de sus plantas de *Solanum lycopersicum* L.var. cerasiforme para diluirlas. Por otro lugar, Vongsak et al. (2013) trituró las hojas, secas (1:20, w/v) y frescas (1:20, w/v) se cortaron en trozos pequeños y se sumergieron en etanol al 70 % durante 72 h a temperatura ambiente (28 ± 2 °C) con agitación ocasional. A continuación, se filtra el extracto y se vuelve a remojar el residuo con la misma cantidad de disolvente hasta que el extracto se vuelve transparente. Los solventes orgánicos son el método más común para extraer compuestos de las partes de la planta de *M. oleifera* y han sido adoptados por muchos autores (Brockman y Brennan, 2017; Merwad, 2018; Yap et al., 2021; Yaseen y Takacs, 2022). Los solventes químicos para extraer compuestos bioactivos de *M. oleifera* son volátiles, perdiendo efectividad por evaporación al aplicar sobre las plantas. Se sugiere aplicar durante horas frescas (amanecer o atardecer) y diluir los extractos químicos a concentraciones menores, especialmente el metanol por su alta toxicidad (Merwad, 2018).

2.6.5. Métodos de conservación de las hojas de *M. oleifera*

Se pueden almacenar y utilizar durante todo el año sin perder la concentración de nutrientes fitoquímicos de alta calidad (Fotouo et al., 2020). Guarde todas las partes de la planta, incluidas las hojas, para usarlas incluso fuera de temporada (Babu et al., 2018). El secado es el método más efectivo y recomendado para conservar hojas, pues elimina la humedad necesaria para evitar reacciones enzimáticas y preservar tanto su actividad biológica como sus fitonutrientes originales (Lin et al., 2010).

Saini et al. (2014) comparó los métodos de secado de las hojas frescas de *M. oleifera*, el secado en bandejas comunes sin presencia del sol, el secado en horno, el secado al sol y el secado en microondas, así como la liofilización, mostraron que el secado en cámara fue tan efectivo como el secado por bandejas, conservando las concentraciones más altas de carotenoides totales (60,1 %), especialmente trans-betacaroteno (90,1 %) y 13-cis-luteína (93,2 %) y actividad 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH); sin embargo, la transluteína (51,3 %) y el ácido ascórbico (97,8 %) se conservaron mejor con la liofilización. Además, se recomienda el

secado en horno en lugar de la exposición al sol a nivel doméstico, para preservar mejor el contenido de nutrientes y la actividad antioxidante (Saini et al., 2014). Además Yang et al. (2006) valúaron varios métodos de secado foliar encontrando que los secadores de aire generan mayor cantidad de polvo de hoja de mejor calidad versus secado en horno y microondas además observaron que el secado a bajas temperaturas conserva mejor los nutrientes salvo la vitamina C. Para comercializar extractos foliares se necesita investigar métodos de conservación que mantengan estables los metabolitos secundarios (R. Khan et al., 2021).

2.6.6. Efecto de la aplicación del extracto de *M. oleifera* en vegetales

Las hojas de *M. oleifera* sobresalen por sus variadas aplicaciones y su capacidad para favorecer el crecimiento y rendimiento comparadas con otras partes de la planta, corroborado por diversos trabajos que analizan sus efectos en el desarrollo, productividad y calidad de múltiples cultivos, atribuyendo dicha eficacia a la abundancia de fitoquímicos presentes en las hojas (Yaseen y Takacs, 2022). Nasir et al. (2016). aseguran que aplicar extracto foliar de *M. oleifera* impulsa la germinación y el vigor del cultivo, estimula raíces más fuertes, retrasa la maduración del fruto y mejora la calidad y productividad, factores que avalan su función bioestimulante (Nasir et al., 2016). Otros estudios confirmaron que el extracto incrementa notablemente la producción y la asimilación de nutrientes en sistemas agrícolas, consolidando su papel como promotor natural del crecimiento vegetal (Mvumi et al., 2013).

En *Triticum aestivum* L., el extracto tuvo un efecto favorable en la altura de las plantas, el peso de raíces frescas y secas, el rendimiento en grano y el número de espiguillas por espiga, comprobados en diversos experimentos (Jhilik et al., 2017; Rehman et al., 2017). Un tratamiento que se utilizó extracto obtenido a partir de 20 g de hojas en 675 ml de etanol al 80 % evidenció mejoras notables en peso de 100 semillas, biomasa y proteínas, siendo más adecuada la dosis de 4 % (Merwad y Abdel-Fattah, 2017). Del mismo modo, el uso de 320 g de hojas frescas en 10 ml de agua en fases cruciales del cultivo tuvo los mejores resultados (Jhilik et al., 2017). Según Khan et al. (2017; 2020), la efectividad del extracto al 3 % sobre aspectos bioquímicos y rendimiento del grano fue asociada a fenoles y ácido ascórbico.

Para el caso de *Zea mays* L. y *Sorghum bicolor* L., las pulverizaciones foliares quincenales desde la emergencia producen aumentos en altura, biomasa aérea, conteo de granos por espiga, peso de 100 semillas y peso por planta (A. K. Biswas et al., 2016). El tratamiento de semillas con extracto de *M. oleifera* resultó en mejor germinación del sorgo (29 %) y mayor longitud de raíces en maíz, subrayando la relevancia de la frecuencia en la aplicación para optimizar el rendimiento (Jhilik et al., 2017; Mvumi et al., 2013; Phiri, 2010).

Por otra parte, también se observó en *Glycine max* L., la pulverización foliar incrementó el tamaño del fruto y el contenido de azúcares (Medina et al., 2013). Para *Phaseolus vulgaris* L., el extracto promovió tanto el desarrollo como el rendimiento en condiciones de invernadero y campo (Mvumi et al., 2013). A si mismo Merwad (2018) encontró que una concentración del 4 % encontro mayores niveles de pigmentos fotosintéticos y biomasa. En otras respuestas al bioestimulante se encontró que en *Vicia faba* L. incrementaba el rendimiento debido al aumento de fitohormonas (Elzaawely et al., 2017).

Siguiendo con los estudios en aplicación de extracto en *Solanum lycopersicum* L. como rociado promovió un aumento en la producción de frutos, un mejor desarrollo vegetativo y atributos de calidad, relacionando estas mejoras con la función de la citoquinina en regular la densidad estomática y el tamaño de las hojas, aspectos relevantes para la fisiología del tomate (Farber et al., 2016; Hoque et al., 2022; Mvumi et al., 2018; Ngcobo y Bertling, 2021; Yaseen y Takacs-Hajos, 2022).

En cítricos como *Citrus nobilis* Lour. (mandarina) “Kinnow” las aplicaciones al 3 % durante etapas clave del desarrollo redujeron la caída de frutos y mejoraron cuajado, tamaño y calidad, subrayando el potencial del extracto (Nasir et al., 2020).

En la aplicación foliar de extractos de dos especies de *M. oleifera* y *Moringa peregrina* (Moringa) en *C. annuum* (Pimiento) se observa mayor capacidad fitoquímica y bioestimulante en *M. oleifera*, especialmente en la concentración más alta, logrando mejoras notables en crecimiento, clorofila y producción de frutos por planta y por hectárea (Nasir et al., 2020).

El género *Capsicum* no fue una excepción teniéndose así que para *C annuum* (chilli), se evaluaron extractos al 10, 20 y 30 %, encontrándose que la dosis al 10 % semanal fue la mejor para varios parámetros de desarrollo y producción de frutos, demostrando un impacto notable (Weerasingha y Harris, 2022). En la variedad *C. annuum* (Var. Mi Green), aplicar al 100 % generó los máximos resultados en desarrollo y cosecha, incrementando altura, cantidad de hojas y peso promedio de vainas (Muralitharan, 2022). Aparte durante el desarrollo de callos en *C. annuum* (var. Annum), el extracto acuoso aumentó la peroxidasa y el etanol estimuló al ascorbato peroxidasa y catalasa, mostrando actividades enzimáticas específicas por solvente (Torreiro, 2020).Igualmente para *C. annuum* (Var. Sweet/Cubanelle), la mayor respuesta en rendimiento se obtuvo usando una dosis foliar del 3 %, junto con un adecuado manejo de agua y nutrientes, resaltando la relevancia del entorno agronómico (García Mendoza, 2015). En pimientos híbridos, una sola aplicación al 3 % también mejoró significativamente la producción de frutos (Muñoz Chuya, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Ubicación

El presente estudio se llevó a cabo en las parcelas experimentales del vivero Edencito, ubicado en el Km 6 de Naranjillo, a una distancia de 7 Km de la ciudad de Tingo María, en el distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco (Figura 1), coordenadas en UTM (Universal Transverse Mercator): 391161 E m, 8978172 N m y altitud de 664 m.s.n.m.

3.1.2. Ecología

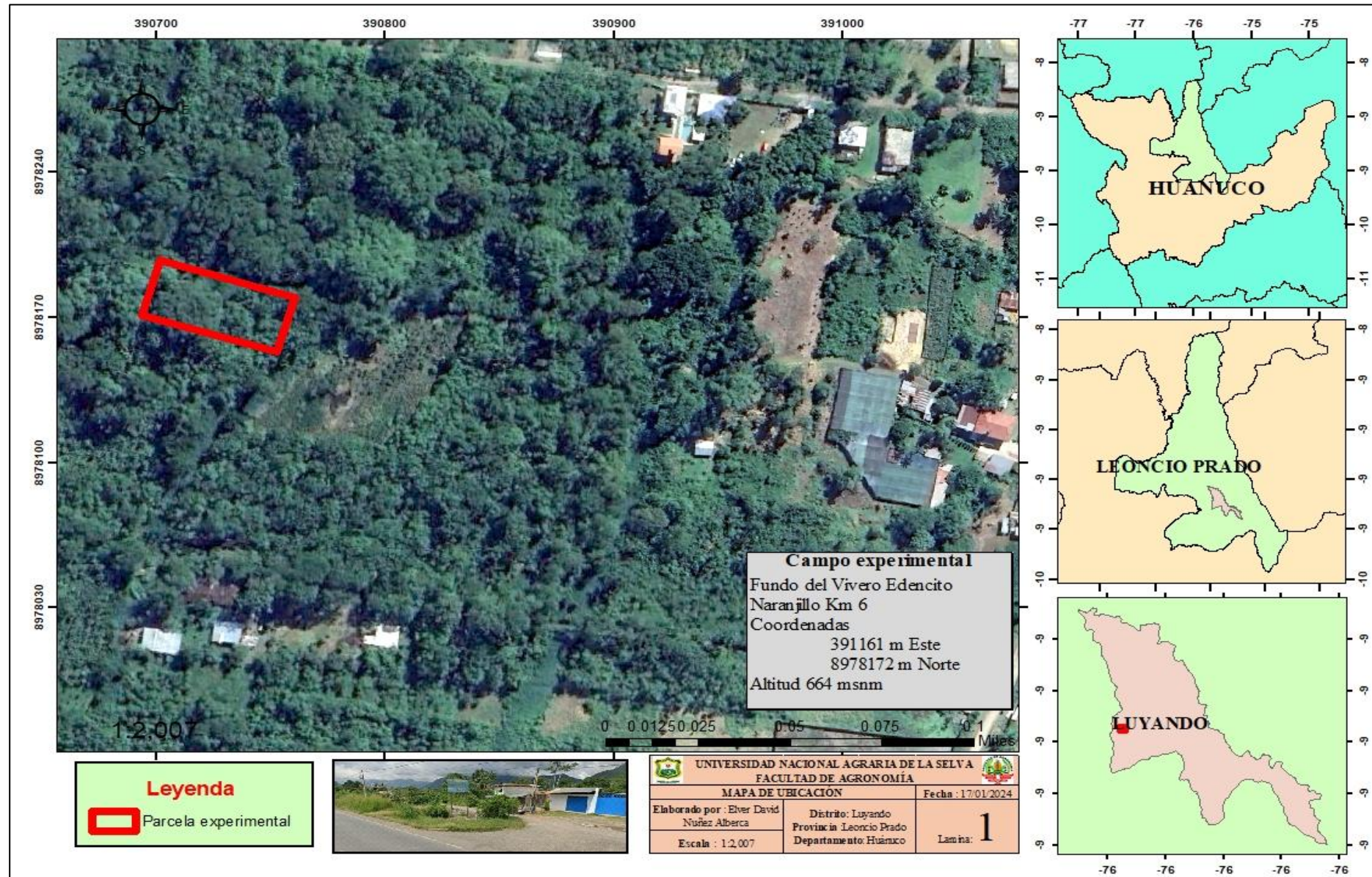
La clasificación ecológica de Leoncio Prado se establece mediante dos sistemas complementarios, según el modelo de Holdridge (1987) ubica la zona dentro del bosque muy húmedo Premontano Subtropical (bmh-PST), enfoque que emplea biotemperatura, precipitación y evapotranspiración como parámetros para determinar 38 formaciones vegetales globales, distinguiendo ecosistemas de elevada riqueza biológica. Por otra parte Vidal (1987) sitúa el área en la región Rupa Rupa (Selva Alta), ubicada entre los 400 y 1 000 m.s.n.m, en la vertiente oriental andina.

3.1.3. Historial de campo

El área experimental donde se llevó a cabo la investigación permaneció sin ser utilizado más de diez años, presenta un relieve con pendiente cero, antes de ser abandonado se tuvo instalado el cultivo de *Theobroma cacao* L. (cacao). Al iniciar el trabajo, el terreno presentaba una purma alta, predominando especies arbóreas como *Cecropia sciadophylla* Mart. (cetico) en un 80 %, siendo el resto maleza de hoja ancha y angosta (gramíneas), debido al prolongado abandono, fue necesario realizar intensas labores de desbroce y limpieza para acondicionar el área.

3.1.4. Análisis físico químico de suelo

Antes de aplicar los tratamientos, se tomó una muestra representativa del suelo el 10/01/2024, la cual fue enviada al Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) para su análisis correspondiente (Anexo: Figura 36 y 37). Los resultados se sintetizaron para dar a conocer sus características (Tabla 4):



Fuente: ArcGIS (2024)

Figura 1. Imagen satelital de ubicación de la parcela experimenta

Tabla 4. Evaluación inicial de las propiedades físicas y químicas del terreno experimental

Características	Valores	Método	Interpretación (*)	Exigencias del cultivo <i>Capsicum chinense</i> Jacq. (Ají dulce)	
Análisis físico					
Arena (%)	47,18	Hidrómetro	-	-	-
Arcilla (%)	15,26	Hidrómetro	-	-	-
Limo (%)	37,57	Hidrómetro	-	-	-
Clase textural	Franco	Triangulo textural	-	Franco limoso y Franco arcilloso	a
Análisis químico					
pH	5,860	Potenciómetro	Moderadamente ácido	6,5-7,0	b
M.O. (%)	1,910	Walkley y Black	Bajo	>2,1	c
N (%)	0,095	% M.O. x 0,05	Bajo	> 0,25	d
P (ppm)	3,706	Olsen Modificado	Bajo	10-15	e
K ₂ O (ppm)	100,327	Acetato de amonio	Medio	150-200	f
Ca (Cmol(+)/kg)	3,985	Absorción atómica	Bajo	>10	g
Mg (Cmol(+)/kg)	0,583	Absorción atómica	Bajo	1,5-2,0	h
K (Cmol(+)/kg)	0,264	Absorción atómica	Bajo	>0,6	i
Na (Cmol(+)/kg)	0,185	Absorción atómica	Bajo	<0,3	j
CIC (Cmol(+)/kg)	5,014	Suma de cationes	Bajo	>10	k

*(Sales et al., 2024)

a : (Gerardo et al., 2018)

b : (Núñez-Ramírez et al., 2022)

c : (Romero-Lozada et al., 2016)

d : (Borges-Gómez et al., 2014)

e : (Borges Gómez, 2006)

f : (M. Li y Harper, 2019)

g : (Borges-Gómez et al., 2014)

h : (Rodríguez Araujo et al., 2010)

i : (Borges-Gómez et al., 2014)

j : (Abdelkhalik et al., 2023)

k : (Rodríguez Buenfil et al., 2020)

Los resultados de la caracterización química, de acuerdo con Sales et al. (2024), evidenciaron un pH moderadamente ácido y valores bajos en el resto de los parámetros evaluados, a diferencia del óxido de potasio (K₂O), que se ubicó en un rango medio (Tabla 4). Con base en lo descrito, el suelo presenta textura franca y una acidez moderada (pH = 5,86), condición que puede restringir el aprovechamiento de nutrientes. Asimismo, se observan contenidos deficientes de materia orgánica (MO = 1,91%), nitrógeno (N = 0,095%) y fósforo (P = 3,7ppm); además, los niveles de calcio (Ca) y magnesio (Mg), junto con una baja capacidad de intercambio catiónico (CIC = 5,01 cmol/kg), evidencian una fertilidad limitada. En contraste, el potasio (K) se encuentra en un rango intermedio. Por ello, se recomienda aplicar correctores de acidez e implementar un programa de fertilización integral para mejorar el potencial productivo del terreno.

El análisis de las características fisicoquímicas del suelo previo al establecimiento del cultivo de *C. chinense* (Tabla 4), evaluando su aptitud agronómica mediante

la comparación con parámetros referenciales establecidos por diversos autores especializados en la nutrición de *Capsicum*, tenemos que:

- **Propiedades Físicas del Suelo**

El análisis granulométrico mediante el método del hidrómetro determinó una composición de 47,18 % de arena, 37,57 % de limo y 15,26 % de arcilla, clasificando el suelo como de textura franco. Esta característica se encuentra dentro del rango aceptable pero no óptimo para el cultivo, ya que según Gerardo et al. (2018), el ají dulce se desarrolla preferentemente en suelos de textura franco limosa o franco arcilloso. La textura franca ofrece drenaje y retención de agua equilibrados, favoreciendo la aireación y el desarrollo radicular, aunque requiere manejo de la humedad para optimizar el rendimiento

- **Evaluación del pH**

El valor de pH de 5,860; determinado mediante potenciómetro, clasifica al suelo como moderadamente ácido. Este valor se encuentra por debajo del rango óptimo de 6,5-7,0 recomendado por Núñez-Ramírez et al. (2022) para el cultivo de *C. chinense*. Un pH moderadamente ácido (5,5 – 6,4) puede reducir la disponibilidad de P, Ca y Mg, y aumentar la solubilidad de Al y Mn, que a niveles altos pueden ser tóxicos para las plantas.

- **Materia Orgánica y Nitrógeno**

El contenido de MO de 1,910 %, determinado por el método de Walkley y Black, se clasifica como bajo, encontrándose por debajo del umbral mínimo de 2,1 % recomendado por Romero-Lozada et al. (2016) para el cultivo de ají. El contenido de MO es clave para la fertilidad aporta 200 - 400 cmol(+)/kg a la CIC, mejora la estructura, aumenta la retención de agua y nutrientes y favorece la actividad biológica. Su bajo nivel explica en parte la CIC reducida.

El nitrógeno total, calculado de la materia orgánica (0,095 %), también se clasifica como bajo en comparación con el valor mínimo recomendado de 0,25 % por Borges-Gómez et al. (2014). El déficit es crítico, ya que el ají dulce requiere altas dosis de N, por ello se requiere una fertilización nitrogenada fraccionada durante el ciclo para cubrir la demanda y optimizar el rendimiento.

- **Estado Nutricional del Suelo**

El análisis de fósforo disponible mediante el método de Olsen Modificado reportó un valor de 3,706 ppm, clasificado como bajo y muy por debajo del rango óptimo de 10-15 ppm recomendado por Borges Gómez (2006). El fósforo es clave para el desarrollo radicular, la floración y la fructificación en *Capsicum*; su deficiencia puede reducir

significativamente el rendimiento. Su baja disponibilidad se asocia al pH moderadamente ácido del suelo, donde el fósforo forma compuestos insolubles con Fe y Al, limitando su absorción.

El potasio intercambiable (K₂O) presentó un valor de 100,327 ppm, clasificado como medio pero inferior al rango óptimo de 150-200 ppm según Li y Harper (2019). El potasio es fundamental para la calidad del fruto, la resistencia a enfermedades y la eficiencia en el uso del agua. Aunque el nivel actual no indica una deficiencia severa, una fertilización potásica complementaria en floración y fructificación favorecería el logro de los rendimientos esperados.

- **Cationes Intercambiables**

El calcio intercambiable (3,985 Cmol(+)/kg), magnesio (0,583 Cmol(+)/kg) y potasio (0,264 Cmol(+)/kg) presentaron valores bajos en comparación con los rangos óptimos de >10; 1,5-2,0 y >0,6 Cmol(+)/kg respectivamente (Borges-Gómez et al., 2014; Rodríguez Araujo et al., 2010). El calcio mantiene la integridad de las paredes celulares y ayuda a prevenir desórdenes como la pudrición apical del fruto. El magnesio, componente de la clorofila, participa en la activación enzimática. La deficiencia de ambos cationes, junto con el pH ácido, sugiere un desequilibrio catiónico corregible con enmiendas cálcicas y magnésicas.

El sodio intercambiable (0,185 Cmol(+)/kg) se encuentra dentro del nivel bajo y por debajo del umbral crítico de 0.3 Cmol(+)/kg recomendado por Abdelkhalik et al. (2023), lo que indica que no existe riesgo de salinidad o sodicidad en el suelo analizado, una condición favorable para el establecimiento del cultivo.

- **Capacidad de Intercambio Catiónico**

La CIC de 5,014 Cmol(+)/kg, determinada por la suma de cationes, se clasifica como baja comparada con el valor mínimo recomendado de >10 Cmol(+)/kg por Rodríguez Buenfil et al. (2020). La CIC es un indicador fundamental de la fertilidad potencial del suelo, ya que representa la capacidad del suelo para retener y suministrar nutrientes catiónicos a las plantas.

3.1.5. Registro de datos meteorológicos durante el experimento

El período experimental (mayo-noviembre 2024) presentó condiciones favorables para *C. chinense*. La temperatura media de 26,39 °C se mantuvo dentro del rango óptimo (21-29 °C), con oscilación térmica adecuada (máxima 31,74 °C - mínima 21,05 °C). La humedad relativa promedio de 78,50% favoreció el crecimiento vegetativo, aunque requirió manejo preventivo de enfermedades fúngicas. La precipitación acumulada de 1.089,80 mm distribuyéndose a lo largo del período aseguró disponibilidad hídrica. Junio-noviembre fueron

críticos con máximas precipitaciones (264-275 mm), mientras que septiembre mostró déficit relativo (42,40 mm), demandando riego complementario. Estas condiciones edafoclimáticas de la zona de Huánuco (Tingo María) garantizaron expresión fenotípica óptima de los tratamientos experimentales del cultivo de ají.

Tabla 5. Condiciones meteorológicas durante los meses de ejecución del año 2024

Meses	Temperatura (°C)			Humedad relativa %	Precipitación (mm/mes)
	Máxima	Mínima	Media		
Mayo	31,75	22,06	26,90	80,83	169,30
Junio	30,92	20,89	25,91	80,09	264,00
Julio	30,81	20,21	25,51	79,24	105,70
Agosto	31,99	20,23	26,11	75,34	74,10
Setiembre	33,32	20,85	27,09	71,85	42,40
Octubre	33,34	21,54	27,44	76,44	158,60
Noviembre	30,02	21,56	25,79	85,69	275,70
Promedio	31,74	21,05	26,39	78,50	155,69
Precipitación acumulada (mm/7 meses)					1089,80

Fuente: Estación Tingo María SENAMHI (2024)

3.2. Descripción del material vegetal *Moringa oleifera* Lam. (moringa) utilizado

3.2.1. Procedencia

Las hojas de *M. oleifera* utilizada en la prueba experimental fueron extraídas del distrito de Juanjuí, provincia de Mariscal Cáceres, región San Martín (Figura 2), coordenadas en UTM (Universal Transverse Mercator): 306323 E m, 9199922 N m y altitud de 462 m.s.n.m, del fundo de la propietaria Ema Alberca Guerrero, a dos Km del puente Cangrejo.

3.2.2. Caracterización taxonómica

Se recolectaron los órganos de la planta de *M. oleifera* como flores, frutos y ramas, se elaboró un herbario que luego fue enviado al Museo de Historia Natural (MHN) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) para la identificación taxonómica de la especie vegetal el 11 de diciembre del 2023. La caracterización según la constancia entregada (Anexo: Figura 35) se realizó bajo el Sistema de Clasificación APG.(The Angiosperm Phylogeny Group [APG] et al., 2016), con lo cual arrojó como resultado a la especie *Moringa oleifera* Lam.

3.2.3. Preparación del extracto

Se implementaron procedimientos validados previamente para tener una extracción con los mejores compuestos bioactivos (Figura 3), estos métodos demostraron su eficacia en la obtención de sustancias con potencial significativo para la investigación. El órgano empleado para realizar la extracción fue la hoja de *M. oleifera*, debido a que tiene compuestos bioactivos altos a diferencia del resto de órganos (Cárdenas y Serrano, 2022). Se realizó de la siguiente manera:

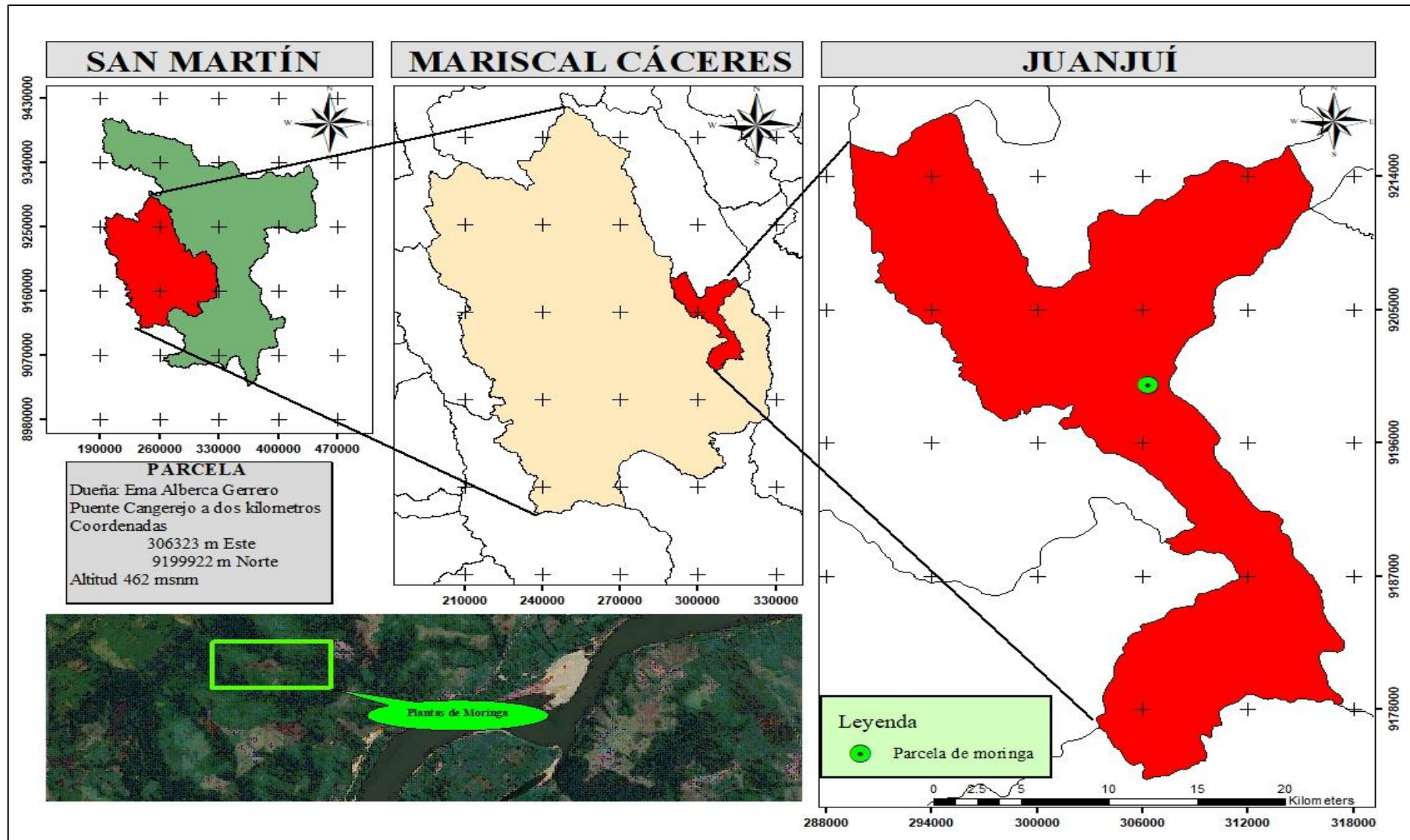


Figura 2. Localización del material extraído para el ensayo experimental

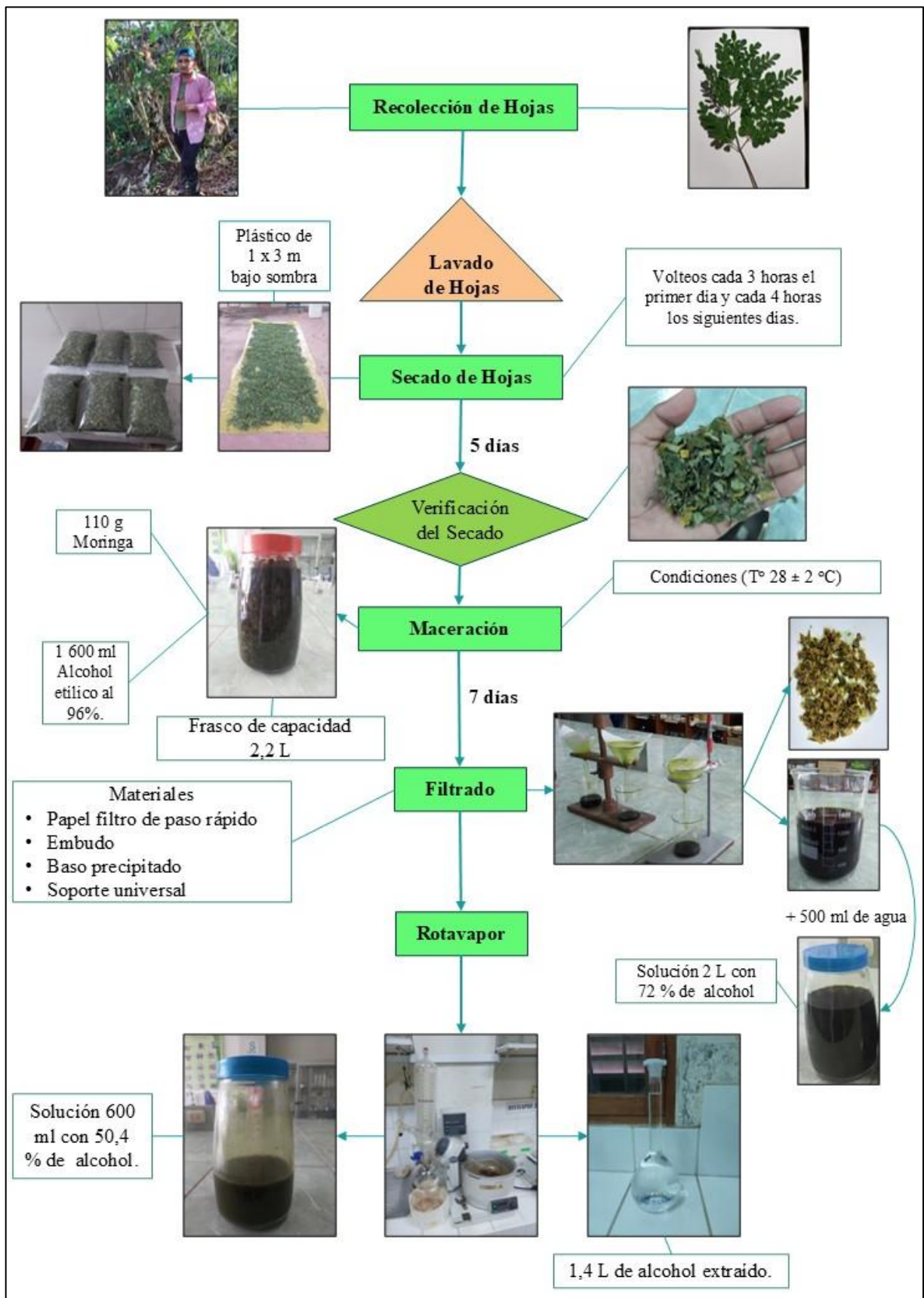


Figura 3. Flujoograma de la extracción de *M. oleifera*

- **Recolección hojas**

Las hojas fueron recolectadas de árboles con edad de diez años y tomando en cuenta que estas no estén amarillentas o tengan coloraciones inadecuadas, de este modo tendremos hojas en un estado fisiológico joven y madura, siendo adecuadas para la extracción (Barragán et al., 2022; Nobossé et al., 2018). El corte fue realizado con una tijera de podar en el peciolo de la hoja y apiladas en cajas de cartón (30 x 30 x 30 cm), evitando corrugaciones, las cajas fueron trasladadas al lugar del secado, se lavaron las hojas y retiró cuidadosamente los folíolos sin doblarlos, luego se dejó escurrir el agua durante 24 horas para posteriormente ser secadas.

- **Secado de hojas**

El secado bajo sombra es un procesos que busca eliminar compuestos sin interés y concentrar mejor la calidad fitoquímica (Ademiluyi et al., 2018; Aluko, 2016; Vongsak et al., 2013). Bajo un techo con aireación y sin entrada de luz, se extendió un plástico amarillo de polietileno (1 x 3 m), las hojas se voltearon cada tres horas el primer día y cada cuatro horas los días siguientes, durante cinco días, el secado se consideró adecuado cuando las hojas adquirieron un color verde oscuro y textura rugosa sin quebraduras.

- **Maceración**

El método para extraer los compuestos fue por Solvente de Base Química (SBQ), empleado por Ngcobo y Bertling (2021) con modificaciones, y propuesto por Makkar y Becker (1996). Tras el secado, nos trasladamos al laboratorio de fisiología vegetal de la Facultad de Agronomía. En un recipiente de vidrio con tapa hermética de capacidad 2,2 L, se puso 110 g de hojas de *M. oleifera* y 1,6 L de alcohol etílico al 96 % (marca Alkofarma), el porcentaje de alcohol fue de acuerdo al estudio de Zullaikah et al. (2019), encontrando mejores compuestos a diferencia de los de baja concentración. La proporción (peso/volumen) fue de 1:14,5 debido a que las mejores concentraciones con resultados positivos se encuentran en 1:10 y 1:20 (Mashamaite et al., 2022; Syahputra et al., 2021). La mezcla se dejó reposar a temperatura ambiente (28 ± 2 °C) durante siete días, agitando el frasco durante 10 minutos cada día, según Aluko (2016) indica que a mayor tiempo los compuestos son más altos. Por otra parte, se observó que cuando se completó el tiempo las hojas tenía un aspecto decolorado en un 90 %, siendo un indicativo de que la maceración se completó.

- **Filtrado**

Transcurridos los siete días de maceración, se procedió a filtrar la solución utilizando papel filtro de paso rápido marca Whatman N° 101, este procedimiento fue

empleado en la mayoría de las investigaciones para separar el orujo de las hojas de la solución (Ngcobo y Bertling, 2021). Luego se empleó un soporte universal que sostuvo el embudo con el filtro, mientras que en la base se colocó un vaso precipitado para recolectar el extracto, de esta manera, se obtuvo el extracto completamente filtrado.

- **Rotavapor**

Una vez obtenido el producto del filtrado de 1,500 ml aproximadamente debido a las pérdidas del alcohol en el proceso se adicionó agua destilada (500 ml) para poder llegar a una concentración de 2 L y de alcohol al 72 %. Se procedió a quitar el etanol; para esto, se colocó el extracto en el rotavapor durante 8 horas, el interés por seguir este método de separación del solvente etanol del extracto fue que los puntos de ebullición eran diferentes, siendo 78,37 °C para el alcohol y 100 °C para el agua. Entonces, primero tendió a perderse el disolvente orgánico etanol y después el agua. Por otro lado también tienen relevancia ya que en estudios realizados de separación de compuestos es uno de los mejores utilizados por la concentración que este aporta al extracto final (George et al., 2021; López, 2022). Al finalizar todo el proceso, se obtuvo un extracto de 600 ml reducido en 30 %, con 50,4 % de alcohol.

- **Almacenado**

El almacenado de las hojas luego de ser secadas fueron en bolsas herméticas sin humedad a oscuras para impedir su fotodegradación, verificando cada semana que estén en buen estado para su uso. Teniendo siempre una duración de dos meses de almacenado, realizándose en toda la duración del experimento dos veces dicho proceso.

Para el caso del extracto se guardó en recipientes de vidrio de tapa hermética en congelador del laboratorio de fisiología vegetal de la Facultad de Agronomía, por un tiempo promedio de cinco días. El procedimiento de almacenado fue debido a que se preserva mejor los compuestos en estas condiciones (Mashamaite et al., 2022).

3.2.4. Análisis del extracto

Se llevo a cabo en el laboratorio central de investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) en enero del 2024 (Anexo: Figura 38). Los compuestos evaluados fueron metabolitos secundarios (Tabla 6), de los cuales, se encontró en fenoles totales una concentración de 294,8 µg equivalentes de ácido gálico por mililitro (µg EAG/ml), mientras que los flavonoides totales alcanzaron 108,7 µg equivalentes de catequina por mililitro (µg EC/ml), y para antocianinas fueron de 1,753 mg equivalentes de cianidina-3-glucósido por litro (mg Cy-3glu/L).

Tabla 6. Resultados de metabolitos secundarios en el extracto de *M. oleifera*

Metabolitos secundarios	Concentración	Metodología
Fenoles totales	294,8 (µg EAG/ml)	Folin de Ciocalteu
Flavonoides totales	108,7 (µg EC/ml)	Espectrofotométrico de cloruro de aluminio
Antocianinas	1,753 (mg EC-3G/L)	pH diferencial
EAG : Acido Gálico	µg : Microgramo	
EC : Catequina,	ml : Mililitros	
EC-3G : Cianidina-3-glucósido	L : Litros	

De acuerdo con los datos presentados (Tabla 6), las concentraciones de fenoles y flavonoides totales resultaron menores en comparación con los valores descritos por otros investigadores, quienes reportaron cantidades más altas de estos compuestos en extractos de *M. oleifera* (Fejér et al., 2025; Ghada et al., 2025). En consecuencia, se puede señalar que el nivel de metabolitos secundarios observados en este trabajo es reducido frente a lo señalado en estudios previos, lo que sugiere posibles variaciones atribuibles al origen de la planta, al procedimiento de extracción o a las condiciones de experimentación (Cárdenas y Serrano, 2022; Pérez-Gómez et al., 2019; Orsavová et al., 2023; Rafi et al., 2018; Revilla et al., 2022).

3.3. Procedencia de fertilizantes

Los fertilizantes para los ensayos, como Superfosfato Triple (SPT), Cloruro de Potasio (CP) y Urea, fueron de la marca (Molinos & Cía) se compraron en la tienda Agrícola Dhanagro de Tingo María, reconocida por distribuir insumos certificados y garantizar la calidad y trazabilidad de los productos utilizados.

3.4. Procedencia de *Capsicum chinense*

Los frutos frescos de *C. chinense* empleados en la investigación se adquirieron en el Mercado Modelo de Tingo María, lo que garantiza que la muestra refleje la producción característica de la zona y permita analizar cualidades específicas de los frutos cultivados y comercializados localmente.

3.5. Diseño estadístico

3.5.1. Componentes de estudio

La investigación se realizó con los siguientes componentes (Tabla 7):

Tabla 7. Componentes de estudio

Entradas (Productos)	Unidad experimental	Salidas (Dosis individuales o combinadas que tengan efecto)
Extracto de <i>Moringa oleifera</i> Lam. y Fertilizantes	<i>Capsicum chinense</i> (Ají dulce)	Biometría, rendimiento y calidad del fruto

3.5.2. Tratamientos en estudio

El experimento consta de ocho tratamientos (Tabla 8), tres de ellos corresponden a diferentes dosis de extracto, tres combinan extracto con fertilizantes, fertilizantes solo y testigo que no recibirá la aplicación de ningún producto.

Tabla 8. Descripción de los tratamientos

Trat.	Descripción de insumos	Dosis % y Formula (kg) /ha	N° Aplicaciones	
			Extracto	Fertilizantes
T ₁	Testigo	-	-	-
T ₂	<i>M. oleifera</i>	3 %	8	-
T ₃	<i>M. oleifera</i>	11 %	8	-
T ₄	<i>M. oleifera</i>	20 %	8	-
T ₅	<i>M. oleifera</i> +NPK	3 % + (540-273-301)	8	4
T ₆	<i>M. oleifera</i> +NPK	11 % + (540-273-301)	8	4
T ₇	<i>M. oleifera</i> + NPK	20 % + (540-273-301)	8	4
T ₈	NPK	540-273-301	-	4

Trat : Tratamientos

La aplicación del extracto se realizó cada 12 días después del trasplante (DDT) y el fertilizante se fracciona en cuatro etapas fenológicas una semana del DDT, la segunda en prefloración, la tercera en posfloración y como última en fructificación. La fórmula de fertilización (540-273-301) corresponde al cálculo de la nueva fórmula de fertilización (Anexo: Tabla 34 y 35), de acuerdo con el análisis de suelo y lo recomendado según Aguilar et al., (2024).

3.5.3. Diseño experimental

Para llevar a cabo el experimento, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizado (DBCA) con submuestreo, conformado por cuatro bloques, ocho tratamientos (Tabla 8), y cuatro submuestras asignadas a cada tratamiento. El modelo matemático empleado corresponde al esquema Aditivo Lineal del DBCA, considerando las unidades de muestreo ecuación (1):

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + (BT)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad \dots (1)$$

Donde:

- Y_{ijk} = Observación en el bloque i , tratamiento j , submuestra k .
- μ = Media general.
- B_i = Efecto del bloque i ($i = 1,2,3,4$).
- T_j = Efecto del tratamiento j ($j = 1,2, \dots, 8$).
- $(BT)_{ij}$ = Efecto de la interacción del bloque i y tratamiento j .
- ε_{ijk} = Error aleatorio asociado a cada submuestra

3.5.4. Características del área experimental

a) Características de los tratamientos

- Numero de tratamientos : 8
- Numero de unidad experimental (UE) : 32
- Numero de plantas /UE : 16

- Número total de plantas : 512
- Numero de plantas evaluadas/ UE : 4
- Número total de plantas evaluadas : 128
- Espacio entre plantas : 0,4 m
- Espacio de hileras : 0,7 m
- Medidas de UE : 1,6 x 2,8 m

b) Características los bloques

- Número de boques : 4
- Número de UE/bloques : 8
- Número de plantas /bloque : 128
- Número de plantas evaluadas/bloque : 32
- Largo de bloque : 26,4 m
- Espacio entre bloques : 1 m
- Ancho : 2,6 m
- Área : 68,64 m²

c) Característica del experimento

- Largo del experimento : 26,4 m
- Ancho del experimento : 10,4 m
- Área del experimento : 274,56 m²

3.5.5. Croquis del experimento

Fue organizado en el campo de acuerdo el diseño experimental (Figura 4) teniendo en cuenta la cantidad de tratamiento y bloques. A demás las plantas fueron distribuidas de acuerdo con las características de cada tratamiento (Figura 5).

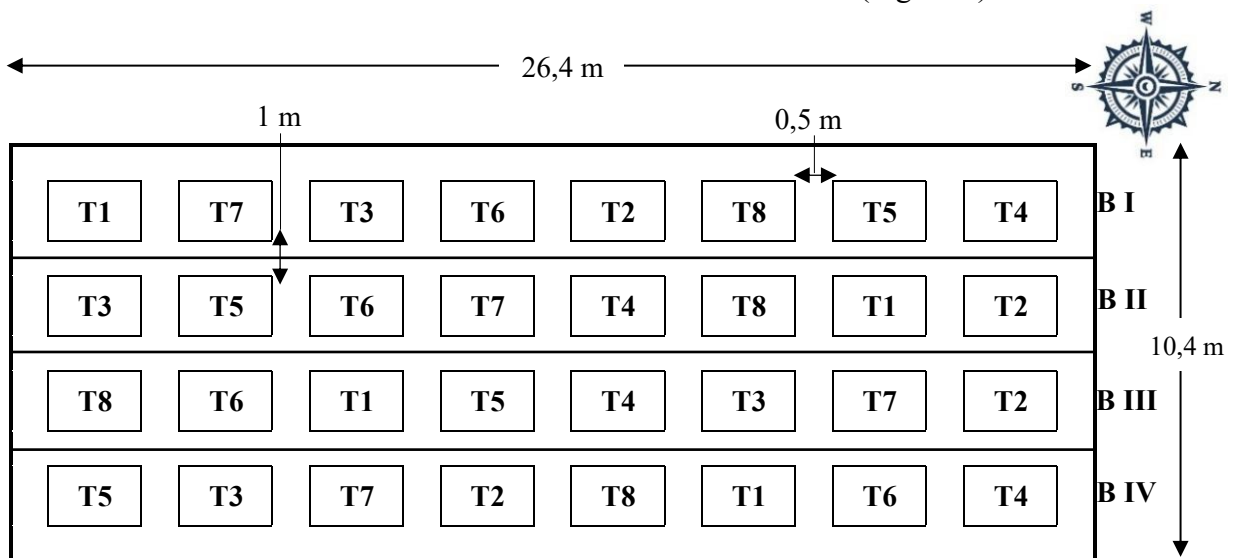


Figura 4. Croquis de la parcela experimental

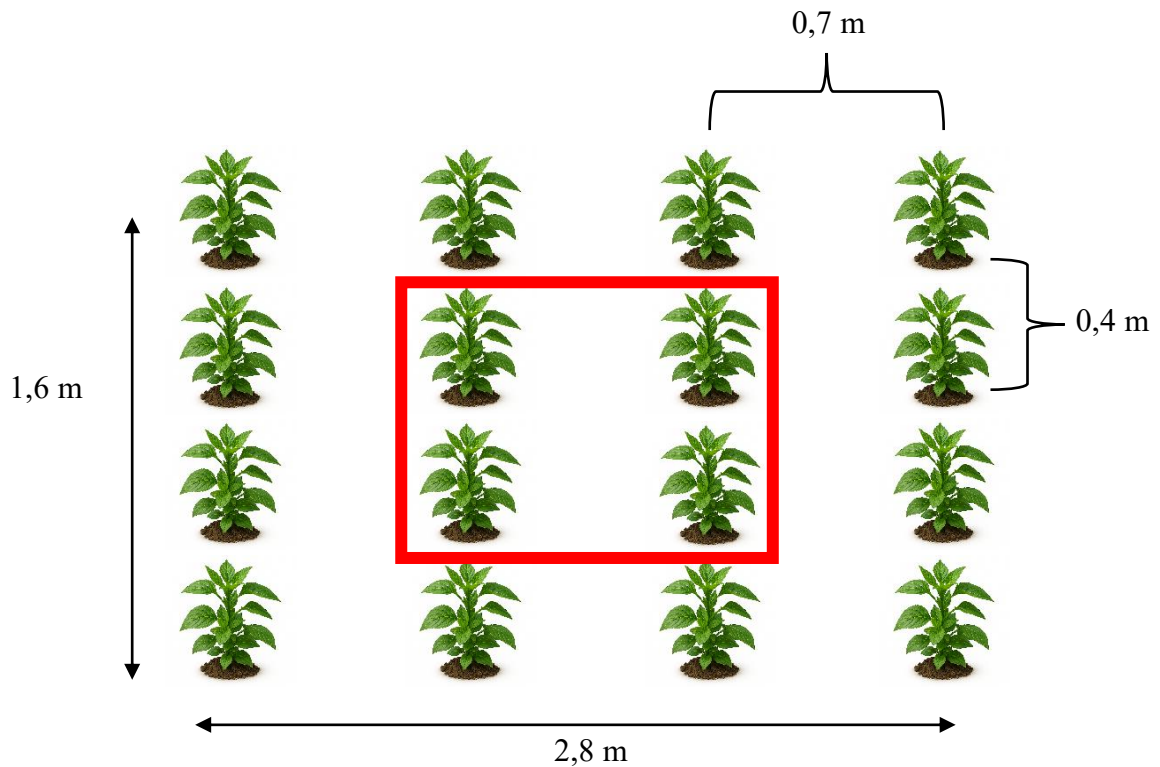


Figura 5. Croquis de plantas acorde a la UE evaluadas.

3.5.6. Dosificaciones

a. Extracto de *M. oleifera*

Para saber el gasto de agua se realizaron simulaciones, por lo cual se fumigo cada UE que tiene un área de $4,48 \text{ m}^2$, teniéndose así un promedio de 200 ml y llevado a 1 ha tendremos un gasto de 446 L ecuación (2).

$$\begin{array}{lcl} 4,48 \text{ m}^2 \text{ UE} & \longrightarrow & 200 \text{ ml} \\ 10\,000 \text{ m}^2 & \longrightarrow & X = 446 \text{ L} \end{array} \quad \dots (2)$$

Donde:

UE :Unidad experimental
 m^2 :Metros cuadrados
 L :Litros
 ml :Mililitros

El cálculo de aplicación en total en toda la duración del trabajo de investigación fue de 4,4 L para extracto de *M. oleifera* y de 34 L para agua (Tabla 9), del mismo modo la dosificación para cada tratamiento al momento de aplicar (Anexo: Tabla 37).

La dosis fue sacada en base a la producción, crecimiento y calidad de los cultivos en los que fue empleado, tratando de cambiar a una concentración mayor y dando énfasis en obtener mejores resultados (Aluko, 2016; Mashamaite et al., 2022; Mehdawe et al., 2023; Yuniati et al., 2022; Weerasingha y Harris, 2022).

Tabla 9. Cálculo de aplicación de extracto de *M. oleifera* y agua

Trat.	Dosis de extracto en 446 L agua /ha		Extracto empleado para experimento		Gasto de agua en experimento	
	%	L	UE (ml)	Total (L)	UE (ml)	Total (L)
T ₁	-	-	-	-	-	-
T ₂	3	13	6	0,193	194	6,2
T ₃	11	49	22	0,707	178	5,7
T ₄	20	89	40	1,286	160	5,1
T ₅	3	13	6	0,193	194	6,2
T ₆	11	49	22	0,707	178	5,7
T ₇	20	89	40	1,286	160	5,1
T ₈	-	-	-	-	-	-
Total			137	4,4	1063	34,0

Trat. : Tratamientos

UE : Unidad experimental

ml : Mililitros

L : Litros

% : Porcentaje

b. Fertilizantes químicos

La fertilización se diseñó considerando el diagnóstico edáfico (Anexo: Figura 36) y los requerimientos nutricionales de *C. chinense* para alcanzar un rendimiento objetivo de 35 t/ha. Se estableció la dosis de 540 kg/ha de N, 273 kg/ha de P₂O₅ y 301 kg/ha de K₂O, ajustada a una densidad poblacional de 35,714 plantas/ha (Anexo: Tablas 34, 35 y 36). Esta formulación se fundamentó en base a la investigación reportada por Aguilar et al. (2024) el cual empleo 250 kg/ha de N, 150 kg/ha de P₂O₅ y 280 kg/ha de K₂O llegando a obtener rendimientos > a 35 t/ha, de esta manera se plantea aplicar la formula en el plan de estudios.

La fertilización se llevó a cabo en los T₅, T₆, T₇ y T₈, teniendo así un gasto total de 16,27 kg de fertilizantes (256 plantas), por tratamiento (64 plantas) con sus cuatro repeticiones 4,07 kg, por UE (16 plantas) 1,02 kg y por último por cada planta 64 g (Tabla 10).

Tabla 10. Cálculo del total de fertilización

Fertilizantes	kg/ha	Total, de plantas (kg)	Por Tratamiento (kg)	UE (kg)	Planta (g)
Urea (46 % N)	1 174,239	8,42	2,11	0,53	33
SPT (46 % P ₂ O)	593,444	4,25	1,06	0,27	17
CP (60 % K ₂ O)	501,860	3,60	0,90	0,22	14
Total	2 269,543	16,27	4,07	1,02	64

SPT : Superfosfato Triple

CP : Cloruro de Potasio

Debido a que solo se aplicó un solo nivel de fertilización para todos los tratamientos, se fraccionaron del siguiente modo (Tabla 11), urea en 2,10 kg cuatro veces, SPT 1,41 kg y CP 1,19 kg solo las tres primeras aplicaciones.

Tabla 11. Cantidad de fertilizantes empleado fraccionado por aplicación

N°	Urea			SPT			CP		
	Total, de plantas (kg)	UE (kg)	Planta (kg)	Total, de plantas (kg)	UE (kg)	Planta (kg)	Total, de plantas (kg)	UE (kg)	Planta (kg)
1	2,104	0,132	0,008	1,418	0,089	0,0055	1,199	0,075	0,005
2	2,104	0,132	0,008	1,418	0,089	0,0055	1,199	0,075	0,005
3	2,104	0,132	0,008	1,418	0,089	0,0055	1,199	0,075	0,005
4	2,104	0,132	0,008	---	---	---	---	---	---
Total	8,417	0,526	0,033	4,254	0,266	0,017	3,597	0,225	0,014

SPT : Superfosfato Triple

CP : Cloruro de Potasio

3.5.7. Verificación de supuestos estadísticos

a. Prueba de normalidad

Según el tamaño de la muestra, se emplearon dos pruebas para evaluar la normalidad. En los conjuntos de datos con menos de 50 observaciones se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk (ecuación 3), recomendada por Shapiro y Wilk (1965) debido a su elevada sensibilidad para detectar desviaciones de la normalidad en muestras pequeñas. Por otro lado, cuando la cantidad de observaciones superó las 50, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (ecuación 4), planteada inicialmente por Kolmogorov según Stark y Seneta (2011) y posteriormente ampliada por Smirnov (1948), adecuada para muestras grandes al contrastar la distribución observada con una distribución normal teórica.

Los resultados se generaron tras el procesamiento de datos en RStudio (versión 2025.09.1 Build 401), empleando el lenguaje estadístico R (versión 4.5.0).

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^m a_i(x_{n-i+1} * x_{(i)}))^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots (3)$$

Donde:

$x_{(i)}$: Datos ordenados.

a_i : Coeficientes estimados utilizando la media aritmética y la varianza.

m : Si n es par, o $m = (n - 1)/2$ si n es impar

$$D_n = \max_x |F_n(x) - F_0(x)| \quad \dots (4)$$

Donde:

$F_n(x)$: Función de distribución empírica de la muestra.

$F_0(x)$: Función de distribución acumulativa teórica (normal).

D_n : Máxima diferencia entre las dos funciones.

b. Prueba de homogeneidad de varianza

En este caso se aplicó la prueba desarrollada por Howard Levene ecuación (5) la cual describe Gastwirth et al. (2009) como una herramienta que permite evaluar la homogeneidad de varianzas entre diferentes grupos con un mejor ajuste de los datos. Este método estadístico es resistente a las desviaciones del supuesto de normalidad y brinda mayor exactitud al comprobar la homocedasticidad. Los resultados se generaron tras el procesamiento de datos en RStudio (versión 2025.09.1 Build 401), empleando el lenguaje estadístico R (versión 4.5.0).

$$W = \frac{(N-k)}{(k-1)} * \frac{\sum_{i=1}^k N_i (Z_i - Z_{..})^2}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (Z_{ij} - Z_i)^2} \quad \dots (5)$$

Donde:

N : Total, de observaciones

k : Número de grupos

N_i : Tamaño de grupo i

Z_{ij} : Desviación de la observación j en el grupo i respecto a su media

Z_i : Promedio de la desviación absoluta en el grupo i

$Z_{..}$: Promedio general de desviación absoluta

Se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Cuando los p-valores de las pruebas de normalidad y homogeneidad resultaron $\leq 0,05$; se rechazaron ambos supuestos y se recurrió a métodos no paramétricos. En cambio, si los p-valores superaron 0,05; no se rechazaron las hipótesis nulas, lo que respaldó la normalidad y homocedasticidad de los datos y permitió emplear análisis paramétricos.

3.5.8. Análisis estadístico.

a. Paramétrico

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) (Tabla 12), con un nivel de significancia establecido en $\alpha = 0,05$; complementado con el cálculo del coeficiente de variación (CV) ecuación (6), para evaluar la dispersión relativa de los datos. Para la identificación de diferencias significativas entre las medias, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples propuesta por Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC), manteniendo el mismo nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). Los datos fueron analizados utilizando el software InfoStat (versión 29/09/2020) (Balzarini et al., 2008).

Tabla 12. Modelo del análisis de varianza

Fuente	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F
Bloques (<i>B</i>)	$b - 1 = 3$	SC_B	SC_B/GL_B	CM_B/CM_E
Tratamientos (<i>T</i>)	$t - 1 = 7$	SC_T	SC_T/GL_T	CM_T/CM_E
Error entre bloques (<i>BT</i>)	$(b - 1)(t - 1) = 21$	SC_{BT}	SC_{BT}/GL_{BT}	
Submuestras (<i>E</i>)	$b \cdot t \cdot (s - 1) = 96$	SC_E	SC_E/GLE	
Total	$n - 1 = 127$	SC_{Tot}		

t : tratamiento

SC : Suma de cuadrados

CM : Cuadrado medio

$$CV = \frac{\sqrt{CM_e}}{Y..} * 100 \quad \dots (6)$$

Donde:

CM_e : Cuadrado medio del erro

$Y..$: Media general

b. No Paramétrico

Para datos que no cumplieron los supuestos de normalidad, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ecuación (7,8,9 y 10), con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, la cual constituye el equivalente no paramétrico del análisis de varianza (ANOVA) de una vía (Nahm, 2016). Ante la presencia de diferencias estadísticamente significativas en la prueba general, se realizaron comparaciones múltiples post hoc mediante la prueba de rangos de Siegel y Castellan ecuación (11) ($\alpha = 0,05$) para determinar cuáles tratamientos específicos difirieron entre sí (Sidney, 1957). Los datos fueron analizados utilizando el software InfoStat (versión 29/09/2020) (Balzarini et al., 2008).

$$\bar{R}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} R_{ij} \quad \dots (7)$$

Donde:

\bar{R}_i : Promedio de rangos

n_i : Número de datos del grupo *i*

R_{ij} : Rango designado a la *j*-ésima dato del grupo *i*

$$H = \frac{12}{N(N+1)} = \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N + 1) \quad \dots (8)$$

Donde:

H : Estadístico de contraste

N : Total de observaciones

K : Número de grupos
 n_i : Tamaño de grupo i

$$H' = \frac{H}{1 - \frac{\sum_j (t_j^3 - t_j)}{N^3 - N}} \quad \dots (9)$$

Donde:

H' : Correcciones por empate o Chi cuadrado
 t_j : Número de datos empatados en el conjunto j

$$C = \frac{k(k-1)}{2} \quad \dots (10)$$

Donde:

C : Número de comparaciones

$$| R_i - R_j | \geq Z_\alpha * S \quad \dots (11)$$

Donde:

R_i y R_j : Promedio de rangos de los tratamientos i y j .

Z_α : Valor crítico de la distribución.

S : Error estándar de la diferencia de rangos

3.5.9. Regresión lineal

Las variables biométricas diámetro, altura, número de hojas y número de flores mostraron un comportamiento de crecimiento lineal en función del tiempo transcurrido desde el trasplante, expresado en días después del trasplante (DDT), lo cual fue confirmado mediante análisis de regresión lineal (Trejo et al., 2017). La expresión de regresión lineal se presenta en la siguiente ecuación (12):

$$Y_i = aX_i + b + \epsilon_i \quad \dots (12)$$

Donde:

Y_i = Variable dependiente

X_i = Variable independiente

a = Intercepta con el eje Y, ecuación (13).

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad \dots (13)$$

b = Coeficiente de regresión (pendiente de la línea recta) ecuación (14).

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - a \sum_{i=1}^n X_i}{n} = \bar{Y} - a\bar{X} \quad \dots (14)$$

ϵ_i = Se considera un error inherente a la medición del valor X_i y siguen los supuestos de que los términos $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ (media cero, varianza constante e igual a un σ y $\epsilon_i \perp \epsilon_j$ con $i \neq j$) ecuación (15).

- El coeficiente que describe la regresión en las poblaciones

$$r = \frac{n(\sum_{i=1}^n X_i Y_i) - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{n(\sum_{i=1}^n X^2) - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \cdot \sqrt{n(\sum_{i=1}^n Y^2) - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} \quad \dots (15)$$

Donde:

r = Coeficiente de regresión

Y_i = Variable dependiente

X_i = Variable independiente

n = n-esima evaluación

3.5.10. Regresión polinómica

Según destaca Chávez (2024), es fundamental para modelar interacciones no lineales en el ámbito agrícola ya que supera en precisión a la regresión lineal al optimizar el ajuste de variables explicativas y captar respuestas complejas de los cultivos en experimentos, haciendo énfasis en su recomendación técnica sobre alternativas más simples. Se expresa según la ecuación (16).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 \dots \dots \dots \beta_n X^n + \epsilon \quad \dots (16)$$

Donde:

Y = Variable dependiente

X = Variable independiente

$\beta_0, \beta_1 \dots \beta_n$ = Parámetros estimados utilizando el método de los mínimos cuadrados

n = Grados del polinomio

ϵ = Componente de error aleatorio

- Caso ilustrativo de un polinomio de grado dos (modelo de regresión cuadrática), ecuación (17).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \epsilon \quad \dots (17)$$

3.5.11. Tasa de crecimiento

El concepto de tasa está determinado por la pendiente en funciones lineales en distintos momentos fue consolidado en los desarrollos del cálculo y álgebra, y se atribuye principalmente a matemáticos como René Descartes, Isaac Newton y Gottfried Leibniz, quienes definieron los conceptos de función y variación durante los siglos XVII y XVIII (Echeagaray, 1897). La ecuación (12) se presenta de la misma manera que en la regresión lineal.

3.5.12. Variables de estudio

a) Variable independiente

Bioestimulación con tres dosis de extracto de *M. oleifera*, fertilización química N-P-K: con un nivel y plantas de *C. chinense*.

b) Variable dependiente

- **Biometría**

Altura de planta con su respectiva tasa e incremento

Número de hojas/ planta con su respectiva tasa e incremento

Diámetro del tallo con su respectiva tasa e incremento

Número de flores

Número de días a la floración

Volumen radicular

Peso fresco, seco y humedad de planta, follaje y raíces

- **Rendimiento y calidad**

Número de frutos cosechados

Calidad física (diámetro y longitud de frutos)

Peso de frutos por planta

Calidad química

- **Beneficio costo (B/C)**

3.6. Metodología

3.6.1. Evaluaciones biométricas

a. Altura(cm), diámetro(mm), número de hojas, número de flores y días a la floración.

Las evaluaciones de altura(cm), diámetro(mm) del tallo y número de hojas por planta se realizaron en la parcela neta a los 0, 30, 60 y 90 DDT, para medir la altura, se utilizó una regla metálica graduada de 60 cm (marca TOKYO), tomando como punto de inicio la zona comprendida entre el tallo y la raíz, y extendiendo la medición hasta la copa, el

diámetro del tallo se determinó con un vernier (marca INGCO), se midió en la parte media del hipocótilo, utilizando las mismas plantas y fechas que para la altura y el conteo de hojas, el número total de hojas por planta se contabilizó únicamente considerando las hojas verdaderas en buen estado, descartando aquellas afectadas por patógenos o en proceso de emergencia, respecto a la floración, se realizaron cinco evaluaciones a intervalos de siete días, iniciando desde la aparición de las primeras flores, una vez que los tratamientos alcanzaron una floración superior al 50 %, las evaluaciones concluyeron, registrándose el número de flores, los días a la floración y el porcentaje de floración alcanzado en cada tratamiento (Figura 6).



Figura 6. Evaluaciones biométricas: a. toma de datos de la planta, b. altura (cm), c. diámetro (mm), d. número de hojas y número de flores.

b. Volumen radicular(cm^3), peso fresco(g) y peso seco(g) y porcentaje de humedad (%)

Al finalizar el experimento 158 DDT, se extrajeron cuidadosamente dos plantas completas con todo el sistema radicular del área neta (Figura 8a), siendo representativas por cada tratamiento, con sus respectivos bloques (Figura 7 y 8), una vez

almacenado y envuelto con bolsas de polietileno de la marca (GENERICO)(Figura 9a) se procedió a su traslado, en el laboratorio de semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), las raíces fueron lavadas para eliminar completamente el suelo adherido, posteriormente, se determinó el peso fresco total, radicular y del follaje ecuación (18), utilizando una balanza granulométrica (marca PRECISUR SF 400) (Figura 9b), el volumen radicular se midió sumergiendo las raíces cortadas en una probeta con agua y calculando la diferencia entre el volumen final y el inicial ecuación (20), las de raíz y follaje se rotularon individualmente y se colocaron en sobres de manila, luego se secaron en una estufa a 90 °C durante cinco días, transcurrido este periodo, se determinó el peso seco de las raíces (Figura 9c y d), el follaje y el total de cada planta ecuación (19).

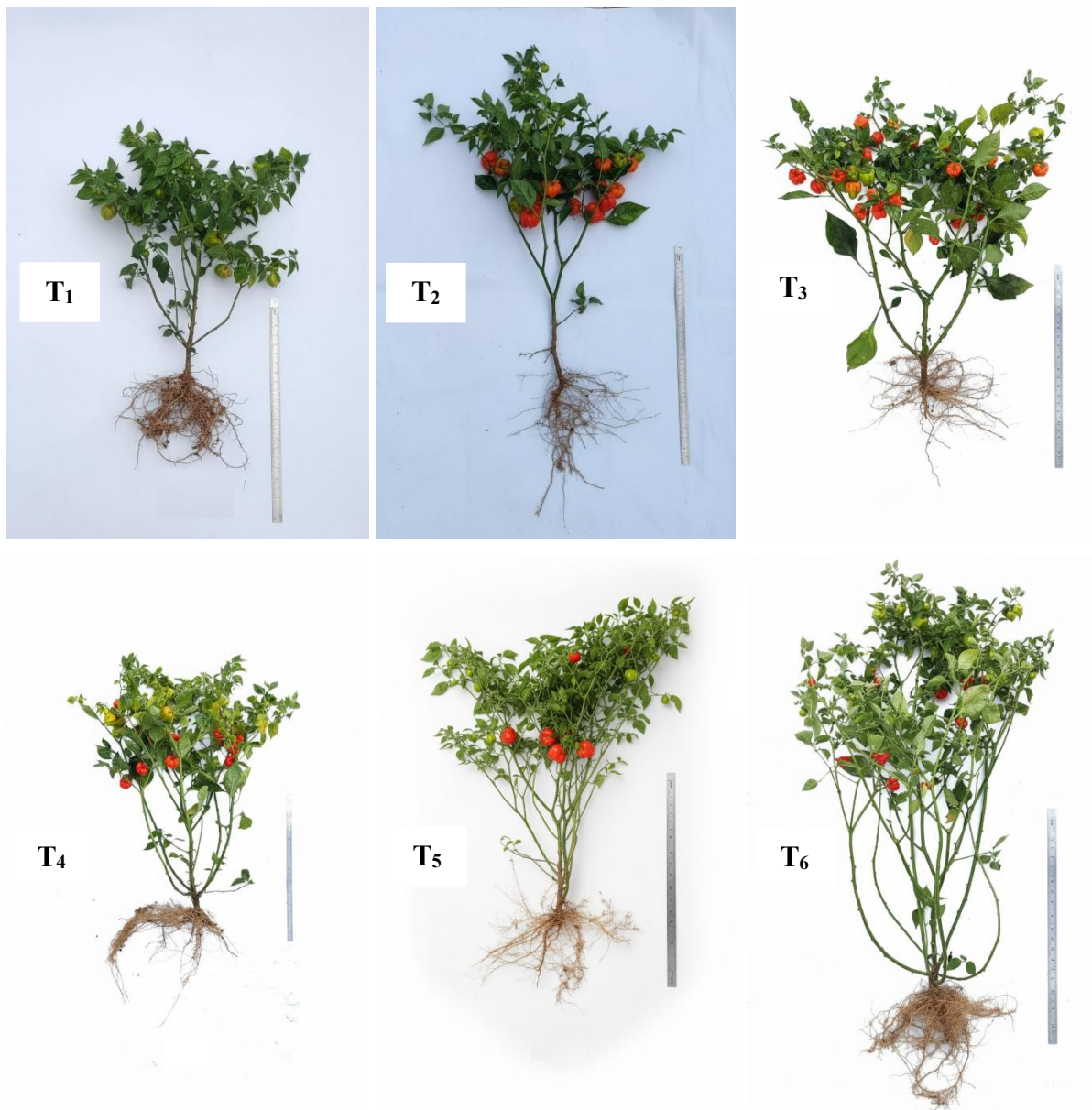


Figura 7. Plantas representativas de los tratamientos T₁, T₂, T₃, T₄, T₅ y T₆ para medición de biomasa de plantas de *C. chinense*.

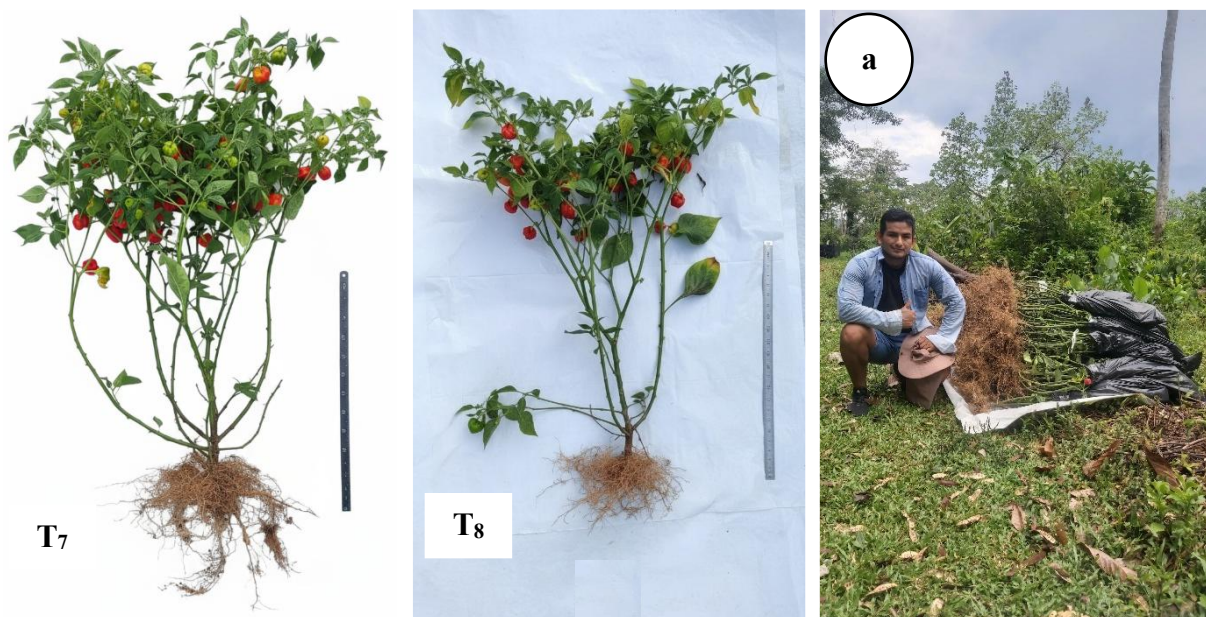


Figura 8. Plantas representativas de los tratamientos T₇ y T₈ para medición de biomasa, a. recolección de plantas de *C. chinense*.



Figura 9. Procedimientos para toma de datos: a. recolección de plantas, b. pesos frescos, c. secado en estufa y d. pesos secos.

$$PF_{\text{planta}} = PF_{\text{raiz}} + PF_{\text{follaje}} \quad \dots (18)$$

$$PS_{\text{planta}} = PS_{\text{raiz}} + PS_{\text{follaje}} \quad \dots (19)$$

Donde:

PF : Peso fresco

PS : Peso seco

$$\text{Volumen radicular (cm}^3 \text{ o ml)} = V_2 - V_1 \quad \dots (20)$$

Donde:

V_1 = Volumen inicial de agua en la probeta (antes de introducir las raíces)

V_2 = Volumen final de agua más raíces en la probeta (después de introducir las raíces)

Con los datos recolectados de peso fresco y peso seco, se realizarán los cálculos de porcentaje de humedad para raíz, follaje y planta total ecuación (21).

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \times 100 \quad \dots (21)$$

3.6.2. Rendimiento y calidad

Se realizaron cinco cosechas, 109, 121 133, 145 y 157 DDT(Figura 10a), recolectando siempre los frutos de la parcela neta y registrando cada planta con su respectivo rótulo, durante estas recolecciones, se evaluaron los siguientes parámetros:

a. Longitud(mm), diámetro(mm) y peso de frutos(g)

La longitud del fruto de ají se determinó midiendo desde la base hasta el ápice, y el diámetro se registró en la zona más ancha del fruto, generalmente en el centro, utilizando un vernier (marca INGCO) (Figura 10c), estas mediciones se realizaron en frutos maduros, de igual manera para los frutos, para el pesado se utilizó una balanza granulométrica (marca PRECISUR SF 400 digital)(Figura 10b), los datos están en base a cada cosecha realizada.

b. Clasificación de frutos en primera segunda y tercera calidad, número de frutos cosechados y rendimiento

Los frutos se seleccionaron y clasificaron en tres categorías de calidad según su diámetro: frutos de primera calidad (> 55 mm), frutos de segunda calidad (55 a 40 mm) y frutos de tercera calidad (< 40 mm) (Figura 11), esto se debe a que el diámetro registro mayor medida, de acuerdo con esto en la aplicación de estadística se tomó en cuenta las medias tanto de longitud como diámetro promedio, por otro lado, el peso de fruto también se clasifico de acuerdo con el rango encontrado de la calidad mencionada. Se llegaron a elegir estos parámetros de calidad, de acuerdo con ventas que se realizó por lo cual se establecieron los limites comerciales mencionado



Figura 10. Análisis de rendimiento y calidad de fruto: a. cosecha, b. peso, c. longitud y diámetro.

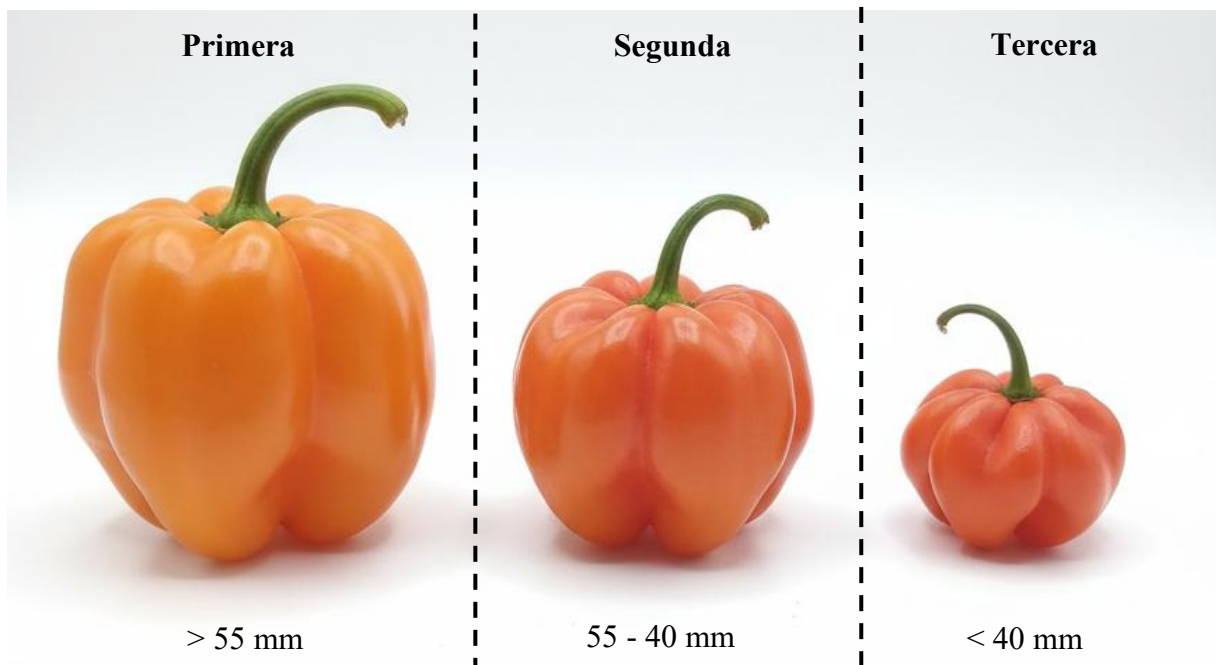


Figura 11. Frutos cosechados de primera, segunda y tercera calidad de acuerdo con la medida de su diámetro (mm).

3.6.3. Determinación de minerales (K, Mg y Fe), humedad %, materia seca %, materia orgánica %, ceniza %, vitamina C y flavonoides.

Durante la segunda cosecha a 121 DDT se recolectaron frutos maduros, aproximadamente 200 g por parcela neta, seleccionadas de las plantas ubicadas en la parcela neta, para su análisis en el laboratorio central de investigación y Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología, de la UNAS (Anexo :Figura 41 y 42), con estas muestras se realizaron diversos estudios, como el contenido de minerales (K, Mg y Fe) se determinó mediante incineración de la muestra a temperaturas entre 500 y 600 °C, pesando el residuo para calcular el porcentaje en relación al peso inicial; la humedad se evaluó según la ecuación (22); la materia seca se obtuvo como el residuo tras eliminar completamente el agua por secado en estufa a 105 °C, representando los sólidos totales del fruto; la materia orgánica se calculó según ecuación (23), el contenido de ceniza se determinó incinerando la muestra a 550 °C hasta eliminar toda la materia orgánica, correspondiendo el residuo al contenido mineral del fruto; los flavonoides se obtuvo mediante el método espectrofotométrico Folin de Ciocalteu ecuación (24), y vitamina C mediante el método Diclorofenolindofenol ecuación (25).

$$\% \text{ Humedad}_{\text{fruto}} = \frac{\text{Peso fresco}_{\text{fruto}} - \text{Peso seco}_{\text{fruto}}}{\text{Peso fresco}_{\text{fruto}}} \times 100 \quad \dots (22)$$

$$\% \text{ Materia organica}_{\text{fruto}} = \% \text{ Ceniza}_{\text{fruto}} - \% \text{ Materia seca}_{\text{fruto}} \quad \dots (23)$$

$$A = m \cdot \text{do} + b \quad \dots (24)$$

Donde:

A : Absorbancia medida a 765 nm

m : Pendiente de la curva de calibración

do : Concentración del equivalente estándar de catequina mg EC/g

b : Intersección o constantes de la curva

$$\text{do}_1 \cdot V_1 = \text{do}_2 \cdot V_2 \quad \dots (25)$$

Donde :

do_1 : Concentración estándar de Vitamina C(mg/g)

V_1 : Volumen inicial estándar de Vitamina C utilizada en la titulación(g)

do_2 : Concentración estándar de Vitamina C(mg/g)

V_2 : Volumen de la muestra titulada(g)

3.6.4. Beneficio costo (B/C)

Se aplicó el análisis beneficio costo (B/C) ecuación (26), a cada tratamiento del estudio, evaluando tanto los aspectos económicos como la calidad del fruto

producido. Esta metodología permitirá identificar el tratamiento que brinda mayor rentabilidad y valor en función de la calidad, integrando ambos criterios para fundamentar la mejor decisión de manejo (Carriquiry et al., 2019).

$$\left(\frac{B}{C}\right) = \frac{\text{Ingreso totales netos}}{\text{Costos totales}} \quad \dots (26)$$

Beneficio/Costo > 1: rentable.

Beneficio/Costo < 1: No rentable.

3.7. Ejecución del experimento

3.7.1. Preparación del área experimental

El área utilizada fue de 274,56 m², orientada de este a oeste para maximizar la luz solar y evitar sombras de árboles cercanos, se limpió el terreno, eliminando vegetación (Figura 12a), y tras diez días de secado, se aró con pala a 20 cm de profundidad, luego, se dejó reposar otros diez días antes de sembrar, finalmente, se cercó con malla raschel de dos metros de alto, se delimitaron los bloques experimentales con rafia, se etiquetaron y se construyeron camellones para controlar la humedad (Figura 12b).



Figura 12. Limpieza de campo: a. tumba de purma, b. delimitaciones y etiquetas de los tratamientos.

3.7.2. Análisis químico de suelo inicial

Se extrajeron muestras representativas del suelo del área experimental previamente acondicionada, siguiendo un protocolo de muestreo aleatorio estratificado. Las muestras fueron recolectadas a una profundidad de 0 a 20 cm, zona donde se concentra la mayor actividad radicular del cultivo. Posteriormente, las muestras se homogeneizaron, secaron al aire, tamizaron y prepararon para su análisis físico-químico. Los análisis de suelo se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), donde se determinaron las propiedades físico-químicas del suelo y el contenido de macronutrientes esenciales (Anexo: Figura 37) A partir de los resultados

obtenidos en el análisis de suelo y considerando los requerimientos nutricionales del cultivo *C. chinense*, se formuló un plan de abonamiento balanceado que permitió establecer las dosis óptimas de fertilización para cada tratamiento experimental (Tabla 10 y 11).

3.7.3. Germinación de semillas de *C. chinense*

Se seleccionaron los frutos con madurez óptima de colores rojos intensos con un buen peso y en excelentes condiciones sin daños por enfermedades principalmente en las semillas, posteriormente, se procedió a la extracción de las semillas abriéndolas con un cuchillo, luego se sometió a un proceso de lavado y secado a temperatura ambiente, la fase de germinación se ejecutó en bandejas germinadoras de 12 x 6 casillas, con orificios que ayude a discurrir el agua marca (ARBORIZAR), utilizando un sustrato compuesto por una mezcla de pajilla de arroz y tierra negra en proporción 1:3, obtenido del vivero de la facultad de Agronomía (Figura 13a), una vez aplicado el sustrato en las bandejas germinadoras se aplicó una semilla por casilla, todo el proceso se llevó a cabo en las instalaciones del invernadero perteneciente a la Facultad de Agronomía (Figura 13b y c), tiempo que se dejaron las plántulas en el invernadero fue de un mes (Figura 13d).



Figura 13. Proceso de la germinación: a. siembra, b y c. germinación y d. después de un mes

3.7.4. Trasplante de *C. chinense*

Se llevo a campo a un mes, con un desarrollo de cinco a siete hojas por plántula (Figura 14a), se sembro a un distanciamiento de 0,7 x 0,4 m (Figura 14b), con la raíz fijada al sustrato donde creció, se puso en el suelo a una profundidad de nueve centímetros en promedio en toda la parcela sin adicionar otra cosa más al momento del trasplante (Figura 14c)



Figura 14. Siembra de plántulas en campo definitivo: a. número de hojas para trasplante, b. distancia entre plantas y c. campo trasplantado.

3.7.5. Fertilización química

Se realizaron cuatro fertilizaciones (Tabla 10 y 11) de las cuales la primera se llevó a cabo una semana del DDT, la segunda en prefloración, la tercera en posfloración y como ultima en fructificación, se utilizaron los fertilizantes urea, SPT y CP de la marca (Molinos & Cía) (Figura 15a), la zona de aplicación fue circular en la planta (Figura 15b).



Figura 15. Fertilización de plantas: a. N-P-K, y b. zona de aplicación.

3.7.6. Aplicación de extracto de *M. oleifera*

La aplicación foliar se realizó en aproximadamente dos horas, preferiblemente en horas de baja intensidad solar: a las 9:00 am o a las 4:00 pm (Figura 15c). Se empleó el coadyuvante Max Over en una solución de 200 ml por aplicación a concentraciones de 3, 11 y 20 % (Tabla 12). Las aplicaciones se efectuaron en días sin

precipitación previa, totalizando ocho aplicaciones durante la fase productiva: 10, 25, 40, 55, 70, 85, 100 y 115 DDT.



Figura 16. Bioestimulación: a. bioestimulante, b. coayubante y c. aplicación de la solución.

3.7.7. Control de plagas y enfermedades

Se realizó un Manejo Integrado de Plagas y enfermedades, en función a la agresividad del patógeno, para el caso de enfermedades se recolectaron hojas enfermas (Figura 17a) y se llevó analizar en el Laboratorio de fitopatología de la UNAS, identificando por medio de un microscopio electrónico la enfermedad de *Alternaria spp.* Nee (Figura 17b y c) como principal patógeno con una incidencia de 1,75 %, en plantas evaluadas.

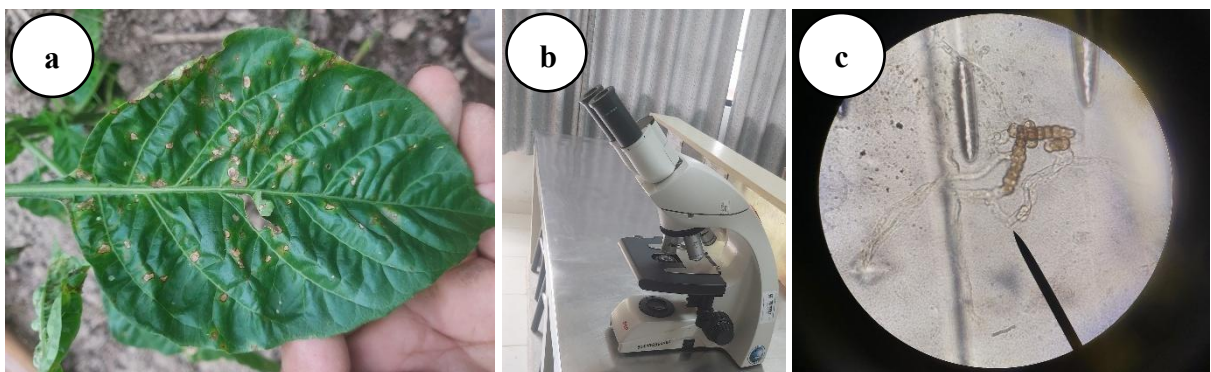


Figura 17. Identificación de enfermedad: a. hojas enfermas, b. microscopio electrónico y c. *Alternaria spp.*

En plagas no se encontraron daños relevantes, pero se aplicó de manera preventiva para *Schistocerca gregaria*. Walker (Saltamontes) y *Myzus persicae*. Sulzer (Pulgón). Los insumos utilizados enfermedades, fue SUSKU SC a 20 ml/mochila de 20 L y

CURTINE-V WP a dosis de 50 g/mochila de 20 L, en el caso de plagas ARISTOCRAF WG a dosis de 30 ml/mochila de 20 L, las aplicaciones se realizaron cada 35 DDT hasta la fructificación tanto los fungicidas como insecticidas juntos.

3.7.8. Aporque

Esta actividad se llevó a cabo con la ayuda de personal y de herramientas como un azadón. Esto se repitió consecutivamente desde que la planta tuvo una altura de 20 cm, de ahí en adelante, se repitió cada vez que se fertilizó y fuera de esto también.

3.7.9. Limpieza y deshierbo

Esta actividad cultural fue realizada de forma manual de acuerdo con la maleza que se tuvo, con un machete se removió todo desde la raíz y se puso en sus camellones, como adición de materia orgánica al suelo, se limpiaron los drenes con una palana.

3.7.10. Cosecha

La recolección se realizó de forma manual, se utilizaron bolsas de polietileno para recoger las muestras, específicamente los frutos de *C. chinense*, junto con su etiquetado por tratamiento y bloque. esta tarea requirió de un personal de apoyo una vez completado este trabajo, se procedió a evaluar los parámetros de rendimiento en el laboratorio de semillas de la UNAS, la cosecha se llevó a cabo de manera consecutiva, con un total de cinco cosechas, realizándose cada doce días en frutos que mostraban una madurez mayor al 50 %, el último recojo de frutos se efectuó cuando las plantas ya no tenían más frutos por madurar.

3.7.11. Postcosecha

Después de haber cosechado los frutos de *C. chinense* se realizó la entrega de los pedidos en el mercado central de Tingo María, previamente se buscó compradores, seleccionado así frutos de primera cosecha a un costo de 4,50 S/., segunda 4,00 S/., las ultimas cosechas correspondientes a tercera calidad , no se logró vender a un solo costo debido a que había deficiencias de calidad en peso y tamaño, por lo cual se escogió los de buen aspecto a precio de 2,00 S/. Por otra parte, también se vendió a un precio estándar de 3,50 S/. sin la necesidad de escoger frutos cuando aún mantenían, un buen tamaño y peso en frutos de cuarta cosecha.

Se realizaron análisis de frutos de la segunda cosecha a 121 DDT, con el fin de poder medir su calidad química descrito en el inten 3.6.3.

3.7.12. Tabulación de datos registrados en campo

La recopilación de datos en campo se realizó mediante registros en cuadernos, los cuales fueron posteriormente digitalizados y estructurados en hojas de cálculo de Excel. Los datos fueron procesados y analizados utilizando RStudio (R), con el objetivo de

verificar el cumplimiento de los supuestos paramétricos de normalidad y homogeneidad de variaciones mediante pruebas estadísticas, además, se generaron visualizaciones como gráficos de regresión lineal, polinómica y diagramas de caja (boxplot). Para la ejecución de análisis de varianza (ANOVA) bajo condiciones paramétricas se utilizó el software InfoStat por otra parte, los procedimientos no paramétricos fueron desarrollados en R, asegurando la precisión tanto en el procesamiento como en la interpretación de los resultados estadísticos.

3.7.13. Redacción de informe final

La elaboración de la tesis se realizó bajo las Normas de Redacción y Presentación de Documentos Científicos, elaborado bajo el aseguramiento de la calidad según el estatuto de la UNAS y de la ley Universitaria N° 30220. Se uso el software Zotero para elaborar las citas de documentos consultados.

Se realizaron consultas en las bases de dato bibliográfica de literatura científica como: Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect y Redalyc

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características biométricas

4.1.1. Altura de planta(cm), tasa e incremento de altura, diámetro del tallo(mm), tasa e incremento de diámetro, número de hojas, tasa e incremento en número de hojas.

La tabulación de datos registradas en campo de altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas registrado a los 90 DDT (Anexo: Tablas 38, 39 y 40), mientras que para incremento se tomó el periodo de 0 a 90 DDT y tasa de crecimiento 30 a 90 DDT. (Anexo: Tablas 41 y 42), Según los supuestos de normalidad realizados con Kolmogorov-Smirnov y homogeneidad de varianza de Levene, los datos presentan en todas las evaluaciones resultados no significativos con un p-valor $> 0,05$ (Tabla 13), lo cual corrobora una distribución normal y varianza homogénea, por lo tanto, se valida la aplicación de análisis de varianza (ANVA), adecuado para datos paramétricos (Singh et al., 2024).

Una vez realizado el análisis correspondiente (Tabla 13), indicó que no se detectaron diferencias significativas entre los bloques ($p > 0,05$); lo que sugiere que el factor de bloqueo aplicado no influyó en las variables analizadas. Este resultado podría reflejar que las condiciones del experimento fueron bastante uniformes entre bloques, o que el criterio de bloqueo seleccionado no tuvo un papel relevante en la variabilidad registrada (Gomez y Gomez, 1984). De manera opuesta los tratamientos evidenciaron diferencias altamente significativas en las variables (altura, tasa de altura, incremento de altura, diámetro, tasa de diámetro, incremento de diámetro, número de hojas, tasa de número de hojas y incremento de número de hojas) con un p-valor $< 0,05$; reflejando que al menos uno de los tratamientos aplicados con extracto de *Moringa oleifera* Lam. (moringa) solo y en combinación con fertilizantes genero efectos en plantas de *Capsicum chinense*.

También podemos observar que los coeficiente de variación (CV) demostraron una precisión experimental desde moderada hasta alta (Tabla 13), las cifras más reducidas se visualizan en altura de planta y número de hojas, con un CV del 8,67 %, continuado por el incremento en altura con un CV del 9,48 %, lo cual refleja elevada precisión y reducida variabilidad relativa en dichas evaluaciones, por otro lado, tasa de altura y la tasa de número de hojas exhibieron un CV del 10,16 %; el diámetro alcanzó 17,34 %; y el incremento del diámetro llegó a 19,96 %, valores que se consideran aceptables conforme al criterio metodológico establecido, por último, el aumento en el número de hojas CV 20,56 % y incremento de diámetro CV 22,13 % se categorizan como valores elevados y moderados respectivamente, lo cual indica una mayor variabilidad relativa en estas evaluaciones (Calzada Benza, 1970).

Tabla 13. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$), para la altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas a los 90 DDT con su respectiva tasa de crecimiento periodo 30 a 90 DDT y incremento vegetativo De 0 a 90 DDT en plantas de *C. chinense*.

Fuentes de variación	GL	Altura		Altura (T)		Altura (Δ)		Diámetro		Diámetro (T)		Diámetro (Δ)		N° de hojas		N° de hojas (T)		N° de hojas (Δ)	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Bloques	3	332,93	0,477NS	0,07	0,514NS	253,39	0,510NS	19,35	0,422NS	0,0033	0,543NS	12,37	0,535NS	332,93	0,477NS	0,07	0,514NS	8459,64	0,055NS
Tratamientos	7	5177,380	0,0001**	0,96	0,0001**	3454,470	0,0001**	183,320	0,0001**	3E-02	0,0003**	108,310	0,0004**	5177,380	0,0001**	0,96	0,0001**	29397,50	0,0001**
E.M	21	387,35		0,09		318,18		19,79		5E-03		16,52		387,35		0,09		2854,43	
E.E	96	55,6		0,01		53,36		5,73		1E-03		5,02		55,6		0,01		919,64	
Total	127																		
C.V (%)		8,67		10,16		9,48		17,34		22,13		19,96		8,67		10,16		20,56	
R ²		0,89		0,86		0,86		0,76		0,70		0,76		0,89		0,86		0,83	
Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)			0,238NS		0,240NS		0,461NS		0,157NS		0,270NS		0,174NS		0,238NS		0,240NS		0,432NS
Test. Levene ($\alpha=0,05$)			0,055NS		0,087NS		0,055NS		0,665NS		0,728NS		0,711NS		0,055NS		0,087NS		0,141NS

** : Altamente significativo
 NS : No significativo
 GL : Grados de libertad
 CM : Cuadrados medios
 CV : Coeficiente de varianza
 E.M : Error muestral

E.E : Error experimental
 R² : Coeficiente de determinación
 K.S : Kolmogorov-Smirnov
 T : Tasa
 Δ : Incremento

En cuanto al coeficiente de determinación R^2 (Tabla 13), se tuvo que altura y número de hojas registraron un valor alto con un $R^2 = 0,89$; seguido de tasa de altura, incremento de altura y tasa número de hojas $R^2 = 0,86$; en incremento de número de hojas $R^2 = 0,83$; diámetro y incremento de diámetro siendo iguales con $R^2 = 0,76$; por último, tasa de diámetro $R^2 = 0,70$. La variabilidad de respuesta de los tratamientos es alta debido a que se encuentran en rangos de 0,70 – 0,90 lo cual indica para investigaciones agrícolas que los tratamiento se comportaron en su mayoría de manera distinta (Correa y Mercado, 2023).

Una vez interpretado los resultados del análisis de varianza, se procedió a realizar la prueba de DGC con $\alpha = 0,05$ de comparaciones de medias (Tabla 14), teniendo que para altura (cm) por planta, se encontró combinaciones en mayor concentración de *M. oleifera* 20 % + N-P-K (T_7) y *M. oleifera* 11 % + N-P-K (T_6), solo fertilizante N-P-K (T_8), reportando la mayor altura 111,20; 105,69 y 96,69 cm respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos, del mismo modo se presentó la tasa de crecimiento de altura señalando que T_7 , T_6 , y T_8 crecieron en un ritmo homogéneo de 1,54; 1,47 y 1,35, teniendo la mayor tasa de crecimiento, infiriendo que la velocidad de crecimiento en el tiempo no fue sustituido por otro tratamiento haciendo, haciendo más consistentes el efecto del tratamiento por otro lado vemos que el incremento de altura por planta no presento variaciones de crecimiento, mostrando uniformidad en T_7 , T_6 y T_8 con 104,98; 99,47 y 90,42; significativamente iguales y mayores que el resto, de esta manera se menciona que las plantas evaluadas no carecieron de elongación en el tiempo, si no que al contrario de desarrollo de manera normal su crecimiento, con los sustratos aplicados principalmente por el extracto *M. oleifera* en dosis alta de 20 y 11% en combinación con N-P-K, como también solo el fertilizante.

El diámetro (mm) siguió el mismo patrón, se desarrolló mejor en tratamientos que incluía, extracto en dosis altas en combinación con el fertilizante *M. oleifera* 20 % + N-P-K (T_7) y *M. oleifera* 11 % + N-P-K (T_6), con valores 19,36; 17,54 mm respectivamente, de acuerdo con la prueba DGC (Tabla 14), fueron superiores al resto de tratamientos con significancia diferente, del mismo modo la velocidad de crecimiento no se vio afectada de acuerdo con la tasa de diámetro se verifica de igual forma resaltaron los T_7 y T_6 , de valor alto 0,24 seguido de 0,22; altos en tasa a diferencia del resto de tratamientos, corroborando la ausencia de que otros tratamientos tuvieran mejor desarrollo los tratamientos T_7 y T_6 fueron significativos al resto y superiores en incremento del diámetro con valor 17,57 y 15,81 respectivamente.

Como ultima variables de acuerdo con la prueba DGC (Tabla 14), tenemos el número de hojas resaltando los tratamientos antes mencionados T_7 , T_6 , y T_8 , siendo también

significativos que el resto de los tratamientos, resaltando el efecto en altas dosis (11 y 20 %) de extracto de *M. oleifera* en combinación con fertilizantes (N-P-K) (250,75 y 242,31), como también solo el fertilizante que corresponde al T₈ (179,63); de manera diferente se presentó en tasa de número de hojas donde solo fueron predominantes T₇ y T₆, con valores de 3,20 y 3,16 confirmado la consistencia en la velocidad de crecimiento de diámetro para los extractos altos en dosis de extracto en combinación con los fertilizantes, pero el T₈ fue de crecimiento significativamente diferentes (2,39), bajando la velocidad de crecimiento, mostrando que el fertilizantes solo carece de ser un promotor estable de crecimiento en el tiempo, como dato adicional del mismo modo se presentó para el incremento del número de hojas presentando predominante a T₇ (244,13) y T₆ (236,13), sobre el resto de tratamientos, como del T₈ (172,75) que en algún momento del tiempo no se dio un crecimiento de manera uniforme de las hojas generando un incremento bajo.

Según lo descrito en altura diámetro y numero de hojas como sus respectivas tasas de incremento de crecimiento (Tabla 14), se muestras en que totas las variables a los tratamientos T₇ y T₆ son mejores en valor, con dosis de 11 y 20 % de extracto de *M. oleifera* combinados con N-P-K , como también en menos valor, pero significativo el T₈ solo N-P-K, siendo resaltante en altura y número de hojas. De manera parecida se encontró que cinco variedades de pimientos del género *Capsicum* cultivadas en macetas a campo abierto, verificaron mejor desarrollo de biomasa solo las plantas con 10 % de extracto y fertilizante, a diferencia donde se empleó 20 % de limitando desarrollo en altura, diámetro y número de hojas (Weerasingha y Harris, 2022). De manera parecida estudios realizados en el mismo cultivo en condiciones de invernadero, dosis cercana a la anterior mencionada de 1:10 (9,09 %) obtuvo buenos resultados sin la aplicación de fertilizantes (Mehdawe et al., 2023). El extracto *M. oleifera* es considerando un compuesto que ayuda al desarrollo de las plantas, sería por las fitohormonas como citoquinina (zatina), auxinas y giberelinas, pero resaltando en mayormente la zeatina siendo mil veces mayor (de 5 a 200μgramo/gramo⁻¹), que otras especies de plantas (Mashamaite et al., 2022). El desarrollo de nuestro trabajo es poner aprueba el efecto en gran medida esta fitohomona y eso se refleja en un alto desarrollo en altura, diámetro y principalmente en hojas.

Los extracto que no tuvieron la aplicación de fertilizantes en el ensayo realizado no tuvo relevancia frente al resto de tratamientos pero si del testigo, siendo 3,11 y 20 % mejores en altura, diámetro y numero de hojas, y entre estas dosis destacando mucho mejor 11% de esta manera se puede mencionar que el cultivo bajo ciertas condiciones tiene a desarrollarse mucho mejor, que a diferencia de plantas que solo cultivadas bajo ciertas

condiciones como se puede ver en estudio de plantas pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivadas en campo abierto en macetas sin la aplicación de fertilizantes se desarrollaron mejor bajo una dosis de 1:30 (3,22 %) (Aluko, 2016).

Por otro lado otros vegetales como *Carthamus tinctorius* L.(cártamo) y *Stevia rebaudiana* Bertoni.(stevia) tuvo un mejor aprovechamiento del extracto a dosis de 20 % mejorando muy bien la altura diámetro y numero de hojas (Hafeez et al., 2022; Sardar et al., 2021). En otras referencias se menciona en cultivos de *Solanum lycopersicum* (tomate), expreso mejor la biometría crecimiento en altura en combinación con fertilizantes a diferencia del extracto solo (Biswas, 2020).

Se puede relacionar a una respuesta sinérgica la fertilización N-P-K y el extracto de *M. oleifera* (Figura 18), manifestándose más en respuestas de funciones lineales y poco en cuadráticas a través del tiempo. Para la altura, se observa una progresión notable desde respuestas lineales débiles a los 30 DDT ($R^2 = 0,72$) (Figura 18a) hasta respuestas cuadráticas robustas a los 90 DDT ($R^2 = 0,66$); indicando que la sinergia N-P-K extracto de *M. oleifera* se intensifica conforme avanza el desarrollo fenológico, el diámetro del tallo presenta coeficientes de determinación altos y consistentes ($R^2 = 0,84$; $0,84$ y $0,78$), con una respuesta predominantemente lineal que sugiere un efecto acumulativo sostenido del extracto sobre el engrosamiento del tallo, el número de hojas exhibe el patrón más destacado, evolucionando desde respuestas cuadráticas moderadas ($R^2 = 0,88$) a los 60 DDT (Figura 18b) hasta respuestas extraordinariamente altas ($R^2 = 0,99$) a los 90 DDT (Figura 18c), indicando un efecto máximo alrededor del 13 a 15% de extracto. La respuesta de altura, diámetro y número de hojas a la fertilización es en gran parte a las fitohormonas del extracto que se expresan teniendo los medios adecuados de una buena nutrición (Makkar y Becker, 1996).

Siguiendo las dosis en ausencia de fertilización N-P-K (Figura 18), el extracto de *M. oleifera* demuestra efectos bioestimulantes más moderados y variables según el estadio fenológico. La altura presenta respuestas cuadráticas decrecientes en el tiempo, desde ($R^2 = 0,75$) a los 30 DDT (Figura 18a) hasta ($R^2 = 0,719$) a los 90 DDT (Figura 18c), con coeficientes cuadráticos negativos que sugieren efectos inhibitorios a concentraciones altas del extracto, el diámetro del tallo muestra la mayor variabilidad en la respuesta (R^2 entre $0,50$ y $0,84$), con patrones cuadráticos que indican concentraciones óptimas intermedias del extracto para maximizar este parámetro, el número de hojas refleja limitaciones nutricionales evidentes, con respuestas cuadráticas que alcanzan máximos tempranos a los 90 DDT ($R^2 = 0,64$), sugiriendo que sin N-P-K, el extracto solo puede ejercer efectos bioestimulantes hasta que las limitaciones minerales restringen el crecimiento foliar.

Tabla 14. Prueba DGC con un ($\alpha= 0.05$), para la altura (cm), diámetro (mm) y número de hojas a los 90 DDT con su respectiva tasa de crecimiento periodo 30 a 90 DDT y incremento vegetativo De 0 a 90 DDT en plantas de *C. chinense*.

Altura			Diámetro			Número de hojas																				
cm	Tasa	Incremento	mm	Tasa	Incremento	Unidad	Tasa	Incremento																		
Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig							
T ₇	111,20±4,92	a	T ₇	1,54±0,07	a	T ₇	104,98±4,84	a	T ₇	19,36±1,11	a	T ₇	0,24±0,02	a	T ₇	17,57±1,10	a	T ₇	250,75±15,84	a	T ₇	3,20±0,22	a	T ₇	244,13±15,80	a
T ₆	105,69±4,92	a	T ₆	1,47±0,07	a	T ₆	99,47±4,84	a	T ₆	17,54±1,11	a	T ₆	0,22±0,02	a	T ₆	15,81±1,10	a	T ₆	242,31±15,84	a	T ₆	3,16±0,22	a	T ₆	236,13±15,80	a
T ₈	96,69±4,92	a	T ₈	1,35±0,07	a	T ₈	90,42±4,84	a	T ₈	15,09±1,11	b	T ₈	0,19±0,02	b	T ₈	13,44±1,10	b	T ₈	179,63±15,84	a	T ₃	2,39±0,22	b	T ₈	172,75±15,80	b
T ₅	83,69±4,92	b	T ₅	1,17±0,07	b	T ₅	77,64±4,84	b	T ₅	13,82±1,11	b	T ₅	0,17±0,02	b	T ₅	12,02±1,10	b	T ₃	165,31±15,84	b	T ₈	2,35±0,22	b	T ₃	158,88±15,80	b
T ₄	79,50±4,92	b	T ₄	1,10±0,07	b	T ₄	73,26±4,84	b	T ₂	12,07±1,11	b	T ₂	0,15±0,02	b	T ₂	10,42±1,10	b	T ₅	158,69±15,84	b	T ₄	2,08±0,22	b	T ₅	152,44±15,80	b
T ₃	78,31±4,92	b	T ₃	1,09±0,07	b	T ₃	72,1±4,84	b	T ₄	11,74±1,11	b	T ₃	0,14±0,02	b	T ₄	10,14±1,10	b	T ₄	148,38±15,84	b	T ₅	2,07±0,22	b	T ₄	141,94±15,80	b
T ₂	77,69±4,92	b	T ₂	1,08±0,07	b	T ₂	71,25±4,84	b	T ₃	11,69±1,11	b	T ₄	0,14±0,02	b	T ₃	9,97±1,10	b	T ₂	119,06±15,84	b	T ₂	1,62±0,22	c	T ₂	112,94±15,80	b
T ₁	55,14±4,92	c	T ₁	0,79±0,07	c	T ₁	49,24±4,84	c	T ₁	9,11±1,11	c	T ₁	0,11±0,02	b	T ₁	7,36±1,10	c	T ₁	75,63±15,84	c	T ₁	1,08±0,22	c	T ₁	69,38±15,80	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos.

Sig : Significativo

EE : Error experimental

cm : Centímetros

mm : Milímetros

T₁ : Testigo

T₂ : *M. oleifera* (3 %)

T₃ : *M. oleifera* (11 %)

T₄ : *M. oleifera* (20 %)

T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K

T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K

T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K

T₈ : N-P-K

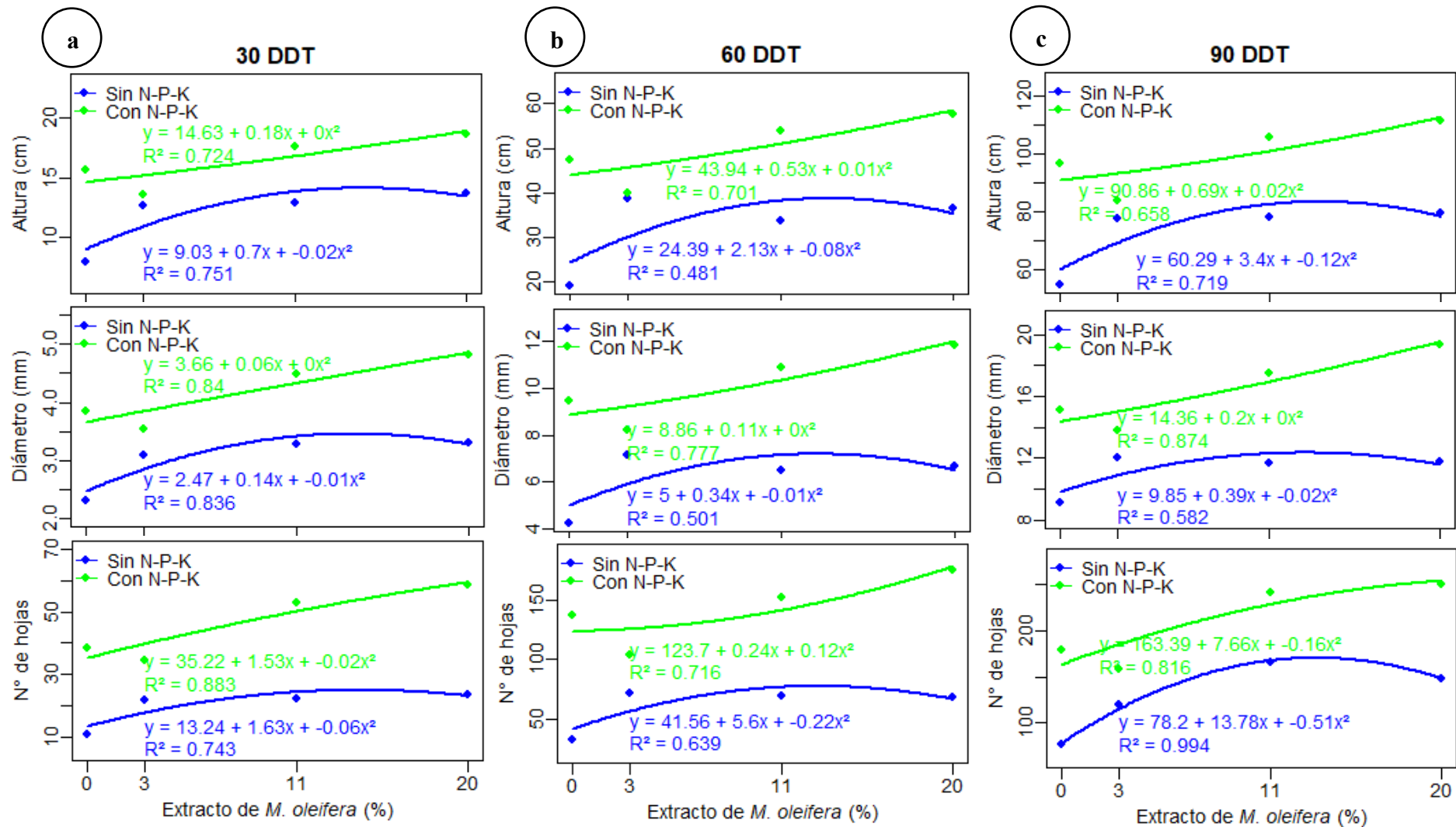


Figura 18. Regresión polinómica de altura, diámetro y número con efecto de las dosis de extracto *M. oleifera* y fertilizantes a los : a. 30, b. 60 y c. 90 DDT.

Para un buen efecto alto o bajo de extracto de *M. oleifera* el sustrato donde se planta el vegetal tiene mucho que ver para encontrar un resultados en dosis adecuada (Mashamaite et al., 2022).

Las plantas que no fueron tratadas con fertilizante N-P-K, el extracto tiene afinidad a tener mejor resultados en dosis de 11 a 15 % (Figura 18), y como también se puede verificar que el tratamiento mejora cuando se aplica fertilizantes llegando a mejor resultados en dosis de *M. oleifera* a 20 %. Siguiendo la limitada acción del extracto de *M. oleifera* en altura y diámetro y número de hojas en *C. chinense* se probaron dosis de 2, 4 y 5 % solo de extracto en etapas de germinación y trasplante a campo, verificado mejores resultados en dosis de 4 % (Hala, 2017). El fertilizante N-P-K superó a los extractos solos debido a la baja fertilidad del suelo (Tabla 14), confirmado por el menor desarrollo del testigo. Los extractos aprovecharon los nutrientes disponibles, alcanzando resultados cercanos a los fertilizantes en algunos casos, explicando estas diferencias biométricas observadas. Una buena fertilización ayuda a que la planta tenga la capacidad de aprovechar mejor mediante el extracto de *M. oleifera* en dosis altas (Hoque et al., 2021).

De acuerdo con las funciones cuadráticas (Regresión polinómica) (Tabla 15), los resultados indican que la fertilización N-P-K genera respuestas lineales en lugar de cuadráticas para las variables de crecimiento evaluadas, evidenciado por los coeficientes cuadráticos nulos o prácticamente inexistentes ($0x^2$ o valores muy bajos como $0,01x^2$ y $0,02x^2$). Esta linealidad implica que dentro del rango de concentraciones evaluado 0 a 20 %, no se alcanza un punto de saturación o inhibición del extracto de *M. oleifera* cuando se combina con N-P-K, sugiriendo que la disponibilidad de nutrientes minerales permite una respuesta continua y creciente al extracto, la ausencia de una dosis óptima calculable (NC) indica que el sistema NPK y extracto mantiene una eficiencia marginal constante, lo cual desde una perspectiva fisiológica sugiere que la limitación del crecimiento no está determinada por la concentración del extracto sino por otros factores ambientales o genéticos, esta respuesta lineal sostenida representa una ventaja agronómica, ya que permite flexibilidad en la dosificación sin riesgo de efectos inhibitorios por sobredosis. De acuerdo a que los datos no siguen una distribución cuadrática si no que se ajustan mejor a una lineal, no se puede encontrar una dosis dentro de los rangos propuestos (Izaguirre et al., 2025).

En ausencia de fertilización N-P-K del mismo modo (Tabla 15), todas las variables muestran respuestas cuadráticas claras con coeficientes negativos, permitiendo el cálculo de dosis óptimas mediante derivación, la dosis promedio óptima de 13,17 % del extracto de *M. oleifera* revela un comportamiento fisiológico típico de bioestimulantes en condiciones de limitación nutricional, donde existe una concentración específica que maximiza la respuesta

antes de generar efectos inhibitorios o de saturación, la variabilidad en las dosis óptimas por variable y tiempo (7,00 a 17,50 %) refleja la complejidad de los procesos fisiológicos involucrados, el diámetro muestra mayor sensibilidad a concentraciones bajas, mientras que la altura presenta dosis óptimas más estables en el tiempo (13,31 a 17,50 %). Esta respuesta cuadrática sugiere que sin N-P-K, el extracto de *M. oleifera* actúa principalmente como un regulador del crecimiento con efectos dosis dependientes, donde concentraciones superiores al óptimo no tiene respuestas de manera resaltante. La regresión polinómica cuadrática permite identificar el punto máximo de crecimiento en las variables evaluadas, demostrando ser un modelo estadísticamente eficiente (Chergui et al., 2025).

Tabla 15. Derivadas de las funciones cuadráticas de altura diámetro y número de hojas, a los 30, 60 y 90 DDT, en busca de la dosis adecuada.

Variables	DDT	Función	Derivada	Con NPK	Sin NPK
Altura	30	f(x)	---	$0x^2+0,18x+14,63$	$-0,02x^2+0,7x+9,03$
		---	$f'(x) = 0$	NC	17,50
	60	f(x)	---	$0,01x^2+0,53x+43,94$	$-0,08x^2+2,13x+24,39$
		---	$f'(x) = 0$	NC	13,31
	90	f(x)	---	$0,02x^2+0,69x+90,86$	$-0,12x^2+3,4x+60,29$
		---	$f'(x) = 0$	NC	14,17
Diámetro	30	f(x)	---	$0x^2+0,06x+3,66$	$-0,01x^2+0,14x+2,47$
		---	$f'(x) = 0$	NC	7,00
	60	f(x)	---	$0x^2+0,11x+8,86$	$-0,01x^2+0,34x+5$
		---	$f'(x) = 0$	NC	17,00
	90	f(x)	---	$0x^2+0,2x+14,36$	$-0,02x^2+0,39x+9,85$
		---	$f'(x) = 0$	NC	9,75
Número de hojas	30	f(x)	---	$-0,02x^2+1,53x+35,22$	$-0,06x^2+1,63x+13,24$
		---	$f'(x) = 0$	NC	13,58
	60	f(x)	---	$0,12x^2+0,24x+123,7$	$-0,22x^2+5,6x+41,56$
		---	$f'(x) = 0$	NC	12,73
	90	f(x)	---	$-0,16x^2+7,66x+163,39$	$-0,51x^2+13,78x+78,2$
		---	$f'(x) = 0$	NC	13,51
Dosis promedio				NC	13,17

NC : No corresponde

f(x) : Y

f'(x) : Y'

El análisis comparativo entre incremento (Δ) y tasa de crecimiento (T) revela patrones diferenciados en la respuesta al extracto de *M. oleifera* según la disponibilidad de N-P-K, en incremento (Figura 19a), los tratamientos con N-P-K muestra respuestas cuadráticas pronunciadas para número de hojas ($R^2 = 1,00$) y altura ($R^2 = 0,79$), mientras que sin N-P-K las respuestas son más moderadas, sin embargo, las tasas de crecimiento presentan un patrón inverso (Figura 19b), sin N-P-K se observan respuestas más sostenidas ($R^2 = 0,64$ a $0,72$), mientras que con N-P-K las tasas tienden a estabilizarse o mostrar coeficientes cuadráticos mínimos, esta diferencia sugiere que la fertilización N-P-K amplifica el crecimiento

acumulativo, el número de hojas exhibe la mayor orden de respuesta, con tasas de crecimiento que alcanzan hasta tres hojas por unidad de tiempo con N-P-K en comparación a dos hojas sin N-P-K, confirmando que la proliferación foliar es el proceso más sensible a la sinergia extracto y fertilizante, siendo el principal indicador de la eficacia bioestimulante del extracto de *M. oleifera*. De acuerdo con la velocidad de crecimiento la tasa se ve interrumpido cuando el fertilizante no está complementado con el extracto, de manera similar en el incremento expresándose mejor en el número de hojas. En análisis realizados en extracto de *M. oleifera* se detectó en grandes cantidades que contiene zeatina una citoquinina promotora de brotes y hojas (Mashamaite et al., 2022).

Las derivadas calculadas permitieron determinar la dosis óptima de extracto de *M. oleifera* para maximizar el incremento y la tasa de crecimiento en altura, diámetro y número de hojas del pimiento (Tabla 16), no Corresponde (NC) indican que las funciones ajustadas fueron lineales en lugar de cuadráticas, por lo que no presentan un punto máximo definido mediante derivación, situación observada principalmente en las tasas de crecimiento con N-P-K y algunos incrementos con fertilización, cabe mencionar que la tasa de crecimiento siempre se representa en forma lineal, se quiso colocar en este caso expresada en cuadrática, para verificar si la velocidad de crecimiento era interrumpido por algún factor, lo cual no se presentó así, dando como resultado NC resultado fuera del rango dosis de 0 a 20 %, indicando que el crecimiento fue uniforme en extracto *M. oleifera* solo o combinado con N-P-K, el mejor incremento se registró en los tratamientos sin N-P-K con una dosis promedio óptima de 12,30 %, evidenciando que el extracto de *M. oleifera* se ajusta muy bien a la ecuación cuadrática para mostrar una dosis máxima promedio donde fue más efectiva. En análisis donde la secuencia no es línea y el propósito es verificar si hay efecto del sustrato empleado, de acuerdo con el interés de la investigación, es necesario emplear una regresión polinómica (Freddy, 2021).

Por otro lado, se verifico que el incremento en a la aplicación de extracto de *M. oleifera* causa respuestas de manera diferente en las plantas, esto se debe a su extracción método de extracción y lugar de experimentación, de esta manera influye mucho la mejor respuesta de las dosis empleadas (Yuniati et al., 2023). En este contexto de señala que es posible encontrar un uso adecuado del suelo, dependiendo de las características de fertilidad la planta responderá muy bien a la bioestimulacion (Wadduwage et al., 2023).

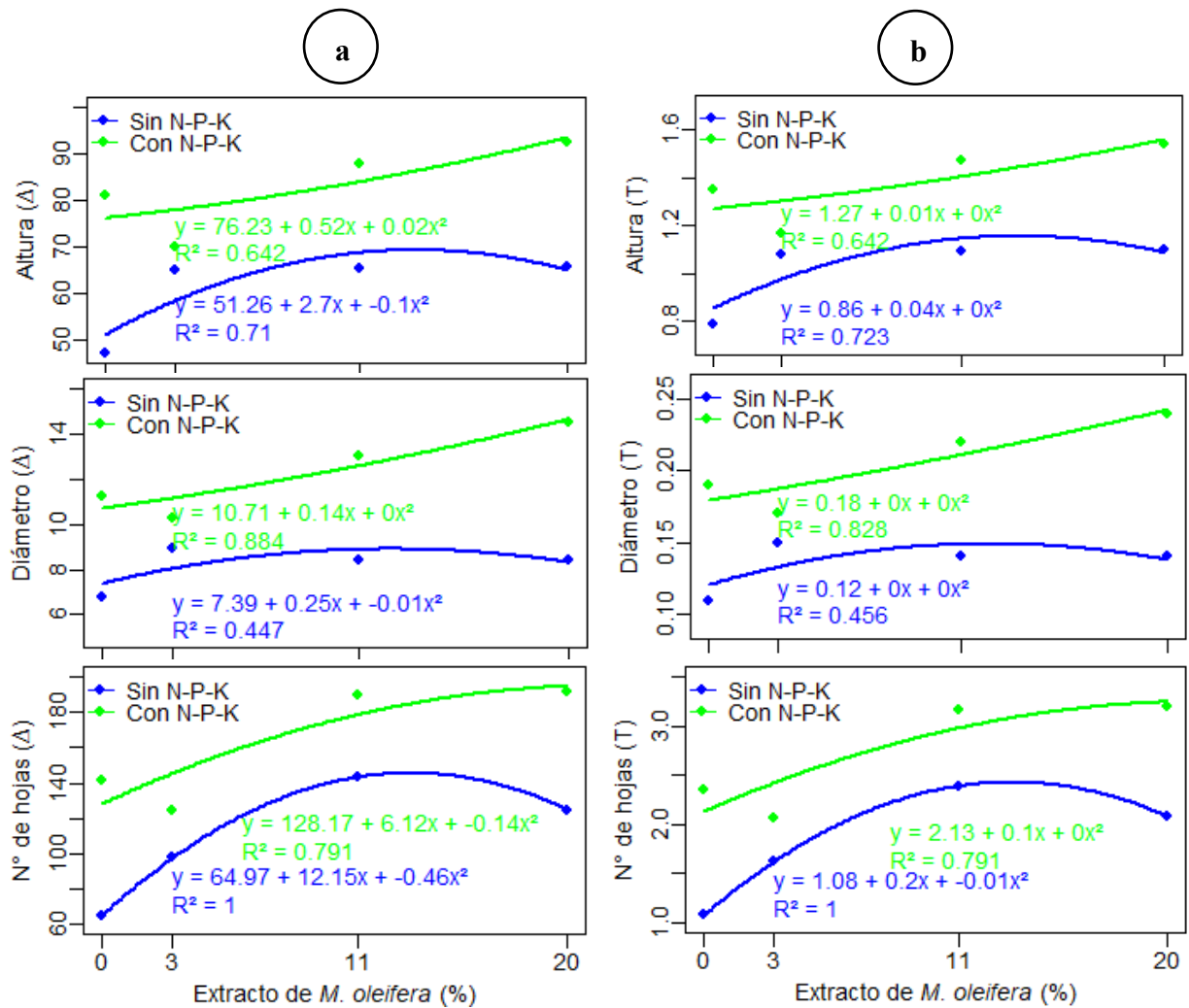


Figura 19. Regresión polinómica de altura, diámetro y número de hojas con efecto de las dosis de extracto *M. oleifera* y fertilizantes con respecto a : a. tasa de crecimiento periodo (30 a 60 DDT) y b. incremento periodo (0 a 90 DDT).

Tabla 16. Derivadas de las funciones cuadráticas de altura diámetro y número de hojas, de acuerdo con su tasa (T) de crecimiento y incremento (Δ), para una dosis adecuada.

Variables	Función	Derivada	Con NPK		Sin NPK	
			Con NPK	Sin NPK	Con NPK	Sin NPK
Altura (T)	f(x)	f'(x)	$0x^2+0,01x+1,27$	$0x^2+0,04x+0,86$	NC	NC
Altura (Δ)	f(x)	f'(x)	$0,02x^2+0,52x+76,23$	$-0,1x^2+2,7x+51,26$	NC	13,50
Diámetro (T)	f(x)	f'(x)	$0x^2+0,01x+0,18$	$0x^2+0x+0,12$	NC	NC
Diámetro (Δ)	f(x)	f'(x)	$0,2x^2+0,14x+10,71$	$-0,01x^2+0,25x+7,39$	NC	12,50
Número de hojas (T)	f(x)	f'(x)	$0x^2+0,1x+2,13$	$-0,01x^2+0,2x+1,08$	NC	10,00
Número de hojas (Δ)	f(x)	f'(x)	$-0,14x^2+6,12x+128,17$	$-0,46x^2+12,15x+64,97$	NC	13,20
Dosis promedio			NC	12,30	NC	12,30

NC : No corresponde , f(x) : Y , f'(x) : Y'

Los gráficos de box plots representan una herramienta estadística fundamental para evaluar el comportamiento del incremento (Figura 120a) y la tasa de crecimiento (Figura 20b), de altura, diámetro y número de hojas en plántulas de *C. chinense* bajo diferentes concentraciones de extracto de *M. oleifera* (0, 3, 11 y 20 %) con y sin fertilización N-P-K. Los diagramas revelan mediante sus componentes estadísticos (mediana, cuartiles, bigotes y valores atípicos) que existe un efecto significativo entre el extracto y la fertilización, evidenciado por medianas consistentemente superiores en tratamientos combinados, la concentración de 11 % de extracto emerge como óptima. Se mostró que las fitohormonas naturales auxinas, giberelinas y principalmente citoquininas (zetina) presentes en *M. oleifera* estimulan efectivamente la división celular, elongación y desarrollo fisiológico (Mashamaite et al., 2022). La variabilidad en los rangos intercuartiles indica consistencia experimental, mientras que la respuesta dosis no lineales sugiere mecanismos fisiológicos complejos. Estos resultados tienen implicaciones agronómicas importantes para la optimización de protocolos de bioestimulación, ofreciendo alternativas sostenibles que potencian el efecto de fertilizantes químicos y promueven prácticas agrícolas más ecológicas (Wadduwage et al., 2023).

La evaluación del crecimiento de altura, diámetro del tallo y número de hojas durante los períodos de 30, 60 y 90 DDT reveló patrones de desarrollo diferenciados entre tratamientos (Figura 21). La altura de plantas exhibió incrementos progresivos temporales, donde T₇ y T₆ alcanzaron los valores más elevados superiores a 100 cm a los 90 DDT (Figura 21a), contrastando con el limitado desarrollo del control T₁, en el caso del diámetro del tallo verifico menor variabilidad entre tratamientos de 5 a 20 mm (Figura 21b), destacando la uniformidad de T₃, T₄ y T₆ frente a la mayor dispersión observada en T₁ y T₂, con crecimiento constante, y por último el número de hojas presentó la mayor heterogeneidad (Figura 21c), superando las 250 hojas en algunos tratamientos a los 90 DDT, donde T₆, T₇ y T₈ evidenciaron respuestas superiores mientras T₁ mantuvo valores bajos. Las plantas de *C. chinense* biométricamente respondieron al fertilizante en las evaluaciones realizadas desde 30 DDT debido a que en suelos pobres en nutrientes el vegetal carece de desarrollo (Wang et al., 2024). El uso de extracto de *M. oleifera* ayuda a superar deficiencias del medio, aprovechar mejor estos elementos siendo incluso superior desde la primera evaluación a las plantas que solo fueron aplicados con fertilizantes, generando efectos desde que se aplica el extracto, y variando la dosis de acuerdo a la fertilización encontrada (Kanchani & Harris, 2019).

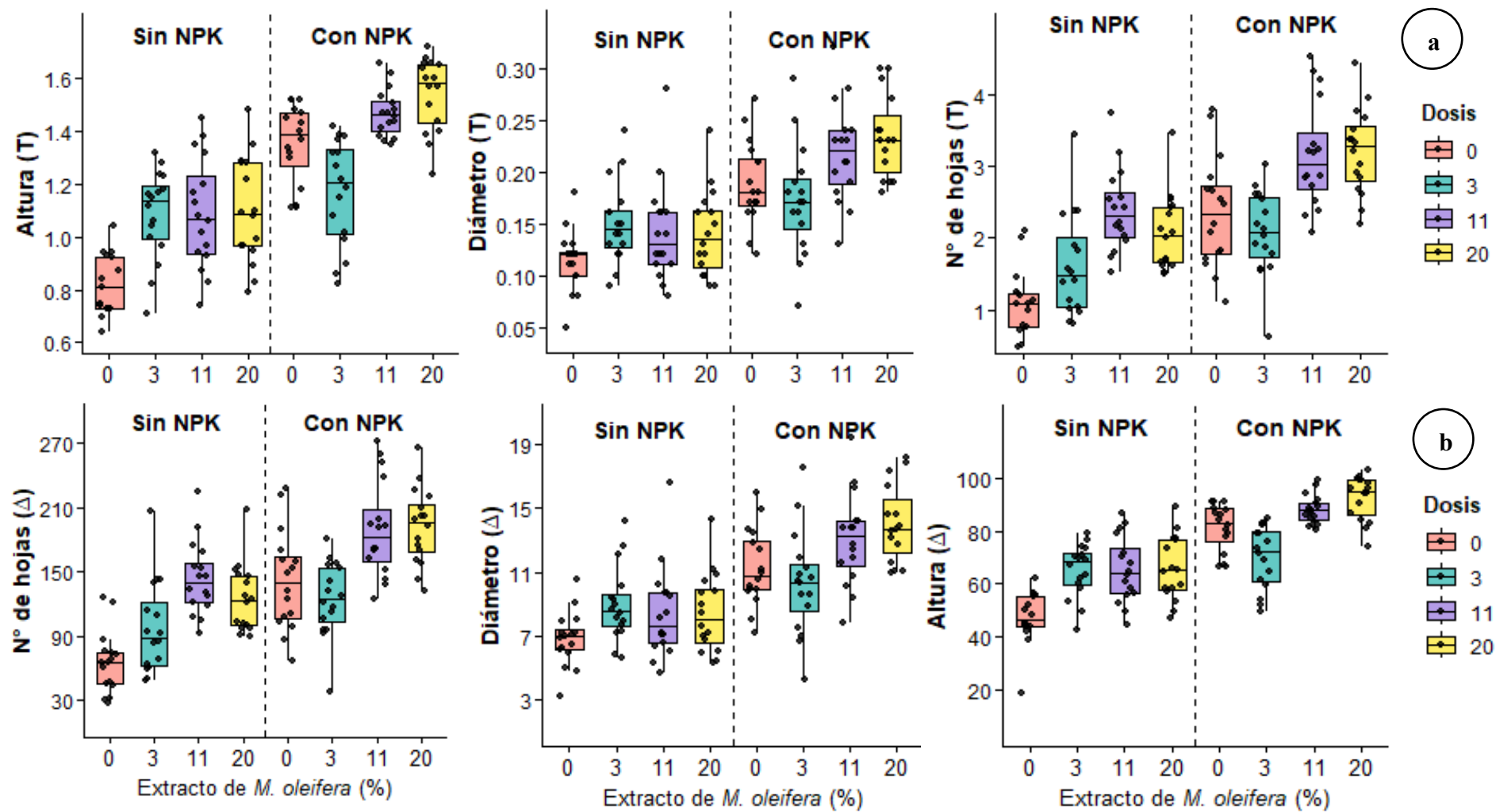


Figura 20. Diagramas de cajas en el número de hojas, diámetro de tallo y altura de plántulas de *C. chinense*, según dosis de extracto de *M. oleifera* (%) y aplicación de fertilizante N-P-K expresados en : a. tasa de crecimiento periodo (30 a 60 DDT) y b. incremento periodo (0 a 90 DDT).

De acuerdo al del desarrollo morfológico en plantas de *C. chinense* durante 90 días se verifico que el tratamiento T₇ (*M. oleifera* 20 % + fertilizante N-P-K) exhibió la respuesta más favorable en las tres variables biométricas analizadas , alcanzando coeficientes de determinación superiores al 93 % en altura ($R^2 = 0,94$); diámetro ($R^2 = 0,97$) y número de hojas ($R^2 = 0,98$), con pendientes de regresión de 1,179 y 2,83 respectivamente (Figura 22, 23 y 24), lo cual evidencia un patrón de crecimiento lineal altamente predecible donde la variabilidad temporal explica más del 93 % de los cambios observados en cada parámetro morfológico; el tratamiento de referencia T₁ tuvo consistentemente los menores ajustes de regresión con valores de R^2 entre 0,80 y 0,87, mientras que el tratamiento T₈ (N-P-K únicamente) presentó comportamiento similar al T₇ en diámetro ($R^2 = 0,96$); sugiriendo que la suplementación nutricional constituye el factor primordial para engrosamiento del tallo, aunque la bioestimulación con extracto de *M. oleifera* potencia significativamente el desarrollo integral. La aplicación de fertilizantes con extractos de *M. oleifera* contribuye a un buen uso de los elementos evitando la pérdida de estos, y dañen el medio ambiente con la sobre fertilización, ahorrando pérdidas (Kanchani y Harris, 2019). El aprovechamiento del extracto al fertilizante en un buen balance de elementos, induciendo la bioestimulación en la planta, creciendo más rápido que el resto (T. Biswas, 2020). De manera similar se mostró que en otras dosificaciones de macro y microelementos el efecto del extracto *M. oleifera* muestra otras respuesta en la biometría (Ismail et al., 2021). Esto quiere decir que también influye la fertilización en adecuada el cultivo de *C. chinense* basándose en extracciones y análisis de suelo previos al trasplante (Wadduwage et al., 2023).

Siguiendo la explicación, en las variables de altura diámetro y número de hojas es un sustento en como la planta responde adecuadamente esto podría variar considerando la estación y estado de la planta una vez en campo (Yaseen y Takacs-Hajos, 2022). Los resultados de *C. chinense* se obtuvieron bajo un manejo agronómico adecuado, los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄ no recibieron fertilización química, mientras que T₂, T₃ y T₄ se trataron con extracto de *M. oleifera*. Estudios previos indican que este extracto mitiga el estrés por deficiencia de fertilidad, favoreciendo el desempeño de las plantas (S. Khan et al., 2023). Los tratamientos con extracto, a diferencia del testigo, demostraron que mitigaron el estrés nutricional y estimularon la división celular gracias a su contenido de fitohormonas, antioxidantes y nutrientes, posicionando a la *M. oleifera* como potencial promotor del crecimiento vegeta (Yasmeen, 2011).

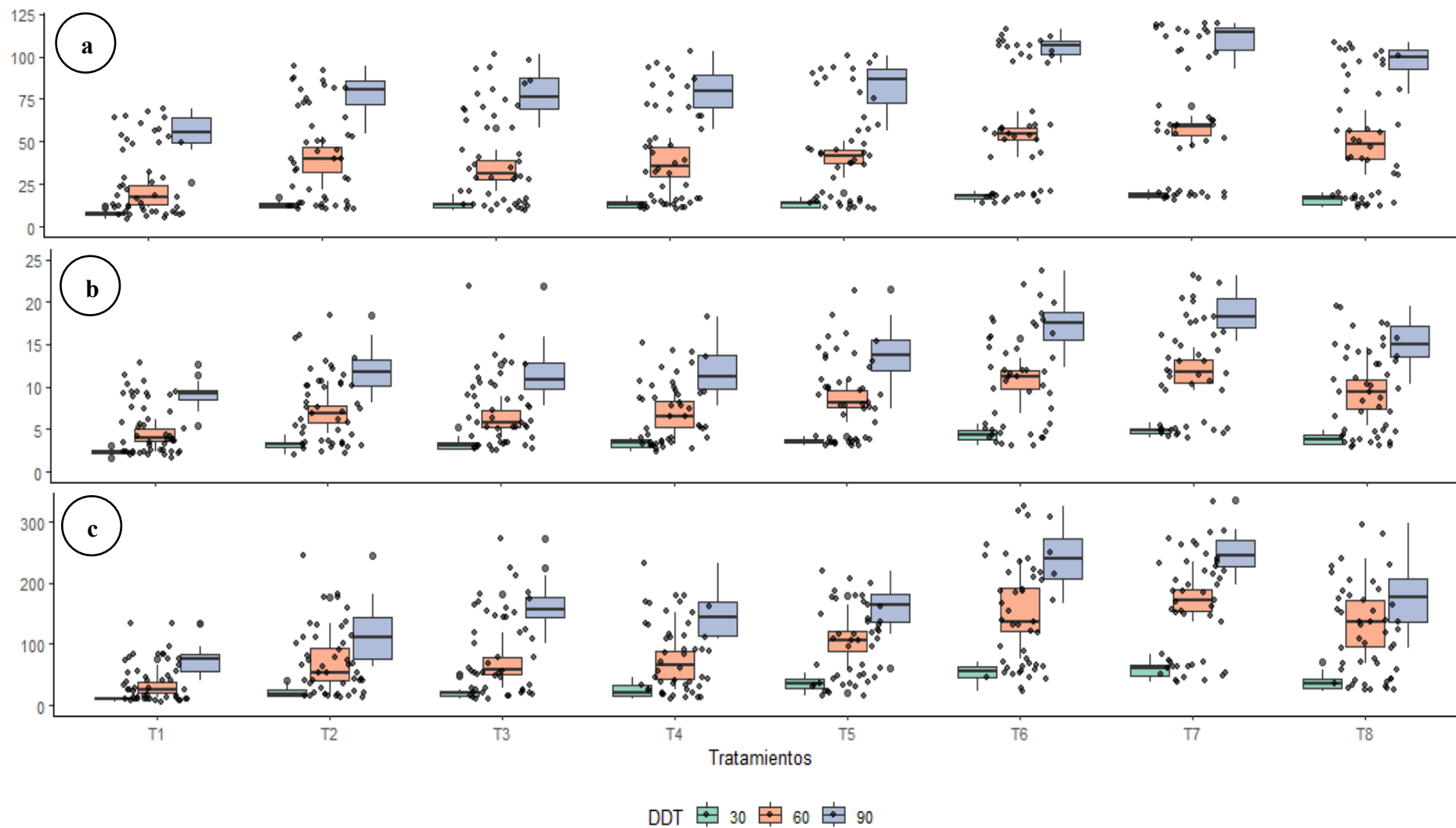


Figura 21. Box plots de tres momentos de evaluación por tratamiento en : a. altura (cm) a los 30, 60 y 90 DDT, b. diámetro (mm) 30, 60 y 90 DDT y c. número de hojas a los 30, 60 y 90 DDT en plantas de *C. chinense*.

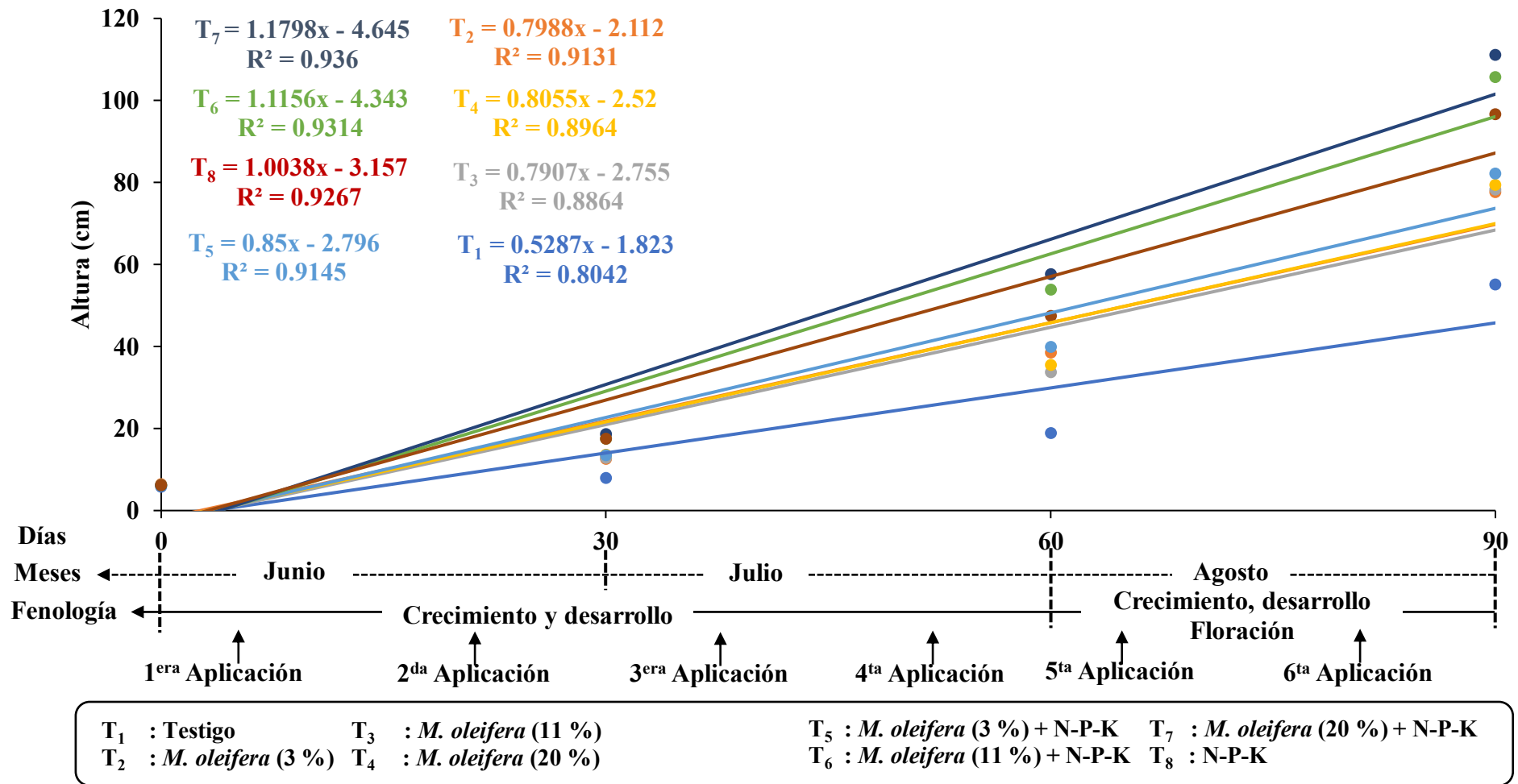


Figura 22. Regresión lineal del crecimiento en altura (cm) de plantas de *C. chinense* según tratamientos con extracto de *M. oleifera* y fertilizantes NPK a lo largo del ciclo fenológico evaluado de 0 a 90 DDT.

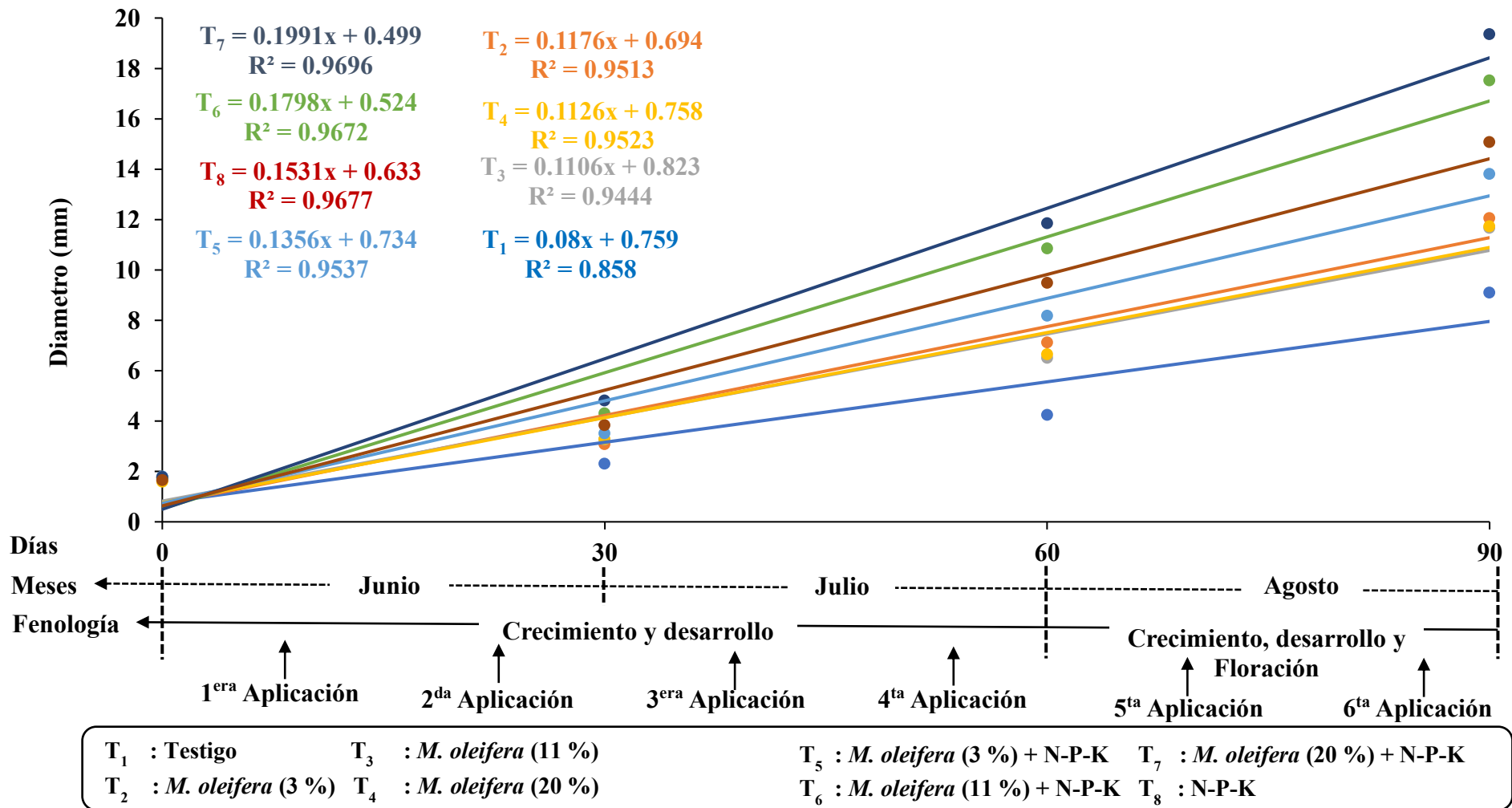


Figura 23. Regresión lineal del crecimiento diámetro (mm) plantas de *C. chinense* según tratamientos con extracto de *M. oleifera* y fertilizantes NPK a lo largo del ciclo fenológico evaluado de 0 a 90 DDT.

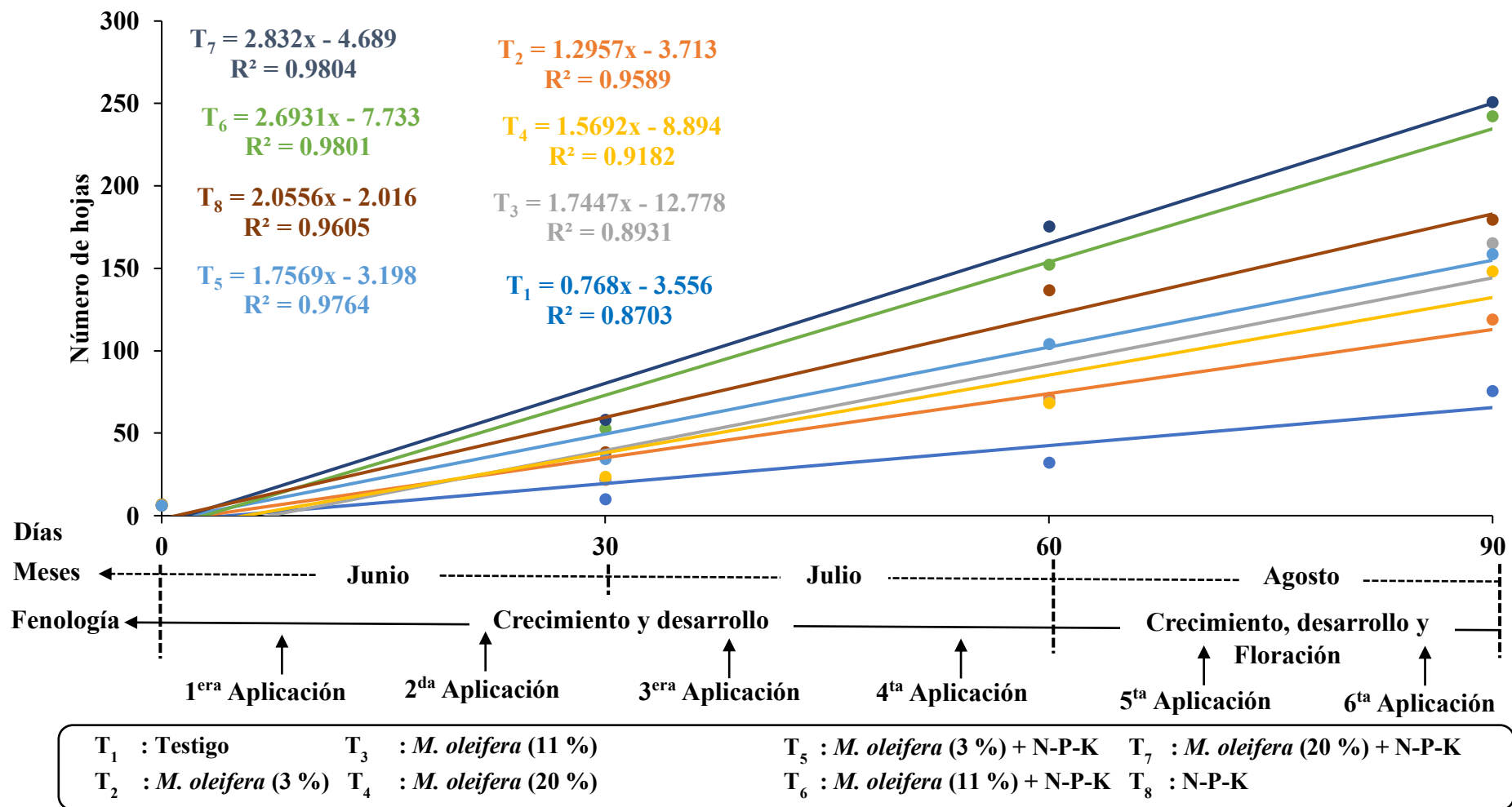


Figura 24. Regresión lineal del crecimiento en número de hojas de plantas de *C. chinense* según tratamientos con extracto de *M. oleifera* y fertilizantes NPK a lo largo del ciclo fenológico evaluado de 0 a 90 DDT.

4.1.2. Número de flores y floración rápida

La toma de datos se realizó a los 67 DDT para el caso de número de flores y última evaluación de manera similar la toma de datos para idéntica que tratamiento llegó primero al 50 % de floración (Anexo: Tabla 43, 44 y 45). Para verificar los supuestos del modelo (Tabla 17), se aplicaron pruebas diferentes de normalidad Kolmogorov-Smirnov para número de flores y Shapiro-Wilk para días al 50 % de floración, mientras que la homocedasticidad fue analizada mediante la prueba de Levene para ambas variables, los resultados tienen un p-valor $> 0,05$ en todas las pruebas, confirmaron el cumplimiento de normalidad y homogeneidad de varianzas, validando la aplicación del análisis de varianza paramétrico (Singh et al., 2024).

El análisis de varianza realizado con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ (Tabla 17) evidenció que el efecto de los bloques no fue estadísticamente significativo, lo cual indica que estos no influyeron sobre la respuesta de las unidades experimentales (Calzada Benza, 1970). Este resultado confirma la homogeneidad entre bloques y valida que no existieron gradientes o factores externos que afectaran de manera diferente a los tratamientos evaluados (Di Rienzo et al., 2002). De manera diferente, el análisis mostró que los tratamientos fueron altamente significativos con p-valor $< 0,05$ lo cual confirma que tanto el extracto foliar de *M. oleifera* como la fertilización química (N-P-K) produjeron efectos distintos sobre el desarrollo vegetal, siendo necesario realizar pruebas de comparaciones de medias para identificar los grupos homogéneos. (Di Rienzo et al., 2010).

Los coeficientes de variación obtenidos fueron de 23,00 % para número de flores y 14,30 % para días al 50 % de floración (Tabla 17), valores que indican una dispersión adecuada de los datos, estos coeficientes de variación son aceptables para ensayos en ciencias biológicas y validan la precisión experimental del estudio (Gutiérrez et al., 2023). El coeficiente de determinación del modelo mostró valores de $R^2 = 0,76$ para número de flores y $R^2 = 0,70$ para días a floración, indicando que el modelo explica el 76 y 70 % de la variabilidad observada en cada variable, respectivamente. Estos valores se consideran satisfactorios confirmando un buen ajuste del modelo y la confiabilidad de los resultados obtenidos. (Fairchild et al., 2009).

Una vez encontrado diferencias en los tratamientos de acuerdo con el análisis de varianza se proceder a hacer la comparación de medias DGC con un $\alpha = 0,05$ (Tabla 18), indica que los tratamientos T_7 (*M. oleifera* 20 % + N-P-K) y T_6 (*M. oleifera* 11 % + N-P-K), tienen mayor número de flores por planta con valores de 36,81 y 36,06 respectivamente, siendo altamente superior al resto de tratamientos.

Tabla 17. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$), para número de flores y días a 50 % de floración en plantas de *C. chinense*.

Fuentes de variación	GL	Número de flores		GL	Número de días en floración	
		CM	p-valor		CM	p-valor
Bloques	3	121,34	0,0538NS	3	66,13	0,2863NS
Tratamientos	7	1156,49	0,0001**	7	308,77	0,0005**
Error muestras	21	40,49		-	-	
Error experimental	96	31,08		21	49,12	
Total	127			31		
C.V (%)		23,00			14,30	
R ²		0,76			0,70	
Test. (S.W) ($\alpha =0,05$)						0,510NS
Test. (K.S) ($\alpha =0,05$)			0,405NS			
Test. Levene ($\alpha =0,05$)			0,114NS			0,449NS

** : Altamente significativo

NS : No significativo

GL : Grados de libertad

CM : Cuadrados medios

CV : Coeficiente de varianza

R² : Coeficiente de determinación

K.S : Kolmogorov-Smirnov

S.W : Shapiro-Wilk

El efecto de la bioestimulación en el número de flores con extracto de *M. oleifera*, no es de carácter relevante, siendo más susceptible en el crecimiento vegetativo (Iqbal et al., 2023)

Por otro lado, es la respuesta de las plantas a medida que reciben esa diferencia de altura, número de hojas o diámetro también tienden a expresar rápidamente el número de flores por parte de la planta (Nasir et al., 2020). Una expresión rápida de las flores son los compuestos ricos en giberelinas, auxinas y citoquininas contiene el extracto *M. oleifera* (Pervez et al., 2017). Con las condiciones adecuadas, sin estrés, las plantas desarrollarán el número de flores sin problemas en contacto con el extracto por lo contrario solo retrasarán la floración y tamaño de planta tratando de contrarrestar los problemas abióticos (Mashamaite et al., 2022). Superando las deficiencias del medio se menciona que el fertilizante (N-P-K) es de vital importancia para desarrollar y expresar la floración en ayuda de una dosis adecuada de extracto de *M. oleifera* (Biswas, 2020).

En el caso de las plantas que llegaron rápido al 50 % de floración el tratamiento T₁ (testigo) (Tabla 18), fue altamente superior en días que el resto, llegando a los 66 días DDT a un 50 % de floración, considerándose el mayor tiempo en días a diferencia del resto de tratamientos que llegaron de manera significativamente igual a realizar la floración, resaltando en T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) con un grado de menor número días a la floración

de 38,88. Tanto la fertilización por separado o combinado con extracto tuvo efecto en el día de floración al 50 %, siendo efectivos, se puede decir que tuvieron efecto en el desarrollo de una floración rápida (Biswas, 2020). El resultado obtenido concuerda en ensayos realizados en plantas trepadoras *Momordica charantia*. L , tras la aplicación combinada de extracto de *M. oleifera* y fertilización se obtuvo temprana mayor a un 50 % (Pusta y Macusi, 2024). Por otro lado, solo el extracto, tuvo influencia en una dosis alta de 1:20 (4,76 %) en plantas de *Cucumis sativus*. L (pepino), generando las primeras flores más rápido que el resto de tratamientos (Ahmed et al., 2020).

Tabla 18. Prueba DGC con un ($\alpha= 0,05$), en la evaluación de números de flores por planta a los 67 DDT y días a 50 % de floración en plantas de *C. chinense* a los 31, 38, 45, 52, 59 y 67 DDT.

Número de flores				Número de días a la floración			
Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig
T ₇	36,81	± 1,59	a	T ₁	66,00	± 3,5	a
T ₆	36,06	± 1,59	a	T ₄	54,50	± 3,5	b
T ₅	23,13	± 1,59	b	T ₃	51,13	± 3,5	b
T ₃	22,94	± 1,59	b	T ₂	49,50	± 3,5	b
T ₄	22,75	± 1,59	b	T ₈	47,92	± 3,5	b
T ₈	21,50	± 1,59	b	T ₅	45,00	± 3,5	b
T ₂	19,75	± 1,59	b	T ₇	39,17	± 3,5	b
T ₁	11,00	± 1,59	c	T ₆	38,88	± 3,5	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos.

Sig : Significativo

EE : Error experimental

T₁ : Testigo T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K

T₂ : *M. oleifera* (3 %) T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K

T₃ : *M. oleifera* (11 %) T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K

T₄ : *M. oleifera* (20 %) T₈ : N-P-K

La influencia del extracto *M. oleifera* tuvo efectos incrementado significativamente el número de flores por planta (Figura 25), en comparación con el tratamiento sin N-P-K, destacando las concentraciones de 11 % y 20 % mostraron los valores más altos (aproximadamente 36 flores/planta), seguidas por 3 % (24 flores/planta), el tratamiento testigo T₁ presentó valores intermedios (22 flores/planta). La aplicación foliar del extracto natural demostró efectos promotores sobre la floración, potencialmente atribuibles a compuestos bioactivos presentes en el extracto (Ahmed et al., 2020).

De acuerdo con la fisiología de la planta de *C. chinense* tiende a expresar sinergia cuando en su mayoría son estimuladas a una rápida floración (Abdalla, 2013). El rico contenido de zeatina y ácido indolacético encontrados en extracto de *M. oleifera* cumplen un

rol importante en la floración (Kadam et al., 2018). Se estudiaron que los bioestimulantes generan división celular de los meristemos y expresión rápida con los genes encargados de la floración (Abdalla, 2013). Los fertilizantes principalmente fosforo (P) y potasio (K), tienen influencia metabólica adenosín trifosfato (ATP), mejora turgencia y tamaño de flores ayudando deficiencia de estos elementos provocan una floración tardía o baja en número (Khan et al., 2023). Por otro lado la influencia que estos elementos sobre salgan y tengan mayor efecto depende del extracto *M. oleifera* para provechar mejor la nutrición (Yuniati et al., 2022).

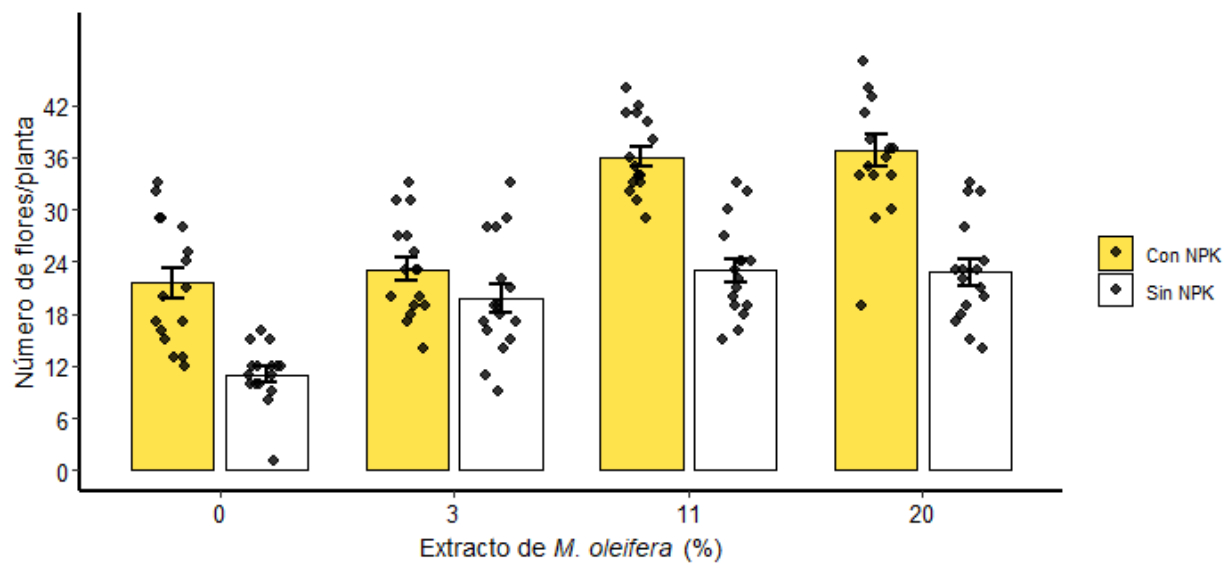


Figura 25. Diagrama de barras agrupadas con puntos superpuestos, en la interacción extracto de *M. oleifera* y fertilización N-P-K, en el número de flores por planta de *C. chinense* a los 67 DDT.

La regresión polinómica de ocho tratamientos experimentales evaluando el efecto de extracto de *M. oleifera* y fertilización sintética NPK sobre los días al 50 % de floración DDT en plantas de *C. chinense* (Figura 26). Los tratamientos evaluados comprenden: T₁ (Testigo sin aplicaciones), T₂ (*M. oleifera* al 3 %), T₃ (*M. oleifera* al 11%), T₄ (*M. oleifera* al 20 %), T₅ (*M. oleifera* 3 % + NPK), T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK), T₇ (*M. oleifera* 20 % + NPK) y T₈ (NPK exclusivamente). El análisis fenológico del tiempo transcurrido hasta alcanzar el 50 % de floración constituye un indicador crítico de la transición reproductiva, representando el momento en que la mitad de las plantas han iniciado la antesis, lo cual es fundamental para comprender el efecto de los bioestimulantes y fertilizantes sobre la fisiología del crecimiento y desarrollo vegetal (De la Cruz-Ricardez et al., 2022). Las curvas polinómicas de segundo o tercer grado permiten modelar la relación no lineal entre tratamientos y la respuesta fenológica, capturando las dinámicas complejas del crecimiento vegetal que frecuentemente exhiben

patrones cuadráticos o cúbicos en experimentos agrícolas (Vaughn et al., 2025). Los resultados visualizados en la figura indican que los tratamientos con fertilización NPK, particularmente el T₈ (NPK solo) y las combinaciones T₅, T₆ y T₇ (extractos de *M. oleifera* + NPK), aceleraron significativamente la floración en comparación con el testigo y las aplicaciones exclusivas de extracto foliar de *M. oleifera*. Esta aceleración fenológica puede explicarse mediante múltiples mecanismos fisiológicos: primero, el nitrógeno contenido en la fórmula NPK promueve el balance hormonal necesario para la transición de fase vegetativa a reproductiva, específicamente modulando la expresión de genes de las flores y reguladores del tiempo de floración; segundo, el fósforo facilita la actividad radicular, la producción de ATP y la síntesis de proteínas relacionadas con el desarrollo floral, acelerando la iniciación de primordios florales; y tercero, el potasio regula el estado energético celular y el balance de cargas, favoreciendo procesos metabólicos asociados a la reproducción (De la Cruz-Ricardez et al., 2022). Los tratamientos que combinaron extracto de *M. oleifera* con NPK (T₅, T₆, T₇) mostraron un efecto sinérgico, adelantando la floración más que los extractos solos, pero alcanzando valores similares al NPK puro, lo que sugiere que la fertilización mineral dominó la respuesta fenológica, mientras que los componentes bioactivos de *M. oleifera* pudieron contribuir al vigor vegetativo, la fotosíntesis y la acumulación de biomasa previo a la transición reproductiva. Los tratamientos con aplicaciones exclusivas de extracto de *M. oleifera* (T₂, T₃, T₄) exhibieron un retraso moderado en la floración respecto a los tratamientos con NPK, posiblemente debido a que las concentraciones aplicadas (3, 11, 20 %) prolongaron la fase vegetativa. El coeficiente de determinación (R²) asociado a cada curva polinómica indica el grado de ajuste del modelo a los datos observados, permitiendo evaluar la capacidad predictiva de las ecuaciones de regresión para estimar el comportamiento fenológico bajo diferentes esquemas de manejo nutricional. En conjunto (Figura 26), se demuestra que la aplicación de NPK, ya sea de forma exclusiva o en combinación con extractos de *M. oleifera*, constituye una estrategia efectiva para acelerar la etapa reproductiva en *C. chinense*, reduciendo el tiempo al 50 % de floración y potencialmente incrementando la eficiencia productiva del cultivo al sincronizar la floración con períodos favorables de temperatura y disponibilidad de recursos, lo cual tiene implicaciones directas sobre el rendimiento, la calidad del fruto y la rentabilidad económica del sistema agrícola (Mashamaite et al., 2022). Los modelos de regresión polinomial ajustados indican que las aplicaciones de extracto aceleraron significativamente la maduración de frutos respecto al control, considerando que la velocidad de floración está influenciado por la bioestimulación del extracto *M. oleifera* en plantas con dosis adecuadas de fertilización N-P-K (Pusta y Macusi, 2024).

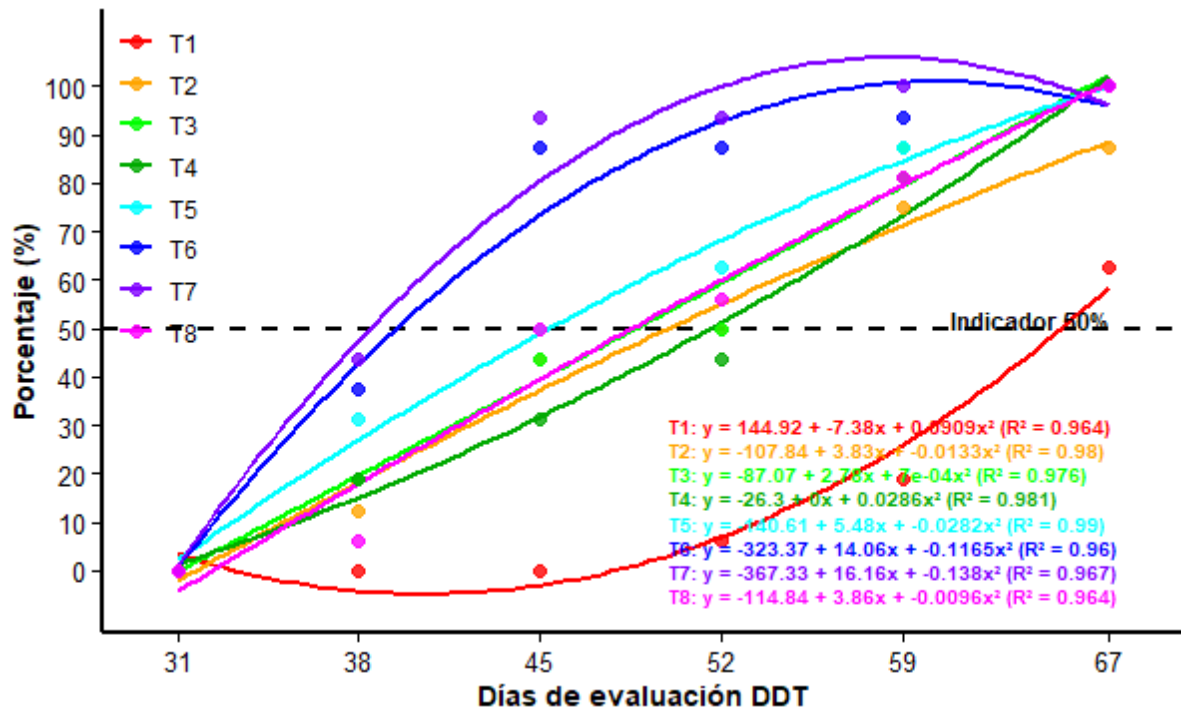


Figura 26. Regresión polinómica de los tratamientos, en días al 50 % de floración (después del trasplante) DDT en plantas de *C. chinense*.

4.1.3. Peso fresco de planta, peso fresco radicular, peso fresco del follaje, peso seco de planta, peso seco radicular, peso seco del follaje, volumen radicular, humedad de planta, humedad radicular y humedad del follaje.

La tabulación de datos para la biomasa de las plantas de *C. chinense* se registró a los 158 DDT (Anexo : Tabla 46, 47, 48, 49 y 50), Luego se realizó los análisis previos de Kolmogorov-Smirnov para normalidad y Levene para homogeneidad de varianzas evidenciando valores de p-valor $> 0,05$ en todas las evaluaciones (Tabla 19), indicando resultados no significativos, confirman que los datos siguen una distribución normal con varianzas homogéneas, validando así el uso del análisis de varianza como método estadístico apropiado para datos paramétrica (Singh et al., 2024).

De acuerdo al análisis de varianza en los bloques para las diez variables evaluadas, se obtuvo un p-valor $> 0,05$ en todos los casos, lo cual indica que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre bloques, demostrando que el diseño experimental controló adecuadamente la variabilidad ambiental del terreno, esto significa que las condiciones del suelo, la disponibilidad de agua, la luminosidad y otros factores externos fueron homogéneos en toda el área experimental, lo que garantiza que las diferencias observadas en los tratamientos se deben exclusivamente al efecto de los bioestimulantes

aplicados y no a la heterogeneidad del terreno, validando así la confiabilidad del diseño de bloques completos al azar implementado en la investigación (Gomez y Gomez, 1984).

De manera diferente los tratamientos aplicados mostraron un efecto altamente significativo p -valor $< 0,05$ lo que demuestra que tanto la fertilización química, como la aplicación de extracto de *M. oleifera* ejercieron una influencia sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo, esta alta significancia estadística confirma que las diferentes combinaciones y dosis de los tratamientos generaron respuestas diferenciadas en las plantas, evidenciando que el bioestimulante foliar a base de *M. oleifera*, ya sea aplicado de forma independiente o complementaria con la fertilización convencional, modifica significativamente las características agronómicas evaluadas. Cuando los tratamientos presentan alta significancia estadística con un p -valor $< 0,01$ en el análisis de varianza, esto indica que las diferencias observadas entre las medias de los tratamientos no son producto del azar, sino que se deben al efecto real de los factores evaluados (J. Di Rienzo et al., 2010).

Por otro lado, el CV registrado para las variables fluctuó entre 2,64 % y 29,53 %, evidenciando diferente grado de precisión, de acuerdo a cada variable medida (Tabla 19), el contenido de humedad presentó los menores valores de 2,64, 3,16 y 6,42 %; indicando una alta precisión y homogeneidad en las mediciones, mientras peso fresco y seco mostraron valores de CV entre 21,24 y 29,53 %, lo cual es aceptable y se encuentra considerado normal para experimentos de campo en cultivos anuales, según Pimentel-Gomes (2008) y Steel et al. (1997), quienes establecen que coeficientes de variación inferiores al 30 % en ensayos de campo son indicadores de buena precisión experimental, especialmente cuando se evalúan características de crecimiento que están influenciadas por múltiples factores ambientales.

Con base en los resultados presentados (Tabla 19), el R^2 obtenido osciló entre 0,86 y 0,91 lo cual indica que el modelo estadístico empleado explica entre el 86 % y 91% de la variabilidad total observada en los datos, estos valores de R^2 son considerados altos y demuestran que la mayor parte de la variación en las características de biomasa y contenido hídrico evaluadas puede ser atribuida a los bloques y tratamientos incluidos en el diseño experimental, mientras que únicamente entre el 9 % y 14 % de la variación se debe al error experimental o factores no controlados, coincidiendo con lo señalado por Pimentel-Gomes (2008), quien indica que valores de R^2 superiores a 0,80 reflejan un excelente ajuste del modelo y una adecuada calidad de los datos experimentales en investigaciones agrícolas

Tabla 19. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$); de mediciones de biomasa y contenido hídrico en plantas de *C. chinense* evaluados a 158 DDT.

Fuentes de variación	GL	Bloque	Tratamientos	EM	EE	Total
		3	7	21	32	63
PFP	CM	6842,8	867174,27	31997,91	19661,9	
	p-valor	0,8857 <i>NS</i>	0,0001**			
	C.V (%)	27,84		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,450 <i>NS</i>
	R ²	0,91		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,780 <i>NS</i>
PFR	CM	74,07	3062,4	295,59	94,27	
	p-valor	0,86 <i>NS</i>	0,0001**			
	C.V (%)	21,79		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,229 <i>NS</i>
	R ²	0,90		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,822 <i>NS</i>
PFF	CM	7714,5	776199,78	27135,42	17507,8	
	p-valor	0,8362 <i>NS</i>	0,0001**			
	C.V (%)	28,82		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,262 <i>NS</i>
	R ²	0,91		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,724 <i>NS</i>
VR	CM	8,87	3524,18	271,42	115,94	
	p-valor	0,9918 <i>NS</i>	0,0001**			
	C.V (%)	21,24		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,430 <i>NS</i>
	R ²	0,89		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,756 <i>NS</i>
PSP	CM	198,39	45353,16	2155,04	1475,12	
	p-valor	0,9636 <i>NS</i>	0,0001**			
	C.V (%)	27,78		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,518 <i>NS</i>
	R ²	0,89		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,633 <i>NS</i>
PSR	CM	6,65	442,86	36,79	16,9	
	p-valor	0,9083 <i>NS</i>	0,0001**			
	C.V (%)	22,67		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,090 <i>NS</i>
	R ²	0,88		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,606 <i>NS</i>
PSF	CM	209,21	37273,59	1663,81	1260,63	
	p-valor	0,9438 <i>NS</i>	0,0001**			
	C.V (%)	29,53		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,376 <i>NS</i>
	R ²	0,88		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,541 <i>NS</i>
HP	CM	6,16	112,34	18,31	3,47	
	p-valor	0,7992 <i>NS</i>	0,0005**			
	C.V (%)	2,64		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,383 <i>NS</i>
	R ²	0,91		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,097 <i>NS</i>
HR	CM	59,84	201,54	52,49	13,78	
	p-valor	0,3558 <i>NS</i>	0,0077**			
	C.V (%)	6,42		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,364 <i>NS</i>
	R ²	0,86		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,853 <i>NS</i>
HF	CM	2,23	115,8	16,25	5,14	
	p-valor	0,9369 <i>NS</i>	0,0002**			
	C.V (%)	3,16		Test. (K.S) ($\alpha=0,05$)		0,924 <i>NS</i>
	R ²	0,88		Test. Levene ($\alpha=0,05$)		0,101 <i>NS</i>

** : Altamente significativo

NS : No significativo

R² : Coeficiente de determinación

K.S : Kolmogorov-Smirnov

PFP : Peso fresco de planta

PFR : Peso fresco radicular

PFF : Peso fresco del follaje

VR : Volumen radicular

PSP : Peso seco de la planta

PSR : Peso seco radicular

PSF : Peso seco del follaje

HP : Humedad de planta

HR : Humedad radicular

HF : Humedad del follaje

En la diferencia de tratamientos encontramos que el DGC con un $\alpha=0,05$ comparación de medias (Tabla 20), para el caso de PFP el tratamiento T₇ (*M. oleifera* 20% + N-P-K) obtuvo el mayor peso 1106,03 g; superando significativamente al testigo T₁ con 129,05 g. Este incremento se atribuye al rico contenido de zeatina (citoquinina) en extracto de *M. oleifera* y los fertilizantes sintéticos (N-P-K), generando mayor PFP debido a una división celular y expansión de tejidos (Pusta y Macusi, 2024). Se reportaron que la combinación de extracto de *M. oleifera* con N-P-K (15-15-15) mejoró significativamente el PFP de *C. annuum* debido a la zeatina presente en *M. oleifera* (Weerasingha y Harris, 2022).

Siguiendo con el PFR según prueba DGC con un $\alpha=0,05$, de acuerdo a la comparación de medias tenemos el T₇ (*M. oleifera* 20 % + N-P-K), T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) y T₃ (*M. oleifera* 11 %) mostraron los mayores pesos frescos radiculares con 71,40; 70,36 y 56,58 g sin diferencia estadística entre ellos (Tabla 20), pero superiores al resto de tratamientos, principalmente del testigo T₁ con 17,05 g; como se puede apreciar el extracto de *M. oleifera* al 11 % solo y en combinación con los fertilizantes en una dosis de 20 y 11 % genero una expansión radicular igual. En plantas de *C. chinense* cultivadas en macetas, se encontró un PFR más relevante en plantas con una dosis al 10 % solo de extracto de *M. oleifera* (Weerasingha y Harris, 2022). De manera similar se encontró en condiciones de invernadero el extracto al 1:10 (9,09 %) fue mejor en PFR (Mehdawe et al., 2023). En otros cultivos como *Helianthus annuus* L.(girasol) cultivados en macetas, la mayor dosis al 50 % de extracto de *M. oleifera* con fertilizantes, fosfato diamónico (DAP) (18-46-0) y sulfato de potasio SOP (0-0-41-18), generaron PFR superior al resto (Iqbal et al., 2020)

Para el caso de PFF (Tabla 20), con DGC $\alpha = 0,05$ en comparación de medias siguió un patrón similar al PFP, teniendo T₇ (*M. oleifera* 20 % + N-P-K) con 1034,63 g estadísticamente significativo al resto de tratamientos. Una de las condiciones para generar un buen PFF es por extracto *M. oleifera* por contener compuestos fenólicos, ascorbatos, potasio(K) y calcio (Ca) que corrigen deficiencias nutricionales y promueven el crecimiento vegetativo (Abdalla, 2013). Biswas (2020), reportó que la aplicación de extracto de *M. oleifera* en concentraciones de 50 ml cercano a 20 % (40 ml) aumentó significativamente el número de hojas y PFF en tomate *S. lycopersicum*, indicado la combinación con fertilización N-P-K potencia el desarrollo foliar al garantizar disponibilidad de nitrógeno para síntesis de clorofila y aminoácidos.

En el VR, según la prueba DGC con $\alpha = 0,05$ (Tabla 20), la comparación de medias reveló que los tratamientos T₇ (*M. oleifera* 20 % + N-P-K), T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) y T₃ (*M. oleifera* 11 %), con valores de 79,88; 78,50 y 62,00 cm³ respectivamente,

superaron significativamente al resto de tratamientos. Este incremento se relaciona con la capacidad del extracto de *M. oleifera* para estimular la ramificación radicular y el desarrollo de pelos absorbentes (L. Ortiz et al., 2017). En pimiento, el mayor volumen radicular se concentra en los primeros 20-30 cm de profundidad, donde la aplicación de bioestimulantes favorece VR (Chemweno et al., 2025). La zeatina presente en *M. oleifera* promueve la división celular en ápices radiculares, incrementando tanto la longitud como el VR, fundamental para optimizar la absorción de agua y nutrientes (Ortiz Rocha, 2017).

Continuando con PSP prueba DGC con $\alpha = 0,05$ (Tabla 20), según la comparación de medias el T₇ (*M. oleifera* 20 % + N-P-K) registró 279,94 g presento valores significativos altos al resto de tratamientos. La combinación de extracto de *M. oleifera* al 10 % con N-P-K maximizo la producción PSP al incrementar la eficiencia fotosintética mediante citoquininas que retrasan la senescencia foliar y mantienen niveles óptimos de clorofila, además de garantizar disponibilidad de macronutrientes para síntesis de compuestos estructurales (Weerasingha y Harris, 2022). También se presentaron dosis mas bajas de *M. oleifera* de 4 % sin la aplicación de fertilizantes presentando mejores valores en PSP (M. E. Ahmed et al., 2020)

De manera siguiente el PSR con DGC($\alpha = 0,05$) (Tabla 20), los T₆ (29,61 g) y T₇ (27,36 g) con extracto de *M. oleifera* 11 y 20 % en combinación con N-P-K, alcanzaron las mayores diferencias significativa. La aplicación de extracto de *M. oleifera* estimula el desarrollo radicular mediante citoquininas que promueven la diferenciación celular y formación de raíces secundarias (Mashamaite et al., 2022). Igualmente, el PSF se observó en T₇ (252,29 g) evidencio el efecto positivo de las concentraciones 20 % de *M. oleifera* combinadas con fertilización sintética(N-P-K). Se reporto que PSF refleja la acumulación de materia orgánica producto de la actividad fotosintética (Yahia y Carrillo-Lopez, 2018). A si mismo el rico contenido en *M. oleifera* de citoquininas incrementaron significativamente la biomasa vegetativa de *S. lycopersicum* a una dosis de 96 % de *M. oleifera* extraído a base de agua (T. Hoque et al., 2021).

Seguidamente la humedad según DGC $\alpha = 0,05$ (Tabla 20), se presentó en HP los T₆, T₇, T₅ y T₈ con los valores 75,62; 74,74; 72,82 y 71,47 %, con extracto de *M. oleifera* 11, 20 y 3 % en combinación con N-P-K y fertilizante solo, son estadisticamnete superiores al resto de tratamientos, los datos mantiene un HP > 71 % indicando mejor estado hídrico dentro del rango normal para herbáceas (70 a 85 %) (Ievinsh, 2023).

Tabla 20. Prueba DGC ($\alpha= 0,05$); de mediciones de biomasa y contenido hídrico en plantas de *C. chinense* evaluados a 158 DDT.

	Trat	T ₇	T ₆	T ₃	T ₈	T ₅	T ₄	T ₂	T ₁
PFP (g)	\bar{X}	1106,03	911,16	438,44	395,73	389,16	337,55	322,18	129,05
	$\pm E.E$	$\pm 63,24$	$\pm 63,24$	$\pm 63,24$	$\pm 63,24$	$\pm 63,24$	$\pm 63,24$	$\pm 63,24$	$\pm 63,24$
	Sig.	a	b	c	c	c	c	c	d
PFR (g)	\bar{X}	71,40	70,36	56,58	38,24	37,86	35,21	29,73	17,05
	$\pm E.E$	$\pm 6,08$	$\pm 6,08$	$\pm 6,08$	$\pm 6,08$	$\pm 6,08$	$\pm 6,08$	$\pm 6,08$	$\pm 6,08$
	Sig.	a	a	a	b	b	b	b	c
PFF (g)	\bar{X}	1034,63	840,80	381,86	366,00	353,95	299,31	284,31	112,00
	$\pm E.E$	$\pm 58,24$	$\pm 58,24$	$\pm 58,24$	$\pm 58,24$	$\pm 58,24$	$\pm 58,24$	$\pm 58,24$	$\pm 58,24$
	Sig.	a	b	c	c	c	c	c	d
VR (cm ³)	\bar{X}	79,88	78,50	62,00	46,13	42,50	41,38	34,13	21,00
	$\pm E.E$	$\pm 5,82$	$\pm 5,82$	$\pm 5,82$	$\pm 5,82$	$\pm 5,82$	$\pm 5,82$	$\pm 5,82$	$\pm 5,82$
	Sig.	a	a	a	b	b	b	b	c
PSP (g)	\bar{X}	279,94	220,63	133,53	112,35	107,98	103,58	103,43	44,45
	$\pm E.E$	$\pm 16,41$	$\pm 16,41$	$\pm 16,41$	$\pm 16,41$	$\pm 16,41$	$\pm 16,41$	$\pm 16,41$	$\pm 16,41$
	Sig.	a	b	c	c	c	c	c	d
PSR (g)	\bar{X}	29,61	27,36	21,59	15,69	15,14	14,39	13,58	7,70
	$\pm E.E$	$\pm 2,14$	$\pm 2,14$	$\pm 2,14$	$\pm 2,14$	$\pm 2,14$	$\pm 2,14$	$\pm 2,14$	$\pm 2,14$
	Sig.	a	a	b	c	c	c	c	d
PSF (g)	\bar{X}	252,29	191,01	111,94	97,21	93,59	89,85	89,17	36,75
	$\pm E.E$	$\pm 14,42$	$\pm 14,42$	$\pm 14,42$	$\pm 14,42$	$\pm 14,42$	$\pm 14,42$	$\pm 14,42$	$\pm 14,42$
	Sig.	a	b	c	c	c	c	c	d
HP (%)	\bar{X}	75,62	74,74	72,86	71,47	68,75	68,36	66,99	65,24
	$\pm E.E$	$\pm 1,51$	$\pm 1,51$	$\pm 1,51$	$\pm 1,51$	$\pm 1,51$	$\pm 1,51$	$\pm 1,51$	$\pm 1,51$
	Sig.	a	a	a	a	b	b	b	b
HR (%)	\bar{X}	62,00	61,80	61,46	61,21	57,17	57,11	53,75	47,78
	$\pm E.E$	$\pm 2,56$	$\pm 2,56$	$\pm 2,56$	$\pm 2,56$	$\pm 2,56$	$\pm 2,56$	$\pm 2,56$	$\pm 2,56$
	Sig.	a	a	a	a	a	a	a	b
HF (%)	\bar{X}	77,15	75,68	74,04	73,45	69,79	69,10	67,73	67,10
	$\pm E.E$	$\pm 1,43$	$\pm 1,43$	$\pm 1,43$	$\pm 1,43$	$\pm 1,43$	$\pm 1,43$	$\pm 1,43$	$\pm 1,43$
	Sig.	a	a	a	a	b	b	b	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos EE : Error experimental % : Porcentaje
 Sig : Significativo \bar{X} : Media g : Gramos

PFP : Peso fresco de planta PSP : Peso seco de la planta HP : Humedad de planta
 PFR : Peso fresco radicular PSR : Peso seco radicular HR : Humedad radicular
 PFF : Peso fresco del follaje PSF : Peso seco del follaje HF : Humedad del follaje
 VR : Volumen radicular

T₂ : *M. oleifera* (3 %) T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K T₁ : Testigo
 T₃ : *M. oleifera* (11 %) T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K T₈ : N-P-K
 T₄ : *M. oleifera* (20 %) T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K

En esa misma línea la HR se tuvo que T₈ (47,78 %) con N-P-K solo, fue significativamente diferente, mientras los tratamientos T₄, T₃, T₇, T₅, T₂, T₆ y T₁ extracto de *M. oleifera* solo o combinado con fertilizantes (N-P-K), mantuvieron valores más estables sugiriendo mejor capacidad de retención hídrica, finalmente la HF presentó que los tratamientos T₆, T₇, T₅ y T₈ registrados con 77,15; 75,68; 74,04 y 73,45 son superiores estadísticamente manteniéndose dentro del rango óptimo para hortalizas (70 a 85 %) (Ievinsh, 2023). El extracto de *M. oleifera* mejoró el estado hídrico vegetal mediante zeatina, optimizando transporte vascular, transpiración estomática y procesos fotosintéticos. (Mashamaite et al., 2022).

De acuerdo al contenido total de la planta los T₆ y T₇ presentan los valores más altos de PFP (Figura 27), con medianas superiores a 800 g, siendo T₇ con mayor acumulación de biomasa fresca, mientras que T₁ y T₂ muestran los menores valores con medianas inferiores a 400 g, el PSP sigue un patrón similar con T₆ y T₇ superando los 200 g, el porcentaje de HP se mantiene relativamente constante entre 72 a 76 % en los tratamientos aplicados con extracto de *M. oleifera* combinado con los fertilizantes y fertilizantes solo, mientras en los tratados solos con el extracto y testigo 67 a 70 % con ligeras variaciones, lo que sugiere que los tratamientos con extracto de *M. oleifera* y fertilización (N-P-K) incrementan la biomasa sin alterar significativamente la proporción de agua en los tejidos, lo contrario ocurre cuando solo se aplica el extracto de *M. oleifera*, manteniendo baja humedad. De manera similar ocurre con el follaje (Figura 27), el PFF muestra que los tratamientos T₆ y T₇ alcanzan valores superiores a 700 g con medianas que superan esta marca, destacándose como los más efectivos para promover el crecimiento vegetativo aéreo, mientras que T₁ y T₂ presentan las menores acumulaciones con medianas cercanas a 300 g, el PSF refleja esta tendencia con T₆ y T₇ sigue, superando los 180 g, el porcentaje de HF oscila entre 74 a 78 % en los tratamientos aplicados con extracto de *M. oleifera* combinado con los fertilizantes y fertilizantes solo, mientras en los tratados solos con el extracto y testigo 67 a 71 % con ligeras variaciones.

Como se puede apreciar la planta y el follaje tiene un crecimiento mejor en los T₆ y T₇, manteniendo una buena relación de extracto de *M. oleifera* y fertilizante, que permite una mejor peso fresco y seco de los órganos, manteniendo la consistencia como también la humedad. Concordando con el ensayo presentado en plantas de *C. annuum*, que fueron mejores los tratamientos con fertilizantes y extracto sin presentar diferencias entre ellos, a comparación de el extracto solo que fue relevante la dosis al 10 % (Weerasingha y Harris, 2022).

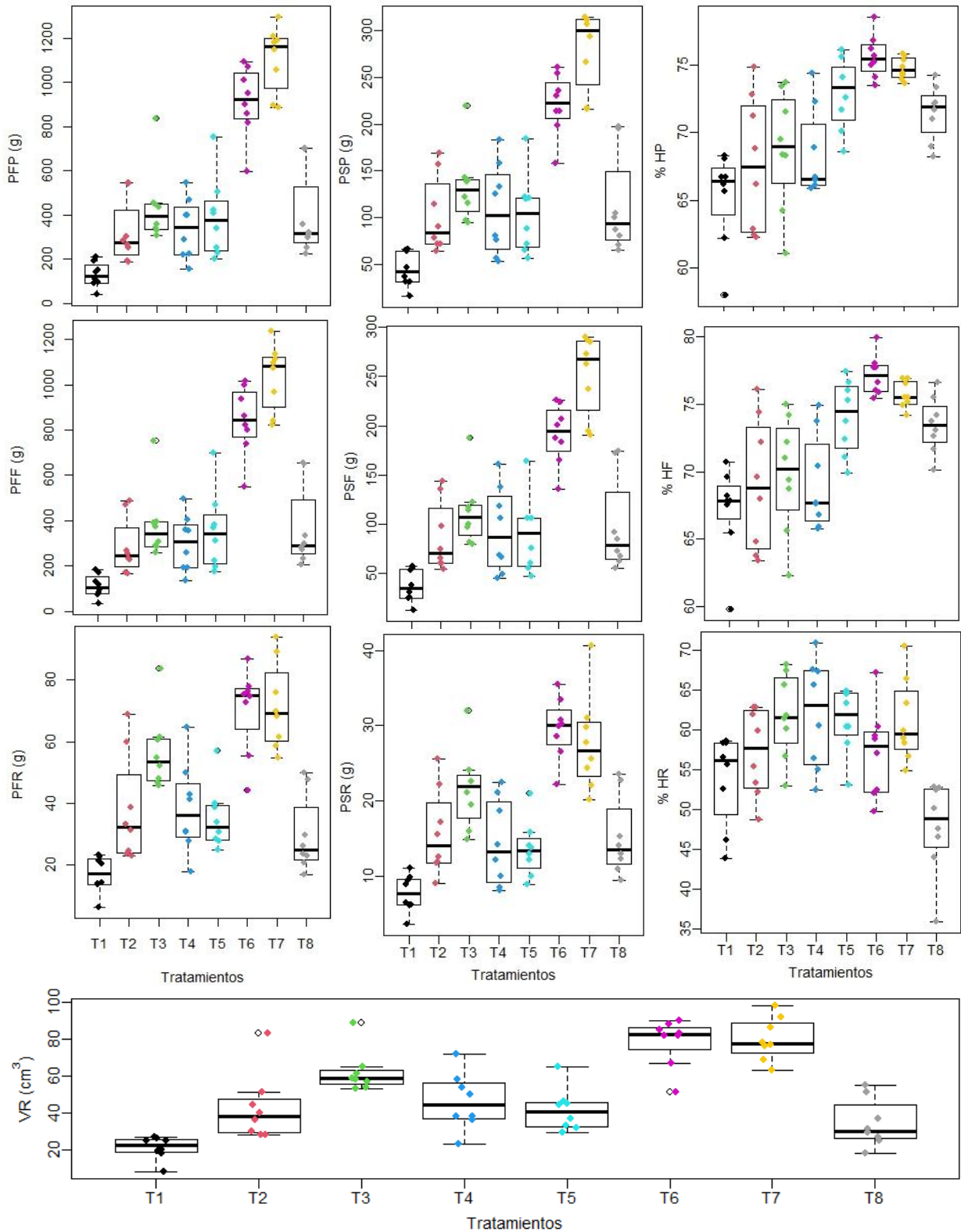


Figura 27. Distribución de cajas y bigotes del peso fresco de planta (PFP), peso fresco raíz (PFR), peso fresco del follaje (PFF), volumen raíz (VR), peso seco de planta (PSP), peso seco raíz (PSR), peso seco del follaje (PSF), humedad de la planta (HP), humedad raíz (HR) y humedad del follaje (HF) en ocho tratamientos de plantas de *C. chinense*.

En la parte radicular tenemos que PFR evidencia que T₆ y T₇ son los tratamientos con mayor desarrollo radicular (Figura 27), presentando medianas cercanas a 70 a 80 g, seguidos por T₃ y T₄ con valores intermedios alrededor de 50 g, el PSR mantiene esta jerarquía con T₆ y T₇ superando los 25 g, el porcentaje de HR varía entre 48 a 65 % siendo T₃, T₄ y T₅ los que presentan mayor contenido hídrico radicular con medianas cercanas al 68 %, el VR corrobora este patrón con T₆ y T₇ alcanzando valores superiores a 80 cm³, esto demuestra que las concentraciones más altas de extracto de *M. oleifera* con fertilización sintética promueven un sistema radicular más robusto, voluminoso e hidratado, fundamental para la absorción de nutrientes y anclaje de la planta. El contenido de humedad se presenta de manera representativa tanto para plantas tratadas con extracto de *M. oleifera* y combinadas con fertilizantes N-P-K, los fertilizantes por sí solos no pueden retener buen contenido hídrico, sino que necesariamente los biostimulantes son necesarios para un buen flujo de la sabia y actividad fisiológica (Ievinsh, 2023).

La manera como influyeron las dosis del extracto de *M. oleifera* en el PFP sin N-P-K ($R^2 = 0,955$) y con N-P-K ($R^2 = 0,953$) muestra ajustes excelentes evidenciando que las dosis crecientes de extracto (0, 3, 11 y 20 %) incrementan el peso fresco hasta un punto óptimo intermedio entre 11 y 20 % (Figura 28), la fertilización sintética eleva significativamente la intercepción inicial pero ambos sistemas responden similarmente al extracto, el PSP presenta R^2 de 0,934 sin fertilizante y 0,951 con fertilizante mostrando que la combinación con N-P-K produce el mejor ajuste y mayor acumulación de materia seca, mientras que la HP con R^2 de 0,99 sin N-P-K y 0,994 con N-P-K demuestra que el contenido hídrico aumenta levemente con las dosis de extracto.

Siguiendo con la descripción dosis tenemos que PFF evidencia un R^2 de 0,947 sin N-P-K y 0,952 con N-P-K, ambos tratamientos responden de manera similar a las dosis crecientes de extracto con comportamiento cuadrático, siendo el sistema con fertilizante sintético ligeramente superior en ajuste, el PSF presenta R^2 de 0,913 sin N-P-K y solo 0,960 con N-P-K indicando que el sistema orgánico sin fertilización química tiene una respuesta baja a las dosis de extracto, la HF con R^2 de 0,968 sin N-P-K y 0,926 con N-P-K demuestra que la fertilización sintética estabiliza mejor el contenido hídrico foliar manteniéndose.

Se manifiesta un mejor ajuste cuadrático en los T₂, T₃ y T₄ que solo se aplicó extracto de *M. oleifera*, explicando de una mejor manera la dosis perfecta para aplicaciones en cultivos orgánicos sin la presencia de fertilizantes N-P-K, pero con biomasa promedia (Yasmeen, 2011).

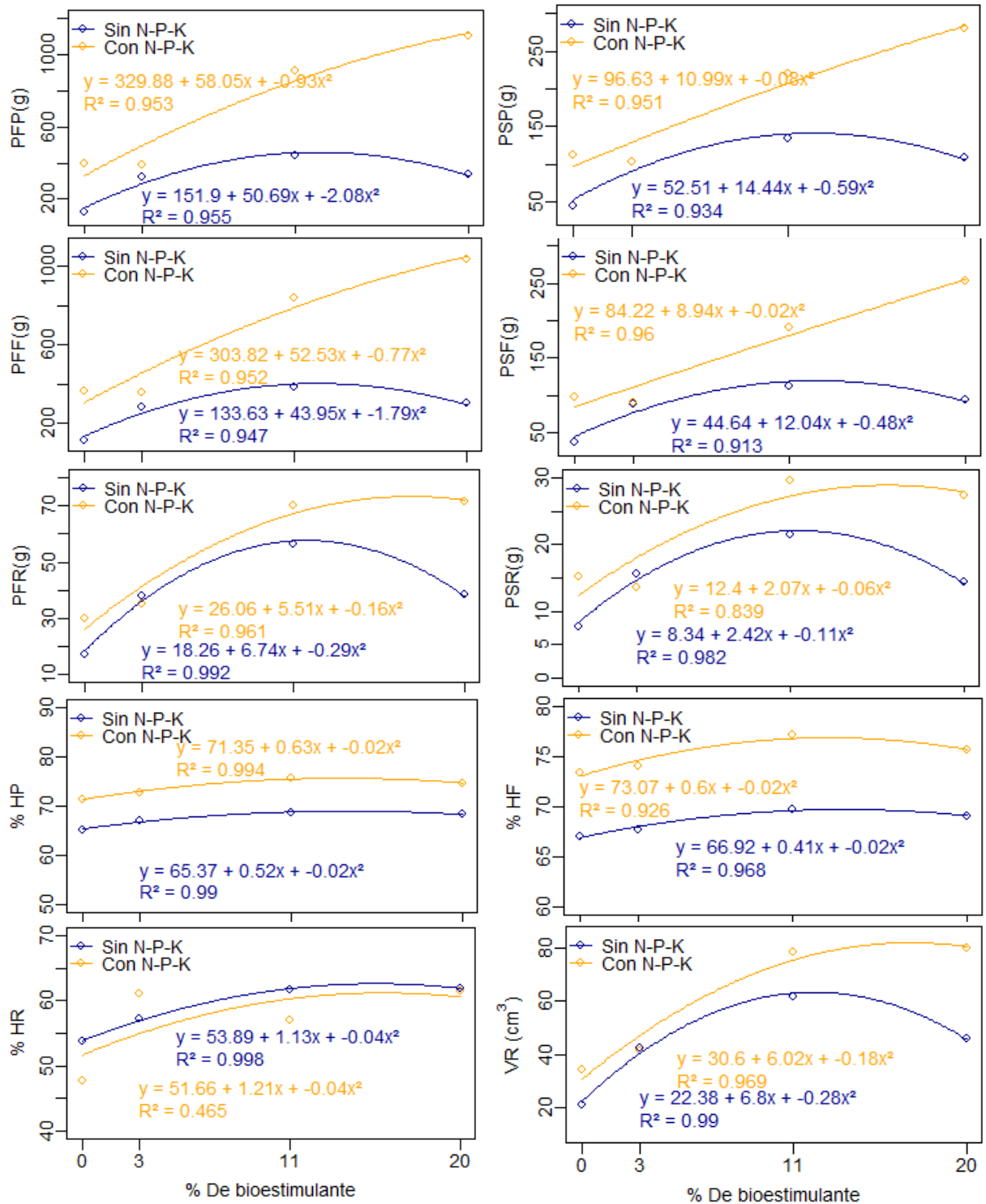


Figura 28. Regresión polinómica de peso fresco de planta (PFP), peso fresco raíz (PFR), peso fresco del follaje (PFF), volumen raíz (VR), peso seco de planta (PSP), peso seco raíz (PSR), peso seco del follaje (PSF), humedad de la planta (HP), humedad raíz (HR) y humedad del follaje (HF) en ocho tratamientos de plantas de *C. chinense*.

Tabla 21. Derivadas de las funciones cuadráticas de PFP, PSP, HP, PFF, PSF, HF, PFR, PSR, HR y VR, para encontrar dosis de extracto de *M. oleifera* con N-P-K y sin N-P-K.

Variables	Función	Derivada	Con NPK	Sin NPK
PFP	f(x)	---	$-0,93x^2 + 58,05x + 329,88$	$-2,08x^2 + 50,69x + 151,90$
	---	$f'(x) = 0$	31,21	12,19
PSP	f(x)	---	$-0,08x^2 + 10,99x + 96,63$	$-0,59x^2 + 14,44x + 52,51$
	---	$f'(x) = 0$	68,69	12,24
HP	f(x)	---	$-0,02x^2 + 0,63x + 71,35$	$-0,02x^2 + 0,52x + 65,37$
	---	$f'(x) = 0$	15,75	13,0
PFF	f(x)	---	$-0,77x^2 + 52,53x + 303,82$	$-1,79x^2 + 43,95x + 133,63$
	---	$f'(x) = 0$	34,11	12,28
PSF	f(x)	---	$-0,02x^2 + 8,94x + 84,22$	$-0,48x^2 + 12,04x + 44,64$
	---	$f'(x) = 0$	223,50	12,54
HF	f(x)	---	$-0,02x^2 + 0,6x + 73,07$	$-0,02x^2 + 0,41x + 66,92$
	---	$f'(x) = 0$	15,0	10,25
PFR	f(x)	---	$-0,16x^2 + 5,51x + 26,06$	$-0,29x^2 + 6,74x + 18,26$
	---	$f'(x) = 0$	17,22	11,62
PSR	f(x)	---	$-0,06x^2 + 2,07x + 12,4$	$-0,11x^2 + 2,42x + 8,34$
	---	$f'(x) = 0$	17,25	11,0
HR	f(x)	---	$-0,04x^2 + 1,21x + 51,66$	$-0,04x^2 + 1,13x + 53,89$
	---	$f'(x) = 0$	15,12	14,12
VR	f(x)	---	$-0,18x^2 + 6,02x + 30,6$	$-0,28x^2 + 6,8x + 22,38$
	---	$f'(x) = 0$	16,72	12,14
Promedio dosis			45,46 (CN)	12,138

NC : No corresponde

f(x) : Y

f'(x) : Y'

PFP :Peso fresco de planta

PSP : Peso seco de la planta

HP :Humedad de planta

PFR :Peso fresco radicular

PSR : Peso seco radicular

HR :Humedad radicular

PFF :Peso fresco del follaje

PSF : Peso seco del follaje

HF :Humedad del follaje

VR :Volumen radicular

La respuesta de dosis en PFR presenta R^2 de 0,992 sin N-P-K y 0,961 con N-P-K mostrando ajustes muy buenos en ambos sistemas (Figura 28), sin embargo el sistema sin fertilizante sintético responde de manera más consistente a las dosis de extracto alcanzando mayores valores en las dosis intermedias a altas debido a los coeficientes lineales más bajos pero con menor efecto cuadrático negativo, en PSR tenemos un R^2 de 0,982 sin N-P-K y 0,839 con N-P-K, de esta manera se puede ver que la fertilización sintética combinada con el extracto de *M. oleifera* produce la mejor respuesta en acumulación de materia seca radicular, por otro lado la HR con R^2 de 0,998 sin N-P-K y 0,465 con N-P-K se puede decir que el sistema sin fertilizante mantiene mejor la estabilidad hídrica radicular, como podemos ver el VR con R^2 de 0,969 y 0,990 muestra respuestas excelentes en ambos sistemas alcanzando valores máximos con las mayores dosis del extracto especialmente cuando se combina con N-P-K. El extracto

líquido de *M. oleifera* presenta abundantes ascorbatos, compuestos fenólicos, K y Ca, conformando una mezcla equilibrada con zeatina que estimula el crecimiento y la regeneración vegetal (Yasmeen, 2011).

En la búsqueda de una dosis adecuada (Tabla 21), los resultados evidencian un comportamiento diferente de las variables según la presencia o ausencia de fertilización N-P-K, donde las dosis óptimas con N-P-K presentan valores marcados como "No Corresponde" (NC) al sobrepasar el rango experimental establecido (0 a 20 %), indicando que las funciones en este tratamiento tienden a comportarse más como lineales positivas que cuadráticas, específicamente en PFP (31,21 %), PSP (68,69 %), PFF (34,11 %) y PSF (223,50 %), sugiriendo que la respuesta continúa incrementándose sin alcanzar un punto máximo dentro del rango evaluado, mientras que sin N-P-K todas las variables muestran dosis óptimas dentro del rango experimental con un promedio de 12,14 % de extracto de *M. oleifera*, exhibiendo comportamientos cuadráticos bien definidos con puntos de inflexión claros, lo cual sugiere que la ausencia de fertilización sintética permite una mejor expresión de la actividad bioestimulante del extracto de *M. oleifera* en dosis moderadas, alcanzando máximos biológicos a concentraciones inferiores comparadas con los tratamientos fertilizados que requeriría dosis superiores para optimizar la respuesta vegetativa. Los modelos cuadráticos describen frecuentemente respuestas agronómicas que incrementan hasta un óptimo y luego decrecen, reflejando patrones comunes en fenómenos naturales agrícolas (Gomez y Gomez, 1984).

4.2. Rendimiento y calidad

4.2.1. Número, peso, longitud y diámetro de frutos por planta y calidad de frutos comerciales de primera, segunda y tercera

La tabulación de los datos de producción correspondientes a cinco cosechas realizadas a los 109, 121, 133, 145 y 157 (DDT) (Anexos: Tablas 51, 52, 53 y 54) el cálculo de la calidad de frutos tuvo que ver con el mercado y su preferencia física, de esta manera se seleccionaron frutos de acuerdo al diámetro que es la parte más larga teniendo de primera (> 55 mm), segunda (55 a 40 mm) y tercera (< 40 mm), se realizaron los análisis preliminares de normalidad, empleando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk según el número de observaciones, así como la prueba de Levene para homogeneidad de varianzas. Si bien en la evaluación de la calidad tercera los resultados permitieron realizar un análisis paramétrico no significativo (NS), en la mayoría de las variables predominó el incumplimiento de supuestos de normalidad y homogeneidad $p > 0,05$ en todas las evaluaciones (Tabla 22), por lo que se justificó el uso de pruebas no paramétricas. Esta decisión se sustenta

en las recomendaciones de Machado y Rodríguez-Balza (2019), quienes proponen la aplicación de métodos no paramétricos cuando los supuestos de los análisis no se cumplen.

El análisis estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis revela hallazgos relevantes sobre las variables productivas y de calidad en *C. chinense* (Tabla 22), se destacó una alta significancia estadística p-valor $<0,05$ detectada por la prueba en la suma total para número y peso de fruto y promedio total de longitud y diámetro, con valores de Chi cuadrado superiores a 74, evidenciando que los tratamientos aplicados generaron diferencias marcadas y consistentes entre grupos, el resultado es particularmente robusto al manifestarse en todas las variables simultáneamente, indicando un efecto del extracto de *M. oleifera* y la fertilización N-P-K sobre la producción y calidad de frutos. McKight y Najab (2010) señalan que la prueba de Kruskal-Wallis es un procedimiento diseñado para ser sensible en pruebas de diferencias entre medias de tratamiento, constituyendo una alternativa no paramétrica robusta al análisis de varianza usual, lo que valida la metodología empleada en esta investigación.

Un segundo aspecto resaltante es el comportamiento diferenciado de la calidad de frutos, teniendo que los frutos de primera y segunda calidad mostraron diferencias altamente significativas en todas las variables p-valor $<0,05$ (Tabla 22), el peso de fruto alcanzó el valor de Chi cuadrado más elevado (258,39), sugiriendo que los tratamientos impactaron especialmente en esta característica para frutos premium. Los frutos de segunda calidad presentaron los valores de Chi cuadrado más altos para longitud (333,88) y diámetro (330,25), mientras que los de tercera calidad, aunque significativos p-valor $<0,0256$ en número de frutos y un Chi cuadrado superior en longitud de frutos 88,86. Cuando el valor del estadístico H es mayor que el valor crítico de Chi-cuadrado, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que al menos uno de los grupos tiene una distribución diferente, lo cual refuerza la idea de que las muestras provienen de poblaciones diferentes (González Torruco, 2000).

Los autores señalan que valores altos de chi cuadrado indican que existen grandes diferencias entre los rangos de las muestras, lo que refuerza la evidencia de que las muestras provienen de tratamientos diferentes (Escrura, 1998).

Tras aplicar la prueba de Kruskal-Wallis y detectar diferencias significativas, se realizaron pruebas de comparaciones múltiples post hoc de acuerdo con el método de Siegel y Castellan (SC) con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ (Tabla 23), obteniéndose los siguientes resultados para el número de frutos, reveló que los tratamientos con extracto de *M. oleifera* combinados con fertilización química N-P-K superaron significativamente al testigo y a los tratamientos individuales.

Tabla 22. Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis con ($\alpha = 0,05$); para número de frutos, peso de frutos(g) , longitud de frutos(mm) y diámetro de frutos (mm) por plantas evaluados cinco veces y calidad de frutos de primera segunda y tercera en plantas de *C. chinense*.

Eval./Supuestos	Número de frutos		Peso de fruto		Longitud de fruto		Diámetro de fruto	
	Chi cuadrado	p-valor	Chi cuadrado	p-valor	Chi cuadrado	p-valor	Chi cuadrado	p-valor
Total	94,47	<0,0001**	107,15	<0,0001**	81,07	<0,0001**	74.99	<0,0001**
Test. (K.S) ($\alpha =0,05$)		0,0342*		0,1432 NS		0,1097 NS		0,0040**
Test. Levene ($\alpha =0,05$)		<0,0001**		<0,0001**		<0,0001**		0,0045**
Primera	26,34	0,0004**	258,39	<0,0001**	24,12	0,0011**	37.09	<0,0001**
Test. (K.S) ($\alpha =0,05$)		---		0,106NS		0,033*		0,117NS
Test. (S.W) ($\alpha =0,05$)		0,1165 NS		---		---		---
Test. Levene ($\alpha =0,05$)		0,3198 NS		<0,0001**		0,2114NS		<0,0001**
Segunda	22,52	0,0021**	111,81	<0,0001**	333,88	<0,0001**	330.25	<0,0001**
Test. (K.S) ($\alpha =0,05$)		---		0,103NS		0,028*		0,068NS
Test. (S.W) ($\alpha =0,05$)		0,04516*		---		---		---
Test. Levene ($\alpha =0,05$)		0,7779 NS		<0,0001**		0,9773NS		<0,0001**
Tercera	15,92	0,0256*	35,20	<0,0001**	88,86	<0,0001**	26.75	0,0004**
Test. (K.S) ($\alpha =0,05$)		---		0,128NS		0,055NS		0,170NS
Test. (S.W) ($\alpha =0,05$)		0,1963 NS		---		---		---
Test. Levene ($\alpha =0,05$)		0,5796 NS		<0,0001**		0,0023**		0,0082*

Los grados de libertad tanto para la prueba de Kruskal-Wallis y supuestos de normalidad Kolmogotov Smirnov y Shapiro willk, como también para supuesto de homogeneidad de varianza Levene fue de 7.

- * : Significativo
- ** : Altamente significativo
- NS : No significativo
- Eval : Evaluaciones
- K.S : Kolmogotov Smirnov
- S.W : Shapiro willk

El T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK) alcanzó la media más alta con 82,31 frutos por planta, seguido del T₃ (*M. oleifera* 11 %) con 66,44 frutos, ambos estadísticamente superiores según los rangos promedios de 112,03 y 98,06 respectivamente. Weerasingha y Harris (2022) encontraron que la aplicación foliar de extracto de *M. oleifera* al 10 % incrementó significativamente la producción de frutos en *C. annuum*, resultados que respaldan la efectividad observada en el T₆ y T₃. Esta respuesta sinérgica entre bioestimulante orgánico y fertilización química coincide con investigadores que reportaron incrementos del 57,08 % en rendimiento de *Lycopersicon esculentum* Mill. (tomate), al combinar ambas estrategias, atribuyendo este efecto al alto contenido de zeatina en *M. oleifera* (T. Biswas, 2020). De manera similar se verificaron un mayor número de frutos a dosis de 1:10 (9,09 %); solo la aplicación del extracto de *M. oleifera* (Mehdawe et al., 2023). También se registraron buenos rendimientos de número de frutos de *C. annuum* en 1:20 (4,76 %) aplicación cada dos semanas de extracto de *M. oleifera* (Aluko, 2016).

En calidad frutos, se muestra los tratamientos T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK) y T₅ (*M. oleifera* 3 % + NPK) destacaron en la producción de frutos de primera con medias de 156,25 y 129,75 respectivamente, sin diferencias estadísticas entre ellos (rangos promedios 28,25 y 26,75) (Tabla 23). Esta calidad comercial se atribuye a la respuesta del extracto de *M. oleifera* extracto de *M. oleifera* de las citoquininas presentes en *M. oleifera*, específicamente la zeatina, que incrementa hasta seis veces la biodisponibilidad de nutrientes y optimiza el transporte de energía hacia los órganos reproductivos, favoreciendo el desarrollo de frutos con dimensiones comerciales superiores (Mashamaite et al., 2022) . Se reportaron que la aplicación de extracto de *M. oleifera* mejoró significativamente la calidad física del fruto en solanáceas debido al alto contenido de nutrientes minerales como K, Ca, hierro(Fe), zinc (Zn) y P, elementos cruciales para el desarrollo del pericarpio y firmeza del fruto (Nasir et al., 2020). Investigaciones recientes en pimiento confirman que los bioestimulantes a base de extractos vegetales incrementan tanto el peso como el diámetro de frutos comerciales, concordando con los resultados del T₆ que combinó eficientemente *M. oleifera* al 11 % con NPK

Siguiendo con frutos de segunda calidad, los tratamientos T₆, T₃ y T₇ (*M. oleifera* 20 % + NPK) obtuvieron las medias más altas con 165,00, 162,00 y 159,25 respectivamente (Tabla 23), sin diferencias significativas entre ellos según rangos promedios de 25,00, 26,00 y 23,25. Esta distribución homogénea en la categoría intermedia sugiere que las concentraciones de *M. oleifera* entre 11 y 20 %, tanto solas como combinadas con NPK, mantienen niveles productivos consistentes en frutos de calidad comercial aceptable. Estudios en *C. annuum* chile serrano evaluando concentraciones de 25 , 50 y 75 % de extracto de *M.*

oleifera (extracción realizada con agua), reportaron que todas las dosis superaron al tratamiento químico en variables de producción, respaldando la efectividad de las concentraciones medias-altas observadas en T₃ y T₇ para mantener calidad comercial en categoría secundaria (Tapia Alamilla, 2025). Como ultimo tenemos a los números de frutos de tercera calidad encontrando T₈ (N-P-K sintético) tuvo la media más alta en frutos con 53,00, significativamente superior a los tratamientos con *M. oleifera* según rango promedio de 28,63; este comportamiento contrario a las categorías superiores indica que la fertilización química, aunque promueve alta fructificación total, genera mayor proporción de frutos fuera de especificaciones comerciales óptimas. Investigaciones en *S. lycopersicum* y *Basella albatomate* L. (espinaca) reportaron que fertilización orgánica de 1: 0,31 (96,89 %) *M. oleifera* (extracción con agua), combinada con fertilizantes químicos mejoró no solo el rendimiento sino también las variables de calidad del fruto (T. Hoque et al., 2021). Por otra parte se encontró que extractos acuosos de *M. oleifera* ejercieron efectos bioestimulantes superiores a reguladores sintéticos en cultivos hortícolas (Pérez-Gómez et al., 2019).

Tabla 23. Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para número total de frutos por planta después de las cinco cosechas realizadas y calidad de los frutos por tratamiento.

	Trat	T ₆	T ₃	T ₇	T ₂	T ₈	T ₄	T ₅	T ₁
Σ Total	Media	82,31	66,44	63,38	51,19	42,25	41,56	40,50	16,75
	R.P	112,03	98,06	88,25	70,44	47,13	46,78	44,81	8,5
	Sig	a	a	ab	bc	c	c	c	d
Σ Primera	Trat	T ₆	T ₅	T ₃	T ₇	T ₂	T ₄	T ₁	T ₈
	Media	156,25	129,75	97,25	78,00	49,00	38,75	24,75	22,75
	R.P	28,25	26,75	22,5	19,88	13,25	10,25	5,75	5,38
Σ Segunda	Trat	T ₆	T ₃	T ₇	T ₂	T ₅	T ₄	T ₈	T ₁
	Media	165,00	162,00	159,25	131,00	106,75	106,50	93,25	30,00
	R.P	25,00	26,00	23,25	20,25	13,00	12,50	9,50	2,50
Σ Tercera	Trat	T ₈	T ₅	T ₂	T ₄	T ₇	T ₁	T ₃	T ₆
	Media	53,00	31,00	24,75	21,75	16,50	11,50	9,50	7,50
	R.P	28,63	23,63	19,50	16,00	14,50	12,25	9,50	8,00
	Sig	a	ab	abc	abc	bc	bc	c	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos.

Sig : Significativo

R.P : Rango promedio

F.P : Frutos por planta

T₁ : Testigo

T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K

T₂ : *M. oleifera* (3 %) T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K

T₃ : *M. oleifera* (11 %) T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K

T₄ : *M. oleifera* (20 %) T₈ : N-P-K

El efecto de los tratamientos con extracto de *M. oleifera* y la fertilización N-P-K sobre el número de frutos por planta y su clasificación por calidad en *C. chinense* (Figura 29). El diagrama de cajas y bigotes permite visualizar la tendencia central y la variabilidad de la producción bajo cada tratamiento (T₁ a T₈); se observa que los tratamientos que incluyen *M. oleifera*, especialmente a dosis intermedias y altas, así como aquellos combinados con N-P-K, desplazan la mediana hacia valores superiores, evidenciando un incremento en la productividad por planta en comparación con el testigo y con el uso exclusivo de N-P-K (Figura 29). El número de frutos por planta, donde T₁ presenta la menor producción con valores cercanos a 15 a 20 frutos por planta, mientras que T₆ alcanza el mayor rendimiento con aproximadamente 80 a 100 frutos por planta, seguido por T₇ y T₃ con valores intermedios a altos, observándose que T₂, T₄, T₅ y T₈ muestran valores intermedios entre 35 y 55 frutos por planta, con T₆ destacando significativamente sobre los demás tratamientos en términos de productividad frutal. Evaluaciones realizadas en extracto de *M. oleifera* en combinación con fertilizante N-P-K se manifestaron lo mejores número de frutos en extractos al 10 % (Weerasingha y Harris, 2022). Una dosis menor de 6 % solo extracto ayudo a un buen cuajado de frutos aumentando la producción (Mahmoud, 2019). Este diagrama también muestra que, además de aumentar el número de frutos, algunos tratamientos tienden a reducir ligeramente la dispersión, lo que sugiere una respuesta más homogénea entre plantas, aspecto agronómicamente deseable porque indica que el manejo aplicado no solo aumenta el rendimiento promedio, sino que también estabiliza la respuesta del cultivo. En condiciones irrigadas, el rendimiento de *Capsicum* tiende a incrementarse cuando se asegura una disponibilidad hídrica suficiente; por ejemplo, en Chile habanero bajo ambiente protegido, la aplicación de 60 % de la humedad aprovechable mejoró el estado hídrico, elevó biomasa y aumentó el rendimiento en comparación con niveles bajos (Embaby y Ibrahim, 2026).

En número de frutos por planta en función de la dosis de *M. oleifera* y la presencia o ausencia de N-P-K, se aprecia con mayor claridad la respuesta dosis efecto, las aplicaciones con *M. oleifera* al 3, 11 y 20 % muestran una tendencia creciente en el número de frutos respecto al testigo, y cuando estas concentraciones se combinan con la fertilización N-P-K (tratamientos T₅, T₆ y T₇), el efecto se potencia, reflejando una interacción positiva entre el bioestimulante y la nutrición mineral (Figura 29b). La regresión polinómica, indica una concentración del extracto de *M. oleifera*, alcanzando el valor máximo cerca del 11 %, tanto como sin aplicación de N-P-K, sin embargo, el tratamiento con fertilizantes solo logra mayores rendimientos y una curva menor ajustada ($R^2 = 0,804$), a diferencia que sin N-P-K ($R^2 = 0,932$), así se evidenciando que la combinación de extracto de *M. oleifera* con la fertilización N-P-K

potencializa la producción de frutos en el cultivo. La dosis y su buen funcionamiento depende de la concentración de solución, la extracción que se realizó y combinación que se realiza con fertilizantes u otros compuestos, de esta manera la dosis tiende a reflejarse mejor (Mashamaite et al., 2022)

La respuesta combinada de *M. oleifera* y NPK se refleja no solo en la cantidad, sino también en la calidad de los frutos (Figura 29c), donde se presenta el porcentaje de frutos de primera, segunda y tercera calidad por tratamiento. Allí se observa que los tratamientos con *M. oleifera* combinada con N-P-K concentran los porcentajes más altos de frutos de primera calidad, superando claramente al testigo y a los tratamientos con solo *M. oleifera* o solo N-P-K, mientras que la proporción de frutos de segunda y tercera calidad tiende a reducirse. En contraste, el testigo y los tratamientos menos equilibrados muestran una mayor proporción de frutos de categorías inferiores, lo que implica que, además de obtener menos frutos, una fracción importante de ellos no alcanza los estándares comerciales más exigentes donde T₇ alcanzó el mayor porcentaje de frutos de segunda calidad con 73,14 %, seguido de T₆ con 67,94 %, mientras que los frutos de segunda primera presentaron valores entre 19,41 % (T₇) y 41,75 % (T₁), observándose que los frutos de tercera calidad mantuvieron porcentajes bajos entre 7,34 % (T₆) y 14,16 % (T₁), teniendo que los T₆ y T₇ favorecieron significativamente la producción de frutos de segunda calidad a diferencia del rendimiento bajo de la primera calidad, mientras que T₁ y T₂ mantuvieron una distribución más equilibrada entre las categorías de calidad evaluadas. El número de frutos por calidad evidencia si el mayor número son de primera o segunda evidencia rentabilidad, de acuerdo con el mercado, de esta manera el extracto de *M. oleifera* juega un papel importante, de acuerdo cómo se exprese mejor la calidad se verá afectada o beneficiosa, en el caso de nuestro ensayo generó un buen número de frutos de primera y segunda por planta. En conjunto, se demuestra que el uso de extracto de *M. oleifera*, particularmente en combinación con la fertilización N-P-K, no solo incrementa el número total de frutos por planta, sino que también mejora la distribución hacia categorías de mayor calidad comercial, lo que tiene implicancias directas en la rentabilidad del cultivo, ya que un mayor porcentaje de frutos de primera calidad se traduce en mejores precios por kg y en una oferta más uniforme y atractiva para el mercado fresco y la agroindustria. De esta forma, integra en una sola visualización la cantidad, la estabilidad de la respuesta y la calidad del producto, respaldando la pertinencia agronómica de la combinación *M. oleifera*-N-P-K como estrategia de manejo para optimizar el rendimiento y la calidad de *C. chinense* bajo las condiciones del experimento (Mashamaite et al., 2022).

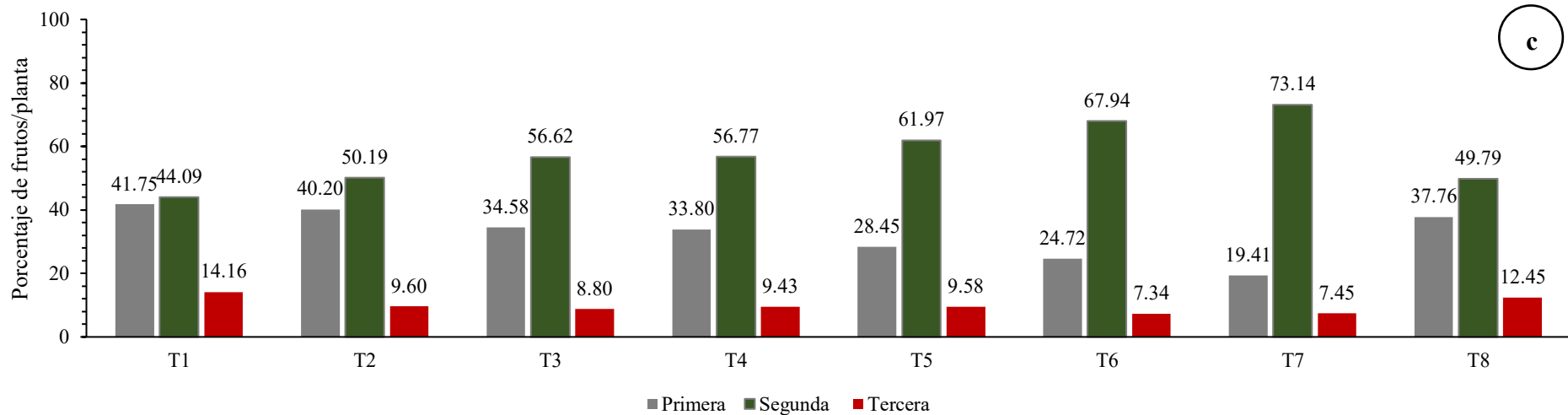
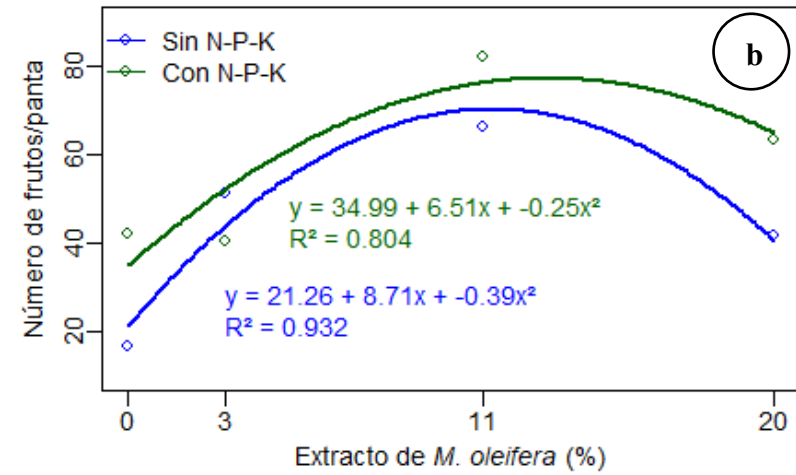
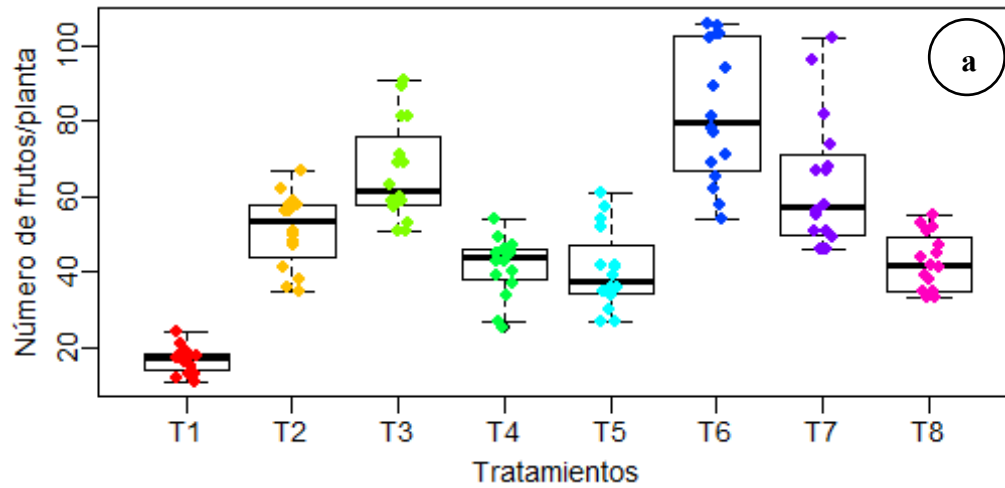


Figura 29. Diagrama de : a. Cajas y bigotes de número de frutos por planta, b. número de frutos por planta en relación con la dosis de *M. oleifera* y N-P-K y c. porcentaje de número de frutos acuerdo con la calidad primera, segunda y tercera en plantas de *C. chinense*.

La prueba post hoc de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) aplicada a la longitud promedio de fruto reveló que el T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) alcanzó la mayor media (48,41 mm) con rango promedio de 109,69; formando el grupo estadístico superior (Tabla 24), superando significativamente al fertilizante sintético solo T₈ (35,97 mm), con el rango más bajo (10,44), evidenciando que la combinación del extracto de *M. oleifera* con fertilización sintética N-P-K potencia significativamente la longitud del fruto. Estos resultados concuerdan con Yuniati et al. (2022), quienes reportaron que la aplicación combinada de extracto de hojas de *M. oleifera* mediante cebado de semilla y aspersión foliar incrementó la longitud del fruto en 9,89 % en pimiento verde, atribuyéndolo al contenido de citoquininas, especialmente zeatina, que estimula la división y elongación celular durante el desarrollo del fruto.

Para frutos de primera calidad, los tratamientos T₁ (testigo), T₅ (*M. oleifera* 3 % + NPK) y T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK) exhibieron las mayores medias (53,42; 52,69 y 52,57 mm) conformando el grupo estadístico (Tabla 24), con rangos promedio de 1089,89; 1035,60 y 1017,36 respectivamente, sin diferencias significativas entre ellos ($p > 0,05$). En frutos de segunda calidad, el tratamiento T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK) obtuvo la media más alta (45,75 mm) con rango promedio de 2365,63, conformando el grupo estadístico superior, diferenciándose significativamente de todos los demás tratamientos. Estos hallazgos son por múltiples autores, quienes evaluaron diferentes concentraciones de extracto de *M. oleifera* en *C. chinense*, encontrando que las aplicaciones foliares incrementaron significativamente la longitud, mejorando los atributos de calidad comercial por estimulación del crecimiento celular y mayor acumulación de fotosintatos (Hala, 2017).

Siguiendo con frutos de tercera calidad, tenemos el tratamiento T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK) mantuvo la media superior (37,36 mm) con rango promedio de 486,78, grupo estadístico (Tabla 24), por otro lado, T₈ (N-P-K solo) presentó nuevamente la menor media (30,60 mm), siendo de menor diferencia tanto para frutos de segunda y tercera calidad. En una revisión exhaustiva sobre extracto de hoja de *M. oleifera* como bioestimulante complementario a fertilizantes sintéticos, concluyeron que la combinación de ambos insumos mejora la asimilación de nutrientes, la eficiencia fotosintética y los parámetros de calidad del fruto en diversas especies hortícolas, incluido *Capsicum*, por acción sinérgica de nutrientes minerales, fitohormonas endógenas (citoquininas, auxinas, giberelinas) y metabolitos secundarios presentes en el extracto (Mashamaite et al., 2022). También es indispensable al agua como menciona Abdalla et al. (2019) evaluaron intervalos de riego y reportaron que el riego semanal, logró el mayor número total de frutos por parcela, además de mayor peso promedio de fruto y mayor rendimiento total, en comparación con riegos cada 14 o 21 días.

Tabla 24. Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para promedio de longitud (mm) de frutos por planta después de las cinco cosechas realizadas y calidad de los frutos por tratamiento.

	Trat	T ₆	T ₃	T ₇	T ₄	T ₂	T ₁	T ₅	T ₈
Total promedio	Media	48,41	46,60	45,28	44,76	43,78	43,37	40,66	35,97
	R.P	109,69	91,09	78,97	74,25	60,63	56,78	34,16	10,44
	Sig	a	ab	bc	bc	c	cd	de	e
Primera	Trat	T ₁	T ₅	T ₆	T ₂	T ₇	T ₄	T ₃	T ₈
	Media	53,42	52,69	52,57	52,34	52,44	52,08	51,10	49,24
	R.P	1089,89	1035,60	1017,36	993,73	993,23	974,05	905,17	796,95
Segunda	Trat	T ₆	T ₇	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₅	T ₈
	Media	45,75	44,06	43,87	42,85	41,24	41,07	40,54	39,25
	R.P	2365,63	2103,92	2056,41	1918,52	1708,11	1622,55	1536,91	1339,15
Tercera	Trat	T ₆	T ₇	T ₃	T ₄	T ₂	T ₅	T ₁	T ₈
	Media	37,36	36,34	35,35	34,33	33,43	32,94	31,00	30,6
	R.P	486,78	479,86	408,84	399,83	361,10	352,71	304,02	265,33
	Sig	a	b	b	c	cd	d	d	e

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos.
 Sig : Significativo
 R.P : Rango promedio

T₁ : Testigo T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K
 T₂ : *M. oleifera* (3 %) T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K
 T₃ : *M. oleifera* (11 %) T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K
 T₄ : *M. oleifera* (20 %) T₈ : N-P-K

A partir de la prueba post hoc de comparaciones múltiples ($\alpha = 0,05$) aplicada sobre el diámetro promedio del fruto por planta, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Tabla 25), destacando T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) con el mayor diámetro promedio de fruto (53,91 mm), seguido por T₃ (*M. oleifera* 11 %) y T₇ (*M. oleifera* 20 % + N-P-K), los cuales conforman grupos estadísticamente diferenciados respecto a los demás tratamientos. Se reportó que la aplicación foliar de extracto de *M. oleifera* en concentración 1:10 (9,09 %) incrementó significativamente el peso y diámetro de frutos en *C. annuum*, mejorando los atributos de calidad física por el aporte de nutrientes minerales, fitohormonas y compuestos bioactivos que optimizan la asimilación de fotosintatos y la capacidad de sumidero (Mehdawe et al., 2023). En otras investigaciones determinaron que el trans-zeatin riboside (tZR), citoquinina predominante en frutos de pimiento, alcanza niveles máximos durante la fase de mayor incremento de peso del fruto, estableciendo una relación directa entre concentración de tZR y diámetro frutal, mecanismo que explicaría los efectos del extracto de *M. oleifera* rico en zeatina sobre la calidad de primera (Vinković et al., 2017).

En cuanto a la calidad de los frutos según la comparación post hoc ($\alpha = 0,05$)(Tabla 25), definida por las categorías primera, segunda y tercera según su diámetro, se aprecia que el T₂ (*M. oleifera* 3 %) obtuvo la media más alta para frutos de primera calidad (61,91 mm), superando de forma significativa al resto, lo que evidencia que determinadas combinaciones de *M. oleifera* logran maximizar el porcentaje de frutos clasificados de primera calidad, en cuanto a frutos de segunda calidad, los tratamientos T₆ (*M. oleifera* 11 % N-P-K) y T₃ (*M. oleifera* 11 %) alcanzaron los mayores diámetros promedio (49,72 y 49,76 mm) respectivamente, formando un grupo homogéneo estadísticamente superior a T₈ (46,25 mm), lo que demuestra el efecto positivo de *M. oleifera* en esta categoría intermedia, en cuanto a la tercera calidad, los T₆ (37,42 mm), T₇ (36,44 mm) y T₂ (37,25 mm) conformaron el grupo con mayores promedio, diferenciándose significativamente del testigo T₈ (35,75 mm), lo que indica que incluso en frutos de menor categoría comercial, la aplicación de extractos de *M. oleifera* mantiene un efecto favorable.

Tabla 25. Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Siegel y Castellán ($\alpha = 0,05$) para promedio de diámetro (mm) de frutos por planta después de las cinco cosechas realizadas y calidad de los frutos por tratamiento.

	Trat	T ₆	T ₃	T ₇	T ₄	T ₂	T ₁	T ₅	T ₈
Total	Media	53,91	53,13	50,65	50,55	50,52	49,12	46,39	42,69
	R.P	102,59	97,94	74,09	72,94	67,91	53,38	34,34	12,81
	Sig	a	ab	bc	bc	c	cd	de	e
Primera	Trat	T ₂	T ₄	T ₈	T ₅	T ₁	T ₇	T ₆	T ₃
	Media	61,91	60,92	60,56	60,81	60,19	60,26	60,11	59,42
	R.P	1141,59	1046,7	1044,71	1020,75	994,30	986,54	964,75	863,77
	Sig	a	ab	ab	ab	b	b	b	c
Segunda	Trat	T ₆	T ₃	T ₇	T ₄	T ₁	T ₂	T ₅	T ₈
	Media	49,72	49,76	48,57	48,39	47,84	47,35	46,85	46,25
	R.P	2274,21	2272,82	1959,71	1919,21	1782,8	1640,9	1511,18	1350,23
	Sig	a	a	b	b	bc	cd	d	e
Tercera	Trat	T ₆	T ₇	T ₂	T ₃	T ₁	T ₄	T ₅	T ₈
	Media	37,42	36,44	37,25	36,99	35,63	36,24	36,14	35,75
	R.P	412,25	410,70	398,41	390,84	352,22	350,07	329,39	307,01
	Sig	a	a	a	ab	abc	abc	bc	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos.
 Sig : Significativo
 R.P : Rango promedio

T₁ : Testigo T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K
 T₂ : *M. oleifera* (3 %) T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K
 T₃ : *M. oleifera* (11 %) T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K
 T₄ : *M. oleifera* (20 %) T₈ : N-P-K



Figura 30. Diagrama de barras de : a. longitud y diámetro (mm) de frutos por plata, longitud y diámetro (mm) de frutos de b. primera, c. segunda y d. tercera.

La longitud (mm) y el diámetro (mm) representan la parte física de la calidad, por el cual se registraron en cuatro categorías promedio de frutos por planta y calidad (segunda, primera y tercera) según ocho tratamientos evaluados (T₁ a T₈), donde los frutos de segunda calidad presentaron diámetros entre 47,35 mm (T₂) y 49,76 mm (T₃) con longitudes de 39,25 mm (T₈) a 45,75 mm (T₆) (Figura 30c), mientras que los frutos promedio por planta alcanzaron diámetros entre 35,99 mm (T₇) y 53,13 mm (T₃) con longitudes de 28,41 mm (T₇) a 46,6 mm (T₃) (Figura 30a), los frutos de primera calidad registraron diámetros de 59,42 mm (T₃) a 61,91 mm (T₂) y longitudes de 49,24 mm (T₈) a 53,42 mm (T₁) (Figura 30b), finalmente los frutos de tercera calidad mostraron los menores valores con diámetros entre 35,63 mm (T₁) y 37,42 mm (T₆) y longitudes de 30,6 mm (T₈) a 37,36 mm (T₆ y T₇) (Figura 30d), registrando que los tratamientos T₂, T₃ y T₆ favorecieron el desarrollo de frutos con mayores dimensiones en las categorías de calidad superior, por otro lado en la mayoría de frutos el diámetro es la dimensión que supera siempre a la longitud estando una relación dependiente con el resto de atributos.

El análisis post hoc de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso total de frutos por planta reveló que los tratamientos T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK), T₇ (*M. oleifera* 20 % + NPK) y T₃ (*M. oleifera* 11 %) formaron un grupo estadísticamente superior con medias de 2069,32; 1612,04 y 1495,25 g respectivamente (Tabla 26), superando significativamente al testigo T₁ (351,96 g). La combinación sinérgica de extracto de *M. oleifera* con fertilizante N-P-K demostró efectos superiores en el incremento del peso de frutos. Fawole et al. (2022) reportaron que la aplicación conjunta de extracto de *M. oleifera* y N-P-K 15:15:15 aumentó significativamente el rendimiento de pimiento dulce (*C. annuum*) alcanzando 8,43 t/ha, superior a la aplicación individual de extractos de *M. oleifera* (5,24 t/ha). De manera similar se encontraron que la combinación de extracto de *M. oleifera* a baja dosis 1:32 (3,03 %) con fertilizante organobiodegradable (OBD) (60g) produjo el mayor peso en *C. annuum* pimiento morrón, demostrando efectos sinérgicos entre bioestimulantes y nutrición mineral. Similarmente (Dunsin & Okiemute, 2015). Se menciona en también otros ensayos que el extracto *M. oleifera* solo, generó un buen rendimiento a una dosis de 4 % obteniendo un peso mejor que las dosis de 6 y 2 % (Hala, 2017). Por otro lado, se confirmó que el tratamiento combinado de N-P-K con polvo de hojas de *M. oleifera* generó el mayor rendimiento en pimiento dulce (*C. annuum*) con mayor peso de frutos, atribuyendo este efecto a la sinergia entre macronutrientes del fertilizante y fitohormonas como zeatin, citocininas y compuestos bioactivos presentes en *M. oleifera* (Dlamini et al., 2024).

Siguiendo con la calidad de los frutos de acuerdo con el peso promedio (Tabla 26), las pruebas post hoc de comparaciones múltiples ($\alpha = 0,05$); mostraron, T₈ (N-P-K), y T₇ (*M. oleifera* 20 % + N-P-K) obtuvieron las mayores medias (38,51 y 37,39 g respectivamente) sin diferencias significativas entre ellos, diferenciándose estadísticamente del testigo T₁ (28,09 g), en segunda calidad, T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) alcanzo las medias más altas con 20,90 g superando el resto de tratamientos, como ultima calidad los frutos de tercera destacaron T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) reflejo la media más alta estadísticamente con 17,35 g; diferenciándose significativamente de los demás tratamientos. El peso promedio de frutos de primera, segunda y tercera calidad tiende a ser más consistentes con el fertilizante de este modo el fruto es más carnoso, pero el extracto de *M. oleifera* mejora esta interacción en frutos de segunda y tercera haciendo que esta unión sea más consistente, como lo cual se sugieren que la fertilización completa N-P-K proporciona los nutrientes esenciales necesarios para el desarrollo óptimo de frutos comerciales de mayor calibre (Aguilar et al., 2024). Del mismo modo se reportó que no solo la fertilización puede responder bien en rendimiento, sin que exista la capacidad de la planta de poder responder mejor a estos elementos cuando se encuentran en desventajas de temperatura, exceso de saturación u otras características que involucren un estrés, por lo cual los bioestimulantes cumplen un rol importante induciendo a una mejor respuesta por la planta (García et al., 2024).

En la calidad también es resaltante mencionar que el extracto de *M. oleifera* complementa microelementos Ca, Mg, Cu, Fe, y fitohormonas como las auxinas, compuestos que potencian los procesos fisiológicos de las plantas cuando se combinan con fertilización química (Yaseen y Takacs-Hajos, 2022). En *C. annuum*, investigaciones previas reportan que el peso de frutos respondió de manera diferencial a distintas concentraciones de extractos de *M. oleifera*, siendo las dosis intermedias (2-3 %) las que produjeron mejores resultados en peso de fruto (Yuniati et al., 2023).

Los frutos de menor calibre (tercera calidad) suelen presentar pesos inferiores, pero mantienen valor comercial para mercados específicos o procesamiento industrial (Salas Flores, 2019). El hecho de que T₆ maximice el peso en ambas categorías inferiores podría indicar una distribución más homogénea del tamaño de frutos o una mayor capacidad de la planta para llenar frutos de diferentes categorías cuando se aplica esta concentración específica de bioestimulante (*M. oleifera*) (Mashamaite et al., 2022).

Se demostró en Solanaceae que la combinación de extracto de *M. oleifera* con N-P-K (100 kg/ha) mejoró significativamente las propiedades del suelo y el rendimiento

de frutos comparado con aplicaciones individuales, alcanzando rendimientos superiores (10,5 t/ha) atribuibles al efecto sinérgico nutricional y bioestimulante (Ozobia, 2014).

Tabla 26. Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para peso (g) total de frutos por planta después de las cinco cosechas realizadas y calidad de los frutos por tratamiento.

Σ Total	Trat	T ₆	T ₇	T ₃	T ₂	T ₄	T ₈	T ₅	T ₁
	Media	2069,32	1612,04	1495,25	1102,16	904,41	807,17	775,07	351,96
	R.P	114,88	99,00	94,88	68,44	51,38	41,19	37,44	8,81
	Sig	a	a	a	b	bc	c	c	d
Primera	Trat	T ₈	T ₇	T ₅	T ₂	T ₄	T ₆	T ₃	T ₁
	Media	38,51	37,39	38,19	34,87	34,18	30,19	28,62	28,09
	R.P	1357,57	1262,02	1244,82	1110,85	1054,47	865,13	753,93	734,29
	Sig	a	a	ab	bc	c	d	e	e
Segunda	Trat	T ₆	T ₇	T ₁	T ₈	T ₄	T ₃	T ₂	T ₅
	Media	20,9	20,84	18,69	19,29	19,17	18,78	18,43	17,55
	R.P	2170,64	2046,81	1893,04	1889,16	1886,54	1871,70	1778,79	1510,04
	Sig	a	b	bc	c	c	c	c	d
Tercera	Trat	T ₆	T ₇	T ₃	T ₂	T ₁	T ₄	T ₅	T ₈
	Media	17,35	12,65	12,11	11,41	11,3	11,58	11,26	10,46
	R.P	505,60	393,98	383,25	373,04	368,60	360,94	324,43	307,11
	Sig	a	b	bc	bc	bcd	bcd	cd	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos.

Sig : Significativo

R.P : Rango promedio

T₁ : Testigo

T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K

T₂ : *M. oleifera* (3 %)

T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K

T₃ : *M. oleifera* (11 %)

T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K

T₄ : *M. oleifera* (20 %)

T₈ : N-P-K

El rendimiento fue considerando una densidad de 35 714 plantas por ha de *C. chinense* (Tabla 27), de esta manera se revelaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, reflejando el efecto bioestimulante de *M. oleifera* y su interacción con fertilizantes sintéticos en la productividad del cultivo, el tratamiento T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) alcanzó el máximo rendimiento con 73,90 t/ha, por T₇ (*M. oleifera* 20 % + N-P-K) con 57,57 t/ha y T₃ (*M. oleifera* 11 %) con 53,40 t/ha, estas diferencias se atribuyen al efecto sinérgico entre bioestimulantes y fertilizantes, donde los compuestos bioactivos de *M. oleifera* como zeatina, auxinas naturales y aminoácidos libres potencian la absorción y aprovechamiento de los nutrientes N-P-K aplicados de forma complementaria, la concentración de 11 % representa la dosis óptima que maximiza este efecto sinérgico sin generar inhibición por exceso de compuestos bioactivos, mientras que concentraciones superiores como 20 % pueden

provocar respuestas iguales menores, que limitan el potencial productivo debido a efectos fitotóxicos asociados a altas dosis de compuestos fenólicos y hormona vegetales (Phiri, 2010)

El comportamiento del bioestimulante mostró una respuesta cuadrática donde la concentración intermedia (11 %) produjo mayor eficiencia que las dosis baja (3 %) y alta (20 %) (Tabla 27), especialmente cuando se combinó con fertilización N-P-K, este patrón concuerda con Bulgari et al. (2019), quienes reportaron que los bioestimulantes en cultivos hortícolas mejoran productividad y rendimiento al optimizar procesos fisiológicos, de manera similar Jasso-Cantú et al. (2023), encontraron que extractos de plantas con alto contenido polifenólico actuaron como bioestimulantes en *C. annuum* incrementando rendimiento hasta 1,57 kg/planta por efectos sinérgicos de compuestos bioactivos, resultados opuestos fueron observados por Pérez-Gómez et al. (2019), quienes reportaron que tiempos de exposición prolongados (72 h) en extracto acuoso de *M. oleifera* sin diluir generaron disminución significativa de supervivencia en plantas por posibles efectos fitotóxicos de compuestos fenólicos en altas concentraciones, adicionalmente

Tabla 27. Rendimiento de los frutos por hectárea (ha), de forma total y por calidad de acuerdo con el tratamiento aplicado, en plantas de *C. chinense*.

Tratamientos	Insumos	t/ha	Por calidad	t/ha
T ₁	Testigo	12,57 d	Primera	6,02
			Segunda	5,34
			Tercera	1,21
T ₂	<i>M. oleifera</i> (3 %)	39,36 b	Primera	14,94
			Segunda	21,72
			Tercera	2,45
T ₃	<i>M. oleifera</i> (11 %)	53,40 a	Primera	24,53
			Segunda	26,83
			Tercera	0,87
T ₄	<i>M. oleifera</i> (20 %)	32,30 bc	Primera	12,21
			Segunda	18,49
			Tercera	2,07
T ₅	<i>M. oleifera</i> (3 %) + N-P-K	27,68 c	Primera	8,18
			Segunda	16,92
			Tercera	3,22
T ₆	<i>M. oleifera</i> (11 %) + N-P-K	73,90 a	Primera	42,05
			Segunda	30,60
			Tercera	1,24
T ₇	<i>M. oleifera</i> (20 %) + N-P-K	57,57 a	Primera	25,37
			Segunda	29,77
			Tercera	1,81
T ₈	N-P-K	28,83 c	Primera	8,25
			Segunda	15,85
			Tercera	4,86

Los frutos totales fueron calculados de acuerdo con la densidad de plantas (35 714), y la calidad de acuerdo con el número de frutos de cada planta de primera segunda y tercera para luego ser llevados a ha de la misma forma que se caculo los frutos totales.

Aguilar et al. (2024), demostraron en *C. chinense* que fertilización N-P-K con dosis elevadas (350-250-360) produjo rendimientos de 41,259 kg/ha, confirmando que la nutrición balanceada potencia productividad en especies del género *Capsicum*.

El peso de frutos por planta en grafico de cajas y bigote (Figura 31a), mostró variabilidad entre tratamientos, donde T₆, T₇ y T₃, alcanzó el mayor valor mientras que T₁ registró el menor peso, evidenciando diferencias sustanciales en el rendimiento y los tratamientos T₂, T₄, T₅ y T₈ presentaron valores medio, la dispersión de datos representada por los bigotes reveló mayor variabilidad en tratamientos intermedios, mientras que los valores extremos indicaron heterogeneidad en el comportamiento productivo individual de las plantas. El rendimiento depende en este sentido del comportamiento de los tratamientos de los cuales se puede apreciar que en T₃ (*M. oleifera* 11 %), mostro mejor peso promedio de fruto por planta que T₈(N-P-K), esto también puede ser producto de la deficiencia del suelo para poder generar un buen efecto del fertilizante, Kitila et al. (2022), manifiestan que la fertilización en suelos degradado y pobres genera baja productividad de *C. annum*.

La aplicación de extracto de *M. oleifera* mostró una respuesta cuadrática altamente ajustada ($R^2 = 0,951$) (Figura 31b), evidenciando efecto sinérgico positivo, por otro lado el extracto de *M. oleifera* combinado con N-P-K el ajuste fue menor ($R^2 = 0,835$), demostrando que ambas condiciones responden positivamente hasta un punto óptimo de aplicación del bioestimulante, de acuerdo a lo mencionado podemos decir que el peso máximo de frutos se alcanzó aproximadamente con 11 % de extracto en ambas condiciones, superando los 2 000 g por planta con N-P-K, mientras que concentraciones superiores mostraron tendencia decreciente. Las condiciones del medio son parte del desarrollo vegeta, el extracto como se puede ver genero un buen resultado de peso (g) de frutos por planta, la planta en esa concentración estuvo en armonía generando un buen rendimiento. Los atributos del extracto *M. oleifera* responden en gran medida a compuesto (microelementos, aminoácidos, fitohormonas y metabolitos secundarios) reflejando un buen desarrollo de frutos (Mashamaite et al., 2022).

Los frutos de primera calidad predominaron en tratamientos T₈, T₅, T₇ y T₂ (Figura 31c) con valores entre 34,87 y 38,51 g, demostrando que dosis intermedias y altas de *M. oleifera* favorecen mayor proporción peso de frutos comerciales, los frutos de segunda presentaron pesos homogéneos entre 17,35 y 20,90 g en todos los tratamientos, mientras que la tercera calidad registró valores inferiores, especialmente en T₈ con 10,46 g, esta distribución evidenció que tratamientos con mayor dosis de extracto incrementan significativamente el peso en categoría primera, reduciendo proporcionalmente las categorías inferiores, optimizando así la rentabilidad comercial del cultivo.

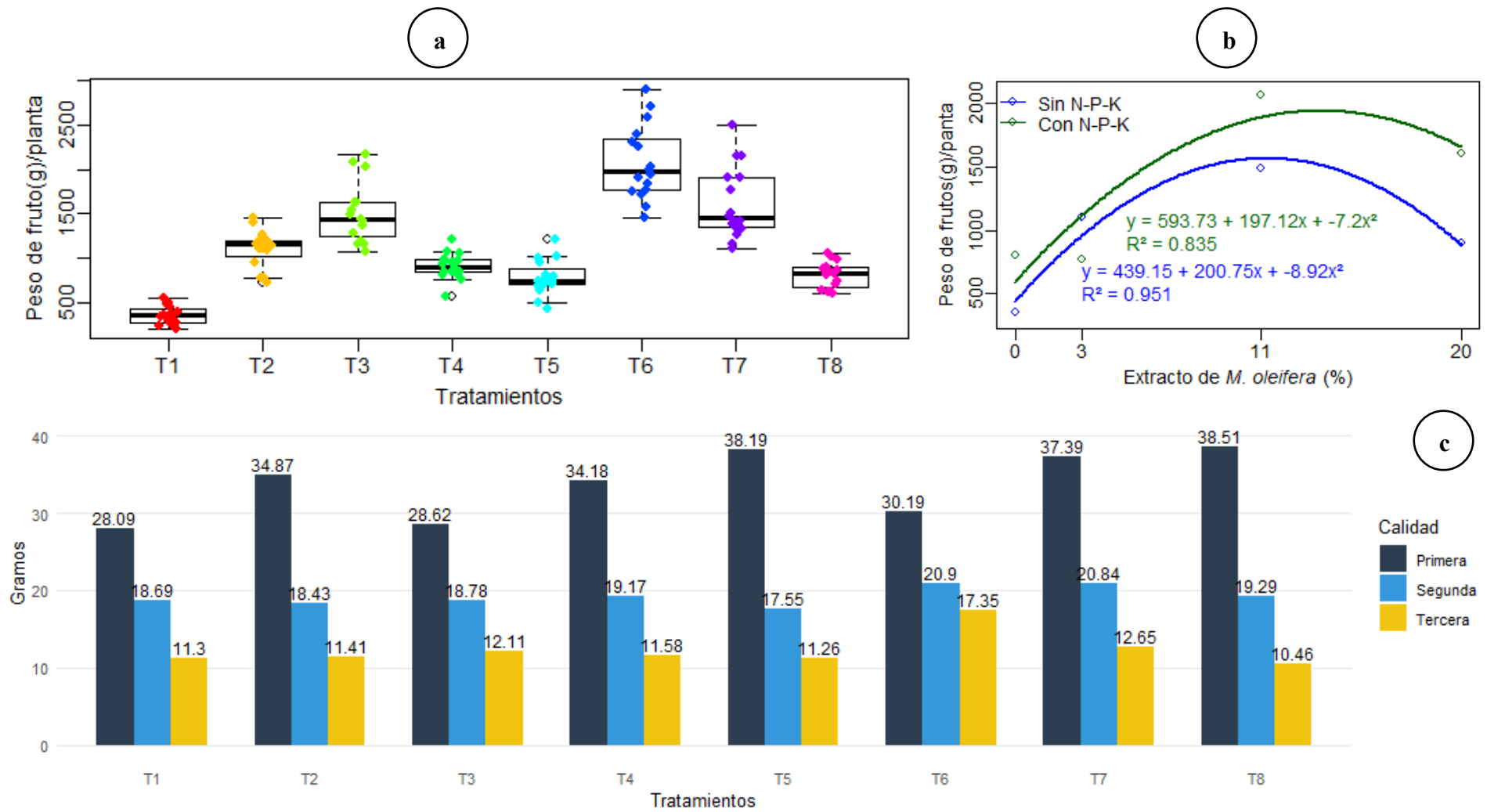


Figura 31. Diagrama de : a. Cajas y bigotes de peso (g) de frutos por planta, b. peso (g) de frutos por planta en relación con la dosis de *M. oleifera* y N-P-K y c. promedio de peso (g) de frutos de acuerdo con la calidad primera, segunda y tercera en plantas de *C. chinense*.

Por otra parte, el clima depende también de un buen funcionamiento del extracto de *M. oleifera* como bioestimulantes, reportes de cosechas por temporada registraron los pesos de mejor calidad en dosis de 6 % con bajo en 2015 y mejor en el 2016, siendo mejor que control con un incremento de 12,6 % (Mahmoud, 2019). De manera similar para una dosis de 1:20 (4,76 %) se registraron según las temporadas 2017 y 2018 incremento de peso promedio de fruto de 20,50 y 25,60 %, en rendimiento total 46,60 y 37,30 %, como se puede verificar el uso del extracto no es constantes en la calidad de peso, generando así en algunas condiciones un rendimiento bajo en frutos de primera y segunda calidad siendo los más importantes (Ahmed et al., 2020). Siguiendo el efecto de las dosis de verifico que a dosis de 10 % + N-P-K en frutos secos con 18,37 g por planta se tuvo el mejor peso comparado con el testigo 1, 29 g, esta diferencia de pesos corresponde a un incremento de 1,32 % (Weerasingha y Harris, 2022). No obstante, la fertilidad de acuerdo con el análisis del suelo (Anexo: Figura 36), se verifica que los elementos encontrados en su mayoría bajos con excepción del Oxido de potasio (K_2O), que fue encontrado en concentraciones medias, teniendo una mejor respuesta en plantas donde se aplicó el fertilizante en cuanto al peso de frutos (Figura 31a y b). Se evidencia de manera experimental que la fertilización aumenta el número de frutos y el peso promedio del fruto frente a un testigo sin fertilizar (Sakhidin, 2023).

Los resultados del análisis matemático mediante derivadas de funciones cuadráticas revelaron que las dosis óptimas de extracto de *M. oleifera* variaron según la presencia o ausencia de fertilización química N-P-K (Tabla 28), con N-P-K, la dosis promedio óptima fue de 13,35 %, calculada a partir de los valores máximos para número de frutos por planta (13,02 %) y peso de frutos por planta (13,69 %). Por otro lado, en ausencia de fertilización N-P-K, la dosis promedio óptima resultó menor, alcanzando 11,64 %, derivada de 11,17 % para número de frutos y 12, 11 % para peso de frutos. Estos valores representan los puntos críticos donde las funciones de respuesta alcanzan su máximo, indicando que concentraciones superiores o inferiores a estos rangos podrían resultar en menores rendimientos productivos, la diferencia entre ambos escenarios sugiere una interacción respuesta positiva entre el extracto de *M. oleifera* y la fertilización química, requiriendo mayores concentraciones de *M. oleifera* cuando se combina con N-P-K para optimizar la producción de *Capsicum chinense*.

Diversos investigadores han reportado concentraciones óptimas cercanas a las encontradas. determinaron que la aplicación foliar de extracto de *M. oleifera* al 10 % en intervalos semanales maximizó el crecimiento y rendimiento de *C. annuum* (Weerasingha y Harris, 2022). Similarmente, un estudio recomendó la concentración de 12 % para la producción

de pimentón, siendo la dosis que registró los valores más altos en todos los parámetros evaluados (Mehdawe et al., 2023). En otro trabajo con diluciones de 1:10 y 1:20, equivalentes aproximadamente a 10 y 5 % respectivamente, encontrando efectos positivos en el crecimiento de *C. annuum* (Aluko, 2016).

Tabla 28. Derivadas de las funciones cuadráticas de número de frutos por planta y peso de fruto por planta, para una dosis adecuada.

Variables	Función	Derivada	Con NPK	Sin NPK
Número de frutos por planta	$f(x)$	---	$-0,25x^2 + 6,51x + 34,99$	$-0,39x^2 + 8,71x + 21,26$
	---	$f'(x) = 0$	13,02	11,17
Peso de frutos por planta	$f(x)$	---	$-7,2x^2 + 197,12x + 593,73$	$-8,29x^2 + 200,75x + 439,15$
	---	$f'(x) = 0$	13,69	12,11
Promedio dosis			13,35	11,64

$f(x) : Y$
 $f'(x) : Y'$

Debido a las condiciones agroclimáticas presentadas en nuestro cultivo (Tabla 5), es preciso mencionar que en *C. annuum* en condiciones protegidas, evaluaron niveles de humedad aprovechable (HA) aplicados varias veces por semana y demostraron que una mayor disponibilidad de agua (60 % HA) se asocia con mejor estado hídrico de la planta, mayor crecimiento, mayor biomasa y, crucialmente, con incrementos en rendimiento y tamaño del fruto en comparación con niveles restrictivos (HA), respaldando la idea de que el riego no solo “mantiene viva” a la planta, sino que amplía su capacidad de producir y llenar más frutos (Susila et al., 2025). De forma complementaria, *C. annuum* bajo riego por goteo y manejo de láminas en función de la evapotranspiración del cultivo (ETc), reportaron que los tratamientos 80, 100 y 120 % ETc lograron rendimientos estadísticamente similares, destacando 80 % ETc como alternativa eficiente, lo cual sugiere que, al acercarse a la demanda hídrica del cultivo, se estabiliza el rendimiento, mientras que déficits más severos tienden a penalizar la productividad (Suvendran et al., 2025). A diferencia de solo trabajar con el extracto de *M. oleifera* el riego gestionado por intervalos, se ha observado que la mayor frecuencia incrementa tanto el número total de frutos como el peso promedio del fruto (Susila et al., 2025). En línea con lo anterior, bajo escenarios de riego deficitario cuantificados como fracción de ETc, mostraron que al disminuir el riego desde 100 % ETc hacia 70 % ETc se reduce el número promedio de frutos por planta y también el peso medio del fruto, evidenciando que el agua actúa sobre ambos componentes del rendimiento (número \times peso) y que el déficit afecta simultáneamente el cuajado y llenado (Xu et al., 2025).

La aparente superioridad numérica de nuestros resultados sin riego frente a estudios irrigados puede explicarse por múltiples factores metodológicos y ambientales. Primero, la disponibilidad hídrica total es más relevante que la presencia de riego tecnificado: las zonas tropicales húmedas donde típicamente se cultiva *C. chinense* presentan precipitaciones anuales entre 1,781-2,099 mm, cifra que supera ampliamente los 600-1,250 mm considerados óptimos y que contrasta con los 300-600 mm aplicados mediante riego artificial en regiones áridas. Segundo, la densidad de plantación influye inversamente en el número de frutos por planta: estudios demuestran que densidades altas (6.5-8 plantas/m²) reducen significativamente los frutos por planta, aunque aumentan el rendimiento por área. En sistemas de alta tecnología con riego, las densidades pueden alcanzar 20,000-25,000 plantas.ha⁻¹, mientras que sistemas extensivos con menor densidad favorecen mayor fructificación individual. Tercero, el número de cosechas y duración del ciclo productivo impacta directamente en el conteo acumulado: nuestras cinco cosechas a lo largo del ciclo pueden sumar más frutos que experimentos con 1-3 cosechas. Finalmente, el efecto bioestimulante de los extractos de *M. oleifera* ha demostrado mejorar el cuaje de frutos, aumentar la fotosíntesis y conferir cierta tolerancia al estrés hídrico moderado, lo que podría haber optimizado la eficiencia en el uso del agua de lluvia disponible. La literatura reporta que los chiles son extremadamente sensibles al estrés hídrico durante floración y cuaje, causando caída de flores y reducción en el número de frutos (Zhang et al., 2026).

4.2.2. Calidad química de minerales (K, Mg y Fe), humedad %, materia seca %, materia orgánica %, ceniza %, vitamina C y flavonoides.

a. Análisis paramétrico

La evaluación de la calidad de los frutos de *C. chinense* se realizó a los 121 días después del trasplante (DDT) (Anexo: Figura 39, 40 y 41). Los datos obtenidos fueron sometidos a la verificación de los supuestos del análisis de varianza (Tabla 29). La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, mientras que la homogeneidad de varianzas se verificó con la prueba de Levene. Ambas pruebas resultaron no significativas ($p > 0,05$), lo que indica que los datos cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, permitiendo el uso del análisis de varianza paramétrico para el análisis de los resultados (Singh et al., 2024).

Al realizar se la prueba de análisis de varianza, para el caso de los bloques resultaron no significativo en todas las variables evaluadas, con p -valor $> 0,05$ (Tabla 29), lo que indica que no existieron diferencias significativas entre los bloques experimentales,

demostrando homogeneidad en las condiciones ambientales y de manejo dentro del área experimental. Los bloques mostraron adecuada homogeneidad, coincidiendo con la función de control local del diseño experimental (Gomez y Gomez, 1984). Siguiendo con la interpretación los tratamientos mostraron comportamiento diferenciado según la variable analizada, siendo no significativo para flavonoides p -valor $> 0,05$; pero altamente significativo para vitamina C, magnesio (Mg) y ceniza con p -valor $< 0,05$, lo que evidencia que los tratamientos aplicados de extracto de *M. oleifera* y fertilización sintética ejercieron un efecto significativo sobre estas tres variables de calidad nutricional en los frutos de *C. chinense*. El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre tratamientos mediante el contraste de variabilidad entre grupos (Kao y Green, 2008).

Los CV obtenidos fueron 5,39 % para flavonoides; 6,73 % para vitamina C; 6,18 % para Mg y 34,14 % para ceniza, indicando excelente precisión experimental en las tres primeras variables (CV < 10 %) (Tabla 29), calificándolas como muy buena calidad según Gomez y Gomez (1984), mientras que ceniza presentó mayor variabilidad experimental pero aceptable para ensayos de fertilización según Bowman (2001), quien establece que en cultivos de campo se esperan CV entre 5 a 15 %, aunque valores hasta 30 % pueden ser aceptables dependiendo del contexto experimental. En cuanto a los valores de R^2 fueron 0,44 para flavonoides, 0,98 para vitamina C; 0,97 para magnesio y 0,69 para ceniza, lo que significa que el modelo demostrando excelente bondad de ajuste para vitamina C y Mg, moderada para ceniza y baja para flavonoides según Pimentel-Gomes (2008) quienes establece que R^2 representa el porcentaje de variación explicada por el modelo y valores superiores a 0,70 indican buen ajuste.

Tabla 29. Análisis de varianza ($\alpha=0,05$); de flavonoides, vitamina C, magnesio (Mg) y Ceniza (%) en frutos cosechados a 121 DDT en plantas de *C. chinense*.

Fuentes de variación	GL	Flavonoides		Vitamina C		Mg		Ceniza	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Bloques	3	0,00044	0,3184NS	0,00043	0,4683NS	0,00037	0,3369NS	0,04	0,3734NS
Tratamientos	7	0,00063	0,143NS	0,07	0,0001**	0,03	0,0001**	0,24	0,0005**
Error experimental	21	0,00035		0,00049		0,00031		0,04	
Total	31								
C.V (%)		5,39		6,73		6,18		34,14	
R^2		0,44		0,98		0,97		0,69	
Test. Shapiro-Wilks ($\alpha =0,05$)			0,852NS		0,995NS		0,233NS		0,646NS
Test. Levene ($\alpha =0,05$)			0,364NS		0,351NS		0,106NS		0,452NS

** : Altamente significativo R^2 : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo S.W : Shapiro-Wilk
 GL : Grados de libertad
 CM : Cuadrados medios
 CV : Coeficiente de varianza

Después de haber comprobado diferencias significativas de los tratamientos, se realizó las comparaciones de medias DGC, con un $\alpha = 0,05$ (Tabla 30), los frutos de *C. chinense* mostraron diferencias significativas. En vitamina C los tratamientos con extracto de *M. oleifera* al 11 % ($T_3 = 0,48$ mg EAA/g) y al 20 % + N-P-K ($T_7 = 0,47$ mg EAA/g) presentaron las mayores concentraciones de vitamina C, superando significativamente (p -valor $< 0,05$) al tratamiento con solo fertilización química N-P-K ($T_8 = 0,42$ mg EAA/g) y al testigo ($T_1 = 0,42$ mg EAA/g), mientras que el tratamiento con extracto de *M. oleifera* al 20 % sin fertilización química ($T_4 = 0,11$ mg EAA/g) mostró el valor más bajo. Zhang et al. (2023) reportaron que el incremento en la aplicación de fertilización nitrogenada reduce el contenido de ácido ascórbico en frutos de *C. annuum* en ambos estados de madurez, recomendando un nivel de 250 kg N por ha para mantener concentraciones altas de vitamina C sin tener pérdidas de rendimiento, este hallazgo es similar a los resultados obtenidos donde la combinación de extracto de *M. oleifera* 20 % con fertilización N-P-K (T_7) permitió mantener concentraciones elevadas de vitamina C, sugiriendo un efecto bioestimulante del extracto sobre la fertilización química a dosis altas de 540 kg N por ha. Lu et al. (2021) encontraron que la aplicación de magnesio en pimiento *C. annuum* redujo significativamente el contenido de vitamina C en los frutos, atribuyendo este efecto a la interferencia con vías metabólicas de biosíntesis del ácido ascórbico, sin embargo, en el presente estudio, los tratamientos que contenían *M. oleifera* demostraron ser efectivos para mantener o incrementar el contenido de vitamina C, lo cual puede atribuirse al rico contenido de compuestos bioactivos, fitohormonas y antioxidantes presentes en el extracto de *M. oleifera* que estimulan las vías de biosíntesis del ácido ascórbico en los frutos. Por otro lado también reportaron contenidos de vitamina C en frutos de *C. chinense* 'Habanero' que oscilaron entre 54,1 y 129,8 mg/100 g, evidenciando una amplia variabilidad genética en esta especie, los valores obtenidos en el presente estudio (0,11 a 0,48 mg EAA/g) se encuentran fuera del rango el género *Capsicum*, confirmando la influencia genética para mostrar mejores atributos (Reifschneider, 2013). En otros ensayos también se demostró que la aplicación combinada de otros bioestimulantes no afectó significativamente el contenido de ácido ascórbico en frutos de pimiento dulce, aunque sí incrementó otros parámetros nutricionales, esta discrepancia con los resultados obtenidos puede deberse a las diferencias en el tipo de bioestimulante utilizado, la concentración aplicada, el genotipo del cultivo y las condiciones ambientales del experimento (Majkowska-Gadomska et al., 2021). En aplicaciones solo de extracto de *M. oleifera* a una dosis de 1:20 (4,76 %) se obtuvo 2,58 mg/100 g, siendo el más alto (Yuniati et al., 2023). Como se puede ver a en el caso de nuestro estudio el T_3 (48 mg EAA/100g) fue el de mejor contenido solo el extracto al 20 %, pudiéndose

implementar en cultivos orgánicos perfectamente. A si mismo se encontró en dos estaciones un contenido al 4 % siendo mejor dosis, pero con contenido alto de 157, y 151 mg/100 g vitamina C (Hala, 2017).

Una posible explicación para no tener diferencias es que la variabilidad experimental (EE) y/o la etapa de cosecha a los 121 DDT haya nivelado el contenido de flavonoides entre los tratamientos, ya que estos compuestos dependen en gran medida de factores como la radiación, el estrés hídrico, la carga de frutos y otras condiciones que no siempre son controladas por la fertilización o los bioestimulantes (Yuniati et al., 2022).

Siguiendo con la descripción de contenido de frutos de acuerdo a comparaciones de medias DGC ($\alpha = 0,05$) (Tabla 30), el Mg mostró que el tratamiento con solo fertilización N-P-K ($T_8 = 0,45$ %) presentó el mayor valor, seguido por los tratamientos con extracto de *M. oleifera* al 20 % sin fertilización química ($T_4 = 0,34$ %) y al 20 % + N-P-K ($T_7 = 0,29$ %), mientras que los tratamientos con menores concentraciones del extracto (T_2, T_5, T_1) presentaron los valores más bajos, siendo estos últimos estadísticamente diferentes, de los tratamientos con mayor aporte de Mg. Bai et al. (2024) encontraron que la aplicación foliar de magnesio incrementó la producción de pimientos dulces comerciales en un rango de 1,56 a 13,63 %, además de aumentar la materia seca en los frutos, estos resultados son consistentes con los hallazgos del presente estudio donde la fertilización química N-P-K (T_8) mostró los mayores valores de Mg en frutos, aprovechando el suelo, bajo en Mg según su análisis de suelo (Anexo: Figura 36 y 37), por este lado se puede decir que se aprovechó el recurso donde se sembró. De manera congruente se encontró la disponibilidad de Mg^{2+} en el suelo y su posterior absorción por las plantas depende de diversos factores como el pH del suelo, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la materia orgánica del suelo, la textura y estructura del suelo, la humedad y drenaje, la presencia de otros nutrientes y la temperatura ambiental, estos factores explican que el contenido de Mg en los frutos de *C. chinense* varió significativamente entre tratamientos debido a las diferentes fuentes y disponibilidad de este elemento en el suelo (N. Ahmed et al., 2023). En un análisis de las hojas de *M. oleifera* se encontró 301,11 mg/100 g peso seco de Mg, lo cual sugiere que el extracto aplicado de manera foliar puede ser una fuente adicional de Mg para las plantas, explicando los valores intermedios de Mg encontrados en los frutos de los tratamientos con extracto de *M. oleifera* sin fertilización N-P-K (T_4) (Peñalver et al., 2022). De manera diferente en dos especies de *M. oleifera* y *Moringa peregrina* se encontró un % de Mg mejor en *M. peregrina* indicando que los atributos del contenido se debió a otras condiciones (Mehdawe et al., 2023). Las propiedades fisicoquímicas del suelo, particularmente el pH, tienen un efecto significativo sobre la absorción

de elementos traza en pimiento, donde el incremento del pH promovió la absorción de magnesio y molibdeno pero inhibió la absorción de Zn, Cu, Mg y Fe, este hallazgo es relevante para interpretar los resultados obtenidos, ya que el tratamiento con fertilización N-P-K (T₈) pudo haber modificado el pH del suelo favoreciendo la disponibilidad y absorción de Mg por las raíces y su posterior translocación a los frutos (Liu et al., 2021).

Como atributo de calidad de acuerdo a comparaciones de media DGC ($\alpha = 0,05$); también se observó que el contenido de ceniza (Tabla 30), que representa el contenido mineral total de los frutos, mostró que los tratamientos con extracto de *M. oleifera* + N-P-K (T₆= 0,90 %; T₇= 0,86 %; T₅ =0,72 %) y con solo N-P-K (T₈ = 0,63 %) presentaron los mayores porcentajes, superando significativamente a los tratamientos sin fertilización química (T₁, T₂ y T₃) que oscilaron entre 0,30 y 0,37 %, evidenciando el efecto positivo de la fertilización mineral sobre la acumulación de minerales en frutos. En otras investigaciones se compararon el contenido de ceniza en pimientos dulce *C. annum* dulces cultivados bajo agricultura orgánica y convencional, reportando que los frutos de agricultura orgánica presentaron contenidos de ceniza más altos (5,87 a 6,38 %) que los de agricultura convencional (4,98 a 5,03 %), atribuyendo esta diferencia a la mayor disponibilidad y diversidad de minerales en los sistemas orgánicos, en el presente estudio, los tratamientos que combinaron extracto de *M. oleifera* (bioestimulante natural) con fertilización N-P-K (T₅, T₆, T₇) presentaron los mayores contenidos de ceniza, sugiriendo un efecto positivo sobre la acumulación de minerales en frutos (Çakmakçı y Çakmakçı, 2023). De manera similar se reportaron que el contenido de ceniza es un índice del contenido mineral en frutos, y que el alto contenido de ceniza en vegetales de hoja sugiere un alto contenido mineral, encontrando que la aplicación de nanofertilizantes NPK incrementó significativamente el contenido mineral en frutos de *Capsicum*, los resultados del presente estudio confirman esta relación directa entre el aporte nutricional y el contenido de ceniza en frutos de *C. chinense* (Abdel-Aziz et al., 2021). Esto se debe a que la en nuestro suelo según análisis de suelo (Anexo: Figura 36), resulta importante, ya que la baja CIC y el nivel muy bajo de fósforo hacen que el rendimiento y la calidad mineral respondan mejor a un manejo integrado (fuente y ubicación del P, manejo de materia orgánica y fertilización fraccionada) que al uso exclusivo del bioestimulante (Rodríguez et al., 2002).

Ogunyemi et al. (2018) demostraron los fertilización con N-P-K y biochar en el contenido de ceniza de harina de maíz, encontrando que el contenido de ceniza osciló entre 0,82 y 1,09 %, donde el maíz tratado con fertilizante N-P-K tuvo el mayor contenido de ceniza (1,09 %), mientras que el maíz tratado con biochar de aserrín tuvo el menor contenido (0,82 %), no observándose diferencias significativas entre tratamientos, aunque este estudio se

realizó en maíz y no en *Capsicum*, confirma la tendencia general de que la fertilización mineral incrementa el contenido de ceniza en los productos cosechados. En otros ensayos de extracto de hojas de *M. oleifera* aplicado como bioestimulante en *C. annuum* incrementó el contenido de proteínas, grasas, carbohidratos, ceniza, licopeno, vitamina A y vitamina C en paralelo con los niveles crecientes del extracto, estos hallazgos son consistentes con los resultados del presente estudio donde los tratamientos que combinaron extracto de *M. oleifera* con fertilización N-P-K (T₅, T₆, T₇) presentaron los mayores contenidos de ceniza, sugiriendo un efecto sinérgico entre la fertilización orgánica (extracto de *M. oleifera*) y mineral (N-P-K) sobre la acumulación de minerales en frutos (Weerasingha y Harris, 2022b).

De acuerdo con la buena relación de vitamina C el contenido de ceniza, con el T₇, respalda la acción del fertilizante al en responder a los estímulos por la planta y de esta manera genera características óptimas para obtener mejor respuesta de peso debido a un alto contenido de ceniza, por otro lado Mg respondido de manera diferente al extracto debido a que es parte del contenido de elementos que mejoran la fotosíntesis en las hojas, puede que cambien con el contenido nutricional de *M. oleifera* (Mashamaite et al., 2022).

En suelos con baja capacidad de intercambio catiónico, la fertilización tiene un impacto más notable, ya que el suelo retiene pocos nutrientes y el cultivo depende en gran medida del fertilizante aplicado para satisfacer sus requerimientos, sobre todo durante el llenado de frutos (Yuniati et al., 2022). El contenido de ceniza refleja de forma indirecta la cantidad total de minerales en el tejido; por ello, su aumento bajo el tratamiento “MLE + NPK” resulta consistente con un proceso combinado de bioestimulación (mayor eficiencia fisiológica) y una mayor disponibilidad efectiva de nutrientes aportada por la fertilización (Yuniati et al., 2022).

El análisis inicial del suelo (Anexo: Figura 36) evidenció una baja fertilidad química y escasa capacidad tampón, lo que influyó significativamente en la respuesta de *C. chinense*. En consecuencia: (1) se restringió el crecimiento y la absorción eficiente de nutrientes debido a los bajos niveles de P-Olsen, materia orgánica y C.I.C, y (2) los tratamientos con NPK mostraron mayores efectos sobre los minerales del fruto (como Mg y ceniza), mientras que el extracto de *M. oleifera* promovió principalmente respuestas fisiológicas y antioxidantes (vitamina C), sin llegar a compensar las limitaciones del suelo.

Tabla 30. Prueba de Di Rienzo Guzman y Casanoves (DGC) ($\alpha= 0,05$) de flavonoides, vitamina C, magnesio (Mg) y Ceniza (%) en frutos cosechados a 121 DDT en plantas de *C. chinense*.

Flavonoides (mg EC/g)				Vitamina C (mg EAA/g)				Mg (%)				Ceniza (%)			
Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig
T ₁	0,37	± 0,01	a	T ₃	0,48	± 0,01	a	T ₈	0,45	± 0,01	a	T ₆	0,90	± 0,10	a
T ₆	0,36	± 0,01	a	T ₇	0,47	± 0,01	a	T ₄	0,34	± 0,01	b	T ₇	0,86	± 0,10	a
T ₇	0,35	± 0,01	a	T ₁	0,42	± 0,01	b	T ₇	0,29	± 0,01	c	T ₅	0,72	± 0,10	a
T ₄	0,35	± 0,01	a	T ₈	0,42	± 0,01	b	T ₃	0,28	± 0,01	c	T ₈	0,63	± 0,10	a
T ₅	0,35	± 0,01	a	T ₅	0,25	± 0,01	c	T ₆	0,25	± 0,01	d	T ₄	0,43	± 0,10	b
T ₈	0,34	± 0,01	a	T ₆	0,24	± 0,01	c	T ₂	0,23	± 0,01	d	T ₃	0,37	± 0,10	b
T ₂	0,34	± 0,01	a	T ₂	0,24	± 0,01	c	T ₅	0,22	± 0,01	e	T ₁	0,32	± 0,10	b
T ₃	0,34	± 0,01	a	T ₄	0,11	± 0,01	d	T ₁	0,21	± 0,01	e	T ₂	0,30	± 0,10	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos.
 Sig : Significativo
 R.P : Rango promedio
 EE :Error experimental

T₁ : Testigo T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K
 T₂ : *M. oleifera* (3 %) T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K
 T₃ : *M. oleifera* (11 %) T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K
 T₄ : *M. oleifera* (20 %) T₈ : N-P-K

mg EC/g : Miligramos equivalentes de catequina por gramo
 mg EAA/g : Miligramos equivalentes de ácido ascórbico por gramo
 Mg : Magnesio
 % : Porcentaje

En los gráficos de barras se observa que el T₁ resalta con un contenido mínimo de flavonoides (Figura 32a), mientras que en la regresión polinómica con N-P-K se obtiene un coeficiente de determinación $R^2 = 0,997$, lo que indica un ajuste casi perfecto del modelo, con respuesta óptima en dosis medias de 11 % aproximadamente, sugiriendo que la fertilización sintética favorece la acumulación de estos compuestos secundarios, mientras que sin N-P-K el modelo presenta $R^2 = 0,704$ y una tendencia ascendente conforme aumenta la dosis, del mismo modo con Atteya et al. (2022) quienes reportaron que la aplicación de N-P-K en *M. oleifera* disminuyó significativamente el contenido de flavonoides en hojas secas, alcanzando valores máximos en tratamientos control sin fertilización (28,01 mg /g), lo que sugiere que el exceso de fertilización nitrogenada desvía el metabolismo secundario hacia la producción de proteínas y crecimiento vegetativo, reduciendo la síntesis de compuestos fenólicos como mecanismo de compensación metabólica. También confirmaron que la fertilización orgánica y mineral combinada con ácido húmico incrementó significativamente el contenido de flavonoides específicos como catequina, quercetina, luteolina, rutina, apigenina y kaempferol en hojas de *M. oleifera*, evidenciando que el tipo y dosis de fertilización modula la biosíntesis de estos metabolitos secundarios (Tresballes, 2004).

El comportamiento de vitamina C (Figura 32b), indica que los T₃ y T₇ destacan con mayores concentraciones de ácido ascórbico, en tanto que la regresión polinómica con N-P-K exhibe $R^2 = 0,928$ con tendencia ascendente a medida que aumenta la dosis de extracto desde 5 aproximadamente hasta 20 %, mientras que sin N-P-K se obtiene $R^2 = 0,555$ con comportamiento de punto máximo, en la dosis 3 a 11 % la que mejor responde, estos resultados concuerdan con Yaseen et al. (2023), quienes encontraron que la aplicación foliar de 6 % de extracto de hoja de *M. oleifera* en repollo incrementó significativamente el contenido de vitamina C en comparación con dosis mayores. Por otro lado en Mg el T₈ resalta con mayor acumulación (Figura 32c), por su parte la regresión polinómica con N-P-K muestra $R^2 = 0,58$ con tendencia negativa conforme aumenta la dosis del extracto combinada con la fertilización, con un ligero aumento al 20 %, mientras que sin N-P-K se alcanza $R^2 = 1,0$, lo que representa un ajuste perfecto del modelo con respuesta lineal positiva hasta la dosis de 20 %, indicando que el extracto de *M. oleifera* potencia significativamente la absorción y translocación de magnesio en tejidos vegetales. De diferente forma en investigaciones de extracto de *M. oleifera* y compuestos con acción bioestimulantes se presentó un buen resultado en dosis bajas de 5 %, evidenciando un aumento de minerales como Ca, K, Fe y para el caso de Mg fue mejor bajo la influencia del bioestimulante N-(2-Chloro-4-Pyridyl)-N-Phenylurea (CPPU) (Correspondence et al., 2020).

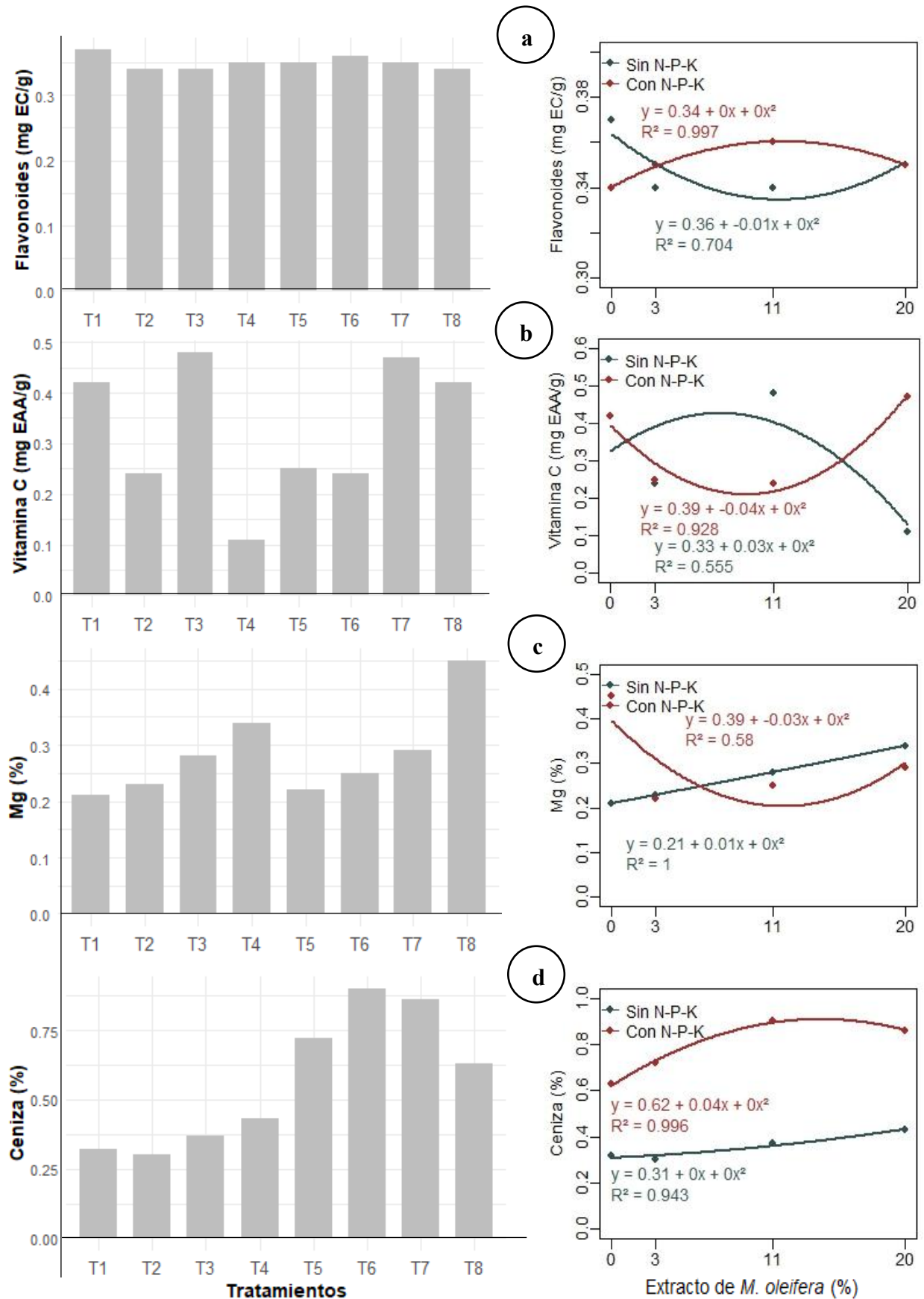


Figura 32. Variables en relación tratamientos y dosis expresados en gráficos de barras y regresión polinómica de acuerdo con: a. flavonoides, b. vitamina C, c. magnesio (Mg) y d. ceniza, contenidos en frutos de *C. chinense*.

Siguiendo con el análisis de las variables en ceniza (Figura 32d), el T₆ sobresale con mayor contenido de ceniza total, mientras que en la regresión polinómica sin N-P-K se obtiene $R^2 = 0,943$ con respuesta lineal positiva fuerte hasta la dosis máxima de 20 % del extracto, siendo esta la dosis óptima que maximiza el contenido mineral, en contraste con N-P-K que presenta $R^2 = 0,996$ también con tendencia positiva pero ligeramente inferior. Se indica que independientemente de la fertilización sintética el extracto de *M. oleifera* incrementa sustancialmente el contenido de minerales totales expresados como ceniza, debido a su rica composición en macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Fe, Zn, Cu, Mn, B) (Yuniati et al., 2022).

b. Análisis no paramétrico

Una vez obtenidos los datos del Laboratorio Central de Investigación y Laboratorio de Análisis de Suelo, Agua y Ecotoxicología (Anexo: Figura 39, 40 y 41), se procedió a su tabulación, como primer paso, se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad (Tabla 31) mediante la prueba de Shapiro-Wilk, recomendada para un número de observaciones inferior a 50, y la prueba de Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas. Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk fueron no significativos (p -valor $> 0,05$) para las variables humedad de fruto, materia seca, materia orgánica, K y Fe, lo cual indica que estos datos siguen una distribución normal. Sin embargo, la prueba de Levene mostró resultados significativos (p -valor $< 0,05$) para humedad y materia seca, y altamente significativos (p -valor $< 0,01$) para materia orgánica, K y Fe, evidenciando heterogeneidad de varianzas. Dado que no se cumplieron simultáneamente ambos supuestos, se comprobó que los datos presentan características que requieren el uso de métodos no paramétricos. Por consiguiente, se optó por aplicar la prueba de Kruskal-Wallis, apropiada para datos heterogéneos que no cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Esta decisión se fundamenta en las recomendaciones de Machado y Rodríguez-Balza (2019), quienes tras sus investigaciones proponen la aplicación de métodos no paramétricos cuando los supuestos paramétricos no se satisfacen, asegurando mayor rigurosidad en el análisis de datos y evitando la generación de falsos positivos.

El análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis realizado con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ sobre las variables evaluadas en frutos de *C. chinense*, reveló diferencias estadísticas significativas y altamente significativas entre los tratamientos aplicados (Tabla 31), la variable humedad de fruto presentó un valor de chi-cuadrado de 16,73 con un p -valor de 0,0192; lo que indica diferencias significativas entre los tratamientos, de manera similar la materia seca mostró el mismo valor estadístico (Chi-cuadrado = 16,73, p -valor =

0,0192), lo cual es consistente dado que ambas variables están inversamente relacionadas y confirma que los tratamientos ejercieron efectos diferenciales sobre el contenido de agua y materia seca en los frutos, en contraste la materia orgánica no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (Chi-cuadrado = 11,93; p-valor = 0,1026), sugiriendo que los tratamientos aplicados no modificaron sustancialmente el contenido de materia orgánica en los frutos, por otro lado las variables K y Fe exhibieron diferencias altamente significativas con valores de chi-cuadrado de 29,80 y 29,53 respectivamente, ambos con p-valores de 0,0001; lo que indica una fuerte evidencia estadística de que al menos dos tratamientos difieren significativamente en cuanto a la acumulación de estos minerales en los frutos, estos resultados sugieren que los tratamientos evaluados ejercieron efectos marcados sobre la composición mineral de los frutos, particularmente en potasio y hierro, mientras que las variables relacionadas con el contenido de humedad y materia seca también mostraron sensibilidad a los tratamientos aplicados. La prueba de Kruskal-Wallis diseñado específicamente para detectar diferencias significativas entre las medias de diversos tratamientos, asegura datos validos de campo y no parámetros fuera de lo común, lo cual respalda la metodología utilizada en el presente estudio (McKight & Najab, 2010). Por otro lado, los valores elevados del estadístico chi cuadrado obtenidos en esta prueba indican la existencia de diferencias sustanciales entre los rangos de las muestras analizadas, lo que constituye evidencia de que estas provienen de tratamientos distintos (Escurra, 1998).

Tabla 31. Análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis con ($\alpha = 0,05$); para humedad de fruto (%), materia seca (%), materia orgánica (%), Potasio (%) y Hierro (mg/kg) en frutos cosechados a 121 DDT en planta de *C. chinense*.

Variables	Supuestos		Prueba de Kruskal-Wallis	
	Test. Shapiro Wilks ($\alpha = 0,05$)	Test. Levene ($\alpha = 0,05$)	Chi cuadrado	p-valor
Humedad de fruto	0,496 <i>NS</i>	0,0180*	16,73	0,0192*
Materia Seca	0,496 <i>NS</i>	0,0180*	16,73	0,0192*
Materia orgánica	0,646 <i>NS</i>	0,0360*	11,93	0,1026 <i>NS</i>
K	0,472 <i>NS</i>	0,0058**	29,80	0,0001**
Fe	0,438 <i>NS</i>	0,0069**	29,53	0,0001**

Los grados de libertad tanto para la prueba de Kruskal-Wallis y supuestos de normalidad de Shapiro willk, como también para supuesto de homogeneidad de varianza Levene fue de 7.

- * : Significativo
- ** : Altamente significativo
- NS : No significativo
- Eval : Evaluaciones
- S.W : Shapiro willk

Basándome en los resultados de las comparaciones múltiples de Siegel y Castellan (Tabla 32) ($\alpha = 0,05$), la humedad reveló que el testigo T₁ presentó el mayor contenido de humedad 94,40 %, formando un grupo estadísticamente superior, mientras que el tratamiento con fertilización sintética y extracto de *M. oleifera* + N-P-K (T₇) mostró el menor contenido (93,03 %), diferenciándose significativamente del testigo, estos resultados indican que la aplicación de extracto de *M. oleifera*, particularmente en altas concentraciones con el fertilizante, mantuvo niveles de humedad bajos, lo cual es similar con el efecto de la fertilización sintética sola que redujo el contenido de agua en los frutos. Estudios en pimiento dulce han reportado que el contenido de humedad disminuye conforme aumentan las dosis de extracto de *M. oleifera* aplicado, sugiriendo una respuesta dosis dependiente que en el presente estudio no se manifestó de manera consistente, posiblemente debido a las condiciones específicas del experimento (Ansa y Chigozi, 2020). De manera positiva puede ser el contenido rico del extracto *M. oleifera* y el fertilizante, sintetizaron mejores compuestos sólidos y no agua, debido a que el ambiente proporcionó un sitio ideal y la planta conjunta con frutos no presentaron estrés (Mashamaite et al., 2022).

Siguiendo con la interpretación de medias de Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$), tenemos que en materia seca (Tabla 32), los T₇ (*M. oleifera* 20 % + N-P-K) alcanzó el mayor porcentaje de materia seca (6,97 %), diferenciándose significativamente del testigo (T₁: 5,60 %) que registró el menor valor, estos resultados demuestran que la aplicación combinada de extracto de *M. oleifera* con fertilización sintética incrementa significativamente la acumulación de materia seca en frutos, lo cual está relacionado con una mayor eficiencia fotosintética y translocación de carbohidratos hacia los órganos de almacenamiento. Hallazgos similares fueron reportados por investigadores que observaron incrementos en materia seca foliar y de frutos cuando se aplicaron bioestimulantes con ácido fúlvico y extracto de *M. oleifera* (Mashamaite et al., 2022). En estudios con pimiento dulce *C. chinense*, la aplicación de N-P-K al 100 % de la dosis recomendada generó los mayores incrementos en producción de materia seca (16,44 t/ha), confirmando que la fertilización sintética optimiza la acumulación de biomasa (Ichwan et al., 2022). Por otro lado, materia orgánica no mostró resultados diferentes entre los tratamientos (T₁, T₂, T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈) siendo iguales.

Para el elemento de K según las comparaciones múltiples de Siegel y Castellan (Tabla 32) con un $\alpha = 0,05$; el tratamiento con fertilización sintética T₈ presentó el mayor contenido de potasio en frutos con 5,55 % diferenciándose significativamente de los tratamientos con menores concentraciones, mientras que T₁ registró el valor más bajo 2,27 %. Los tratamientos con extracto de *M. oleifera* combinado con N-P-K (T₇ y T₄) mostraron valores

intermedios superiores al control. Diversos estudios han confirmado que el potasio mejora la calidad de frutos al incrementar la formación y transporte de carbohidratos desde las partes vegetativas hacia los órganos de almacenamiento (Jiménez y García-Seminario, 2017). En *C. annum* (pimiento habanero), la fórmula de fertilización 350-250-360 (N-P-K) indujo los mayores rendimientos de fruto, destacando el papel crítico del potasio en la productividad (Aguilar et al., 2024). El extracto de *M. oleifera* es rico en K (259-2510 mg/100 g), lo cual explica los incrementos moderados observados en los tratamientos que lo incluyeron (Atteya et al., 2022). Sin embargo, investigaciones han mostrado resultados variables, en dosis de *M. oleifera* reportan incrementos en el contenido de 3,36 % (K) en frutos a dosis de 6 % extracto, en la primera temporada, en la siguiente vario encontrándose sin significancia con respecto al resto de tratamientos, en 2,94 %.(K)(Hala, 2017). Como ultimo elemento tenemos al Fe se identificó que el tratamiento con fertilización sintética (T8 = N-P-K) alcanzó la mayor concentración de Fe en frutos dando 173,13 mg/kg, seguido por (T4 =*M. oleifera* 20 %) con 132,99 mg/kg, ambos diferenciándose significativamente del testigo T₁ que obtuvo 84,36 mg/kg que presentó el valor más bajo. Esta respuesta indica que tanto la fertilización sintética como las concentraciones elevadas de extracto de *M. oleifera* favorecen la acumulación de Fe en frutos, micronutriente esencial para procesos metabólicos y valor nutricional del producto Uno de los motivos está relacionado en la descripción de dos especies, *M. oleifera* presento 274 mg/kg siendo mejor que *M. peregrina* que obtuvo 241 mg/kg de Fe en frutos de *C. annum* (Mehdawe et al., 2023). Por otro lado, en mandarina la aplicación de *M. oleifera* al 3 % aumento en contenido de Fe en hojas.

Los gráficos de barras evidencian que el tratamiento T₁ resalta con mayor porcentaje de humedad en frutos (Figura 33a), mientras que en la regresión polinómica sin N-P-K se obtiene $R^2 = 0,767$ con tendencia descendente conforme aumenta la dosis de extracto de *M. oleifera*, con respuesta óptima en la dosis 0 % (testigo), en tanto que con N-P-K se alcanza $R^2 = 0.762$ también con comportamiento negativo, indicando que el incremento en la dosis del extracto reduce ligeramente el contenido de humedad del fruto independientemente de la fertilización sintética, probablemente debido al efecto osmótico de los solutos presentes en el extracto que incrementan la acumulación de materia seca, estos resultados son consistentes con Kapur et al. (2018) quienes reportaron que la aplicación de bioestimulantes incrementó significativamente el contenido de materia seca en frutos de tomate mediante el aumento de nitrógeno y la mejora del proceso fotosintético, lo que reduce proporcionalmente el contenido de agua.

Tabla 32. Prueba post hoc de comparación múltiples Siegel y Castellan ($\alpha = 0,05$) para humedad (%), materia seca (%), materia orgánica (%), Potasio (%) y Hierro (mg/kg) en frutos cosechados a 121 DDT en planta de *C. chinense*.

Humedad de fruto (%)				Materia Seca (%)				Materia Orgánica (%)				K (%)				Fe (mg/kg)			
Trat	Media	R.P	Sig.	Trat	Media	R.P	Sig	Trat	Media	R.P	Sig	Trat	Media	R.P	Sig	Trat	Media	R.P	Sig
T ₁	94,40	26,38	a	T ₇	6,97	28,25	a	T ₇	6,12	24,75	a	T ₈	5,55	30,50	a	T ₈	173,13	30,50	a
T ₈	94,39	23,75	ab	T ₅	6,52	21,25	ab	T ₂	6,07	22,25	a	T ₇	3,43	25,25	ab	T ₄	132,99	26,50	a
T ₄	94,26	22,75	ab	T ₆	6,52	20,00	ab	T ₃	5,94	20,5	a	T ₄	3,36	23,50	abc	T ₃	118,24	21,25	ab
T ₃	93,69	15,25	abc	T ₂	6,37	18,63	abc	T ₅	5,80	19,25	a	T ₆	3,15	17,63	abcd	T ₇	110,85	19,75	abc
T ₂	93,63	14,38	abc	T ₃	6,31	17,75	abc	T ₆	5,61	15,75	a	T ₃	3,10	15,63	bcd	T ₂	94,15	13,25	bcd
T ₆	93,48	13,00	bc	T ₄	5,74	10,25	bc	T ₄	5,30	11,13	a	T ₅	2,96	10,50	cde	T ₆	90,72	10,75	bcd
T ₅	93,48	11,75	bc	T ₈	5,61	9,25	bc	T ₁	5,28	10,00	a	T ₂	2,57	6,50	de	T ₁	84,36	7,50	cd
T ₇	93,03	4,75	c	T ₁	5,60	6,63	c	T ₈	4,97	8,38	a	T ₁	2,27	2,50	e	T ₅	70,80	2,50	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat : Tratamientos.
 Sig : Significativo
 R.P : Rango promedio
 K : Potasio
 Fe : Hierro
 % : Porcentaje
 mg/kg : Miligramo por kilogramo

T₁ : Testigo
 T₂ : *M. oleifera* (3 %) T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K
 T₃ : *M. oleifera* (11 %) T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K
 T₄ : *M. oleifera* (20 %) T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K
 T₈ : N-P-K

Además Li et al. (2022) mediante meta-análisis demostraron que los bioestimulantes mejoran el rendimiento de cultivos especialmente bajo condiciones de estrés hídrico, con mayor efectividad en climas áridos y suelos con limitada disponibilidad de agua, sugiriendo que los bioestimulantes modulan el equilibrio hídrico tisular mediante ajustes osmóticos y metabólicos que favorecen la acumulación de biomasa sobre el contenido de agua libre. Por otro lado el comportamiento de materia seca el T₇ resalta con mayor porcentaje en frutos (Figura 33b), por su parte la regresión polinómica con N-P-K muestra $R^2 = 0,762$ con tendencia positiva lineal hasta la dosis máxima de 20 %, siendo esta la dosis óptima, mientras que sin N-P-K se obtiene $R^2 = 0.767$ con comportamiento ascendente similar, demostrando que el extracto de *M. oleifera* incrementa consistentemente hasta una dosis de 11 % y desciende independientemente de la fertilización sintética, Matthews et al. (2025) encontraron que el extracto de hoja de *M. oleifera* usado como bioestimulante incrementó significativamente el rendimiento de materia seca, biomasa radicular y altura de planta, además Silva et al. (2025) reportaron que plantas de *C. annuum* tratadas con bioestimulante demostraron parámetros de crecimiento superiores incluyendo altura de planta, materia seca, área foliar y número de hojas, con incrementos de hasta 203 % en rendimiento estimado bajo condiciones de estrés salino moderado, atribuyendo estos efectos a la mejora en la actividad fotosintética, eficiencia en el uso del agua y mayor partición de asimilados hacia órganos de almacenamiento como frutos.

La materia orgánica por su parte el tratamiento T₂ T₃ y T₇ resalta ligeramente mayores resultado (Figura 33c), mientras que en la regresión polinómica sin N-P-K se obtiene $R^2 = 0,763$ con tendencia cuadrática mostrando un máximo en dosis intermedias 11 % antes de descender, en contraste con N-P-K que presenta $R^2 = 0,636$ con respuesta lineal positiva moderada hasta la dosis de 20 %, siendo esta la dosis que mejor responde bajo fertilización sintética, sugiriendo que el extracto de *M. oleifera* incrementa el contenido orgánico total del fruto principalmente a través de la acumulación de compuestos carbonados como carbohidratos, proteínas, lípidos y metabolitos secundarios, cuya síntesis es modulada por la interacción entre el bioestimulante y el régimen nutricional. En potros ensayos el tratamiento con fertilización orgánica combinada con N-P-K, incrementó significativamente el rendimiento biológico de *Ziziphus jujuba* Mill. (jujuba) hasta 94.81 t.ha⁻¹, representando un incremento de 97,95 % comparado con el control, además mejoró características fotosintéticas incluyendo tasa neta de fotosíntesis (22,38 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), conductancia estomática (0,5014 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) y eficiencia instantánea del uso del agua, con incrementos de 64,2 % respecto al control (Ye et al., 2022).

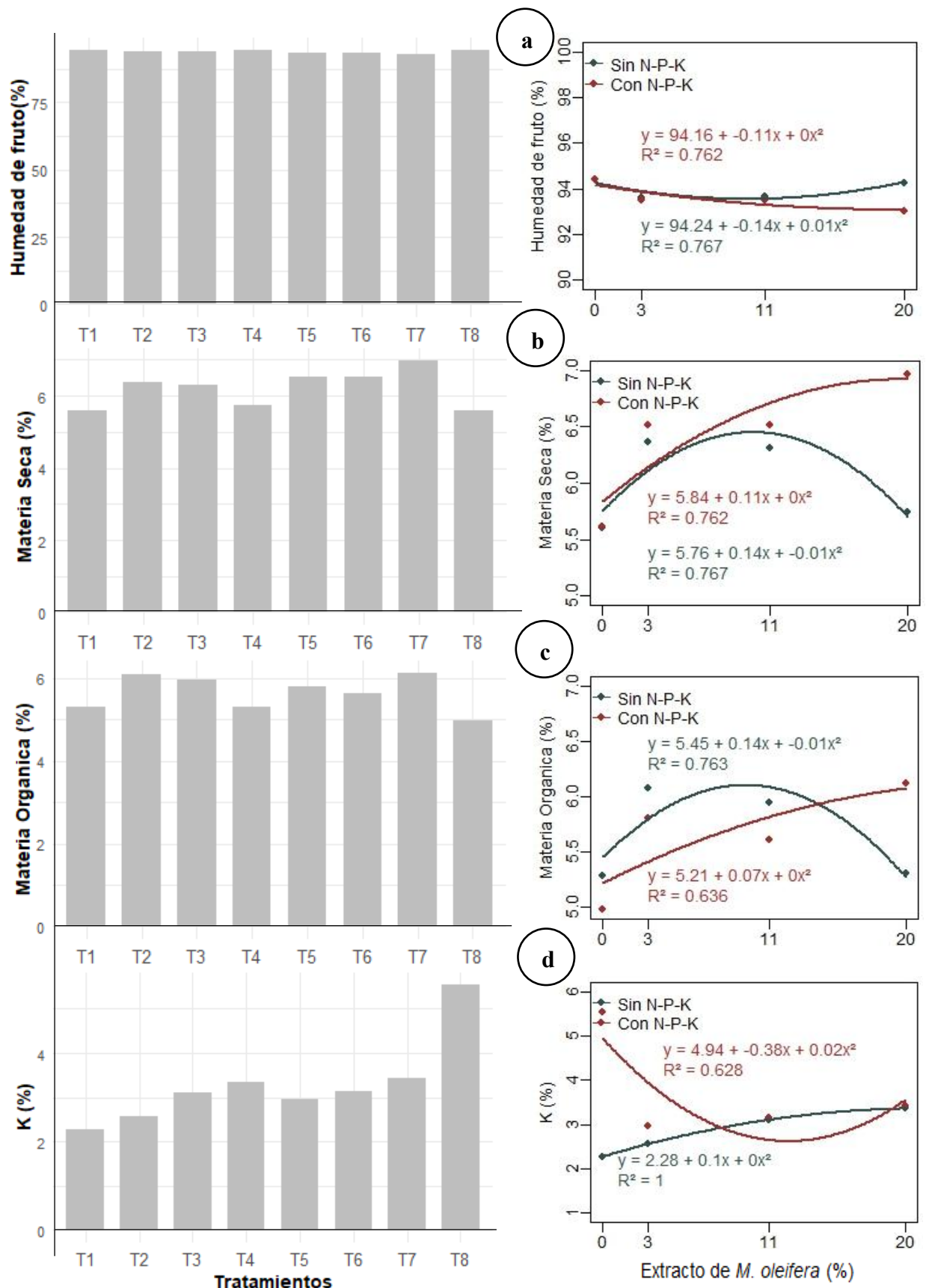


Figura 33. Variables en relación tratamientos y dosis expresados en gráficos de barras y regresión polinómica de acuerdo con: a. humedad de fruto, b. materia seca C, c. materia orgánica y d. potasio (K), contenidos en frutos de *C. chinense*.

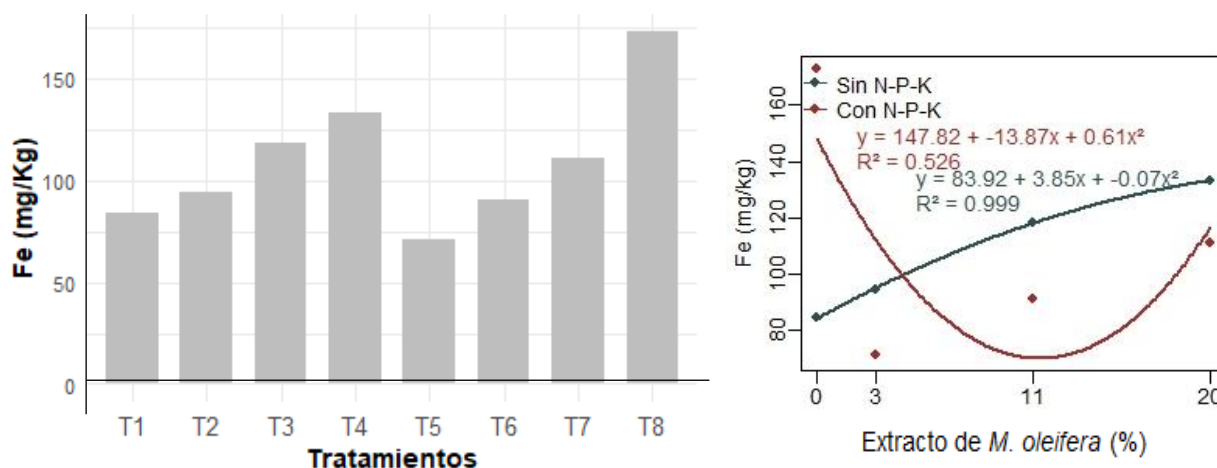


Figura 34. Variables en relación tratamientos y dosis expresados en gráficos de barras y regresión polinómica de acuerdo con hierro (Fe), contenidos en frutos de *C. chinense*.

Según el comportamiento de K el T₈ destaca con mayor concentración de en frutos (Figura 33d), en tanto que la regresión polinómica con N-P-K exhibe $R^2 = 0,628$ con comportamiento cuadrático, alcanzando un máximo en dosis intermedias (3 a 11 %) seguido de disminución a dosis altas de extracto de *M. oleifera*, mientras que sin N-P-K se obtiene $R^2 = 1$ con respuesta lineal positiva perfecta hasta la dosis de 20 %, indicando que la *M. oleifera* potencia significativamente la absorción y translocación de potasio hacia los frutos. Por otro lado, también resalta el T₈ debido que fue el tratamiento que solo se aplicó extracto de *M. oleifera* y el comportamiento combinado con *M. oleifera* genera un que no se presenten en frutos de manera resaltante. Sardar et al. (2021) observaron que la aplicación foliar de 20 % de extracto de hoja de *M. oleifera* incrementó significativamente la acumulación de N, P, K, Ca, Mg, Na y Zn en hojas de Stevia.

Como elemento final el Fe indican que el T₄ y T₈ sobresale con mayor contenido en frutos (Figura 34), en tanto que la regresión polinómica los valores el $R^2 = 0,999$ con N-P-K indica un ajuste casi perfecto, donde el 99,9 % de la variabilidad en el contenido de Fe es explicada por las dosis de fertilización sintética, reflejando una respuesta altamente predecible y consistente, por el contrario, el $R^2 = 0,526$ sin N-P-K muestra un ajuste moderado, explicando solo el 52,6 % de la variabilidad, lo que sugiere mayor influencia de factores biológicos y ambientales típicos de la fertilización orgánica, resultando en una respuesta menos predecible. Experimentos también en la aplicación foliar de extracto de hoja de *M. oleifera* como bioestimulante natural incrementó significativamente el contenido de compuestos bioactivos en *L. sativa* y *Brassica oleracea* L. (repollo), mejorando simultáneamente parámetros de crecimiento, contenido de nutrientes, pigmentos y absorción

mineral, con concentraciones óptimas entre 6 a 8 %, además el extracto de *M. oleifera* contiene cantidades significativas de hierro ($25,6$ a $189 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) que junto con otros micronutrientes (Cu, Zn, Mn) se transfieren eficientemente a tejidos vegetales mediante mecanismos que incluyen activación enzimática, mejora de la conductancia estomática y optimización del metabolismo del carbono y nitrógeno Yaseen et al. (2023).

4.3. Beneficio costo (B/C)

Una vez realizado el análisis económico (Anexo: Tabla 135, 136, 137 y 138), se revela que el tratamiento T₂ (*M. oleifera* al 3 %) obtuvo la mayor relación beneficio/costo (B/C) con 8,62 siendo el más rentable del estudio, generó un ingreso total de 137 770,00 soles con un costo de producción de 15 975,52 soles por hectárea, por calidad de fruto, T₂ destacó principalmente en frutos de segunda calidad con un B/C de 5,44; seguido de primera calidad con 4,21. El tratamiento T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) ocupó el segundo lugar con un B/C de 8,17; alcanzando el ingreso total más alto de 258 665,00 soles, este tratamiento, los frutos de primera calidad mostraron excelente respuesta económica (B/C = 5,98), confirmando la sinergia entre el extracto de *M. oleifera* al 11 % y la fertilización química. El tratamiento T₈ (N-P-K solo) registró un B/C de 7,70; posicionándose como el tercer mejor tratamiento, destacó especialmente en frutos de segunda calidad con B/C de 5,04; demostrando eficiencia con menor costo de producción (12 586,00 soles/ha). Por otro lado, T₃ (*M. oleifera* 11 %) alcanzó un B/C de 6,37 con un ingreso de 186 906,25 soles, mientras que T₁ (testigo) mostró un B/C de 5,22; el cual, aunque positivo, fue el más bajo entre los tratamientos rentables.

Los tratamientos con concentraciones altas de extracto de *M. oleifera* (20 %) sin el fertilizante, como T₄, presentaron rentabilidad limitada (B/C = 2.56), debido a costos de producción elevados (44,170.10 soles/ha) que no se compensaron proporcionalmente con los ingresos.

Estos resultados se respaldan con investigaciones previas que demuestran que los bioestimulantes foliares, incluidos extractos de *M. oleifera*, pueden incrementar rendimientos económicos entre 13 y 40 %, y que aplicaciones en chile/pimiento pueden aumentar producción hasta 25 a 30 % (Abd El-Hack et al., 2022; Elbagory, 2019; Phiri, 2010). Además, investigaciones económicas sobre *M. oleifera* indican que tratamientos combinados con fertilización N-P-K optimizan la rentabilidad sin sacrificar márgenes de ganancia (Aluko, 2020).

Tabla 33. Análisis de B/C se consideró de acuerdo con la producción por ha de 3,50 S/.(Precio promedio), por tratamiento y de acuerdo con su selección de calidad de 4,50 S/.(Primera), 4,00 S/.(Segunda) y 2,00 S/.(Tercera).

Trat	Beneficio costo por venta total			Beneficio costo por calidad de frutos				
	Costo de producción	Ingreso total	B/C	Calidad	Costo de producción	Ingreso total	B/C	Σ B/C
T ₁	8 429,50	43 995,00	5,22	F.Primera	8 429,50	27 086,79	3,21	6,03
				F.Segunda	8 429,50	21 360,00	2,53	
				F.Tercera	8 429,50	2 421,43	0,29	
T ₂	15 975,52	137 770,00	8,62	F.Primera	15 975,52	67 249,29	4,21	9,95
				F.Segunda	15 975,52	86 884,30	5,44	
				F.Tercera	15 975,52	4 890,00	0,31	
T ₃	29 351,91	186 906,25	6,37	F.Primera	29 351,91	110 391,44	3,76	7,48
				F.Segunda	29 351,91	107 314,30	3,66	
				F.Tercera	29 351,91	1 730,00	0,06	
T ₄	44 170,10	113 051,25	2,56	F.Primera	44 170,10	54 932,15	1,24	3,00
				F.Segunda	44 170,10	73 941,44	1,67	
				F.Tercera	44 170,10	4 135,71	0,09	
T ₅	20 132,03	96 883,75	4,81	F.Primera	20 132,03	36 826,08	1,83	5,51
				F.Segunda	20 132,03	67 692,87	3,36	
				F.Tercera	20 132,03	6 434,29	0,32	
T ₆	31 668,33	258 665,00	8,17	F.Primera	31 668,33	189 226,63	5,98	9,93
				F.Segunda	31 668,33	122 414,30	3,87	
				F.Tercera	31 668,33	2 478,57	0,08	
T ₇	44 170,10	201 505,00	4,56	F.Primera	44 646,60	114 173,05	2,56	5,42
				F.Segunda	44 646,60	119 085,73	2,67	
				F.Tercera	44 646,60	3 614,29	0,08	
T ₈	12 586,00	96 883,75	7,70	F.Primera	12 586,00	37 134,65	2,95	8,76
				F.Segunda	12 586,00	63 381,44	5,04	
				F.Tercera	12 586,00	9 712,86	0,77	

Trat : Tratamientos
 F.Primera : Frutos de primera
 F.Segunda : Frutos de segunda
 F.Tercera : Frutos de tercera
 B/C : Beneficio-coste

T₁ : Testigo T₅ : *M. oleifera* (3 %) + N-P-K
 T₂ : *M. oleifera* (3 %) T₆ : *M. oleifera* (11 %) + N-P-K
 T₃ : *M. oleifera* (11 %) T₇ : *M. oleifera* (20 %) + N-P-K
 T₄ : *M. oleifera* (20 %) T₈ : N-P-K

V. CONCLUSIONES

1. El tratamiento T₇ (*M. oleifera* 20 % + NPK) exhibió el mejor desempeño biométrico con 111,20 cm de altura, 19,36 mm de diámetro de tallo y 242,31 hojas, seguido por T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK) que registró 105,69 cm de altura; 17,54 mm de diámetro y 242,31 número de hojas. Los tratamientos T₄, T₃, T₂, T₈, T₅, T₆ y T₇ obtuvieron valores de 54,5; 51,13; 49,50; 47,92; 45; 39,17 y 38,88 respectivamente al llegar más rápido al 50 % de floración.
2. En biomasa también reveló que T₇ (*M. oleifera* 20 % + NPK), generó mayor peso fresco de planta (PFP), peso fresco del follaje (PFF), peso fresco radicular (PFR), peso seco de la planta (PSP), peso seco del follaje (PSF), volumen radicular (VR), peso seco radicular (PSR), humedad radicular (HR), humedad de la planta (HP) y humedad del follaje (HF), seguido de T₆. La regresión polinómica determinó una dosis óptima de 12,54 % de *M. oleifera* sin fertilización, mientras que combinado con N-P-K las respuestas superaron el 20 %.
3. El tratamiento T₆ (*M. oleifera* 11 % + N-P-K) alcanzó el máximo rendimiento con 73,90 t/ha, seguido por T₇ (57,57 t/ha) y T₃ (53,40 t/ha). La concentración de extracto maximizar el número y peso de frutos por planta, produciendo 82,31 frutos/planta (T₆) con peso promedio de 2069 g fruto/planta (T₆). El tratamiento T₆ mostró el mejor diámetro de fruto/planta (53,91 mm). En calidad el tratamiento T₂ (*M. oleifera* 3 %) sobresalió en frutos de primera con diámetros promedio de 61,91 mm frutos cosechados, y para frutos de segunda calidad, T₆ y T₃ produjeron diámetros superiores de 49,72 y 49,76 mm por cosecha. La dosis óptima para rendimiento de 13,35 % con fertilización química y 11,64 % sin fertilización.
4. En la calidad de frutos los tratamientos T₃ (*M. oleifera* 11 %) y T₇ (*M. oleifera* 20 % + NPK) maximizaron vitamina C (0,48 y 0,47 mg EAA/g), T₇ alcanzó mejor materia seca (6,97 %), T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK) concentró ceniza en 5,26 %, y T₈ (NPK) favoreció acumulación de K, Mg (5,55 % y 0,45 %) y Fe (173,13 mg/kg). El testigo T₁ (Testigo) presentó mayor humedad (94,40 %), reflejando menor concentración de sólidos.
5. El T₂ (*M. oleifera* 3 %) alcanzó mayor beneficio costo (B/C) de 8,62, seguido por T₆ (*M. oleifera* 11 % + NPK) (8,17) que registró el mayor ingreso absoluto (S/. 258 665,00) y destacó especialmente en frutos de primera calidad (B/C = 5,98). T₈ (N-P-K) presentó B/C de 7,70, mientras T₄ (*M. oleifera* 20 %) sin fertilización mostró rentabilidad limitada (B/C = 2,56).

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Realizar pruebas de las mejores dosis obtenidas de extracto de *M. oleifera* al 11 y 20 % combinado con NPK en otras zonas agrícolas con diferentes condiciones climáticas.
2. Caracterizar compuestos bioactivos de *M. oleifera* promotores de la acumulación de biomasa.
3. Investigar el número de aplicaciones del extracto de *M. oleifera* y el fraccionamiento de NPK durante el ciclo fenológico del cultivo de *C. chinense*.
4. Evaluar respuesta de los elementos químicos del suelo macro y micronutrientes frente a la aplicación del extracto de *M. oleifera*, presentes en los frutos.
5. Realizar estudios de mercados enfocados en la comercialización de frutos de *C. chinense* orgánico.

VII. REFERENCIAS

- Abd El-Hack, M. E., Alqhtani, A. H., Swelum, A. A., El-Saadony, M. T., Salem, H. M., Babalghith, A. O., Taha, A. E., Ahmed, O., Abdo, M., y El-Tarabily, K. A. (2022). Pharmacological, nutritional and antimicrobial uses of *Moringa oleifera* Lam. leaves in poultry nutrition: An updated knowledge. *Poultry Science*, 101(9), 102031. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102031>
- Abdalla, M. (2013). The potential of *Moringa oleifera* extract as a biostimulant in enhancing the growth, biochemical and hormonal contents in rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *Sativa*) plants. *International Journal of Plant Physiology and Biochemistry*, 5, 42-49. <https://doi.org/10.5897/IJPPB2012.026>
- Abdel-Aziz, H. M. M., Soliman, M. I., Abo Al-Saoud, A. M., y El-Sherbeny, G. A. (2021). Waste-Derived NPK Nanofertilizer Enhances Growth and Productivity of *Capsicum annuum* L. *Plants*, 10(6), 1144. <https://doi.org/10.3390/plants10061144>
- Abdelkhalik, A., Abd El-Mageed, T. A., Mohamed, I. A. A., Semida, W. M., Al-Elwany, O. A. A. I., Ibrahim, I. M., Hemida, K. A., El-Saadony, M. T., AbuQamar, S. F., El-Tarabily, K. A., y Gyushi, M. A. H. (2023). Soil application of effective microorganisms and nitrogen alleviates salt stress in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1079260. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1079260>
- Abel, S., Tesfaye, J. L., Nagaprasad, N., Shanmugam, R., Dwarampudi, L. P., y Krishnaraj, R. (2021). Synthesis and Characterization of Zinc Oxide Nanoparticles Using *Moringa* Leaf Extract. *Journal of Nanomaterials*, 2021(1), 1-6. <https://doi.org/10.1155/2021/4525770>
- Ademiluyi, A. O., Aladeselu, O. H., Oboh, G., y Boligon, A. A. (2018). Drying alters the phenolic constituents, antioxidant properties, α -amylase, and α -glucosidase inhibitory properties of *Moringa (Moringa oleifera)* leaf. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2123-2133. <https://doi.org/10.1002/fsn3.770>
- Asociación de Exportadores . (2016). Lambayeque es la primera Región productora de *Capsicum* en el Perú. 50 Años ADEX. <https://www.adexperu.org.pe/notadeprensa/lambayeque-es-la-primera-region-productora-de-capsicum-en-peru/>
- Aguilar, C. C. C., Ramírez-Luna, E., Wong-Cámara, C. G., Matos-Pech, G., Chiquini-Medina, R. A., Bautista-Parra, S. G., y Cancino, D. J. P. (2024). Rendimiento de chile habanero

- (*Capsicum chinense* Jacq.) con el uso de diferentes niveles de NPK en Campeche, México.: Niveles de fertilización en chile habanero. *Revista Bio Ciencias*, 11. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1581>
- Ahmed, M. E., Elzaawely, A. A., y Ballat, I. A. A.-. (2020). Using of moringa leaf extract for stimulates growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Menoufia Journal of Plant Production*, 5(1), 63-75. <https://doi.org/10.21608/mjppf.2020.169437>
- Ahmed, N., Zhang, B., Bozdar, B., Chachar, S., Rai, M., Li, J., Li, Y., Hayat, F., Chachar, Z., y Tu, P. (2023). The power of magnesium: Unlocking the potential for increased yield, quality, and stress tolerance of horticultural crops. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1285512>
- Akagi, A., Fukushima, S., Okada, K., Jiang, C.-J., Yoshida, R., Nakayama, A., Shimono, M., Sugano, S., Yamane, H., y Takatsuji, H. (2014). WRKY45-dependent priming of diterpenoid phytoalexin biosynthesis in rice and the role of cytokinin in triggering the reaction. *Plant Molecular Biology*, 86(1), 171-183. <https://doi.org/10.1007/s11103-014-0221-x>
- Akhtar, S. S., Mekureyaw, M. F., Pandey, C., y Roitsch, T. (2020). Role of Cytokinins for Interactions of Plants With Microbial Pathogens and Pest Insects. *Frontiers in Plant Science*, 10(1), 1-12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.01777>
- Aluko, M. (2016). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science Moringa leaf extract on the growth and yield of pepper (*Capsicum annum* L.). *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 11, 107-109.
- Aluko, M. (2020). Prospects of Integrated Application of Moringa (*Moringa oleifera*) Leaf Extract, NPK Fertilizer and Poultry Manure on Okra (*Abelmoschus esculentus*) Production. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 1-6. <https://doi.org/10.9734/ajrcs/2020/v5i130084>
- Amaglo, N. K., Bennett, R. N., Lo Curto, R. B., Rosa, E. A. S., Lo Turco, V., Giuffrida, A., Curto, A. L., Crea, F., y Timpo, G. M. (2010). Profiling selected phytochemicals and nutrients in different tissues of the multipurpose tree *Moringa oleifera* L., grown in Ghana. *Food Chemistry*, 122(4), 1047-1054. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.073>
- Ansa, J. E. O., y Chigozi, W. (2020). Fertilization of moringa leafextract on growth, yield and quality of sweet bell pepper (*Capsicum annum*). *ijo - International Journal of Agriculture and Research (E:ISSN 2814-189X) (P.ISSN: 1595-9295)*, 3(12), 11-19.

- Arias García, J. C., y Melgarejo Muñoz, L. M. (2000). El ají: Historia, diversidad y uso. En Córdoba: Editorial Brujas.
- Atteya, A. K. G., Albalawi, A. N., Bayomy, H. M., Alamri, E. S., y Genaidy, E. A. E. (2022). Maximizing Leaves, Inflorescences, and Chemical Composition Production of *Moringa oleifera* Trees under Calcareous Soil Conditions. *Plants*, 11(2), 234. <https://doi.org/10.3390/plants11020234>
- Babu, A. K., Kumaresan, G., Raj, V. A. A., y Velraj, R. (2018). Review of leaf drying: Mechanism and influencing parameters, drying methods, nutrient preservation, and mathematical models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 536-556. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.002>
- Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., y García-Viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*, 274, 872-885. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.047>
- Bai, R., Liu, H., Liu, Y., y Yong, J. (2024). Effects of Foliar Application of Magnesium Fertilizer on Photosynthesis and Growth in Grapes. *Agronomy*, 14, 2659. <https://doi.org/10.3390/agronomy14112659>
- Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., Casanoves, F., Di Rienzo, J., y Robledo, C. (2008). Infostat: Manual del usuario. En Córdoba: Editorial Brujas.
- Barragán, L. M. A., Gaona, R. C., y Castañeda, H. T. (2022). Fenoles totales y capacidad antioxidante del extracto de hojas de *Moringa oleifera* en tres estados fenológicos. *Acta Agronómica*, 71(2), 156-161. <https://doi.org/10.15446/acag.v71n2.98672>
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., y Prithiviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39-48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>
- Bautista Ferro, F. (2018). Evaluación del proceso de deshidratación osmótica del fruto de ají dulce amazónico (*Capsicum chinense* Jacq), por la metodología de superficie de respuesta. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/314>
- Berkovich, L., Earon, G., Ron, I., Rimmon, A., Vexler, A., y Lev-Ari, S. (2013). *Moringa Oleifera* aqueous leaf extract down-regulates nuclear factor-kappaB and increases cytotoxic effect of chemotherapy in pancreatic cancer cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13(1), 13-212. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-212>

- Bharath, S. M., Cilas, C., y Umaharan, P. (2013). Fruit Trait Variation in a Caribbean Germplasm Collection of Aromatic Hot Peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.48.5.531>
- Bieto, J. A., Cubillo, M. T., Mangas, I. B., y Ormaechea, A. G. (2008). Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw-Hill Interamericana de España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=556962>
- Biswas, A. K., Hoque, T. S., y Abedin, M. A. (2016). Effects of moringa leaf extract on growth and yield of maize. *Progressive Agriculture*, 27(2), Article 2. <https://doi.org/10.3329/pa.v27i2.29322>
- Biswas, T. (2020). Exogenously Applied Moringa Leaf Extracts and Mixed Fertilizers in Soil to Improve Growth and Yield of Tomato (*Lycopersicon Esculentum* MILL.). *Sustainability in Food and Agriculture*. <https://doi.org/10.26480/SFNA.01.2020.42.47>
- Borges Gómez, L. del C. (2006). Predicción de la absorción de potasio por las raíces de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Centro de Investigación Científica de Yucatán]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=382452>
- Borges-Gómez, L., Moo-Kauil, C., Ruíz-Novelo, J., Osalde-Balam, M., González-Valencia, C., Yam-Chimal, C., y Can-Puc, F. (2014). Suelos destinados a la producción de chile habanero en Yucatán: Características físicas y químicas predominantes. *Agrociencia*, 48(4), 347-359. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.002>
- Bosland, P. W., y Coon, D. (2014). 'NuMex Sandia Select' New Mexican Chile Pepper. *HortScience*, 49(5), 667-668. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.5.667>
- Bosland, P. W., y Votava, E. J. (2012). *Peppers: Vegetable and Spice Capsicums*. Editorial CABI.
- Botta, A. (2013). Enhancing plant tolerance to temperature stress with amino acids: an approach to their mode of action. *Acta Horticulturae*, 1009, 29-35. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1009.1>
- Bowman, D. (2001). Contemporary issues Common Use of the CV: A Statistical Aberration in Crop Performance Trials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 90, 536-556. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.002>
- Brockman, H. G., y Brennan, R. F. (2017). The effect of foliar application of Moringa leaf extract on biomass, grain yield of wheat and applied nutrient efficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 40(19), 2728-2736. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1381723>

- Bulgari, R., Franzoni, G., y Ferrante, A. (2019). Biostimulants Application in Horticultural Crops under Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*, 9(6), 306. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306>
- Bulgari, R., Morgutti, S., Cocetta, G., Negrini, N., Farris, S., Calcante, A., Spinardi, A., Ferrari, E., Mignani, I., Oberti, R., y Ferrante, A. (2017). Evaluation of Borage Extracts As Potential Biostimulant Using a Phenomic, Agronomic, Physiological, and Biochemical Approach. *Frontiers in Plant Science*, 8(935), 1-16. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00935>
- Cabrera, F. A. V. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Editorial Universidad Nacional de Colombia. https://books.google.com.pe/books/about/Producci%C3%B3n_de_hortalizas_de_clima_c%C3%A1lido.html?id=UpyfvNokkroC&redir_esc=y
- Çakmakçı, S., y Çakmakçı, R. (2023). Quality and Nutritional Parameters of Food in Agri-Food Production Systems. *Foods*, 12(2), 351. <https://doi.org/10.3390/foods12020351>
- Calzada Benza, J. (1970). Métodos Estadísticos para la Investigación (3ra ed.). Jurídica.
- Camarena, J. C. A., Gonzales, N. C. J., y Portalatino, E. J. V. (2020). Análisis proximal físico-químico y metabólico de frutos del ecotipo *Capsicum chinense* Jacq. “ají supano” para fines industriales. Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7(1), 2049-2054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Canellas, L. P., Dobbss, L. B., Oliveira, A. L., Chagas, J. G., Aguiar, N. O., Rumjanek, V. M., Novotny, E. H., Olivares, F. L., Spaccini, R., y Piccolo, A. (2012). Chemical properties of humic matter as related to induction of plant lateral roots. *European Journal of Soil Science*, 63(3), 315-324. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2012.01439.x>
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., y Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Okorokova-Façanha, A. L., y Façanha, A. R. (2002). Humic Acids Isolated from Earthworm Compost Enhance Root Elongation, Lateral Root Emergence, and Plasma Membrane H⁺-ATPase Activity in Maize Roots. *Plant Physiology*, 130(4), 1951-1957. <https://doi.org/10.1104/pp.007088>
- Caradonia, F., Battaglia, V., Righi, L., Pascali, G., y La Torre, A. (2019). Plant Biostimulant Regulatory Framework: Prospects in Europe and Current Situation at International Level. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(2), 438-448. <https://doi.org/10.1007/s00344-018-9853-4>

- Cárdenas, B., y Serrano, C. (2022). Physicochemical characterization of leaves, seeds and vegetable oil of *Moringa oleifera* ecotype Plain. 34, 227-241. A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7(1), 2049-2054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Cardona, J. G. G., Querales, P. J., Jiménez, A. H., Méndez, N. A., Gutierrez, M. I. R., Jiménez, J., y Mendoza, P. G. (2024). Parámetros fisiológicos de *Capsicum chinense* y su relación con la sanidad y condiciones climáticas en zonas productoras de semilla artesanal del estado Yaracuy, Venezuela. *Revista de Investigación Hatun Yachay Wasi*, 3(2), 106-123. <https://doi.org/10.57107/hyw.v3i2.77>
- Carriquiry, M., Piaggio, M., y Sena, G. (2019). Guía de análisis costo beneficio. Aplicación para medidas de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario en Uruguay. FAO ; <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca2795es>
- Castillo Cáceres, A. (2019). Evaluación agronómica de ajíes promisorios de la colección de germoplasma de *Capsicum* del Programa de Hortalizas de la [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional Agraria la Molina].Repositorio UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3896>
- Castillo Marcillo, M. M., y Chiluisa Puente, M. E. (2011). Evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el recinto San Pablo de Maldonado, cantón la Maná, provincia de Cotopaxi, año 2011.[Tesis de doctoral, Universidad Técnica de Cotopaxi].Repositorio UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/847>
- Castro Sanchez, J. K. (2021). Optimización de extracción de capsaicinoides en oleorresina de placenta de ají panca (*Capsicum chinense*) y evaluación de costos de producción. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/9668>
- Chávez, C. A. C. (2024). Uso de técnicas como la regresión y redes neuronales para anticipar el rendimiento del maíz. *recimundo*, 8(4), Article 4. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(4\).diciembre.2024.126-135](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(4).diciembre.2024.126-135)
- Chemweno, S., Kwakye, D. O., Rachmilevitch, S., Ephrath, J. E., y Lazarovitch, N. (2025). Root growth and yield responses to nitrogen levels in bell pepper (*Capsicum annum*) cultivation: Balancing nutrient efficiency and productivity. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1589560>
- Chergui, F. N., Ounoki, S., Chebbi, M., Masmoudi, T., y Kadmi, y. (2025). A comparative study of metronidazole removal from aqueous solution by Fenton oxidation process: Optimization and statistical methodology. *International Journal of Environmental*

- Science and Technology, 22(14), 13717-13730. <https://doi.org/10.1007/s13762-025-06487-1>
- Chirif, A. C. (2005). Biodiversidad amazónica y gastronomía regional. *Folia Amazónica*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.24841/fa.v14i2.148>
- Colla, G., Hoagland, L., Ruzzi, M., Cardarelli, M., Bonini, P., Canaguier, R., y Rouphael, Y. (2017). Biostimulant Action of Protein Hydrolysates: Unraveling Their Effects on Plant Physiology and Microbiome. *Frontiers in Plant Science*, 8(1), 1-14. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.02202>
- Colla, G., Nardi, S., Cardarelli, M., Ertani, A., Lucini, L., Canaguier, R., y Rouphael, y. (2015). Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.037>
- Corrêa, C. V., Mendonça, V. Z. de, Mendes de Sousa Gouveia, A., Gonçalves Carpanetti, M., Barbosa Tavares, A. E., de Brito Lima Lanna, N., Evangelista, R. M., y Inácio Cardoso, A. I. (2018). Physicochemical and biochemical traits of sweet pepper hybrids as a function of harvest times. *Food Chemistry*, 257, 265-270. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.002>
- Correa, R. D. C., y Mercado, S. A. S. (2023). Diseño de experimentos agrícolas como proyectos de aula implementados en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 21(2), 27-41. <https://doi.org/10.4995/redu.2023.19326>
- Correspondence, author, Sadiq, S., Mukhtar, F., Abubakar, A. W., y Umar, A. (2020). Evaluation of Nutritional Value of *Capsicum annum*(Pepper) in Response to Moringa oleifera Leaf Extract, Cocos nucifera (Coconut) Water and N-(2-Chloro-4-Pyridyl)-N-Phenylurea (Cpau) Application. 6, 228-237.
- Cortes, J. S. A., Godoy, J. A., Cortés, J. D. A., y Mora, R. M. S. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), 258-306. <https://doi.org/10.25058/24629448.3639>
- De la Cruz-Ricardez, D., del C. Lagunes-Espinoza, L., Ortiz-García, C. F., Hernández-Nataren, E., Soto-Hernández, R. M., y Acosta-Pech, R. G. (2022). Phenology, yield, and phytochemicals of *Capsicum* spp. In response to shading Fenología, rendimiento y fitoquímicos de *Capsicum* spp. En respuesta al sombreado. *Botanical Sciences*, 100. <https://doi.org/10.17129/botsci.3234>
- Di Rienzo, J. A., Guzmán, A. W., y Casanoves, F. (2002). A Multiple-Comparisons Method Based on the Distribution of the Root Node Distance of a Binary Tree. *Journal of*

- Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 7(2), 129-142.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=382452>
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., y Walter Robledo, C. (2010). Infostat: Software para análisis estadístico.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10346>
- Diaz, G. I., y Ossa, C. A. L. (2008). Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad del cultivo de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var *pendulum*) en la estación experimental Donoso—Huaral. Aporte Santiaguino, ág. 7-15.
<https://doi.org/10.32911/as.2008.v1.n1.325>
- Dlamini, S. W., Bertling, I., y Ngcobo, B. L. (2024). Enhancing growth, yield and physiological quality of sweet pepper fruit through application of fertiliser and moringa leaf powder (MLP). Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science, 74(1), 2396973. <https://doi.org/10.1080/09064710.2024.2396973>
- Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. Scientia Horticulturae, 196, 3-14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Dunsin, O., y Okiemute, O. (2015). Response of sweet bell pepper to Moringa Leaf Extract and Organo-Bio degradable fertilizer. 2015, 117-123.
- Echeagaray, F. (1897). Nociones de cálculo infinitesimal... Imprenta Hijas de J. F. Jens.
- Elbagory, M. (2019). Effectiveness of Organic Fertigation and Moringa Leaf Extract Spray as an Alternative to Chemical Fertigation for Improving Yield and Quality of Lettuce under Soilless Condition. Environment, Biodiversity and Soil Security. <https://doi.org/10.21608/jenvbs.2019.6817.1047>
- Elzaawely, A. A., Ahmed, M. E., Maswada, H. F., y Xuan, T. D. (2017). Enhancing growth, yield, biochemical, and hormonal contents of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) sprayed with moringa leaf extract. Archives of Agronomy and Soil Science, 63(5), 687-699. <https://doi.org/10.1080/03650340.2016.1234042>
- Embaby, M., y Ibrahim, L. A. (2026). Optimizing water management and crop performance in greenhouse pepper cultivation through timing of apical bud removal. Ain Shams Engineering Journal, 17(1). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2025.103844>
- Escurra, L. (1998). Siegel, S. y Castellan, N. J. (1995). Estadística no paramétrica, aplicada a las ciencias de la conducta. 4a. edición. México: Editorial Trillas. Persona. https://www.academia.edu/89000494/Siegel_S_and_Castellan_N_J_1995_Estad%C3%ADstica_no_param%C3%A9trica_aplicada_a_las_ciencias_de_la_conducta_4a_edici%C3%B3n_M%C3%A9xico_Editorial_Trillas

- Fairchild, A. J., MacKinnon, D. P., Taborga, M. P., y Taylor, A. B. (2009). R2 effect-size measures for mediation analysis. *Behavior research methods*, 41(2), 486-498. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.2.486>
- FAO. (2020). Frutas y verduras – esenciales en tu dieta: Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. Documento de antecedentes. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb2395es>
- Farber, M., Attia, Z., y Weiss, D. (2016). Cytokinin activity increases stomatal density and transpiration rate in tomato. *Journal of Experimental Botany*, 67(22), 6351-6362. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw398>
- Fawole, T. O., Popoola, O. J., Oladapo, O. S., Oyaniyi, T. O., Omilabu, S. K., Godspower, O. O., y Awodutire, O. O. (2022). Growth and yield response of Sweet pepper (*Capsicum annum* L.) to Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf extract and NPK 15:15:15 fertilizer application. *RENEWABLE*, 2(1), Article 1.
- Fejér, J., Grul'ová, D., y Kron, I. (2025). Testing the Antioxidant Activity of Different Leaf Extracts and the Phenolic Content of Young *Moringa oleifera* Lam. Plants Grown in a Temperate Climate Zone. *International Journal of Plant Biology*, 16(1), 11. <https://doi.org/10.3390/ijpb16010011>
- Fernández, G. (1986). *Fisiología Vegetal Experimental* (1.^a ed.). Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Fotouo-M, H., Vorster, J., du Toit, E. S., y Robbertse, P. J. (2020). The effect of natural long-term packaging methods on antioxidant components and malondialdehyde content and seed viability *Moringa oleifera* oilseed. *South African Journal of Botany*, 129, 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.10.017>
- Freddy, G. L. (2021). *Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas*. Ediciones Díaz de Santos.
- García, J. A., Cuevas, F. D. M., Viveros, J. A. F., Mireles, H. C., y Castillo, R. C. (2024). Efecto de bioestimulantes microbianos en plántulas y frutos de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) producidos en macrotúnel.: Bioestimulantes en chile jalapeño. *Revista Bio Ciencias*, 11. <https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1566>
- García Mendoza, L. O. (2015). *Uso de moringa como biofertilizante foliar en pimiento variedad sweet/cubanelle capsicum annum l en la granja Santa Inés [bachelorThesis, Machala : Universidad Técnica de Machala]*. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1144>

- Gastwirth, J. L., Gel, Y. R., y Miao, W. (2009). The Impact of Levene's Test of Equality of Variances on Statistical Theory and Practice. *Statistical Science*, 24(3), 343-360. <https://doi.org/10.1214/09-STS301>
- George, T. T., Oyenih, A. B., Rautenbach, F., y Obilana, A. O. (2021). Characterization of *Moringa oleifera* Leaf Powder Extract Encapsulated in Maltodextrin and/or Gum Arabic Coatings. *Foods*, 10(12), 3044. <https://doi.org/10.3390/foods10123044>
- Gerardo, G. G., Ramón, Luis, P. H., José, Irineo, T. P., y Martín, G. C., Mario. (2018). Manual práctico para el cultivo del chile. Ediciones Mundi-Prensa.
- Geraud-Pouey, F., Garces, A., Contreras, N., Geraud-Chirino, J. E., Geraud-Pouey, F., Garces, A., Contreras, N., y Geraud-Chirino, J. E. (2022). Prodiplosis longifila (Diptera: Cecidomyiidae), evolución como plaga y un método para evaluar sus poblaciones en tomate. *Revista Colombiana de Entomología*, 48(1). <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i1.7807>
- Ghada, B. K., Marwa, R., Shah, T. A., Dabiellil, M., Dawoud, T. M., Bourhia, M., Tebra, T., Hadhami, C., Tarek, S., y Chiraz, C.-H. (2025). Phytochemical composition, antioxidant potential, and insecticidal activity of *Moringa oleifera* extracts against *Tribolium castaneum*: A sustainable approach to pest management. *BMC Plant Biology*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06626-3>
- Gomez, K. A., y Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*, 2nd Edition.
- González Torruco, M. del R. (2000). Manual de estadística no paramétrica con stata y statistica. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/47380>
- Gupta, R., y Chakrabarty, S. K. (2013). Gibberellic acid in plant. *Plant Signaling & Behavior*, 8(9), 1-5. <https://doi.org/10.4161/psb.25504>
- Gutiérrez, J., Chica, E., y Pérez, J. F. (2023). Análisis de varianza y coeficiente de variación como criterios de repetibilidad de una estufa de cocción basada en gasificación de pellets. *Revista UIS ingenierías*, 22(3), 115-133.
- Hafeez, A., Tipu, M. I., Saleem, M. H., Al-Ashkar, I., Saneoka, H., y Sabagh, A. E. (2022). Foliar application of moringa leaf extract (MLE) enhanced antioxidant system, growth, and biomass related attributes in safflower plants. *South African Journal of Botany*, 150, 1087-1095. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.09.021>
- Hai, N. N., Chuong, N. N., Tu, N. H. C., Kisiala, A., Hoang, X. L. T., y Thao, N. P. (2020). Role and Regulation of Cytokinins in Plant Response to Drought Stress. *Plants*, 9(4), 4-22. <https://doi.org/10.3390/plants9040422>

- Hala. (2017). Effect of *Moringa oleifera* Leaf Extract (MLE) on Pepper Seed Germination , Seedlings Improvement , Growth , Fruit Yield and its Quality. [https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-Moringa-oleifera-Leaf-Extract-\(MLE\)-on-Hala/978d6ab2fddbb46cb5d843c67526dbf53fd531a1](https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-Moringa-oleifera-Leaf-Extract-(MLE)-on-Hala/978d6ab2fddbb46cb5d843c67526dbf53fd531a1)
- Holdridge, L. R. (1987). Ecología basada en zonas de vida. Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. https://books.google.com.pe/books?id=m3Vm2TCjM_MC
- Hoque, T., Abedin, M., Kibria, M., Jahan, I., y Hossain, M. A. (2021). Application of moringa leaf extract improves growth and yield of Tomato (*Solanum lycopersicum*) and Indian Spinach (*Basella alba*). *Plant Science Today*, 9, 137-143. <https://doi.org/10.14719/pst.1353>
- Hoque, T. S., Abedin, M. A., Kibria, M. G., Jahan, I., y Hossain, M. A. (2022). Application of moringa leaf extract improves growth and yield of Tomato (*Solanum lycopersicum*) and Indian Spinach (*Basella alba*). *Plant Science Today*, 9(1), 1-16. <https://doi.org/10.14719/pst.1353>
- Hussain, S., Peng, S., Fahad, S., Khaliq, A., Huang, J., Cui, K., y Nie, L. (2015). Rice management interventions to mitigate greenhouse gas emissions: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(5), 3342-3360. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3760-4>
- Ichwan, B., Eliyanti, E., Irianto, I., y Zulkarnain, Z. (2022). Combining humic acid with NPK fertilizer improved growth and yield of chili pepper in dry season. *Advances in Horticultural Science*, 36(4), 275-281. <https://doi.org/10.36253/ahsc-12816>
- Ievinsh, G. (2023). Water Content of Plant Tissues: So Simple That Almost Forgotten? *Plants*, 12(6), 1238. <https://doi.org/10.3390/plants12061238>
- Iqbal, B., Hussain, F., Khan, M. S., Iqbal, T., Shah, W., Ali, B., Al Syaad, K. M., y Ercisli, S. (2023). Physiology of gamma-aminobutyric acid treated *Capsicum annuum* L. (Sweet pepper) under induced drought stress. *PloS One*, 18(8), e0289900. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0289900>
- Iqbal, J., Irshad, J., Bashir, S., Khan, S., Yousaf, M., y Shah, A. N. (2020). Comparative study of water extracts of Moringa leaves and roots to improve the growth and yield of sunflower. *South African Journal of Botany*, 129(1), 221-224. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.06.032>

- Ismail, S., Kamal, S., y Ganzour, S. (2021). Efficiency of foliar spraying with moringa leaves extract and potassium nitrate on yield and quality of strawberry in sandy soil. *International Journal of Agricultural and Statistics Sciences*, 17, 383-398, 2021.
- Izaguirre, J., Jordán, D., y Sarmiento, T. (2025). Eficiencia en el tiempo de respuesta y calidad de los datos en encuestas en línea. *Revista Venezolana de Gerencia*, 30, 407-419. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.30.especial13.27>
- Jasso-Cantú, D., Rocha-Rivera, M. F., Ramírez-Rodríguez, H., Villarreal-Quintanilla, J. Á., Díaz-Jiménez, M. L. V., Rodríguez-García, R., y Lomelí, D. A. C. (2023). Extractos de plantas como bioestimulantes de crecimiento, rendimiento y calidad de fruto en pimiento morrón. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 10(2). <https://doi.org/10.19136/era.a10n2.3559>
- Jhilik, N. Z., Hoque, T. S., Moslehuddin, A. Z. M., y Abedin, M. A. (2017). Effect of foliar application of moringa leaf extract on growth and yield of late sown wheat. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 3(3), 1-13. <https://doi.org/10.3329/ajmbr.v3i3.34520>
- Jiménez, B., y García-Seminario, R. (2017). Influencia del potasio en el rendimiento y calidad del fruto de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Manglar*, 14(2), 125-131.
- Kadam, J., Joshi, T., Shinde, A., Shetty, R., y Rakshaskar, T. (2018). Extraction and Detection of Zeatin from *Moringa Oleifera* Leaves and to Check its Crude Extract Effect on Plant Growth. 156, 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.015>
- Kanchani, A. M. K. D. M., y Harris, K. D. (2019). Effect of foliar application of moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract with recommended fertilizer on growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus*) | *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*. <https://doi.org/10.4038/agrieast.v13i2.73>
- Kao, L. S., y Green, C. E. (2008). Analysis of Variance: Is There a Difference in Means and What Does It Mean? *The Journal of surgical research*, 144(1), 158-170. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.02.053>
- Kapur, B., Çeliktopuz, E., Sarıdaş, M. A., y Kargı, S. P. (2018). Irrigation Regimes and Bio-stimulant Application Effects on Yield and Morpho-Physiological Responses of Strawberry. *Horticultural Science and Technology*, 36(3), 313-325. <https://doi.org/10.12972/kjhst.20180031>
- Kauffman, G., Kneivel, D., y Watschke, T. (2007). Effects of a Biostimulant on the Heat Tolerance Associated with Photosynthetic Capacity, Membrane Thermostability, and

- Polyphenol Production of Perennial Ryegrass. *Crop Science CROP SCI*, 47(1), 261-267. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.03.0171>
- Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., y Zhao, C. (2023). Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. *Plants*, 12(15), 2861. <https://doi.org/10.3390/plants12152861>
- Khan, R., Khan, A., Naz, S., Ullah, Q., Laudadio, V., Tufarelli, V., y Ragni, M. (2021). Potential Applications of *Moringa Oleifera* in Poultry Health and Production as Alternative to Antibiotics: A Review. *Antibiotics*, 10(1),1-16. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10121540>
- Khan, S., Basra, S. M. A., Afzal, I., Nawaz, M., y Rehman, H. U. (2017). Growth promoting potential of fresh and stored *Moringa oleifera* leaf extracts in improving seedling vigor, growth and productivity of wheat crop. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24(35), 27601-27612. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0336-0>
- Khan, S., Basra, S. M. A., Nawaz, M., Hussain, I., y Foidl, N. (2020). Combined application of moringa leaf extract and chemical growth-promoters enhances the plant growth and productivity of wheat crop (*Triticum aestivum* L.). *South African Journal of Botany*, 129(1), 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.01.007>
- Khan, S., Ibrar, D., Hasnain, Z., Nawaz, M., Rais, A., Ullah, S., Gul, S., Siddiqui, M. H., y Irshad, S. (2023). Moringa Leaf Extract Mitigates the Adverse Impacts of Drought and Improves the Yield and Grain Quality of Rice through Enhanced Physiological, Biochemical, and Antioxidant Activities. *Plants (Basel, Switzerland)*, 12(13), 2511. <https://doi.org/10.3390/plants12132511>
- Kitila, C., Challa, A., Shuma, S., y Rufe, H. (2022). Growth and pod yield of hot pepper (*Capsicum annum* L.) as influenced by farmyard manure and nps fertilizer at dambi dollo, western ethiopia. *International Journal of Food Science & Technology*, 1, 12.
- Latournerie, L. (2014). Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Guía técnica para la descripción varietal. <https://www.researchgate.net/publication/284787914>
- Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., y Bertoli, S. (2015). Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *Moringa oleifera* Leaves: An Overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(6), 1-28. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>
- Li, J., Van Gerrewey, T., y Geelen, D. (2022). A Meta-Analysis of Biostimulant Yield Effectiveness in Field Trials. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.836702>

- Li, M., y Harper, S. (2019). Genetic Tolerance in *Capsicum Chinense* to Low pH Constraints on Root Growth. *Proceedings*, 36(1), 44. <https://doi.org/10.3390/proceedings2019036044>
- Lin, X., Zhang, L., Lei, H., Zhang, H., Cheng, Y., Zhu, R., y Ruan, R. (2010). Effect of drying technologies on quality of green tea. *International Agricultural Engineering Journal*, 19, 30-37.
- Liu, Z., Huang, Y., Tan, F., Chen, W., y Ou, L. (2021). Effects of Soil Type on Trace Element Absorption and Fruit Quality of Pepper. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.698796>
- López López, L. J. (2022). Técnicas no convencionales aplicadas en la extracción de *Moringa oleifera*. <https://hdl.handle.net/1992/64374>
- Lu, M., Liu, D., Shi, Z., Gao, X., Liang, Y., Yao, Z., Zhang, W., Wang, X., y Chen, X. (2021). Nutritional quality and health risk of pepper fruit as affected by magnesium fertilization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(2), 582-592. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10670>
- Lucini, L., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Bonini, P., Baffi, C., y Colla, G. (2018). A Vegetal Biopolymer-Based Biostimulant Promoted Root Growth in Melon While Triggering Brassinosteroids and Stress-Related Compounds. *Frontiers in Plant Science*, 9(1), 15-21. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.00472>
- Lucini, L., Rouphael, Y., Cardarelli, M., Canaguier, R., Kumar, P., y Colla, G. (2015). The effect of a plant-derived biostimulant on metabolic profiling and crop performance of lettuce grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*, 182, 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.11.022>
- M. A. Merwad, A.-R., y Abdel-Fattah, M. K. (2017). Improving productivity and nutrients uptake of wheat plants using *Moringa oleifera* leaf extract in sandy soil. *Journal of Plant Nutrition*, 40(10), 1397-1403. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1263318>
- Machado, W., y Rodríguez-Balza, M. (2019). Criterios para la selección y aplicación de herramientas estadísticas en la investigación educativa. *Delectus*, 2(1). <https://portal.amelica.org/ameli/journal/390/3902682005/>
- Mahmoud, T. (2019). Influence of Foliar Application with *Moringa (Moringa oleifera L.)* Leaf Extract on Yield and Fruit Quality of Hollywood Plum Cultivar. *Scientia Agricultura Sinica*, 58(14), 2869-2884. <https://doi.org/10.3864/j.issn.0578-1752.2025.14.012>
- Majkowska-Gadomska, J., Dobrowolski, A., Jadwisieńczyk, K. K., Kaliniewicz, Z., y Francke, A. (2021). Effect of biostimulants on the growth, yield and nutritional value of

- Capsicum annuum* grown in an unheated plastic tunnel. Scientific Reports, 11, 22335. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01834-x>
- Makkar, H. P. S., y Becker, K. (1996a). Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. Animal Feed Science and Technology, 63(1), 211-228. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(96\)01023-1](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(96)01023-1)
- Martín Medina, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E., y Puls, J. (2013). Potential applications of *Moringa oleifera*. A critical review Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes, 36, 137-149.
- Mashamaite, C., Ngcobo, B. L., Manyevere, A., Bertling, I., y Fawole, O. (2022). Assessing the Usefulness of *Moringa oleifera* Leaf Extract as a Biostimulant to Supplement Synthetic Fertilizers: A Review. Plants, 11(1), 1-18. <https://doi.org/10.3390/plants11172214>
- Matshediso, P. G., Cukrowska, E., y Chimuka, L. (2015). Development of pressurised hot water extraction (PHWE) for essential compounds from *Moringa oleifera* leaf extracts. Food Chemistry, 172, 423-427. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.047>
- Matthews, S., Ali, A., y Siddiqui, Y. (2025). Bioestimulante nanoencapsulado mejora el crecimiento y la calidad poscosecha de chiles (*Capsicum annuum*). Scientia Horticulturae, 340, 113920. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113920>
- McKight, P. E., y Najab, J. (2010). Kruskal-Wallis Test. En The Corsini Encyclopedia of Psychology (pp. 1-1). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0491>
- Mehdawe, A., Mahadeen, A., y Al-ramamneh, E. A.-D. (2023). Foliar Application of Moringa Leaf Extracts Affects Growth, Yield and Mineral Composition of Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Under Greenhouse Conditions. Journal of Ecological Engineering. <https://doi.org/10.12911/22998993/163196>
- Merwad, A.-R. M. A. (2018). Using *Moringa oleifera* extract as biostimulant enhancing the growth, yield and nutrients accumulation of pea plants. Journal of Plant Nutrition, 41(4), 425-431. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1384012>
- Muñoz Chuya, E. A. (2016). Efecto del extracto foliar de moringa en la producción de pimientos híbridos en el cantón Arenillas [Tesis de Bachiller, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio utmachala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7646>
- Muñoz-Morales, J. M., Capilla-Otero, M. M., Gordillo-Ibarra, X., y Muñoz-Morales, J. M. (2024). El impacto del uso inadecuado de agroquímicos y riego intensivo en la

- degradación del suelo: Del cultivo al yermo. *Alianzas y Tendencias BUAP*, 9(34), 65-70. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12510276>
- Muralitharan, A. (2022). Application of moringa leaf powder extract as a plant growth and yield enhancer on *Capsicum annuum* l. (var. mi green). *Hydroponics. Agronomy*, 9(1), 1-14. <https://www.researchgate.net/publication/364291371>
- Mvumi, C., Marais, D., Ngadze, E., du Toit, E. S., y Tsindi, A. (2018). Effect of moringa extract on the leaf anatomy and yield potential of tomato infected by *Alternaria solani*. *South African Journal of Plant and Soil*, 35(5), 389-392. <https://doi.org/10.1080/02571862.2018.1446223>
- Mvumi, C., Tagwira, F., y Chiteka, A. (2013). Effect of Moringa Extract on Growth and Yield of Maize and Common Beans. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 3(1), 55-62. <https://doi.org/10.15580/GJAS.2013.1.111512264>
- Nahm, F. S. (2016). Nonparametric statistical tests for the continuous data: The basic concept and the practical use. *Korean Journal of Anesthesiology*, 69(1), 8-14. <https://doi.org/10.4097/kjae.2016.69.1.8>
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., y Ertani, A. (2016). Plant biostimulants: Physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*, 73, 18-23. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>
- Nasir, M., Khan, A. S., Basra, S. M. A., y Malik, A. U. (2016). Foliar application of moringa leaf extract, potassium and zinc influence yield and fruit quality of 'Kinnow' mandarin. *Scientia Horticulturae*, 210, 227-235. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.032>
- Nasir, M., Khan, A. S., Basra, S. M. A., y Malik, A. U. (2020). Improvement in growth, productivity and quality of 'Kinnow' mandarin fruit after exogenous application of *Moringa oleifera* leaf extract. *South African Journal of Botany*, 129, 263-271. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.07.042>
- Ngcobo, B. L., y Bertling, I. (2021). Influence of foliar *Moringa oleifera* leaf extract (MLE) application on growth, fruit yield and nutritional quality of cherry tomato. *Acta Horticulturae*, 1306, 323-328. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1306.31>
- Nobossé, P., Fombang, E. N., y Mbofung, C. M. F. (2018). Effects of age and extraction solvent on phytochemical content and antioxidant activity of fresh *Moringa oleifera* L. leaves. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2188-2198. <https://doi.org/10.1002/fsn3.783>
- Noriega Tello, J. L. (2019). Abonos orgánicos y acolchados plásticos y su influencia sobre las características agronómicas y rendimiento cultivo "Aji dulce". *Capsicum annuum* L.

- Var. Regional Zungarococha. San Juan Bautista. Loreto-Perú.
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6902>
- Nuapia, Y., Cukrowska, E., Tutu, H., y Chimuka, L. (2020). Statistical comparison of two modeling methods on pressurized hot water extraction of vitamin C and phenolic compounds from *Moringa oleifera* leaves. *South African Journal of Botany*, 129, 9-16.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.09.001>
- Núñez-Ramírez, F., Meráz, M. R., Maza, A. M., Samaniego-Gámez, B. Y., Samaniego-Gámez, S., Gough, R. E. V., Vázquez-Angulo, J. C., Mendoza-Gómez, A., Escobosa-García, I., Bazante-González, I., y Hernández, M. Á. S. (2022). Crecimiento, desarrollo y rendimiento de genotipos de chile habanero. *OmniaScience*.
- Ogunyemi, A. M., Otegbayo, B. O., y Fagbenro, J. A. (2018). Effects of NPK and biochar fertilized soil on the proximate composition and mineral evaluation of maize flour. *Food Science & Nutrition*, 6(8), 2308-2313. <https://doi.org/10.1002/fsn3.808>
- Orsavová, J., Juríková, T., Bednaříková, R., y Mlček, J. (2023). Total Phenolic and Total Flavonoid Content, Individual Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Sweet Rowanberry Cultivars. *Antioxidants*, 12(4), Article 4.
<https://doi.org/10.3390/antiox12040913>
- Ortiz, L., Suarez Botello, J. C., y Chaves-Bedoya, G. (2017). Respuesta en el desarrollo radicular de *Arabidopsis thaliana* al extracto foliar de *Moringa oleifera*. *European Journal of Soil Science*, 63(3), 315-324. <http://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/986>
- Ortiz, M. S., Escajadillo, C. R., y Celis, V. E. R. de. (2007). Aphididae (Hemiptera) procedentes del valle de Ica-Perú. *BIOTEMPO*, 7, 28-38.
<https://doi.org/10.31381/biotempo.v7i0.870>
- Ortiz Rocha, J. (2017). Rendimiento y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo fertilización química y orgánica en condiciones de invernadero. <https://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/42196>
- Ozobia, A. P. (2014, mayo 6). Comparative assessment of effect of *Moringa extracts*, NPK fertilizer and poultry manure on soil properties and growth performance of *Solanum menlongina* in Abuja, North Central Region of Nigeria. <https://www.semanticscholar.org/paper/Comparative-assessment-of-effect-of-Moringa-NPK-and-Ozobia/729dce1954bc494126c079a645000ff54c3e5ea1>
- Parajuli, R., Thoma, G., y Matlock, M. D. (2019). Environmental sustainability of fruit and vegetable production supply chains in the face of climate change: A review. *The Science*

- of the Total Environment, 650(2), 2863-2879.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.019>
- Pathirana, R. (2013). Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 41(2), 102-120. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102031>
- Paul, K., Sorrentino, M., Lucini, L., Roupael, Y., Cardarelli, M., Bonini, P., Reynaud, H., Canaguier, R., Trtílek, M., Panzarová, K., y Colla, G. (2019). Understanding the Biostimulant Action of Vegetal-Derived Protein Hydrolysates by High-Throughput Plant Phenotyping and Metabolomics: A Case Study on Tomato. *Frontiers in Plant Science*, 10(1), 1-28. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00047>
- Pautasso, J. M. (2021). Bioestimulantes en el cultivo de soja: ¿verdad o mito? ¿Cómo integramos la soja en los sistemas productivos? *Avances y perspectivas en Entre Ríos. Paraná: Ediciones INTA; Estación Experimental Agropecuaria Paraná*, 20(2), 22-27. <http://repositorio.inta.gob.ar:80/handle/20.500.12123/10317>
- Peñalver, R., Martínez-Zamora, L., Lorenzo, J. M., Ros, G., y Nieto, G. (2022). Nutritional and Antioxidant Properties of *Moringa oleifera* Leaves in Functional Foods. *Foods*, 11(8), 1107. <https://doi.org/10.3390/foods11081107>
- Pérez-Gómez, L., Capote-Betancourt, I., Nápoles-Borrero, L., Pina-Morgado, D., Linares-Rivero, C., Rivas-Paneca, M., Escalona-Morgado, M., Rodríguez-Sánchez, R., y Pérez-Martínez, A. T. (2019). Efecto del extracto acuoso foliar de moringa en la fase inicial de aclimatación de piña. *Cultivos Tropicales*, 40(1). <https://www.redalyc.org/journal/1932/193261173010/html/>
- Pervez, K., Ullah, F., Mehmood, S., y Khattak, A. (2017). Effect of *Moringa oleifera* Lam. Leaf aqueous extract on growth attributes and cell wall bound phenolics accumulation in maize (*Zea mays* L.) under drought stress. *Kuwait Journal of Science*, 44, 110-118. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.2.486>
- Phiri, C. (2010). Influence of *Moringa oleifera* leaf extracts on germination and early seedling development of major cereals. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1, 774-777. <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.5.774.777>
- Pimentel-Gomes. (2008). *Curso De Estadística Experimental. Fisiología, tecnología, experimentación*. Editorial Telesur.
- Pittí-C, J. E., y Collantes-G, R. D. (2024). Género *agrotis ochsenheimer*, 1816 (Lepidoptera: Noctuidae) y su importancia como plagas de cultivos hortícolas. *Ciencia Agropecuaria*, 39, 206-226. A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7(1), 2049-2054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>

- Pizzanelli, S., Calucci, L., Forte, C., y Borsacchi, S. (2023). Studies of Organic Matter in Composting, Vermicomposting, and Anaerobic Digestion by ^{13}C Solid-State NMR Spectroscopy. *Applied Sciences*, 13(5), 1-14. <https://doi.org/10.3390/app13052900>
- Plaza, M., y Turner, C. (2015). Pressurized hot water extraction of bioactives. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 71, 39-54. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2015.02.022>
- Povero, G., Mejia, J. F., Di Tommaso, D., Piaggese, A., y Warrior, P. (2016). A Systematic Approach to Discover and Characterize Natural Plant Biostimulants. *Frontiers in Plant Science*, 7(1), 23-29. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2016.00435>
- Pusta, M. G., y Macusi, E. S. (2024). Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf extract as biostimulant to enhance growth and yield of bitter melon (*Momordica charantia* L.). *Davao Research Journal*, 15(2), 87-97. <https://doi.org/10.59120/drj.v15iNo.2.194>
- Quer, P. F., y Quer, P. F. (2003). *Botánica pintoresca*. Ediciones Península.
- Rady, M. M., y Mohamed, G. F. (2015). Modulation of salt stress effects on the growth, physiochemical attributes and yields of *Phaseolus vulgaris* L. plants by the combined application of salicylic acid and *Moringa oleifera* leaf extract. *Scientia Horticulturae*, 193, 105-113. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.07.003>
- Rafi, M., Febriany, S., Wulandari, P., Suparto, I. H., Ridwan, T., Rahayu, S., y Siswoyo, D. M. (2018). Total Phenolics, Flavonoids, and Anthocyanin Contents of Six Vireya *Rhododendron* from Indonesia and Evaluation of their Antioxidant Activities. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(9), 049-054. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2018.8908>
- Ramírez, A., Cruz, N., y Franchialfaro, O. (2003). Uso de bioestimuladores en la reproducción de guayaba (*Psidium guajava* L.) mediante el enraizamiento de esquejes. *Cultivos Tropicales*, 24(1), 59-63. A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7(1), 2049-2054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Rangel, L. (2016). Crecimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferente espaciamiento entre hileras en la comarca lagunera. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42420>
- Rehman, H., Basra, S., Rady, M., Ghoneim, A., y Wang, Q. (2017). Moringa oleifera Leaf Extract Improves Wheat Growth and Productivity by Affecting Senescence and Source-Sink Relationship. *International Journal of Agriculture and Biology*, 19(1), 1-15. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0316>
- Reifschneider, F. (2013). Vitamin C content in Habanero pepper accessions (*Capsicum chinense*). *Horticultura Brasileira*, 25(3), 342-360

- https://www.academia.edu/128885225/Vitamin_C_content_in_Habanero_pepper_accessions_Capsicum_chinense
- Revilla, S. A. R., Valencia, D. C., y Salas, J. A. V. (2022). Determination of anthocyanins, total phenols and antioxidant capacity of *rubus robustus* c. presl. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 88(2), Article 2. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v88i2.385>
- Osorio, M. P. (2017). Caracterización agromorfológica de diez selecciones de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*), bajo condiciones de La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2831>
- Rodríguez Araujo, E. A., Bolaños Benavides, M. M., y Menjivar Flores, J. C. (2010). Efecto de la fertilización en la nutrición y rendimiento de ají (*Capsicum* spp.) en el Valle del Cauca, Colombia. *Acta Agronómica*, 59(1), 55-64.
- Rodríguez Buenfil, I. M., Ramírez Sucre, M. O., y Ramírez Rivera, E. D. J. (2020). Metabolómica y cultivo del Chile Habanero (*Capsicum Chinense* Jacq) de la Península de Yucatán. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. CIATEJ, México. <http://ri.uagro.mx/handle/uagro/1689>
- Rodriguez, R., Herrera, J. A., Garcia, A., y Nuviola, A. (2002). Enhancement of the agronomic effectiveness of phosphate rock in a ferralsol from Cuba. En *Assessment of soil phosphorus status and management of phosphatic fertilisers to optimise crop production Scientia Horticulturae*, 196, 3-14. <https://inis.iaea.org/records/5ey67-trc50>
- Rodríguez T, I. V., Bueno M, J. M., Cardona M, C., y Morales M, H. (2012). Biotipo B de *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae): plaga de pimentón en el Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1), 14-22. <https://doi.org/10.1080/09064710.2024.2396973>
- Rojas, M. (1987). Control hormonal del desarrollo de las plantas: Fisiología, tecnología, experimentación. Editorial Limusa.
- Romero-Lozada, M. D. P., Puentes-Páramo, Y. J., Menjivar-Flores, J. C., Romero-Lozada, M. D. P., Puentes-Páramo, Y. J., y Menjivar-Flores, J. C. (2017). Extracción de nutrientes minerales en hojas y frutos de ají (*Capsicum* sp.), y su influencia en el rendimiento. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 114-121. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5809>
- Romero-Lozada, M. del P., Murillo, C. F. E., Garcia, S. M. S. M., Guerrero, J. J. W., Puentes-Páramo, Y. J., y Menjivar-Flores, J. C. (2016). Eficiencia de uso de nutrientes en ají tabasco (*Capsicum frutescens* L.) y habanero (*Capsicum chinense* Jacq). *Revista de*

- Investigación Agraria y Ambiental, 7(2), 121-127.
<https://doi.org/10.22490/21456453.1562>
- Rouphael, Y., Cardarelli, M., Bonini, P., y Colla, G. (2017). Synergistic Action of a Microbial-based Biostimulant and a Plant Derived-Protein Hydrolysate Enhances Lettuce Tolerance to Alkalinity and Salinity. *Frontiers in Plant Science*, 8(1),1-12.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00131>
- Rouphael, Y., y Colla, G. (2018). Synergistic Biostimulatory Action: Designing the Next Generation of Plant Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 9(1),1-13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01655>
- Russo, V. M. (2012). Peppers: Botany, production and uses. En Colombia: Editorial Agricultura.
- Ruzzi, M., y Aroca, R. (2015). Plant growth-promoting rhizobacteria act as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 124-134.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.042>
- Saini, R. K., Shetty, N. P., Prakash, M., y Giridhar, P. (2014). Effect of dehydration methods on retention of carotenoids, tocopherols, ascorbic acid and antioxidant activity in *Moringa oleifera* leaves and preparation of a RTE product. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2176-2182. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1264-3>
- Sakhidin, S. (2023). Combination of NPK fertilization and Foliar Application for Increasing the Yield of Citrus Fruit. 328-334. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-128-9_33
- Salas Flores, L. O. I. (2019). Proceso de producción y comercialización del ají paprika de exportación de los productores del Valle de Pativilca, 2018. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41414>
- Salaya, J. (2010). Elaboración artesanal de dos abonos líquidos fermentados y su efectividad en la producción de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq). *Practice. Statistical Science*, 24(3), 343-360.
[.http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/235](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/235)
- Sales Dávila, B., Samaniego Vivanco, T. D., Durand Pasco, K. A., Norabuena Segovia, Á. A., Calderón Espinoza, R. J., Ortega Vega, J. M., y Munayco Peralta, K. E. (2024). Manual para el análisis de suelos agrícolas y agua para riego. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2473>
- Sardar, H., Nisar, A., Anjum, M. A., Naz, S., Ejaz, S., Ali, S., Javed, M. S., y Ahmad, R. (2021). La aplicación foliar de extracto de hoja de moringa mejora el crecimiento y la concentración de pigmento, minerales y esteviósido en la stevia (*Stevia rebaudiana*

- Bertoni). *Industrial Crops and Products*, 166, 113485.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113485>
- Susila, A. D., Suketi, K., Purnamawati, H., y Rusdan, R. (2025). Chili Yields, Nutrient Use, and Water Use Efficiency under Precision Fertigation at Different Plant Density and Drip Irrigation Lines. *Journal of Tropical Crop Science*, 12(3), 594-603.
<https://doi.org/10.29244/jtcs.12.03.594-603>
- Suvendran, S., Acevedo, M. F., Smithers, B., Walker, S. J., y Xu, P. (2025). Evaluating the Effects of Irrigation Water Quality and Compost Amendment on Soil Health and Crop Productivity. *Water (Switzerland)*, 17(20). <https://doi.org/10.3390/w17202927>
- Torreiro, A. (2020). Estudio del efecto de dos tipos de extractos de *Moringa oleifera* sobre el crecimiento de callos de *Capsicum annuum* L. var. Annuum.
<https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/25413>
- Shapiro, S. S., y Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples)†. *Biometrika*, 52(3-4), 591-611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Sidney, S. (1957). nonparametric statistics for the behavioral sciences. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 125(3), 497.
<https://portal.amelica.org/ameli/journal/390/3902682005/>
- Silva, A. L. J., de Farias, O. R., Corrêa, É. B., de Lacerda, C. F., de Melo, A. S., y Oliveira, M. D. de M. (2025). Biostimulant modulate the physiological and biochemical activities, improving agronomic characteristics of bell pepper plants under salt stress. *Scientific Reports*, 15(1), 14969. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99414-w>
- Singh, I., Srinivasan, A., y Mishra, A. (2024). Inferential Statistics for Hypothesis Testing of Parametrically Distributed Data. En A. Srinivasan, A. Mishra, & P. Kumar-M (Eds.), *R for Basic Biostatistics in Medical Research* (pp. 119-156). Springer Nature.
https://doi.org/10.1007/978-981-97-6980-3_7
- Smirnov, N. (1948). Table for Estimating the Goodness of Fit of Empirical Distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, 19(2), 279-281.
<https://doi.org/10.1214/aoms/1177730256>
- Stark, A., y Seneta, E. (2011). A.N. Kolmogorov's defence of Mendelism. *Genetics and Molecular Biology*, 34(2), 177-186. <https://doi.org/10.1590/S1415-47572011000200002>
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H., y Dickey, D. A. (1997). *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*.

- Stefan, K., Ulrich, B., y Peggy, M. (2011). Cuidado de los cultivos biológicos al aire libre. Ediciones Mundi Prensa.
- Syahputra, R., Sutiani, A., Silitonga, P., Rani, Z., y Kudadiri, A. (2021). Extraction And Phytochemical Screening of Ethanol Extract And Simplicia of Moringa Leaf (*Moringa Oleifera* Lam.) From Sidikalang, North Sumatera. International Journal of Science, Technology & Management, 2, 2072-2076. <https://doi.org/10.46729/ijstm.v2i6.381>
- Tapia Alamilla, M. G. (2025). Evaluación de efectividad de extracto de moringa a diferentes concentraciones en el desarrollo de chile serrano (*Capsicum annuum*). Scientia Horticulturae, 197, 3-17 <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/9373>
- Tapia-Vargas, M., Larios-Guzmán, A., Díaz-Sánchez, D. D., Ramírez-Ojeda, G., Hernández-Pérez, A., Vidales-Fernández, I., Guillén-Andrade, H., Tapia-Vargas, M., Larios-Guzmán, A., Díaz-Sánchez, D. D., Ramírez-Ojeda, G., Hernández-Pérez, A., Vidales-Fernández, I., y Guillén-Andrade, H. (2016). Producción hidropónica de chile habanero negro (*Capsicum chinense* Jacq.). Revista fitotecnia mexicana, 39(3), 241-245. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3760-4>
- Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., Byng, J. W., Judd, W. S., Soltis, D. E., Mabberley, D. J., Sennikov, A. N., Soltis, P. S., y Stevens, P. F. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society, 181(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Trejo, J. A. M., López, J. M., Castruita, M. Á. S., Coronado, P. Y., Vidal, J. A. O., y Reza, J. L. W. (2017). La regresión lineal en la evaluación de variables de ingeniería de riego agrícola y del cultivo de maíz forrajero. Acta Universitaria, 27(1), 40-44.
- Tresballes, N. (2004, agosto 30). Effect of organic and mineral fertilization and humic acid application on increasing the flavonoid content in moringa oleifera leaves. sabrao Journal of Breeding and Genetics. <https://sabraojournal.org/effect-organic-mineral-fertilization-humic-acid-application-increasing-flavonoid-content-moringa-oleifera-leaves/>
- Trevisan, S., Botton, A., Vaccaro, S., Vezzano, A., Quaggiotti, S., y Nardi, S. (2011). Humic substances affect Arabidopsis physiology by altering the expression of genes involved in primary metabolism, growth and development. Environmental and Experimental Botany, 74, 45-55. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2011.04.017>

- Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., y Nardi, S. (2010). Humic substances biological activity at the plant-soil interface. *Plant Signaling & Behavior*, 5(6), 635-643. <https://doi.org/10.4161/psb.5.6.11211>
- Trevisan, S., Manoli, A., y Quaggiotti, S. (2019). A Novel Biostimulant, Belonging to Protein Hydrolysates, Mitigates Abiotic Stress Effects on Maize Seedlings Grown in Hydroponics. *Agronomy*, 9(1), 1-14. <https://doi.org/10.3390/agronomy9010028>
- Uribarri, A., Sádaba, S., Aguado, G., García, J., y Galdeano, J. (2004). Pimiento en invernadero: Guía de cultivo. *Navarra agraria*, ISSN 0214-6401, No 144. 3(2),7-13.
- Vaughn, S. R., Austin, M. W., y Primack, R. B. (2025). Using easily reproducible twig experiments to quantify curvilinear temperature responses of flowering and leafing times. *American Journal of Botany*, 112(8). <https://doi.org/10.1002/ajb2.70079>
- Valdivia, R. (2022). Desarrollo del mercado peruano de fertilizantes bajo un enfoque global y sostenible [Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5449>
- Valdiviezo Pérez, F. A. (2023). Extracto de microalgas en la producción y calidad en ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum*). <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6017>
- Vidal, J. P. (1987). Geografía del Perú: Las ocho regiones naturales, la regionalización transversal, la microregionalización. PEISA.
- Vinković, T., Novák, O., Strnad, M., Goessler, W., Jurašin, D. D., Parađiković, N., y Vrček, I. V. (2017). Cytokinin response in pepper plants (*Capsicum annuum* L.) exposed to silver nanoparticles. *Environmental Research*, 156, 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.015>
- Vongsak, B., Sithisarn, P., Mangmool, S., Thongpraditchote, S., Wongkrajang, Y., y Gritsanapan, W. (2013). Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringa oleifera* Leaf extract by the appropriate extraction method. *Industrial Crops and Products*, 44, 566-571. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.09.021>
- Wadduwage, J., Liu, H., Egidi, E., Singh, B. K., y Macdonald, C. A. (2023). Effects of biostimulant application on soil biological and physicochemical properties: A field study. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 2(3), 285-300. <https://doi.org/10.1002/sae2.12057>

- Wang, Z., Sanusi, I. A., Wang, J., Ye, X., Kana, E. G., y Olaniran, A. O. (2024). Biogas Slurry Significantly Improved Degraded Farmland Soil Quality and Promoted Capsicum spp. Production. *Plants*, 13(2), 265. <https://doi.org/10.3390/plants13020265>
- Weerasingha, A., y Harris, K. (2022). Effect of foliar application of moringa leaf extract on growth and fruit yield of *Capsicum annuum* L. (chilli) cv. MIPC-1 Efecto de la aplicación foliar del extracto de hoja de moringa sobre el crecimiento y el rendimiento de los frutos de *Capsicum annuum* L. (chilli) cv. MIPC-1. *South Florida Journal of Environmental and Animal Science*, 2(1), 1-13. <https://doi.org/10.53499/sfjeasv2n2-010>
- Williamson, G. (1996). Protective effects of fruits and vegetables in the diet. *Nutrition & Food Science*, 96(1), 6-10. <https://doi.org/10.1108/00346659610105806>
- Xu, C., y Leskovar, D. I. (2015). Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. *Scientia Horticulturae*, 183, 39-47. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.004>
- Xu, J., Hua, N., Wang, Y., Xu, H., Liu, Z., Zhao, X., Li, Y., Chen, Q., y Ye, L. (2025). Response Surface Methodology Optimization of Water, Fertilizer, and Pesticide Coupling on Chili Pepper Growth, Photosynthetic Characteristics, and Root Rot. *Scientia Agricultura Sinica*, 58(14), 2869-2884. <https://doi.org/10.3864/j.issn.0578-1752.2025.14.012>
- Yahia, E., y Carrillo-Lopez, A. (2018). Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-04653-3>
- Yakhin, O. I., Lubyantsev, A. A., Yakhin, I. A., y Brown, P. H. (2016). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7(1), 2049-2054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Yang, R.-Y., Chang, L.-C., Hsu, J.-C., Weng, B.-C., Palada, M., Chadha, M., y Levasseur, V. (2006). Nutritional and Functional Properties of Moringa Leaves – From Germplasm, to Plant, to Food, to Health. Nutritional and functional properties of moringa leaves- from germplasm, to plant, to food, to health.
- Yap, Y.-K., El-Sherif, F., Habib, E. S., y Khattab, S. (2021). *Moringa oleifera* Leaf Extract Enhanced Growth, Yield, and Silybin Content While Mitigating Salt-Induced Adverse Effects on the Growth of *Silybum marianum*. *Agronomy*, 11(12), 1-12. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122500>
- Yaseen, A. A., Madar, Á. K., Vojnović, Đ., y Takács-Hájos, M. (2023). Examining the Optimal Amount of Moringa Leaf Extract to Improve the Morphological and Inner Quality of

- Cabbage (*Brassica oleracea* var. Capitata). Journal of Food Quality, 2023(1), 3210253. <https://doi.org/10.1155/2023/3210253>
- Yaseen, A. A., y Takacs-Hajos, M. (2022). Evaluation of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf extract on bioactive compounds of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown under glasshouse environment. Journal of King Saud University - Science, 34(4), 101916. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.101916>
- Yasmeen, A. (2011). Exploring the potential of moringa (*Moringa oleifera*) leaf extract as natural plant growth enhancer. Plants, 12(6), 1238. <https://doi.org/10.3390/plants12061238>
- Yasmeen, A., Basra, S., Farooq, M., Rehman, H., Labar, N., Athar, H., y Athar, R. (2013). Exogenous application of Moringa leaf extract modulates the antioxidant enzyme system to improve wheat performance under saline conditions. Plant Growth Regulation, 69(3), 225-233. <https://doi.org/10.1007/s10725-012-9764-5>
- Yasmeen, A., Basra, S., Wahid, A., Nouman, W., y Rehman, H. (2013). Exploring the potential of *Moringa oleifera* leaf extract (MLE) as a seed priming agent in improving wheat performance. Turkish Journal of Botany, 37(3), 512-520. <https://doi.org/10.3906/bot-1205-19>
- Ye, S., Peng, B., y Liu, T. (2022). Effects of organic fertilizers on growth characteristics and fruit quality in Pear-jujube in the Loess Plateau. Scientific Reports, 12(1), 13372. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17342-5>
- Yuniati, N., Kusumiyati, K., Mubarak, S., y Nurhadi, B. (2022). The Role of Moringa Leaf Extract as a Plant Biostimulant in Improving the Quality of Agricultural Products. Plants, 11(17), 2186. <https://doi.org/10.3390/plants11172186>
- Yuniati, N., Kusumiyati, K., Mubarak, S., y Nurhadi, B. (2023). Assessment of Biostimulant Derived from Moringa Leaf Extract on Growth, Physiology, Yield, and Quality of Green Chili Pepper. Sustainability, 15(9), 7113. <https://doi.org/10.3390/su15097113>
- Zaidi, A., y Khan, M. S. (Eds.). (2017). Microbial Strategies for Vegetable Production. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-54401-4>
- Zhang, L., Zhang, F., Wang, Y., Ma, X., Shen, Y., Wang, X., Yang, H., Zhang, W., Lakshmanan, P., Hu, Y., Xu, J., Chen, X., y Deng, Y. (2023). Physiological and metabolomic analysis reveals maturity stage-dependent nitrogen regulation of vitamin C content in pepper fruit. Frontiers in Plant Science, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1049785>

- Zhang, X., Lv, S., Yuan, T., Fu, K., Yang, P., Yao, Y., Liang, J., Gao, T., y Wang, F. (2026). Efficient allelochemical removal from continuous capsicum cultivation using horseradish peroxidase–loaded biochar. *Biochar*, 8(1). <https://doi.org/10.1007/s42773-025-00512-9>
- Zhuang, Y., Chen, L., Sun, L., y Cao, J. (2012). Bioactive characteristics and antioxidant activities of nine peppers. *Journal of Functional Foods*, 4(1), 331-338. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2012.01.001>
- Zimmer, A. R., Leonardi, B., Miron, D., Schapoval, E., Oliveira, J. R. de, y Gosmann, G. (2012). Antioxidant and anti-inflammatory properties of *Capsicum baccatum*: From traditional use to scientific approach. *Journal of Ethnopharmacology*, 139(1), 228-233. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.11.005>
- Zullaikah, S., Naulina, R. Y., Meinawati, P., Fauziyah, K., Rachimoellah, M., Rachmaniah, O., Nurkhamidah, S., Suari, N. M. I. P., y Prasetyo, E. N. (2019). Enhanced Extraction of Phenolic Compounds from *Moringa Oleifera* Leaves Using Subcritical Water Ethanol Mixture. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 543(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/543/1/012021>
- Zuñiga, A., y Gonzalez, A. (2021). Variabilidad morfoagronómica de poblaciones F2 de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Cartago, Costa Rica. *Avances Investigación en Ingeniería*, 25, 53-67. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102031>

VIII. ANEXO

Tabla 34. Datos de extracción y análisis de suelo utilizados en el calculo

Formula (Kg /ha)			Análisis de suelo			Clase textural	Densidad Aparente	Peso suelo (t)	Densidad plantación
N	P	K	N %	P (ppm)	K ₂ O (ppm)				
250	150	280	1,095	3,706	100,327	Suelo Franco	1,4	2100	35 714

Elementos presentes son nitrógeno N, fosforo P y potasio K, como molécula óxido de potasio K₂O. Sistema de medición partes por millón ppm, porcentaje % y tonelada (t).

Tabla 35. Cálculo de nueve formula y fertilizantes utilizados

N %	1000 t (kg)	2100 t (kg)/ha	Coef. Mineralización	Coef. Disponibilidad	Coef. Aparente de uso	Total, N kg/ha	Urea(46 % N) kg/ha	256 Platas evaluadas kg	16 Plantas/UE kg	Por planta kg
0.095	950.000	1995.000	3 % 59.850	40 % 23.940	40 % 540.150	540.150	1174.239	8.417	0.526	0.033
P (ppm)	1000 t (kg)	2100 t (kg)/ha	Coef. de conversión P ₂ O ₅	Coef. Disponibilidad	Coef. Aparente de uso	Total, P ₂ O ₅ kg/ha	SPT (46 % P ₂ O ₅) kg/ha	256 Platas evaluadas kg	16 Plantas/UE kg	Por planta kg
3.706	3.706	7.783	2.29 17.822	25 % 4.456	35 % 272.984	272.984	593.444	4.254	0.266	0.017
K ₂ O (ppm)	1000 t (kg)	2100 t (kg)/ha	Coef. de conversión K ₂ O	Coef. Disponibilidad	Coef. Aparente de uso	Total, K ₂ O kg/ha	CP (60 % K ₂ O) kg/ha	256 Platas evaluadas kg	16 Plantas/UE kg	Por planta kg
100.327	100.327	210.687	--- 210.687	40 % 84.275	65 % 301.116	301.116	501.860	3.597	0.225	0.014
Total						1114.250	2269.543	16.268	1.017	0.064

Los elementos presentes son nitrógeno N, fosforo P y potasio K, como molécula óxido de potasio K₂O y óxido de fósforo P₂O₅. Sistema de medición partes por millón ppm, toneladas t, hectáreas ha y kilogramos kg. Fertilizantes utilizando urea, superfosfato triple SPT y cloruro de potasio CP. Índices de concesión como coeficientes coef.

Tabla 36. Fertilizantes utilizando según el total de plantas en T (5, 6, 7 y 8) con sus B (I, II, III y IV), en unidad experimental (UE) y planta sola

Apli.	Urea (kg)			SPT (kg)			CP (kg)			Total (Urea+SPT+CP) (kg)		
	N° Total.PI	UE	Planta	N° Total.PI	UE	Planta	N° Total.PI	UE	Planta	N° Total.PI	UE	Planta
	256	16	1	256	16	1	256	16	1	256	16	1
1	2.104	0.132	0.008	1.418	0.089	0.0055	1.199	0.075	0.005	4.721	0.295	0.018
2	2.104	0.132	0.008	1.418	0.089	0.0055	1.199	0.075	0.005	4.721	0.295	0.018
3	2.104	0.132	0.008	1.418	0.089	0.0055	1.199	0.075	0.005	4.721	0.295	0.018
4	2.104	0.132	0.008	0	0	0	0	0	0	2.104	0.132	0.008
Total	8.417	0.526	0.033	4.254	0.266	0.017	3.597	0.225	0.014	16.268	1.017	0.064

Los elementos presentes son nitrógeno N, fosforo P y potasio K. Sistema de medición kilogramos kg. Fertilizantes utilizando urea, superfosfato triple SPT y cloruro de potasio CP. Aplicaciones Apli. Número total de plantas N°Total.PI. Unidad experimental UE.

Tabla 37. Aplicaciones de bioestimulante (ml) según tratamientos y bloques

Aplicaciones	Bloques	Tratamientos						Total
		T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	
1	I	6	22	40	6	22	40	136
	II	6	22	40	6	22	40	136
	III	6	22	40	6	22	40	136
	IV	6	22	40	6	22	40	136
2	I	6	22	40	6	22	40	136
	II	6	22	40	6	22	40	136
	III	6	22	40	6	22	40	136
	IV	6	22	40	6	22	40	136
3	I	6	22	40	6	22	40	136
	II	6	22	40	6	22	40	136
	III	6	22	40	6	22	40	136
	IV	6	22	40	6	22	40	136
4	I	6	22	40	6	22	40	136
	II	6	22	40	6	22	40	136
	III	6	22	40	6	22	40	136
	IV	6	22	40	6	22	40	136
5	I	6	22	40	6	22	40	136
	II	6	22	40	6	22	40	136
	III	6	22	40	6	22	40	136
	IV	6	22	40	6	22	40	136
6	I	6	22	40	6	22	40	136
	II	6	22	40	6	22	40	136
	III	6	22	40	6	22	40	136
	IV	6	22	40	6	22	40	136
7	I	6	22	40	6	22	40	136
	II	6	22	40	6	22	40	136
	III	6	22	40	6	22	40	136
	IV	6	22	40	6	22	40	136
8	I	6	22	40	6	22	40	136
	II	6	22	40	6	22	40	136
	III	6	22	40	6	22	40	136
	IV	6	22	40	6	22	40	136
Total		192	704	1280	192	704	1280	4352

Tabla 38. Evaluación de alturas (cm) de plantas de *C. chinense* a los 0, 30, 60 y 90 DDT.

Trat/Blq	N° Plt	BI				BII				BIII				BIV			
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}
T ₁	1	7.08	8.10	11.40	26.40	6.50	6.60	14.20	51.30	6.16	8.30	18.30	56.70	7.53	8.60	21.60	64.30
	2	5.07	8.20	24.40	64.30	4.64	8.50	17.10	65.10	6.90	7.10	12.40	57.20	4.60	5.60	12.70	49.40
	3	5.15	11.90	32.30	67.20	6.70	7.20	18.50	69.40	4.73	9.40	28.30	53.90	6.83	8.50	23.70	60.50
	4	6.00	6.10	16.20	49.60	4.78	7.00	11.20	45.50	4.40	4.80	15.50	48.30	7.41	11.30	28.60	53.20
T ₂	1	5.44	15.20	50.20	94.30	7.69	13.20	37.20	71.50	7.18	10.80	21.80	64.30	7.74	12.10	32.60	81.30
	2	7.96	17.60	53.20	87.80	6.54	12.50	49.50	72.60	5.55	11.60	33.40	54.20	5.07	13.80	44.50	83.60
	3	7.36	12.20	45.40	85.70	7.04	12.20	39.80	75.80	6.75	10.40	28.90	81.30	6.09	13.50	39.50	80.60
	4	7.64	14.70	50.20	91.60	4.60	10.10	23.20	59.30	5.40	10.20	27.50	72.50	4.97	12.40	39.70	86.60
T ₃	1	4.58	9.60	20.50	77.60	5.03	12.20	21.20	64.60	5.58	10.00	28.30	92.60	7.64	9.80	29.90	74.50
	2	5.69	16.80	42.20	80.30	7.13	13.40	27.40	57.80	7.42	12.30	36.30	93.30	6.10	10.30	29.80	71.30
	3	5.37	14.60	45.30	101.60	7.31	12.60	28.50	62.30	6.37	14.10	34.30	70.50	5.01	15.70	40.30	86.10
	4	6.93	18.90	58.20	98.20	4.92	11.30	27.60	69.50	7.55	12.70	38.20	84.40	6.74	12.80	33.40	68.30
T ₄	1	5.91	11.60	20.40	71.10	7.54	16.30	50.20	93.30	6.70	11.50	33.80	88.30	6.78	13.10	37.60	86.50
	2	6.08	13.40	24.40	70.30	7.83	16.50	47.30	82.60	5.53	14.30	52.40	103.30	5.51	11.50	23.70	64.60
	3	5.34	10.40	32.30	57.60	5.79	15.50	46.50	92.60	7.16	14.80	43.60	95.80	5.90	15.00	31.80	64.70
	4	5.60	10.20	16.20	68.50	5.30	18.20	46.80	83.40	6.06	12.70	39.40	77.60	6.79	13.40	30.90	71.80
T ₅	1	6.87	13.60	45.50	78.50	7.35	16.40	50.60	92.30	5.29	13.70	41.30	92.80	4.81	10.10	19.60	69.40
	2	5.70	14.40	45.60	75.80	5.57	15.00	37.20	86.40	5.08	11.50	43.40	93.60	6.55	10.20	28.50	59.60
	3	5.50	11.30	43.20	90.30	7.44	14.50	34.40	87.70	6.92	11.70	37.60	96.60	5.03	12.00	36.40	63.80
	4	7.79	15.20	45.30	84.30	4.72	17.20	48.70	100.30	5.49	17.50	42.30	100.40	6.71	13.20	38.70	67.20
T ₆	1	4.94	20.60	67.80	109.60	5.98	14.40	52.80	111.80	5.22	19.20	53.80	105.30	7.87	13.60	40.60	99.30
	2	5.25	18.20	60.20	102.80	6.81	18.20	54.50	112.60	7.11	18.50	58.60	106.80	5.09	20.60	57.30	101.30
	3	5.33	19.00	58.30	106.50	6.49	19.00	57.30	109.30	7.48	19.00	59.70	100.80	7.67	13.90	43.50	96.40
	4	6.27	17.50	51.10	109.20	6.27	16.50	54.80	115.80	5.16	18.40	51.30	106.30	6.71	15.20	40.80	97.30
T ₇	1	7.90	20.00	56.60	119.60	5.72	17.50	59.80	115.80	5.21	18.90	60.50	118.60	5.29	18.50	62.50	99.40
	2	7.96	15.60	47.60	114.80	6.20	20.20	64.60	114.50	7.88	17.40	55.80	111.70	4.69	20.30	58.80	103.50
	3	5.70	20.80	62.40	116.70	5.87	21.50	71.40	111.70	5.85	16.50	59.90	119.50	6.60	18.40	50.50	92.60
	4	6.05	17.80	52.30	118.60	7.05	20.10	45.80	116.30	4.99	17.10	54.80	103.60	6.56	18.30	59.80	102.30
T ₈	1	6.91	12.40	39.30	103.30	5.28	13.60	39.60	104.60	6.47	11.40	30.30	77.80	7.59	13.20	40.30	97.40
	2	4.73	19.60	57.50	108.50	5.25	18.50	59.90	89.30	5.81	13.80	35.50	80.90	7.63	18.40	51.40	105.30
	3	6.02	18.50	56.30	104.30	6.27	16.40	55.80	107.30	5.70	12.80	31.60	79.60	6.53	16.20	50.50	98.20
	4	7.19	19.80	68.60	100.30	7.03	16.60	56.70	94.30	5.69	16.10	46.60	95.30	6.25	12.50	39.70	100.60

Tabla 39. Evaluación de diámetro (mm) de plantas de *C. chinense* a los 0, 30, 60 y 90 DDT

Trat./Blq	N° Plt	BI				BII				BIII				BIV			
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}
T₁	1	1.89	2.20	2.40	5.40	1.98	2.00	3.90	9.20	1.56	2.20	4.20	12.70	2.08	2.30	4.40	9.40
	2	1.97	2.40	5.50	10.30	1.57	2.40	3.60	8.90	1.96	2.00	3.40	9.20	1.92	2.20	3.30	7.00
	3	1.85	3.10	5.80	9.30	1.86	2.40	3.80	9.40	1.41	2.60	6.10	10.60	1.42	2.30	5.10	11.40
	4	1.37	2.10	4.20	9.00	2.04	2.50	3.60	7.50	1.30	1.70	3.50	7.70	1.81	2.50	5.20	8.80
T₂	1	1.48	3.60	10.20	15.70	1.53	2.90	6.20	10.10	1.53	2.00	4.50	10.10	1.32	3.20	6.20	9.00
	2	1.46	4.30	10.70	18.50	1.68	3.50	7.60	11.40	1.90	3.00	5.80	10.30	1.39	3.60	7.60	13.00
	3	1.99	3.10	8.00	12.10	1.59	3.30	6.80	12.00	1.42	2.20	5.40	10.70	1.92	3.30	7.50	13.40
	4	1.53	3.50	10.40	16.10	1.63	2.60	4.90	8.20	1.98	2.30	5.20	10.00	2.06	3.20	7.00	12.50
T₃	1	1.32	2.50	4.20	8.60	1.32	3.10	5.30	7.80	1.66	2.70	5.70	12.20	1.72	2.80	7.20	13.00
	2	1.94	4.10	8.80	13.80	1.83	3.10	5.10	8.40	1.71	2.70	6.30	9.10	1.93	2.50	5.30	11.00
	3	2.00	4.00	7.80	15.80	1.33	3.40	5.70	10.00	1.62	3.40	5.20	10.50	1.76	3.40	7.50	11.50
	4	1.54	5.30	12.60	21.90	1.96	3.10	5.40	10.20	1.80	3.10	5.90	12.80	2.03	3.20	6.30	10.40
T₄	1	1.46	3.50	5.30	10.50	1.37	3.90	9.30	13.60	1.46	3.30	6.60	11.80	1.48	3.10	4.40	9.90
	2	1.54	4.00	6.40	9.40	1.72	3.90	9.60	15.10	1.82	3.70	9.00	14.10	1.84	2.40	3.30	7.70
	3	1.32	2.70	5.40	8.60	1.68	3.40	8.20	12.40	1.63	3.40	7.80	14.20	1.89	2.90	5.10	10.10
	4	1.36	3.00	5.10	10.60	1.86	4.00	8.40	18.30	1.63	3.00	7.40	12.80	1.47	2.60	5.20	8.70
T₅	1	1.81	3.40	8.10	13.70	1.60	3.90	9.90	15.80	1.50	3.80	9.00	13.40	1.35	3.10	4.10	7.40
	2	1.70	3.50	7.80	10.50	1.87	4.10	9.80	15.40	2.02	3.40	9.50	18.50	1.91	3.10	5.70	9.80
	3	2.06	3.40	8.00	13.00	2.09	3.30	7.50	12.20	1.76	3.00	7.60	16.20	1.73	3.50	7.80	13.90
	4	2.03	3.60	9.90	14.40	1.56	4.00	9.00	14.60	2.07	3.90	10.80	21.40	1.68	3.40	6.60	10.90
T₆	1	1.70	5.60	15.70	19.80	1.94	4.30	11.90	23.70	1.86	5.60	11.60	17.20	2.06	4.50	6.90	12.30
	2	1.30	5.30	11.70	14.70	1.63	4.10	9.80	17.90	1.36	4.70	12.00	18.50	1.49	3.40	11.20	17.60
	3	1.56	4.30	9.20	14.40	1.75	4.30	11.20	18.10	1.64	5.40	13.40	22.00	1.95	3.40	9.30	15.80
	4	1.60	4.30	10.00	16.20	1.96	4.50	11.90	20.80	2.08	4.90	10.60	17.60	1.75	3.30	7.40	14.00
T₇	1	1.58	4.80	10.40	22.10	1.30	4.60	14.70	26.80	1.57	5.40	11.90	16.50	1.84	5.00	13.00	22.80
	2	2.10	4.20	9.60	20.60	1.51	5.70	13.70	20.30	2.03	4.50	11.30	16.10	1.42	4.60	11.80	18.20
	3	2.03	5.50	14.20	20.10	1.97	5.00	12.90	23.10	1.85	4.90	11.50	17.60	1.98	3.90	10.60	17.60
	4	1.84	4.90	13.40	18.00	2.03	5.20	11.10	16.10	1.77	4.30	10.10	15.40	1.76	4.50	9.60	18.40
T₈	1	1.92	3.10	9.70	13.60	1.72	3.40	7.60	12.70	1.89	3.00	7.10	13.10	2.01	3.80	8.30	15.00
	2	1.84	4.90	14.70	15.80	1.55	4.10	10.90	17.50	1.89	3.10	5.50	10.30	1.46	4.60	11.00	19.50
	3	1.48	4.70	12.60	17.10	1.41	4.10	8.70	14.00	1.80	3.00	6.50	15.80	1.35	4.30	9.30	14.10
	4	1.46	4.90	13.30	14.80	1.62	3.50	10.20	19.40	1.46	3.70	9.40	17.40	1.60	3.40	7.10	11.40

Tabla 40. Evaluación de número de hojas de plantas de *C. chinense* a los 0, 30, 60 y 90 DDT

Trat./Blq	N° Plt	BI				BII				BIII				BIV			
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}
T₁	1	6	12	27	77	6	15	17	42	5	14	37	74	7	10	25	56
	2	6	8	65	134	5	9	25	83	8	10	15	41	7	10	13	75
	3	7	12	77	133	5	9	27	53	8	14	47	82	8	9	32	96
	4	6	11	45	83	5	9	22	84	5	9	26	56	6	11	15	41
T₂	1	7	41	132	183	6	20	52	112	5	14	44	64	7	16	36	65
	2	7	39	177	246	8	27	65	110	8	15	52	78	5	19	91	159
	3	5	24	101	138	5	19	54	113	5	13	39	74	5	20	69	129
	4	6	35	134	178	7	14	17	73	5	14	40	82	7	16	42	101
T₃	1	8	10	27	102	6	20	45	124	5	19	53	164	5	25	53	143
	2	7	50	119	224	8	20	57	173	6	16	79	184	5	11	29	119
	3	8	21	109	212	8	26	61	148	6	23	69	151	5	21	78	154
	4	6	49	182	273	7	15	52	160	7	16	57	170	6	13	34	144
T₄	1	8	20	38	110	7	46	92	180	8	17	72	162	8	31	56	131
	2	5	34	61	135	6	34	85	155	6	25	152	233	8	12	35	115
	3	5	11	45	135	6	26	90	178	5	21	91	168	6	18	39	115
	4	6	12	44	109	5	41	88	168	8	16	82	170	6	13	26	110
T₅	1	5	36	96	148	6	48	122	180	6	43	132	200	5	15	20	61
	2	6	30	117	186	8	48	106	136	8	45	165	208	8	23	58	116
	3	7	24	108	177	5	35	95	141	7	34	120	175	6	30	65	125
	4	5	34	109	162	7	52	106	168	5	38	180	219	6	15	67	137
T₆	1	6	70	210	309	7	45	119	217	7	68	216	320	7	22	77	173
	2	8	65	132	235	5	52	137	245	5	57	185	248	7	56	138	250
	3	5	53	205	312	5	60	153	223	6	54	241	326	7	43	96	215
	4	6	46	131	189	5	63	122	187	7	64	188	262	6	28	89	166
T₇	1	6	65	150	234	6	70	170	240	8	54	136	197	8	50	196	287
	2	5	63	162	220	8	83	156	215	7	48	173	229	5	38	188	269
	3	7	73	236	335	7	63	208	283	7	60	187	273	8	41	155	219
	4	7	64	206	263	5	71	186	264	7	47	152	249	5	41	146	235
T₈	1	7	35	172	205	6	29	93	132	8	30	98	138	8	29	118	153
	2	7	70	240	297	5	42	156	203	6	24	76	110	5	37	175	226
	3	8	59	180	218	7	41	101	151	8	27	69	94	8	34	136	187
	4	7	58	231	280	8	42	138	190	7	33	139	165	5	26	69	125

Tabla 41. Tasa (T) y incremento (Δ) de altura, diámetro y número de hojas en los bloques I, II, III y IV.

Trat./Blq	N° Plt	BI						BII						BIII						BIV					
		Altura		Diámetro		N° de hojas		Altura		Diámetro		N° de hojas		Altura		Diámetro		N° de hojas		Altura		Diámetro		N° de hojas	
		T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ	T	Δ
T ₁	1	0.31	18.30	0.05	3.20	1.08	65.00	0.75	44.70	0.12	7.20	0.45	27.00	0.81	48.40	0.18	10.50	1.00	60.00	0.93	55.70	0.12	7.10	0.77	46.00
	2	0.94	56.10	0.13	7.90	2.10	126.00	0.94	56.60	0.11	6.50	1.23	74.00	0.84	50.10	0.12	7.20	0.52	31.00	0.73	43.80	0.08	4.80	1.08	65.00
	3	0.92	55.30	0.10	6.20	2.02	121.00	1.04	62.20	0.12	7.00	0.73	44.00	0.74	44.50	0.13	8.00	1.13	68.00	0.87	52.00	0.15	9.10	1.45	87.00
	4	0.73	43.50	0.12	6.90	1.20	72.00	0.64	38.50	0.08	5.00	1.25	75.00	0.73	43.50	0.10	6.00	0.78	47.00	0.70	41.90	0.11	6.30	0.50	30.00
T ₂	1	1.32	79.10	0.20	12.10	2.37	142.00	0.97	58.30	0.12	7.20	1.53	92.00	0.89	53.50	0.14	8.10	0.83	50.00	1.15	69.20	0.10	5.80	0.82	49.00
	2	1.17	70.20	0.24	14.20	3.45	207.00	1.00	60.10	0.13	7.90	1.38	83.00	0.71	42.60	0.12	7.30	1.05	63.00	1.16	69.80	0.16	9.40	2.33	140.00
	3	1.23	73.50	0.15	9.00	1.90	114.00	1.06	63.60	0.15	8.70	1.57	94.00	1.18	70.90	0.14	8.50	1.02	61.00	1.12	67.10	0.17	10.10	1.82	109.00
	4	1.28	76.90	0.21	12.60	2.38	143.00	0.82	49.20	0.09	5.60	0.98	59.00	1.04	62.30	0.13	7.70	1.13	68.00	1.24	74.20	0.16	9.30	1.42	85.00
T ₃	1	1.13	68.00	0.10	6.10	1.53	92.00	0.87	52.40	0.08	4.70	1.73	104.00	1.38	82.60	0.16	9.50	2.42	145.00	1.08	64.70	0.17	10.20	1.97	118.00
	2	1.06	63.50	0.16	9.70	2.90	174.00	0.74	44.40	0.09	5.30	2.55	153.00	1.35	81.00	0.11	6.40	2.80	168.00	1.02	61.00	0.14	8.50	1.80	108.00
	3	1.45	87.00	0.20	11.80	3.18	191.00	0.83	49.70	0.11	6.60	2.03	122.00	0.94	56.40	0.12	7.10	2.13	128.00	1.17	70.40	0.14	8.10	2.22	133.00
	4	1.32	79.30	0.28	16.60	3.73	224.00	0.97	58.20	0.12	7.10	2.42	145.00	1.20	71.70	0.16	9.70	2.57	154.00	0.93	55.50	0.12	7.20	2.18	131.00
T ₄	1	0.99	59.50	0.12	7.00	1.50	90.00	1.28	77.00	0.16	9.70	2.33	140.00	1.28	76.80	0.14	8.50	2.42	145.00	1.22	73.40	0.11	6.80	1.67	100.00
	2	0.95	56.90	0.09	5.40	1.68	101.00	1.10	66.10	0.19	11.20	2.02	121.00	1.48	89.00	0.17	10.40	3.47	208.00	0.89	53.10	0.09	5.30	1.72	103.00
	3	0.79	47.20	0.10	5.90	2.07	124.00	1.29	77.10	0.15	9.00	2.53	152.00	1.35	81.00	0.18	10.80	2.45	147.00	0.83	49.70	0.12	7.20	1.62	97.00
	4	0.97	58.30	0.13	7.60	1.62	97.00	1.09	65.20	0.24	14.30	2.12	127.00	1.08	64.90	0.16	9.80	2.57	154.00	0.97	58.40	0.10	6.10	1.52	91.00
T ₅	1	1.08	64.90	0.17	10.30	1.87	112.00	1.27	75.90	0.20	11.90	2.20	132.00	1.32	79.10	0.16	9.60	2.62	157.00	0.99	59.30	0.07	4.30	0.63	38.00
	2	1.02	61.40	0.12	7.00	2.60	156.00	1.19	71.40	0.19	11.30	1.60	96.00	1.37	82.10	0.25	15.10	2.72	163.00	0.82	49.40	0.11	6.70	1.55	93.00
	3	1.32	79.00	0.16	9.60	2.55	153.00	1.22	73.20	0.15	8.90	1.77	106.00	1.42	84.90	0.22	13.20	2.35	141.00	0.86	51.80	0.17	10.40	1.58	95.00
	4	1.15	69.10	0.18	10.80	2.13	128.00	1.39	83.10	0.18	10.60	1.93	116.00	1.38	82.90	0.29	17.50	3.02	181.00	0.90	54.00	0.13	7.50	2.03	122.00
T ₆	1	1.48	89.00	0.24	14.20	3.98	239.00	1.62	97.40	0.32	19.40	2.87	172.00	1.44	86.10	0.19	11.60	4.20	252.00	1.43	85.70	0.13	7.80	2.52	151.00
	2	1.41	84.60	0.16	9.40	2.83	170.00	1.57	94.40	0.23	13.80	3.22	193.00	1.47	88.30	0.23	13.80	3.18	191.00	1.35	80.70	0.24	14.20	3.23	194.00
	3	1.46	87.50	0.17	10.10	4.32	259.00	1.51	90.30	0.23	13.80	2.72	163.00	1.36	81.80	0.28	16.60	4.53	272.00	1.38	82.50	0.21	12.40	2.87	172.00
	4	1.53	91.70	0.20	11.90	2.38	143.00	1.66	99.30	0.27	16.30	2.07	124.00	1.47	87.90	0.21	12.70	3.30	198.00	1.37	82.10	0.18	10.70	2.30	138.00
T ₇	1	1.66	99.60	0.29	17.30	2.90	174.00	1.64	98.30	0.37	22.20	2.83	170.00	1.66	99.70	0.19	11.10	2.38	143.00	1.35	80.90	0.30	17.80	3.95	237.00
	2	1.65	99.20	0.27	16.40	2.62	157.00	1.57	94.30	0.24	14.60	2.20	132.00	1.57	94.30	0.19	11.60	3.02	181.00	1.39	83.20	0.23	13.60	3.77	226.00
	3	1.60	95.90	0.24	14.60	4.42	265.00	1.50	90.20	0.30	18.10	3.67	220.00	1.72	103.00	0.21	12.70	3.50	210.00	1.24	74.20	0.23	13.70	2.68	161.00
	4	1.68	100.80	0.22	13.10	3.32	199.00	1.60	96.20	0.18	10.90	3.22	193.00	1.44	86.50	0.19	11.10	3.37	202.00	1.40	84.00	0.23	13.90	3.37	202.00
T ₈	1	1.52	90.90	0.18	10.50	2.83	170.00	1.52	91.00	0.16	9.30	1.72	103.00	1.11	66.40	0.17	10.10	1.80	108.00	1.40	84.20	0.19	11.20	2.07	124.00
	2	1.48	88.90	0.18	10.90	3.78	227.00	1.18	70.80	0.22	13.40	2.68	161.00	1.12	67.10	0.12	7.20	1.43	86.00	1.45	86.90	0.25	14.90	3.15	189.00
	3	1.43	85.80	0.21	12.40	2.65	159.00	1.52	90.90	0.17	9.90	1.83	110.00	1.11	66.80	0.21	12.80	1.12	67.00	1.37	82.00	0.16	9.80	2.55	153.00
	4	1.34	80.50	0.17	9.90	3.70	222.00	1.30	77.70	0.27	15.90	2.47	148.00	1.32	79.20	0.23	13.70	2.20	132.00	1.47	88.10	0.13	8.00	1.65	99.00

Tabla 42. Evaluación de : a, número de flores de la fecha 9 de agosto del 2024 y b, porcentaje de floración a los (1)31, 38, 45, 52, 59 y 67 DDT.

a						b																							
Trat/. Blq	N° Plt	BI	BII	BIII	BIV	BI						BII						BIII						BIV					
						1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
T ₁	1	8	12	9	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
	2	15	15	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	3	11	12	10	12	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
	4	12	10	11	16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
T ₂	1	16	21	14	33	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	2	17	19	9	28	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
	3	11	22	18	28	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
	4	15	19	29	17	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
T ₃	1	22	30	15	24	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	2	27	32	19	24	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
	3	19	16	23	21	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	4	33	18	20	24	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
T ₄	1	28	19	14	33	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
	2	23	23	32	23	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1
	3	15	21	18	17	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
	4	20	24	32	22	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
T ₅	1	20	25	18	20	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
	2	31	19	23	27	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1
	3	23	23	17	31	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
	4	33	19	14	27	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1
T ₆	1	33	31	34	32	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	2	42	34	29	44	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	3	41	38	41	34	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	4	35	40	33	36	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
T ₇	1	34	29	35	44	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	2	43	38	19	36	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	3	37	47	37	41	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	4	30	34	34	51	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
T ₈	1	29	13	24	21	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
	2	32	29	17	17	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
	3	28	15	16	33	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1
	4	25	13	20	12	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1

Tabla 43. Evaluación de peso fresco de la planta (PFP), peso fresco radicular (PFR), peso fresco del follaje (PFF), volumen radicular (VR) y peso seco de la planta (PSP) a 158 DDT.

Trat./ Blq	N° Plt	BI					BII					BIII					BIV				
		PFP (g)	PFR (g)	PFF (g)	VR (cm ³)	PSP (g)	PFP (g)	PFR (g)	PFF (g)	VR (cm ³)	PSP (g)	PFP (g)	PFR (g)	PFF (g)	VR (cm ³)	PSP (g)	PFP (g)	PFR (g)	PFF (g)	VR (cm ³)	PSP (g)
T ₁	1	41.50	6.40	35.10	8.00	15.70	95.30	13.70	81.60	19.00	30.40	194.10	22.70	171.40	27.00	64.60	209.50	23.50	186.00	26.00	66.40
	2	152.20	20.40	131.80	25.00	64.00	140.60	21.40	119.20	25.00	46.80	108.70	14.00	94.70	18.00	36.70	90.50	14.30	76.20	20.00	31.00
T ₂	1	545.90	59.90	486.00	51.00	157.10	193.80	23.00	170.80	28.00	71.90	250.90	23.70	227.20	28.00	63.30	266.50	33.20	233.30	40.00	90.10
	2	540.00	68.80	471.20	83.00	168.70	189.70	24.50	165.20	30.00	71.50	285.80	31.20	254.60	36.00	77.60	304.80	38.60	266.20	44.00	114.50
T ₃	1	833.60	83.70	749.90	89.00	219.30	340.60	52.20	288.40	61.00	121.90	305.90	46.70	259.20	59.00	97.10	451.60	54.70	396.90	54.00	142.70
	2	434.70	61.30	373.40	65.00	115.80	357.40	48.00	309.40	57.00	139.20	331.50	45.60	285.90	53.00	94.40	452.20	60.40	391.80	58.00	137.80
T ₄	1	546.10	49.80	496.30	58.00	182.90	288.40	30.90	257.50	38.00	80.00	467.40	64.60	402.80	72.00	158.50	220.30	27.80	192.50	36.00	56.40
	2	155.50	17.90	137.60	23.00	53.10	401.30	42.90	358.40	50.00	124.70	397.60	41.40	356.20	54.00	132.30	223.80	30.60	193.20	38.00	75.90
T ₅	1	202.60	25.10	177.50	29.00	55.60	341.40	27.70	313.70	32.00	88.40	422.80	38.80	384.00	45.00	119.80	407.90	39.90	368.00	46.00	122.00
	2	252.20	28.50	223.70	33.00	65.20	503.30	33.80	469.50	44.00	120.30	754.90	57.10	697.80	65.00	184.50	228.20	30.80	197.40	37.00	71.60
T ₆	1	816.60	77.80	738.80	82.00	198.10	1070.00	72.70	997.30	83.00	230.10	1010.50	74.60	935.90	82.00	261.30	594.90	44.10	550.80	51.00	157.80
	2	949.40	86.90	862.50	90.00	235.50	1093.50	76.30	1017.20	88.00	254.10	857.00	55.30	801.70	67.00	214.10	897.40	75.20	822.20	85.00	214.00
T ₇	1	1179.20	68.10	1111.10	76.00	307.30	1148.30	75.70	1072.60	86.00	293.60	883.60	61.40	822.20	77.00	217.60	1056.10	88.90	967.20	92.00	266.60
	2	893.90	54.80	839.10	63.00	215.90	1205.60	69.90	1135.70	78.00	310.90	1293.10	58.70	1234.40	69.00	314.30	1188.40	93.70	1094.70	98.00	313.30
T ₈	1	222.80	16.80	206.00	18.00	70.90	321.70	23.70	298.00	27.00	99.60	299.10	26.10	273.00	29.00	79.80	698.40	49.80	648.60	55.00	197.70
	2	359.00	23.00	336.00	31.00	104.20	701.20	47.80	653.40	51.00	194.70	253.20	20.80	232.40	25.00	65.30	310.40	29.80	280.60	37.00	86.60

g : Gramos cm³ : Centímetros cúbicos

Tabla 44. Evaluación de peso seco radicular (PSR), peso seco del follaje (PSF), humedad de planta (HP), humedad radicular (HR) y humedad del follaje (HF) a 158 DDT.

Trat./ Blq	N° Plt	BI					BII					BIII					BIV				
		PSR (g)	PSF (g)	HP (%)	HR (%)	HF (%)	PSR (g)	PSF (g)	HP (%)	HR (%)	HF (%)	PSR (g)	PSF (g)	HP (%)	HR (%)	HF (%)	PSR (g)	PSF (g)	HP (%)	HR (%)	HF (%)
T ₁	1	3.60	12.10	62.17	43.75	65.53	6.50	23.90	68.10	52.55	70.71	9.40	55.20	66.72	58.59	67.79	9.80	56.60	68.31	58.30	69.57
	2	11.00	53.00	57.95	46.08	59.79	8.90	37.90	66.71	58.41	68.20	6.20	30.50	66.24	55.71	67.79	6.20	24.80	65.75	56.64	67.45
T ₂	1	22.20	134.90	71.22	62.94	72.24	11.80	60.10	62.90	48.70	64.81	9.00	54.30	74.77	62.03	76.10	15.50	74.60	66.19	53.31	68.02
	2	25.60	143.10	68.76	62.79	69.63	11.70	59.80	62.31	52.24	63.80	12.50	65.10	72.85	59.94	74.43	17.20	97.30	62.43	55.44	63.45
T ₃	1	32.00	187.30	73.69	61.77	75.02	22.60	99.30	64.21	56.70	65.57	16.00	81.10	68.26	65.74	68.71	21.10	121.60	68.40	61.43	69.36
	2	19.50	96.30	73.36	68.19	74.21	22.60	116.60	61.05	52.92	62.31	14.80	79.60	71.52	67.54	72.16	24.10	113.70	69.53	60.10	70.98
T ₄	1	22.40	160.50	66.51	55.02	67.66	12.20	67.80	72.26	60.52	73.67	21.10	137.40	66.09	67.34	65.89	8.10	48.30	74.40	70.86	74.91
	2	8.50	44.60	65.85	52.51	67.59	18.70	106.00	68.93	56.41	70.42	14.20	118.10	66.73	65.70	66.84	9.90	66.00	66.09	67.65	65.84
T ₅	1	8.90	46.70	72.56	64.54	73.69	13.00	75.40	74.11	53.07	75.96	13.70	106.10	71.67	64.69	72.37	15.80	106.20	70.09	60.40	71.14
	2	10.00	55.20	74.15	64.91	75.32	14.10	106.20	76.10	58.28	77.38	20.90	163.60	75.56	63.40	76.55	12.20	59.40	68.62	60.39	69.91
T ₆	1	33.40	164.70	75.74	57.07	77.71	29.90	200.20	78.50	58.87	79.93	35.50	225.80	74.14	52.41	75.87	22.20	135.60	73.47	49.66	75.38
	2	28.50	207.00	75.19	67.20	76.00	30.20	223.90	76.76	60.42	77.99	26.50	187.60	75.02	52.08	76.60	30.70	183.30	76.15	59.18	77.71
T ₇	1	20.10	287.20	73.94	70.48	74.15	31.00	262.60	74.43	59.05	75.52	27.70	189.90	75.37	54.89	76.90	29.80	236.80	74.76	66.48	75.52
	2	22.00	193.90	75.85	59.85	76.89	25.60	285.30	74.21	63.38	74.88	24.40	289.90	75.69	58.43	76.51	40.60	272.70	73.64	56.67	75.09
T ₈	1	9.40	61.50	68.18	44.05	70.15	15.20	84.40	69.04	35.86	71.68	13.00	66.80	73.32	50.19	75.53	23.50	174.20	71.69	52.81	73.14
	2	12.30	91.90	70.97	46.52	72.65	22.70	172.00	72.23	52.51	73.68	10.90	54.40	74.21	47.60	76.59	14.10	72.50	72.10	52.68	74.16

g : Gramos % : Porcentaje

Tabla 45. Evaluación de número de frutos por planta a los 109, 121, 133, 145 y 157 DDT en plantas de *C. chinense*.

Trat./Blq	Nº Plt	BI					BII					BIII					BIV				
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}
T ₁	1	1	1	10	1	3	1	2	6	1	2	1	4	1	8	4	0	2	6	9	2
	2	1	1	13	1	1	1	3	3	2	2	1	5	2	5	5	1	4	8	2	2
	3	1	1	11	1	1	2	2	9	3	2	2	3	4	5	3	1	3	9	4	4
	4	0	2	9	0	2	1	3	3	2	4	2	6	1	11	4	0	2	9	5	3
T ₂	1	9	11	16	12	14	11	8	9	7	6	10	3	20	8	7	9	7	17	12	6
	2	9	8	22	9	10	10	7	11	8	2	7	8	21	13	10	7	4	22	16	9
	3	10	12	19	13	13	8	6	13	5	4	6	7	19	14	11	6	11	17	13	9
	4	11	4	12	13	10	9	6	10	5	5	5	5	16	17	13	7	9	13	11	7
T ₃	1	6	8	22	19	16	9	9	11	11	11	6	12	20	17	14	8	7	17	13	6
	2	5	12	33	14	17	7	11	21	14	10	6	9	15	14	16	8	10	11	20	10
	3	11	9	23	24	24	6	14	20	20	9	6	12	23	30	18	8	12	12	16	11
	4	16	13	12	20	20	11	8	19	10	11	5	11	12	16	13	7	9	16	13	8
T ₄	1	6	8	4	14	11	8	6	20	6	5	3	4	7	7	4	3	7	20	11	8
	2	4	7	5	11	12	7	7	12	6	5	7	5	23	9	2	5	5	19	7	9
	3	4	8	7	7	14	7	12	9	16	3	8	11	13	11	3	5	9	23	9	8
	4	6	6	3	10	9	9	6	10	14	4	5	4	8	5	5	4	7	18	9	7
T ₅	1	12	7	11	6	3	11	6	9	3	1	6	10	20	12	6	15	9	18	4	6
	2	8	11	16	5	2	4	4	14	4	1	4	16	15	13	9	6	6	15	4	4
	3	8	7	10	8	3	7	7	17	2	2	4	14	23	12	8	3	7	9	4	4
	4	6	10	12	4	2	7	11	12	9	2	5	13	12	8	4	5	10	11	7	3
T ₆	1	20	18	33	16	15	23	16	31	10	14	18	15	14	8	7	14	17	11	7	9
	2	13	17	23	15	13	14	15	42	20	15	14	21	22	8	6	12	17	36	6	7
	3	16	18	32	20	17	21	10	23	20	15	24	17	18	13	5	15	20	17	7	6
	4	13	16	39	19	16	30	17	28	18	12	17	18	20	9	5	14	16	12	5	7
T ₇	1	20	34	20	18	10	23	18	19	7	7	11	25	9	8	5	16	24	18	6	3
	2	16	18	31	8	9	10	13	6	12	8	18	20	11	4	2	21	10	9	4	2
	3	22	24	30	9	11	14	15	10	6	6	14	22	12	5	3	26	13	15	8	5
	4	9	16	22	13	8	11	11	13	7	4	16	19	9	5	2	11	8	20	3	4
T ₈	1	19	9	8	4	2	11	16	12	8	4	5	11	11	5	3	5	5	18	5	2
	2	17	9	13	7	1	15	8	16	3	2	8	6	33	4	2	8	8	13	3	1
	3	13	10	9	3	3	17	9	15	2	2	7	7	15	2	2	12	7	16	2	2
	4	16	8	13	2	2	14	12	21	4	1	8	13	17	11	6	7	11	11	3	1

Tabla 46. Evaluación de peso de frutos por planta a los 109, 121, 133, 145 y 157 DDT en plantas de *C. chinense*.

Trat/ .Blq	Nº Plt	BI					BII					BIII					BIV				
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}
T ₁	1	10.09	36.80	232.00	14.96	58.42	13.19	70.90	132.50	10.53	21.26	42.15	124.00	32.15	182.45	98.48	0.00	49.80	92.72	142.71	46.80
	2	4.75	43.20	278.05	10.16	10.16	58.24	64.20	66.25	35.66	35.66	39.15	170.60	56.80	140.02	140.02	42.50	67.10	133.80	24.10	24.10
	3	35.71	32.00	171.75	25.26	15.30	90.99	31.40	198.25	26.30	16.76	113.39	83.90	103.15	119.97	71.83	34.38	42.90	144.25	88.59	88.59
	4	0.00	59.60	140.33	0.00	40.22	33.03	35.00	46.51	24.46	66.61	15.35	104.60	23.80	228.33	74.08	0.00	36.60	152.61	96.69	62.49
T ₂	1	368.20	283.30	300.48	210.50	244.80	382.99	176.00	232.47	193.19	170.95	342.04	92.60	299.06	110.05	99.53	346.39	175.00	302.34	194.90	87.01
	2	341.07	147.50	354.52	140.14	170.22	287.15	119.20	187.98	136.32	45.63	225.60	242.20	316.64	206.64	154.88	351.38	116.80	370.36	228.23	125.53
	3	373.38	300.70	383.22	196.68	193.96	220.47	106.00	270.20	67.80	61.34	230.76	229.70	346.67	220.45	160.30	224.89	270.20	283.62	225.76	162.92
	4	449.94	104.80	202.46	198.28	154.60	302.33	111.70	166.94	96.70	92.72	217.30	176.80	313.29	316.23	239.86	280.18	311.50	201.50	172.60	116.06
T ₃	1	387.10	204.60	387.96	304.67	257.98	302.35	231.00	183.55	180.36	167.82	194.61	334.20	474.98	335.46	279.76	239.59	203.60	359.33	237.58	124.37
	2	160.20	280.20	412.60	265.56	324.31	181.12	252.30	338.86	253.82	172.14	171.72	275.60	399.36	294.46	340.13	248.24	296.50	241.51	431.89	207.77
	3	439.56	227.20	399.00	478.12	478.12	186.36	322.90	336.44	294.44	138.41	257.93	344.00	438.29	651.06	394.58	283.28	346.30	280.49	267.27	193.47
	4	599.45	307.50	525.58	370.70	370.70	343.92	215.60	381.93	162.55	170.63	190.42	325.50	532.65	317.92	255.83	227.90	296.40	326.61	200.90	104.86
T ₄	1	223.19	221.30	56.54	182.78	144.72	264.06	170.00	359.85	98.71	80.24	178.87	201.00	385.08	111.64	73.41	115.93	196.00	304.59	140.24	92.69
	2	189.58	198.50	65.55	205.79	205.80	298.61	234.10	227.12	96.21	82.64	315.80	149.50	135.11	166.21	42.55	167.15	132.30	339.09	81.64	121.34
	3	98.79	230.40	152.93	120.13	241.66	298.37	403.80	167.05	284.86	50.80	323.62	277.40	243.41	181.65	46.42	193.73	291.90	331.64	121.14	110.69
	4	214.89	170.00	40.43	165.74	164.19	230.08	176.90	216.61	268.13	87.95	174.60	73.00	144.07	86.00	86.00	162.99	218.10	340.05	125.34	99.64
T ₅	1	275.92	154.10	165.91	89.72	43.31	345.37	142.10	177.79	50.19	20.76	231.72	205.60	322.22	111.73	73.26	597.49	180.60	288.69	58.53	81.67
	2	168.51	217.10	247.58	73.55	27.44	128.91	99.60	233.37	33.35	7.16	209.21	247.70	293.65	146.01	107.83	220.35	132.00	239.69	49.72	57.46
	3	228.15	152.50	156.20	108.96	47.61	226.85	154.10	340.13	34.52	34.52	127.64	267.60	347.74	165.58	115.62	74.49	90.10	173.36	34.62	47.26
	4	249.29	205.70	160.32	59.68	26.34	221.58	244.40	234.65	42.01	27.64	219.58	205.80	176.14	165.04	42.09	208.64	154.90	160.43	72.20	40.22
T ₆	1	704.14	549.60	396.59	343.10	314.99	942.17	535.20	371.60	181.36	224.48	655.58	484.70	329.38	143.46	144.09	373.22	555.40	233.07	121.25	163.58
	2	402.63	514.40	475.36	316.09	279.98	478.21	438.40	424.38	323.02	235.54	520.68	654.10	464.70	168.93	135.87	434.00	501.20	419.05	99.99	127.45
	3	465.43	540.30	892.88	446.78	366.74	605.10	278.60	951.26	320.15	230.18	784.39	451.00	439.88	255.86	102.05	472.35	617.40	354.39	141.75	125.09
	4	531.88	519.60	971.38	477.82	404.48	766.56	545.00	786.25	299.43	184.06	639.70	473.00	429.80	154.08	66.20	576.85	450.80	618.48	75.52	115.75
T ₇	1	768.07	1047.80	295.20	255.84	138.50	889.64	599.00	425.16	117.93	117.93	423.20	571.70	181.84	126.17	84.34	632.32	573.90	382.83	115.09	64.39
	2	690.35	562.90	422.29	110.44	114.82	455.71	417.70	118.94	245.21	172.51	664.18	455.40	231.43	87.03	40.52	910.95	314.00	169.90	68.29	43.60
	3	717.03	645.20	497.00	130.42	153.88	493.94	466.50	192.83	99.36	99.36	503.76	544.40	239.78	86.44	52.23	1049.59	350.40	300.56	120.71	80.93
	4	294.65	342.40	354.59	170.64	100.84	424.91	331.20	198.07	87.35	64.10	538.88	480.50	188.29	82.29	39.72	404.90	219.70	402.76	59.48	76.09
T ₈	1	614.32	194.80	118.66	63.02	34.56	319.07	253.90	195.34	79.70	47.10	171.23	177.15	175.89	59.61	34.55	198.94	69.95	282.46	47.48	29.87
	2	516.22	143.90	202.46	104.06	13.33	394.54	193.00	238.82	33.30	22.80	229.23	82.30	454.91	41.03	18.57	309.12	105.70	172.28	19.71	3.84
	3	471.16	155.70	142.45	46.89	46.89	466.28	132.30	220.55	17.90	17.90	180.27	122.80	245.99	31.77	18.77	341.53	92.10	253.82	25.77	25.77
	4	415.93	138.30	202.46	30.94	30.94	403.37	241.20	359.35	44.20	7.95	248.41	177.60	242.86	91.19	45.04	327.31	153.20	186.04	32.31	12.84

Tabla 47. Evaluación de longitud de frutos por planta a los 109, 121, 133, 145 y 157 DDT en plantas de *C. chinense*.

Trat./Blq	N° Plt	BI					BII					BIII					BIV				
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}
T ₁	1	31.10	53.10	53.20	46.22	44.84	25.20	53.10	51.40	25.81	28.46	65.60	55.13	61.30	51.43	54.71	0.00	46.10	36.17	37.85	48.36
	2	19.00	48.90	50.92	40.32	40.32	60.10	39.77	51.40	37.36	37.36	50.60	53.18	52.40	52.78	52.78	52.10	35.90	38.03	33.61	33.61
	3	58.90	47.60	36.01	47.72	40.81	55.55	40.65	52.02	28.01	29.36	59.35	35.30	57.68	54.18	53.66	51.60	34.13	38.08	44.84	44.84
	4	0.00	56.35	35.70	0.00	46.97	50.40	22.87	33.75	30.41	41.47	25.50	37.38	47.20	45.07	38.88	0.00	39.50	38.12	42.09	44.28
T ₂	1	56.22	41.96	43.41	40.25	39.98	48.68	37.80	53.28	56.73	57.67	53.34	54.80	41.16	40.60	40.02	49.03	43.89	40.63	36.92	35.28
	2	55.99	36.66	41.41	37.99	38.73	44.77	40.91	38.67	41.76	44.20	51.54	51.93	37.78	42.11	41.94	56.64	53.73	39.62	33.49	33.86
	3	53.00	43.05	45.68	38.87	38.73	44.65	39.52	47.58	34.14	32.55	53.33	49.96	39.74	37.62	36.90	50.18	46.87	39.29	36.32	36.38
	4	49.81	41.90	41.91	37.84	38.21	53.73	43.62	43.04	43.72	37.69	48.64	56.04	43.83	42.88	40.89	60.04	49.09	37.35	35.10	37.63
T ₃	1	58.98	40.31	42.24	40.58	40.60	50.60	47.26	43.82	41.23	40.67	48.73	52.49	52.77	49.77	50.51	45.99	48.26	46.92	42.82	46.45
	2	49.22	46.70	50.16	40.84	41.54	45.43	46.06	42.83	45.86	46.11	47.43	49.39	48.93	48.83	48.64	49.88	48.09	51.09	45.79	45.98
	3	54.72	51.77	46.86	48.17	48.17	48.15	46.88	43.91	39.08	39.13	55.52	48.10	48.25	46.65	47.07	54.23	51.62	50.29	41.48	41.76
	4	52.18	45.87	45.49	43.07	43.07	52.63	44.89	44.43	41.28	40.06	53.12	48.00	45.32	43.51	43.76	50.79	52.97	48.20	34.52	32.90
T ₄	1	53.17	48.75	42.94	39.34	39.91	50.59	50.30	45.20	41.51	38.44	60.67	51.21	38.36	39.56	43.79	50.30	51.84	42.01	36.69	35.19
	2	57.53	50.47	40.74	41.37	41.33	53.47	51.54	44.96	38.89	38.88	59.44	50.84	43.80	39.95	42.89	52.82	43.26	40.38	33.24	37.24
	3	47.18	48.28	47.77	42.76	43.22	55.00	48.08	44.51	41.54	42.86	63.64	47.37	42.35	35.33	36.33	51.28	49.89	41.87	35.95	37.12
	4	46.90	50.30	39.23	37.18	40.36	48.88	45.45	48.07	44.12	46.54	58.60	37.15	39.32	44.20	44.20	51.20	46.19	43.53	32.03	32.56
T ₅	1	43.53	42.43	39.91	40.08	37.47	43.27	43.95	42.26	40.47	41.57	51.45	41.65	41.31	36.35	36.22	54.07	38.38	41.26	39.18	34.13
	2	36.49	41.85	39.94	38.90	37.75	45.23	42.38	38.51	28.27	29.47	59.70	37.59	44.15	35.10	34.65	46.47	39.57	41.20	35.02	36.59
	3	47.11	43.61	39.10	38.18	38.90	51.45	42.43	43.98	36.82	36.82	48.98	41.01	40.09	36.76	38.71	43.90	30.91	44.38	31.17	33.04
	4	58.65	41.44	41.21	39.25	37.05	50.03	41.17	42.71	37.17	40.40	56.82	36.72	35.30	34.94	34.24	54.78	32.95	35.66	35.48	41.85
T ₆	1	49.90	49.25	49.96	51.37	50.86	54.80	51.27	47.96	44.97	44.31	50.83	49.03	52.44	44.58	47.84	42.59	45.25	53.35	46.74	48.47
	2	54.47	49.96	49.40	51.25	50.82	54.03	46.42	50.12	44.35	44.47	48.76	49.43	52.57	50.15	48.15	52.91	48.65	50.80	44.72	47.75
	3	48.66	46.96	48.51	50.47	49.36	45.21	48.25	49.45	44.14	42.67	49.38	46.25	50.71	44.85	45.58	50.35	49.68	46.87	50.77	49.19
	4	54.82	46.51	52.56	52.20	52.22	45.80	50.28	45.94	43.34	41.34	51.63	49.37	50.42	41.39	37.84	56.52	45.64	50.26	39.91	42.24
T ₇	1	52.94	44.96	44.44	42.77	42.61	50.50	46.26	49.12	42.57	42.57	51.64	44.22	46.25	40.70	42.36	49.26	47.37	47.39	42.28	43.83
	2	53.73	45.47	44.13	43.37	41.38	57.14	45.10	42.32	45.19	46.17	51.59	38.43	46.86	43.45	38.92	52.22	45.20	43.87	42.81	46.81
	3	51.67	48.51	42.70	45.26	43.85	52.22	45.83	45.34	37.43	37.43	48.22	44.36	44.62	42.30	41.89	51.14	47.20	44.74	39.23	40.90
	4	51.41	43.65	44.48	43.35	43.46	50.00	48.51	42.91	41.67	43.02	48.51	44.97	45.26	40.74	41.57	48.05	43.36	45.06	46.22	43.25
T ₈	1	44.43	39.80	35.68	35.59	33.21	43.14	34.51	37.81	30.42	33.69	42.18	36.20	36.57	30.45	32.28	51.78	34.14	37.38	29.63	35.24
	2	46.34	35.47	36.54	33.05	32.86	40.50	37.50	35.29	32.64	34.34	48.16	32.82	37.79	27.95	29.05	45.69	34.98	32.97	25.19	17.69
	3	47.06	37.44	37.06	34.39	34.39	43.53	36.47	34.89	25.64	25.64	44.06	37.34	38.21	35.24	30.75	45.31	33.83	37.17	26.19	26.19
	4	40.09	35.41	36.54	37.05	37.05	41.12	41.68	38.73	28.79	23.64	53.19	33.60	34.84	31.76	29.90	54.33	32.61	36.96	32.15	36.09

Tabla 48. Evaluación de diámetro de frutos por planta a los 109, 121, 133, 145 y 157 DDT en plantas de *C. chinense*.

Trat./Blq	N° Plt	BI					BII					BIII					BIV				
		1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}	1 ^{ra}	2 ^{da}	3 ^{ra}	4 ^{ta}	5 ^{ta}
T ₁	1	39.90	58.90	59.05	47.51	49.92	31.70	58.80	57.85	33.56	35.31	59.80	58.43	65.65	56.56	58.50	0.00	50.80	42.26	44.08	51.12
	2	29.00	68.90	57.46	38.01	38.01	63.60	46.97	57.85	39.46	39.46	59.10	56.80	68.80	64.36	64.36	61.30	46.55	45.64	41.07	41.07
	3	59.70	59.50	42.93	55.51	44.72	60.50	44.95	57.31	32.59	32.86	67.65	54.23	61.58	57.82	57.47	50.60	40.23	43.25	53.47	53.47
	4	0.00	48.10	42.18	0.00	51.51	55.50	39.10	43.01	38.46	47.34	29.67	45.27	57.15	51.68	45.30	0.00	48.70	45.34	48.96	49.65
T ₂	1	62.41	54.49	53.06	48.37	48.76	57.62	50.03	62.30	66.32	67.24	54.65	55.77	44.80	43.18	43.72	59.88	51.43	46.98	42.28	40.32
	2	58.90	44.78	47.17	44.12	46.76	54.64	44.73	45.71	47.83	57.72	57.01	55.89	44.94	46.11	46.09	62.49	54.88	45.69	39.28	38.38
	3	60.63	50.68	54.97	43.13	43.01	51.64	46.50	53.95	41.79	39.70	57.57	59.47	47.65	45.42	44.54	58.37	52.98	45.55	44.45	45.64
	4	64.48	52.03	49.23	45.09	44.81	54.48	46.77	51.54	49.31	45.28	62.39	60.98	51.16	49.64	48.60	59.10	56.78	43.88	40.30	41.36
T ₃	1	73.47	52.83	52.01	48.74	48.43	56.80	52.33	49.38	50.90	47.68	56.27	52.96	57.28	53.39	53.26	53.67	55.93	55.86	48.66	51.99
	2	58.66	50.03	55.33	52.25	53.37	53.29	51.92	48.75	52.73	48.91	54.05	55.69	56.32	54.83	54.79	53.29	52.93	57.99	52.59	51.36
	3	61.93	55.18	55.88	53.11	53.11	55.93	50.99	50.48	45.16	45.64	61.30	54.77	55.15	53.41	54.02	56.25	54.92	57.62	44.14	45.94
	4	58.59	53.07	54.19	53.32	53.32	57.44	53.71	52.40	46.39	45.01	59.60	55.58	52.69	50.87	50.65	55.36	57.29	55.39	41.11	38.48
T ₄	1	59.47	53.19	45.62	42.29	42.85	55.95	52.68	52.06	48.71	49.76	66.93	52.67	44.90	44.70	47.22	60.77	53.61	45.17	37.41	36.96
	2	59.40	52.99	43.48	51.85	48.83	64.57	60.19	53.29	46.20	48.76	59.73	55.70	49.79	46.37	51.62	51.60	54.48	47.33	38.67	38.69
	3	51.73	53.10	56.46	47.86	48.27	62.91	60.85	52.73	48.83	48.78	60.61	51.30	49.85	45.15	44.21	58.24	56.74	47.98	40.40	41.29
	4	56.10	52.68	42.52	43.72	48.45	51.67	56.23	58.70	52.07	55.96	55.36	45.60	47.83	48.17	48.17	58.73	55.83	47.08	37.79	37.91
T ₅	1	47.24	48.47	46.40	47.65	48.55	49.42	49.92	51.73	42.94	44.81	56.17	46.37	48.28	42.36	43.25	54.23	46.01	48.38	47.60	45.39
	2	42.83	45.74	47.23	44.02	44.12	51.20	50.83	45.57	34.81	34.41	64.53	43.68	53.28	41.36	41.61	47.62	43.02	48.66	38.66	45.42
	3	54.33	49.56	46.12	45.74	49.55	50.37	48.47	53.48	45.21	45.21	53.58	47.14	43.36	42.44	46.58	44.77	39.33	53.94	35.50	41.16
	4	57.77	45.89	40.92	43.91	40.41	55.36	48.55	51.84	45.95	44.27	55.90	43.27	43.17	42.57	36.33	55.84	41.87	42.94	36.55	38.01
T ₆	1	55.98	56.04	54.22	55.18	54.82	57.13	57.82	51.64	49.46	46.98	54.83	57.99	57.77	49.30	51.60	50.23	56.81	55.38	50.13	50.84
	2	56.29	56.14	58.69	57.34	57.33	53.57	55.98	54.72	47.88	46.92	55.38	56.41	57.04	54.37	55.49	57.20	54.50	57.00	50.56	52.10
	3	54.86	54.73	55.58	56.72	56.41	50.54	55.39	55.32	47.88	46.09	50.30	54.15	56.04	51.01	52.38	52.73	55.12	54.82	55.68	56.29
	4	61.71	57.36	59.85	60.69	60.57	47.85	57.68	53.71	49.85	46.81	54.38	52.71	54.00	48.56	43.90	57.85	53.79	55.53	45.96	48.73
T ₇	1	57.57	55.03	47.25	45.80	46.15	55.53	56.64	55.95	47.68	47.68	56.71	48.62	52.61	45.25	46.37	56.67	51.54	53.26	49.51	52.50
	2	60.01	55.11	43.99	45.63	43.99	59.84	56.27	48.05	52.15	53.88	55.59	48.32	53.82	53.69	54.34	60.08	54.08	50.13	46.06	49.36
	3	55.35	51.08	45.03	45.34	44.97	57.06	55.66	52.02	42.61	42.61	54.79	51.65	51.81	47.47	47.66	53.80	51.95	51.58	43.81	44.92
	4	55.97	47.61	47.29	43.03	42.31	53.22	53.35	46.41	42.99	47.30	55.99	49.72	52.17	45.43	48.54	53.65	53.69	51.83	48.88	48.43
T ₈	1	55.45	49.08	43.43	42.43	45.11	50.45	44.45	44.48	34.47	36.41	53.24	43.55	42.84	35.29	34.73	52.86	41.80	43.50	32.90	37.02
	2	53.71	43.02	43.94	41.82	39.51	47.28	50.64	41.39	35.37	35.46	54.25	39.43	42.46	33.19	32.67	58.90	39.66	39.75	29.92	29.42
	3	57.95	42.36	46.55	41.64	41.64	48.82	42.21	41.94	34.01	34.01	51.34	46.14	44.76	39.57	31.72	55.24	39.39	43.33	40.87	40.87
	4	51.75	43.91	43.94	45.92	45.92	51.00	47.68	46.30	35.41	31.31	51.26	40.89	41.75	32.31	31.67	60.25	40.18	44.61	34.12	34.92

Tabla 49. Número de días a la floración del 50 %.

Trat./ Blq	N° Plt	BI	BII	BIII	BIV
T ₁	1	63.00	75.00	63.00	63.00
T ₂	2	38.00	55.50	63.00	41.50
T ₃	3	55.50	52.00	55.50	41.50
T ₄	4	54.33	45.00	54.33	64.33
T ₅	1	35.67	45.00	54.33	45.00
T ₆	2	38.00	41.50	35.67	40.33
T ₇	3	38.00	40.33	35.67	42.67
T ₈	4	45.00	45.00	59.00	42.67

Tabla 50. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para la altura de plantas a los 30, 60 y 90 DDT.

Fuentes de variación	30					60					90				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	53.35	3	17.78	2.08	0.1332NS	685.93	3	228.64	1.19	0.3383NS	998.79	3	332.93	0.86	0.4774NS
Tratamientos	1237.03	7	176.72	20.69	<0.0001**	16703.65	7	2386.24	12.4	<0.0001**	36241.64	7	5177.38	13.37	<0.0001**
Error muestras	179.4	21	8.54	2.15	0.0066	4041.47	21	192.45	3.9	<0.0001	8134.37	21	387.35	6.97	<0.0001
Error experimental	381.84	96	3.98			4742.39	96	49.4			5337.23	96	55.6		
Total	1851.62	127				26173.44	127				50712.03	127			
C.V (%)	14.16					17.2					8.67				
R ²	0.79					0.82					0.89				
Test. (K.S) ($\alpha = 0.05$)					0.518NS					0.098NS					0.238NS
Test. Levene ($\alpha = 0.05$)				1.01	0.429NS				1.99	0.062NS				2.04	0.055NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 51. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de tasa(T) y incremento(Δ) de altura de planta.

Fuentes de variación	T (30 a 90 DDT)					Δ (0 a 90 DDT)				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	0.21	3	0.07	0.79	0.5141NS	760.18	3	253.39	0.8	0.5096NS
Tratamientos	6.7	7	0.96	10.81	<0.0001**	24181.26	7	3454.47	10.86	<0.0001**
Error muestras	1.86	21	0.09	5.97	<0.0001	6681.69	21	318.18	5.96	<0.0001
Error experimental	1.42	96	0.01			5122.77	96	53.36		
Total	10.2	127				36745.91	127			
C.V (%)	10.16					10.16				
R ²	0.86					0.86				
Test. (K.S) ($\alpha = 0.05$)					0.240NS					0.461NS
Test. Levene ($\alpha = 0.05$)				1.83	0.087NS				2.04	0.055NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 52. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para el diámetro a plantas a los 30, 60 y 90 DDT

Fuentes de variación	30					60					90				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	5.28	3	1.76	2.83	0.0629NS	63.14	3	21.05	2.52	0.086NS	58.04	3	19.35	0.98	0.422NS
Tratamientos	71.27	7	10.18	16.39	<0.0001**	705.5	7	100.79	12.05	<0.0001**	1283.22	7	183.32	9.26	<0.0001**
Error muestras	13.04	21	0.62	2.92	0.0002	175.66	21	8.36	3.99	<0.0001	415.53	21	19.79	3.45	<0.0001
Error experimental	20.43	96	0.21			201.45	96	2.1			549.94	96	5.73		
Total	110.02	127				1145.75	127				2306.72	127			
C.V (%)	12.88					17.84					17.34				
R ²	0.81					0.82					0.76				
Test. (K.S) ($\alpha = 0.05$)					0.358NS					0.839NS					0.157NS
Test. Levene ($\alpha = 0.05$)				2.00	0.061NS				1.21	0.304NS				0.71	0.665NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 53. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de tasa(T) y incremento(Δ) de diámetro de planta.

Fuentes de variación	T (30 a 90 DDT)					Δ (0 a 90 DDT)				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	0.01	3	3.30E-03	0.73	0.5433NS	37.1	3	12.37	0.75	0.5352NS
Tratamientos	0.21	7	0.03	6.71	0.0003**	758.17	7	108.31	6.56	0.0004**
Error muestras	0.09	21	4.50E-03	3.13	0.0001	346.86	21	16.52	3.29	<0.0001
Error experimental	0.14	96	1.40E-03			481.87	96	5.02		
Total	0.45	127				1624	127			
C.V (%)	22.13					21.92				
R ²	0.7					0.7				
Test. (K.S) ($\alpha = 0.05$)					0.270NS					0.174NS
Test. Levene ($\alpha = 0.05$)				0.63	0.728NS				0.65	0.711NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 54. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de hojas a los 30, 60 y 90 DDT

Fuentes de variación	30					60					90				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	3413.16	3	1137.72	5.12	0.0081**	42624.09	3	14208.03	3.91	0.023*	39686.44	3	13228.81	3.29	0.0405*
Tratamientos	30726.59	7	4389.51	19.77	<0.0001**	274710.49	7	39244.36	10.81	<0.0001**	382558.38	7	54651.2	13.61	<0.0001**
Error muestras	4662.97	21	222.05	3.57	<0.0001	76264.1	21	3631.62	5.19	<0.0001	84343.06	21	4016.34	3.68	<0.0001
Error experimental	5977.5	96	62.27			67232.75	96	700.34			104864	96	1092.33		
Total	44780.22	127				460831.43	127				611451.88	127			
C.V (%)	24.04					26.13					19.74				
R ²	0.87					0.85					0.83				
Test. (K.S) ($\alpha=0.05$)					0.502NS					0.459NS					0.394NS
Test. Levene ($\alpha=0.05$)				2.04	0.055NS				2.00	0.061NS				1.56	0.154NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 55. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) de tasa(T) y incremento(Δ) de número de hojas.

Fuentes de variación	T (30 a 90 DDT)					Δ (0 a 90 DDT)				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	7.03	3	2.34	2.96	0.0559NS	25378.91	3	8459.64	2.96	0.0555NS
Tratamientos	57.22	7	8.17	10.31	<0.0001**	205782.47	7	29397.5	10.3	<0.0001**
Error muestras	16.66	21	0.79	3.1	0.0001	59943.09	21	2854.43	3.1	0.0001
Error experimental	24.55	96	0.26			88285	96	919.64		
Total	105.46	127				379389.47	127			
C.V (%)	22.53					22.52				
R ²	0.77					0.77				
Test. (K.S) ($\alpha=0.05$)					0.600NS					0.43:
Test. Levene ($\alpha=0.05$)				0.92	0.496NS				1.6	0.14

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 56. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) para número de flores después de 67 DDT

Fuentes de variación	SC	GL	CM	F	p-valor	
Bloques	364.02	3		121.34	3.00	0.0538NS
Tratamientos	8095.43	7		1156.49	28.56	<0.0001**
Error muestras	850.29	21		40.49	1.30	0.1931
Error experimental	2983.75	96		31.08		
Total	12293.49	127				
C.V (%)	23.00					
R ²	0.76					
Test. (K.S) ($\alpha=0.05$)						0.4051NS
Test. Levene ($\alpha=0.05$)					1.7046	0.1142NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 57. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$) días de floración al 50 %.

Fuentes de variación	SC	GL	CM	F	p-valor	
Bloques	198.4	3		66.13	1.35	0.2863NS
Tratamientos	2161.41	7		308.77	6.29	0.0005**
Error experimental	1031.46	21		49.12		
Total	3391.27	31				
C.V (%)	14.30					
R ²	0.70					
Test. (Shapiro-Wilk) ($\alpha=0.05$)						0.5095NS
Test. Levene ($\alpha=0.05$)					1.0104	0.4487NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza

Tabla 58. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$); peso fresco de la planta (PFP), peso fresco radicular (PFR) y peso fresco del follaje (PFF) a 158 DDT.

Fuentes de variación	PFP					PFR					PFF				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	2E+04	3	7E+03	0.21	0.8857NS	2E+02	3	74.07	0.25	0.86NS	2E+04	3	8E+03	0.28	0.8362NS
Tratamientos	6E+06	7	9E+05	27.1	<0.0001**	2E+04	7	3062.4	10.36	<0.0001**	5E+06	7	8E+05	28.6	<0.0001**
Error muestras	7E+05	21	3E+04	1.63	0.1044	6E+03	21	295.59	3.14	0.0018	6E+05	21	3E+04	1.55	0.1287
Error experimental	6E+05	32	2E+04			3E+03	32	94.27			6E+05	32	2E+04		
Total	7E+06	63				3E+04	63				7E+06	63			
C.V (%)	27.84					21.79					28.82				
R ²	0.91					0.9					0.91				
Test. (K.S) ($\alpha=0.05$)					0.450NS					0.229NS					0.262NS
Test. Levene ($\alpha=0.05$)				0.57	0.780NS				0.511	0.822NS				0.637	0.724NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 59. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$); volumen radicular (VR), peso seco de la planta (PSP) y peso seco radicular (PSR) a los 158 DDT.

Fuentes de variación	VR					PSP					PSR				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	26.62	3	8.87	0.03	0.9918NS	6E+02	3	198.39	0.09	0.964NS	19.94	3	6.65	0.18	0.908NS
Tratamientos	2E+04	7	3524.18	12.98	<0.0001**	3E+05	7	4.5E+04	21.05	<0.0001**	3100.01	7	442.86	12.04	<0.0001**
Error muestras	5699.87	21	271.42	2.34	0.0146	5E+04	21	2155.04	1.46	0.1629	772.57	21	36.79	2.18	0.0229
Error experimental	3710	32	115.94			5E+04	32	1475.12			540.67	32	16.9		
Total	3E+04	63				4E+05	63				4433.2	63			
C.V (%)	21.24					3E+01					22.67				
R ²	0.89					0.89					0.88				
Test. (K.S) ($\alpha=0.05$)					0.430NS					0.518NS					0.090NS
Test. Levene ($\alpha=0.05$)					0.597 0.756NS					0.7477 0.633NS					0.7815 0.606NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 60. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$); peso seco del follaje (PSF), porcentaje de humedad de la planta(%HP) y porcentaje de humedad radicular (%HR) a 158 DDT.

Fuentes de variación	PSF					%HP					%HR				
	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	627.62	3	209.21	0.13	0.9438NS	18.48	3	6.16	0.34	0.7992NS	179.53	3	59.84	1.14	0.3558NS
Tratamientos	3E+05	7	37273.59	22.4	<0.0001**	786.35	7	112.34	6.13	0.0005**	1410.81	7	201.54	3.84	0.0077**
Error muestras	3E+04	21	1663.81	1.32	0.2341	384.59	21	18.31	5.27	<0.0001	1102.32	21	52.49	3.81	0.0003
Error experimental	4E+04	32	1260.63			111.13	32	3.47			441.09	32	13.78		
Total	3E+05	63				1300.55	63				3133.75	63			
C.V (%)	29.53					2.64					6.42				
R ²	0.88					0.91					0.86				
Test. (K.S) ($\alpha=0.05$)					0.376NS					0.383NS					0.364NS
Test. Levene ($\alpha=0.05$)					0.8639 0.541NS					1.8454 0.097NS					0.4691 0.853NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 61. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), porcentaje de humedad del follaje (% HF) a 158 DDT.

Fuentes de variación	SC	GL	CM	F	p-valor
Bloques	6.68	3	2.23	0.14	0.9369NS
Tratamientos	810.6	7	115.8	7.13	0.0002**
Error muestras	341.28	21	16.25	3.16	0.0017
Error experimental	164.63	32	5.14		
Total	1323.19	63			
C.V (%)	3.16				
R ²	0.88				
Test. (K.S) ($\alpha=0.05$)					0.924NS
Test. Levene ($\alpha=0.05$)				1.823	0.101NS

** : Altamente significativo GL : Grados de libertad SM : Suma de cuadrados R² : Coeficiente de determinación
 NS : No significativo CM : Cuadrados medios CV : Coeficiente de varianza K.S : Kolmogorov-Smirnov

Tabla 62. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para número de frutos total por plantas en *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	16	16.75	3.40	17.00	8.50	7	1	94.47	<0.0001**
T ₂	16	51.19	9.66	53.50	70.44				
T ₃	16	66.44	13.00	61.50	98.06				
T ₄	16	41.56	7.71	44.00	46.78				
T ₅	16	40.50	10.43	37.50	44.81				
T ₆	16	82.31	18.18	79.50	112.03				
T ₇	16	63.38	17.58	57.00	88.25				
T ₈	16	42.25	7.64	41.50	47.13				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 63. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso de frutos total por planta en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	16	351.96	99.10	347.36	8.81	7	1	107.15	<0.0001**
T ₂	16	1102.16	208.08	1149.70	68.44				
T ₃	16	1495.25	340.27	1434.39	94.88				
T ₄	16	904.41	146.10	901.95	51.38				
T ₅	16	775.07	195.66	735.19	37.44				
T ₆	16	2069.32	417.68	1966.37	114.88				
T ₇	16	1612.04	403.61	1452.59	99.00				
T ₈	16	807.17	146.44	822.30	41.19				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 64. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para longitud de frutos por planta promedio total en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	16	43.37	6.16	41.61	56.78	7	1	81.07	<0.0001**
T ₂	16	43.78	2.59	43.68	60.63				
T ₃	16	46.60	2.25	46.01	91.09				
T ₄	16	44.76	1.91	45.11	74.25				
T ₅	16	40.66	1.94	41.25	34.16				
T ₆	16	48.41	1.84	48.73	109.69				
T ₇	16	45.28	0.99	45.25	78.97				
T ₈	16	35.97	1.95	36.36	10.44				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 65. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para diámetro(mm) de frutos por planta promedio total en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	16	49.12	6.44	46.71	53.38	7	1	74.99	<0.0001**
T ₂	16	50.52	3.38	49.74	67.91				
T ₃	16	53.13	2.10	53.76	97.94				
T ₄	16	50.55	2.79	50.76	72.94				
T ₅	16	46.39	2.26	46.96	34.34				
T ₆	16	53.91	2.52	53.52	102.59				
T ₇	16	50.65	1.88	50.37	74.09				
T ₈	16	42.69	2.34	42.20	12.81				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 66. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para número de frutos de primera calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	4.00	24.75	20.29	21.50	5.75	7	1	26.34	0.0004**
T ₂	4.00	49.00	11.89	49.00	13.25				
T ₃	4.00	97.25	37.62	103.50	22.50				
T ₄	4.00	38.75	17.63	31.50	10.25				
T ₅	4.00	129.75	25.95	121.50	26.75				
T ₆	4.00	156.25	55.13	133.50	28.25				
T ₇	4.00	78.00	4.55	78.50	19.88				
T ₈	4.00	22.75	9.43	22.00	5.38				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 67. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para número de frutos de segunda calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	4.00	30.00	17.38	22.00	2.50	7	1	22.52	0.0021**
T ₂	4.00	131.00	28.14	139.00	20.25				
T ₃	4.00	162.00	32.20	169.50	26.00				
T ₄	4.00	106.50	2.89	106.50	12.50				
T ₅	4.00	106.75	24.64	102.50	13.00				
T ₆	4.00	165.00	51.82	147.00	25.00				
T ₇	4.00	159.25	50.68	136.00	23.25				
T ₈	4.00	93.25	17.88	94.00	9.50				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 68. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para número de frutos de tercera calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	4.00	11.50	4.80	12.50	12.25	7	1	15.92	0.0256*
T ₂	4.00	24.75	15.67	24.00	19.50				
T ₃	4.00	9.50	10.97	6.50	9.50				
T ₄	4.00	21.75	23.67	14.50	16.00				
T ₅	4.00	31.00	15.17	29.00	23.63				
T ₆	4.00	7.50	4.73	6.00	8.00				
T ₇	4.00	16.50	13.70	12.00	14.50				
T ₈	4.00	53.00	15.90	52.00	28.63				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 69. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para longitud (mm) de frutos de primera calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	100	53.42	6.63	52.5	1089.89	7	1	24.12	0.0011**
T ₂	197	52.34	8.11	51.64	993.73				
T ₃	394	51.1	7.24	50.41	905.17				
T ₄	155	52.08	8.04	51.3	974.05				
T ₅	92	52.69	8.27	51.92	1035.6				
T ₆	621	52.57	7.12	52.42	1017.36				
T ₇	308	52.44	7.72	52.45	993.23				
T ₈	91	49.24	7.55	50.3	796.95				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 70. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para diámetro (mm) de frutos de primera calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	100.00	60.19	3.79	59.70	994.30	7	1	37.09	<0.0001**
T ₂	197.00	61.91	5.67	60.70	1141.59				
T ₃	394.00	59.42	4.10	58.54	863.77				
T ₄	155.00	60.92	4.78	59.60	1046.70				
T ₅	92.00	60.81	4.81	59.00	1020.75				
T ₆	621.00	60.11	4.16	59.14	964.75				
T ₇	309.00	60.26	4.25	59.40	986.54				
T ₈	91.00	60.56	4.13	59.90	1044.71				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 71. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso (g) de frutos de primera calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	100	28.09	8.43	27.09	734.29	7	1	258.39	<0.0001**
T ₂	197	34.87	11.41	32.87	1110.85				
T ₃	394	28.62	9.2	26.2	753.93				
T ₄	155	34.18	12.01	32.5	1054.47				
T ₅	92	38.19	12.58	39.22	1244.82				
T ₆	620	30.19	9.05	27.69	865.13				
T ₇	308	37.39	10.71	37.31	1262.02				
T ₈	91	38.51	8.96	36.73	1357.57				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 72. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para longitud (mm) de frutos de segunda calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	120.00	41.24	6.86	41.34	1708.11	7	1	333.88	<0.0001**
T ₂	523.00	41.07	6.42	40.74	1622.55				
T ₃	649.00	43.87	7.78	43.40	2056.41				
T ₄	426.00	42.85	6.40	42.68	1918.52				
T ₅	427.00	40.54	6.59	40.50	1536.91				
T ₆	657.00	45.75	6.68	45.00	2365.63				
T ₇	630.00	44.06	6.62	43.50	2103.92				
T ₈	373.00	39.25	6.34	39.20	1339.15				

** : Altamente significativo D.E : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 73. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para diámetro (mm) de frutos de segunda calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	120.00	47.84	4.33	47.61	1782.80	7	1	330.25	<0.0001**
T ₂	523.00	47.35	4.10	47.13	1640.90				
T ₃	649.00	49.76	3.52	50.61	2272.82				
T ₄	426.00	48.39	4.18	48.65	1919.21				
T ₅	427.00	46.85	4.07	47.02	1511.18				
T ₆	658.00	49.72	3.88	50.64	2274.21				
T ₇	630.00	48.57	4.10	49.13	1959.71				
T ₈	373.00	46.25	3.87	46.00	1350.23				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 74. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso (g) de frutos de segunda calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	120.00	18.69	4.02	18.85	1893.04	7	1	111.81	<0.0001**
T ₂	523.00	18.43	4.79	17.98	1778.79				
T ₃	649.00	18.78	4.54	18.18	1871.70				
T ₄	426.00	19.17	5.56	18.13	1886.54				
T ₅	427.00	17.55	5.67	16.61	1510.04				
T ₆	657.00	20.90	6.63	19.18	2170.64				
T ₇	630.00	20.84	7.96	19.17	2046.81				
T ₈	373.00	19.29	5.89	18.19	1889.16				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 75. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para longitud (mm) de frutos de tercera calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	46.00	31.00	5.81	33.22	304.02	7	1	88.86	<0.0001**
T ₂	99.00	33.43	5.07	32.21	361.10				
T ₃	38.00	35.35	6.81	33.87	408.84				
T ₄	87.00	34.33	6.47	33.33	399.83				
T ₅	124.00	32.94	5.28	33.19	352.71				
T ₆	30.00	37.36	6.16	36.20	486.78				
T ₇	66.00	36.34	8.18	35.99	479.86				
T ₈	211.00	30.60	4.61	30.70	265.33				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 76. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para diámetro (mm) de frutos de tercera calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	46.00	35.63	5.18	37.92	352.22	7	1	26.75	0.0004**
T ₂	99.00	37.25	2.45	38.02	398.41				
T ₃	38.00	36.99	2.74	38.12	390.84				
T ₄	87.00	36.24	4.27	37.47	350.07				
T ₅	124.00	36.14	3.68	36.61	329.39				
T ₆	30.00	37.42	2.37	38.25	412.25				
T ₇	66.00	36.44	6.08	38.10	410.70				
T ₈	211.00	35.75	3.33	36.51	307.01				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 77. Prueba de Kruskal-Wallis ($\alpha = 0,05$), para peso (g) de frutos de tercera calidad en plantas de *C. chinense*.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	46.00	11.30	2.63	11.47	368.60	7	1	35.2	<0.0001**
T ₂	99.00	11.41	2.10	11.36	373.04				
T ₃	38.00	12.11	3.83	11.66	383.25				
T ₄	87.00	11.58	3.27	10.85	360.94				
T ₅	124.00	11.26	4.32	10.61	324.43				
T ₆	30.00	17.35	7.47	18.40	505.60				
T ₇	66.00	12.65	5.11	11.08	393.98				
T ₈	211.00	10.46	3.04	10.42	307.11				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 78. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de humedad en frutos.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	4	94.4	0.25	94.41	26.38	7	1	16.73	0.0192*
T ₂	4	93.63	0.63	93.65	14.38				
T ₃	4	93.69	0.16	93.68	15.25				
T ₄	4	94.27	0.7	94.05	22.75				
T ₅	4	93.48	0.69	93.49	13				
T ₆	4	93.48	0.24	93.48	11.75				
T ₇	4	93.03	0.24	93.05	4.75				
T ₈	4	94.39	0.76	94.51	23.75				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 79. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de Materia seca en frutos.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	4	5.6	0.25	5.6	6.63	7	1	16.73	0.0192*
T ₂	4	6.37	0.63	6.36	18.63				
T ₃	4	6.31	0.16	6.33	17.75				
T ₄	4	5.74	0.7	5.96	10.25				
T ₅	4	6.52	0.69	6.52	20				
T ₆	4	6.52	0.24	6.53	21.25				
T ₇	4	6.98	0.24	6.95	28.25				
T ₈	4	5.61	0.76	5.5	9.25				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 80. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de materia orgánica en frutos.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	4	5.29	0.25	5.35	10	7	1	11.93	0.1026NS
T ₂	4	6.07	0.66	6.13	22.25				
T ₃	4	5.95	0.13	5.94	20.5				
T ₄	4	5.3	0.6	5.33	11.13				
T ₅	4	5.8	0.62	5.81	19.25				
T ₆	4	5.61	0.51	5.63	15.75				
T ₇	4	6.12	0.22	6.16	24.75				
T ₈	4	4.98	0.84	4.83	8.38				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 81. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para porcentaje de Potasio (K) en frutos.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	4	2.27	0.11	2.31	2.5	7	1	29.8	0.0001**
T ₂	4	2.57	0.13	2.58	6.5				
T ₃	4	3.11	0.07	3.13	15.63				
T ₄	4	3.36	0.14	3.37	23.5				
T ₅	4	2.96	0.01	2.97	10.5				
T ₆	4	3.15	0.05	3.15	17.63				
T ₇	4	3.43	0.13	3.41	25.25				
T ₈	4	5.55	0.23	5.53	30.5				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 82. Análisis de varianza ($\alpha = 0,05$), para (mg/Kg) de hierro (Fe) en frutos.

Trat	N	Medias	D.E.	Medianas	Promedio rangos	GL	C	Chi cuadrado	p-valor
T ₁	4	84.36	0.89	84.37	7.5	7	1	29.53	0.0001**
T ₂	4	94.15	2.21	95.17	13.25				
T ₃	4	118.24	2.39	117.97	21.25				
T ₄	4	132.99	4.78	132.53	26.5				
T ₅	4	70.8	1.79	70.95	2.5				
T ₆	4	90.72	7.2	90.76	10.75				
T ₇	4	110.85	9.03	110.69	19.75				
T ₈	4	173.13	10.73	170.58	30.5				

** : Altamente significativo D.E. : Desviación estándar N : Numero de datos
 Trat : Tratamientos GL : Grados de libertad C : Comparaciones

Tabla 83. Prueba de Di Rienzo Guzman y Casanoves (DGC) con un ($\alpha= 0.05$), para altura de las plantas (cm) evaluado a los 30, 60 y 90 después del trasplante (DDT), como también se presenta la tasa(T) y incremento (Δ) de crecimiento de la planta.

30 DDT			60 DDT			90 DDT			T				Δ			
Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig
T ₇	18.68	±0.5 a	T ₇	57.69	±3.7 a	T ₇	111.2	±5.13 a	T ₇	1,54	± 0,07	a	T ₇	92,52	± 4,46	a
T ₆	17.61	±0.5 a	T ₆	53.90	±3.7 a	T ₆	105.69	±5.13 a	T ₆	1,47	± 0,07	a	T ₆	88,08	± 4,46	a
T ₈	15.61	±0.5 b	T ₈	47.48	±3.7 a	T ₈	96.69	±5.13 a	T ₈	1,35	± 0,07	a	T ₈	81,08	± 4,46	a
T ₄	13.65	±0.5 c	T ₅	39.89	±3.7 b	T ₅	83.69	±5.13 b	T ₅	1,17	± 0,07	b	T ₅	70,09	± 4,46	b
T ₅	13.59	±0.5 c	T ₂	38.54	±3.7 b	T ₄	79.5	±5.13 b	T ₄	1,10	± 0,07	b	T ₄	65,85	± 4,46	b
T ₃	12.94	±0.5 c	T ₄	36.41	±3.7 b	T ₃	78.31	±5.13 b	T ₃	1,09	± 0,07	b	T ₃	65,36	± 4,46	b
T ₂	12.66	±0.5 c	T ₃	33.84	±3.7 b	T ₂	77.69	±5.13 b	T ₂	1,08	± 0,07	b	T ₂	65,03	± 4,46	b
T ₁	7.95	±0.5 d	T ₁	19.15	±3.7 c	T ₁	55.14	±5.13 b	T ₁	0,79	± 0,07	c	T ₁	47,19	± 4,46	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat	: Tratamientos.	T ₁	: Testigo	T ₅	: <i>M. oleifera</i> (3 %) + N-P-K
Sig	: Significativo	T ₂	: <i>M. oleifera</i> (3 %)	T ₆	: <i>M. oleifera</i> (11 %) + N-P-K
EE	: Error experimental	T ₃	: <i>M. oleifera</i> (11 %)	T ₇	: <i>M. oleifera</i> (20 %) + N-P-K
		T ₄	: <i>M. oleifera</i> (20 %)	T ₈	: N-P-K

Tabla 84. Prueba de Di Rienzo Guzman y Casanoves (DGC) con un ($\alpha= 0.05$), para el diámetro de plantas evaluado a los 30, 60 y 90 después del trasplante (DDT).

30 DDT			60 DDT			90 DDT			T				Δ			
Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig
T ₇	4.83	±0.21 a	T ₇	11.86	±0.72 a	T ₇	19.36	±1.11 a	T ₇	0,24	± 0,02	a	T ₇	14,54	± 1,02	a
T ₆	4.49	±0.21 b	T ₆	10.86	±0.72 a	T ₆	17.54	±1.11 a	T ₆	0,22	± 0,02	a	T ₆	13,04	± 1,02	a
T ₈	3.85	±0.21 b	T ₈	9.49	±0.72 b	T ₈	15.09	±1.11 b	T ₈	0,19	± 0,02	b	T ₈	11,24	± 1,02	b
T ₅	3.53	±0.21 c	T ₅	8.19	±0.72 b	T ₅	13.82	±1.11 b	T ₅	0,17	± 0,02	b	T ₅	10,29	± 1,02	b
T ₄	3.3	±0.21 c	T ₂	7.13	±0.72 b	T ₂	12.07	±1.11 b	T ₂	0,15	± 0,02	b	T ₂	8,97	± 1,02	b
T ₃	3.28	±0.21 c	T ₄	6.66	±0.72 b	T ₄	11.74	±1.11 b	T ₃	0,14	± 0,02	b	T ₄	8,44	± 1,02	b
T ₂	3.1	±0.21 c	T ₃	6.52	±0.72 b	T ₃	11.69	±1.11 b	T ₄	0,14	± 0,02	b	T ₃	8,41	± 1,02	b
T ₁	2.31	±0.21 d	T ₁	4.25	±0.72 c	T ₁	9.11	±1.11 c	T ₁	0,11	± 0,02	b	T ₁	6.81	±	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat	: Tratamientos.	T ₁	: Testigo	T ₅	: <i>M. oleifera</i> (3 %) + N-P-K
Sig	: Significativo	T ₂	: <i>M. oleifera</i> (3 %)	T ₆	: <i>M. oleifera</i> (11 %) + N-P-K
EE	: Error experimental	T ₃	: <i>M. oleifera</i> (11 %)	T ₇	: <i>M. oleifera</i> (20 %) + N-P-K
		T ₄	: <i>M. oleifera</i> (20 %)	T ₈	: N-P-K

Tabla 85. Prueba de Di Rienzo Guzman y Casanoves (DGC) con un ($\alpha= 0.05$), para el número de hojas de plantas evaluado a los 30, 60 y 90 después del trasplante (DDT).

30 DDT			60 DDT			90 DDT			T				Δ			
Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE Sig	Trat	Media	EE	Sig	Trat	Media	EE	Sig
T ₇	58.75	±3.95a	T ₇	175.44	±15.07a	T ₇	250.75	±15.84a	T ₇	3,20	± 0,22	a	T ₇	192,00	±13,36a	
T ₆	52.88	±3.95a	T ₆	152.44	±15.07a	T ₆	242.31	±15.84a	T ₆	3,16	± 0,22	a	T ₆	189,44	±13,36a	
T ₈	38.5	±3.95b	T ₈	136.94	±15.07a	T ₈	179.63	±15.84b	T ₃	2,39	± 0,22	b	T ₈	143,13	±13,36b	
T ₅	34.38	±3.95b	T ₅	104.13	±15.07b	T ₃	165.31	±15.84b	T ₈	2,35	± 0,22	b	T ₃	141,13	±13,36b	
T ₄	23.56	±3.95c	T ₂	71.56	±15.07b	T ₅	158.69	±15.84b	T ₄	2,08	± 0,22	b	T ₅	124,81	±13,36b	
T ₃	22.19	±3.95c	T ₃	69	±15.07b	T ₄	148.38	±15.84b	T ₅	2,07	± 0,22	b	T ₄	124,31	±13,36b	
T ₂	21.63	±3.95c	T ₄	68.5	±15.07b	T ₂	119.06	±15.84c	T ₂	1,62	± 0,22	c	T ₂	97,44	±13,36c	
T ₁	10.75	±3.95d	T ₁	32.19	±15.07c	T ₁	75.63	±15.84c	T ₁	1,08	± 0,22	c	T ₁	64,88	±13,36c	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Trat	: Tratamientos.	T ₁	: Testigo	T ₅	: <i>M. oleifera</i> (3 %) + N-P-K
Sig	: Significativo	T ₂	: <i>M. oleifera</i> (3 %)	T ₆	: <i>M. oleifera</i> (11 %) + N-P-K
EE	: Error experimental	T ₃	: <i>M. oleifera</i> (11 %)	T ₇	: <i>M. oleifera</i> (20 %) + N-P-K
		T ₄	: <i>M. oleifera</i> (20 %)	T ₈	: N-P-K

Tabla 86. Análisis de beneficio-costo de los tratamientos T₁ y T₂, con su respectiva calidad de fruto primera, segunda y tercera.

Actividad	Unidades de medida	Costo Unitario	Cantidad	Total (S/.)				Costo Unitario	Cantidad	Total (S/.)						
				T1						T2						
				F.Totales	F. Primera	F. Segunda	F. Tercera					F.Totales	F. Primera	F. Segunda	F. Tercera	
I. COSTOS DIRECTOS																
1.1	Mano de obra															
	-Limpieza de terreno	Jornal	50.00	5	250			50.00	5	250						
	-Aporcado de surcos	Jornal	50.00	45	2250			50.00	45	2250						
	-Manejo de Almacigo	Jornal	50.00	2	100			50.00	2	100						
	-Manejo de Vivero	Jornal	50.00	4	200			50.00	4	200						
	-Siembra de plántones	Jornal	50.00	10	500			50.00	10	500						
	- Manejo de malezas	Jornal	50.00	15	750			50.00	15	750						
	-Servicio de rotavapor	Hora	0.00	0	0			200.00	8	1600						
	- Aplicación de Extracto de M. oleifera	Jornal	0.00	0	0			50.00	24	1200						
	- Aplicación de Fertilizante(N-P-K)	Jornal	0.00	0	0			0.00	0	0						
	- Fumigación manual	Jornal	50.00	15	750			50.00	15	750						
	-Cosecha	Jornal	50.00	35	1750			50.00	35	1750						
	Sub- total de mano de obra				6550					9350						
1.2	Insumos															
	-Fruto <i>C. chinense</i> (Ají dulce)	kg	4.00	35	140			4.00	35	140						
	-Hojas de <i>M. oleifera</i> (Moringa)	kg	0	0	0			10	21.66	216.6						
	-Alcohol etílico al 96 %	l	0	0	0			12	295.43	3545.16						
	-Urea	kg	0	0	0			0	0	0						
	-Super fosfato triple (SPT)	kg	0	0	0			0	0	0						
	-Cloruro de potasio (CP)	kg	0	0	0			0	0	0						
	-SUSKU SC	L	50	4	200.00			50	4	200.00						
	-CURTINE-V WP	L	60	4	240.00			60	4	240.00						
	-ARISTOCRAF WG	L	50	4	200.00			50	4	200.00						
	Sub-total de insumos				780.00					4541.76						
	- Imprevistos (15 % gastos de cultivo)				1099.50					2083.76						
	Sub-total de gastos generales				7330.00					13891.76						
	Costo total de producción				8429.50	8429.50	8429.50	8429.50		15975.52	15975.52	15975.52	15975.52			
II. VALORIZACION DE PLANTONES																
2.1	Rendimiento potencial				12570.00	6019.29	5340.00	1210.71		39362.8571	14944.29	21721.07	2445.00			
2.2	Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				3.50	4.50	4.00	2.00		3.50	4.50	4.00	2.00			
2.3	Valor Bruto de la Producción (S/.)				43995.00	27086.79	21360.00	2421.43		137770.00	67249.29	86884.30	4890.00			
III. DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION																
3.1	Utilidad Neta Estimada				35565.50	18657.29	12930.50	-6008.07		121794.48	51273.77	70908.77	-11085.52			
VI. ANALISIS ECONOMICO																
4.1	Valor Bruto de la Producción				43995.00	27086.79	21360.00	2421.43		137770.00	67249.29	86884.30	4890.00			
4.2	Costo Total de la Producción				8429.50	8429.50	8429.50	8429.50		15975.52	15975.52	15975.52	15975.52			
4.3	Utilidad Bruta de la Producción				35565.50	18657.29	12930.50	-6008.07		121794.48	51273.77	70908.77	-11085.52			
4.4	Precio Promedio Venta (Kg.)				3.50	4.50	5.50	6.50		3.50	4.50	5.50	6.50			
4.5	Costo de Producción Kg				0.67	1.40	3.08	11.46		0.41	1.07	2.24	11.03			
4.6	Margen de Utilidad Unitario				2.83	3.10	2.42	-4.96		3.09	3.43	3.26	-4.53			
4.7	Índice de Rentabilidad				4.22	2.21	1.53	-0.71		7.62	3.21	4.44	-0.69			
4.8	Beneficio costo (B/C)				5.22	3.21	2.53	0.29		8.62	4.21	5.44	0.31			

Tabla 87. Análisis de beneficio-costo de los tratamientos T₃ y T₄, con su respectiva calidad de fruto primera, segunda y tercera.

Actividad	Unidades de Costo		Cantidad	Total (S/.)				Costo Unitario	Cantidad	Total (S/.)			
	medida	Unitario		T3						T4			
				F.Totales	F. Primera	F. Segunda	F. Tercera						
I. COSTOS DIRECTOS													
1.1 Mano de obra													
-Limpieza de terreno	Jornal	50.00	5	250				50.00	5	250			
-Aporcado de surcos	Jornal	50.00	45	2250				50.00	45	2250			
-Manejo de Almacigo	Jornal	50.00	2	100				50.00	2	100			
-Manejo de Vivero	Jornal	50.00	4	200				50.00	4	200			
-Siembra de plántones	Jornal	50.00	10	500				50.00	10	500			
- Manejo de malezas	Jornal	50.00	15	750				50.00	15	750			
-Servicio de rotavapor	Hora	400.00	8	3200				600.00	8	4800			
- Aplicación de Extracto de M. oleifera	Jornal	50.00	24	1200				50.00	24	1200			
- Aplicación de Fertilizante(N-P-K)	Jornal	0.00	0	0				0.00	0	0			
- Fumigación manual	Jornal	50.00	15	750				50.00	15	750			
-Cosecha	Jornal	50.00	35	1750				50.00	35	1750			
Sub- total de mano de obra				10950						12550			
1.2 Insumos													
-Fruto <i>C. chinense</i> (Aji dulce)	kg	4.00	35	140				4.00	35	140			
-Hojas de M. oleifera (Moringa)	kg	10	79.44	794.4				10	144.43	1444.33			
-Alcohol etílico al 96 %	l	12	1083.25	12999				12	1969.54	23634.45			
-Urea	kg	0	0	0				0	0	0			
-Super fosfato triple	kg	0	0	0				0	0	0			
-Cloruro de potasio	kg	0	0	0				0	0	0			
-SUSKU SC	L	50	4	200.00				50	4	200.00			
-CURTINE-V WP	L	60	4	240.00				60	4	240.00			
-ARISTOCRAF WG	L	50	4	200.00				50	4	200.00			
Sub-total de insumos				14573.40						25858.78			
- Imprevistos (15 % gastos de cultivo)				3828.51						5761.32			
Sub-total de gastos generales				25523.40						38408.78			
Costo total de producción				29351.91	29351.91	29351.91	29351.91			44170.10	44170.10	44170.10	44170.10
II. VALORIZACION DE PLANTONES													
2.1 Rendimiento potencial				53401.79	24531.43	26828.57	865.00			32300.36	12207.14	18485.36	2067.86
2.2 Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				3.50	4.50	4.00	2.00			3.50	4.50	4.00	2.00
2.3 Valor Bruto de la Producción (S/.)				186906.25	110391.44	107314.30	1730.00			113051.25	54932.15	73941.44	4135.71
III. DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION													
3.1 Utilidad Neta Estimada				157554.34	81039.53	77962.39	-27621.91			68881.15	10762.05	29771.34	-40034.38
VI. ANALISIS ECONOMICO													
4.1 Valor Bruto de la Producción				186906.25	110391.44	107314.30	1730.00			113051.25	54932.15	73941.44	4135.71
4.2 Costo Total de la Producción				29351.91	29351.91	29351.91	29351.91			44170.10	44170.10	44170.10	44170.10
4.3 Utilidad Bruta de la Producción				157554.34	81039.53	77962.39	-27621.91			68881.15	10762.05	29771.34	-40034.38
4.4 Precio Promedio Venta (Kg.)				3.50	4.50	5.50	6.50			3.50	4.50	5.50	6.50
4.5 Costo de Producción Kg				0.55	1.20	2.59	38.43			1.37	3.62	3.89	25.86
4.6 Margen de Utilidad Unitario				2.95	3.30	2.91	-31.93			2.13	0.88	1.61	-19.36
4.7 Índice de Rentabilidad				5.37	2.76	2.66	-0.94			1.56	0.24	0.67	-0.91
4.8 Beneficio costo (B/C)				6.37	3.76	3.66	0.059			2.56	1.24	1.67	0.09

Tabla 88. Análisis de beneficio-costo de los tratamientos T₅ y T₆, con su respectiva calidad de fruto primera, segunda y tercera.

Actividad	Unidades de medida	Costo Unitario (S/)	Cantidad	Total (S/.)				Costo Unitario (S/)	Cantidad	Total (S/.)			
				T ₅						T ₆			
I. COSTOS DIRECTOS				F.Totales	F. Primera	F. Segunda	F. Tercera	F.Totales	F. Primera	F. Segunda	F. Tercera		
1.1 Mano de obra													
-Limpieza de terreno	Jornal	50.00	5	250				50.00	5	250			
-Aporcado de surcos	Jornal	50.00	45	2250				50.00	45	2250			
-Manejo de Almacigo	Jornal	50.00	2	100				50.00	2	100			
-Manejo de Vivero	Jornal	50.00	4	200				50.00	4	200			
-Siembra de plántones	Jornal	50.00	10	500				50.00	10	500			
- Manejo de malezas	Jornal	50.00	15	750				50.00	15	750			
-Servicio de rotavapor	Hora	200.00	8	1600				200.00	8	1600			
- Aplicación de Extracto de M. oleífera	Jornal	50.00	24	1200				50.00	24	1200			
- Aplicación de Fertilizante(N-P-K)	Jornal	50.00	4	200				50.00	4	200			
- Fumigación manual	Jornal	50.00	15	750				50.00	15	750			
-Cosecha	Jornal	50.00	35	1750				50.00	35	1750			
Sub- total de mano de obra				9550						9550			
1.2 Insumos													
-Fruto <i>C. chinense</i> (Aji dulce)	kg	4.00	35	140				4.00	35	140			
-Hojas de M. oleífera (Moringa)	kg	10	21.66	216.60				10	79.44	794.38			
-Alcohol etílico al 96 %	L	12	295.43	3545.16				12	1083.25	12998.95			
-Urea	kg	3.18	540	1717.2				3.18	540	1717.2			
-Super fosfato triple	kg	3.35	273	914.55				3.35	273	914.55			
-Cloruro de potasio	kg	2.6	301	782.6				2.6	301	782.6			
-SUSKU SC	L	50	4	200.00				50	4	200.00			
-CURTINE-V WP	L	60	4	240.00				60	4	240.00			
-ARISTOCRAF WG	L	50	4	200.00				50	4	200.00			
Sub-total de insumos				7956.11						17987.68			
- Imprevistos (15 % gastos de cultivo)				2625.92						4130.65			
Sub-total de gastos generales				17506.11						27537.68			
Costo total de producción				20132.03	20132.03	20132.03	20132.03			31668.33	31668.33	31668.33	31668.33
II. VALORIZACION DE PLANTONES													
2.1 Rendimiento potencial				27681.07	8183.57	16923.22	3217.14			73904.29	42050.36	30603.58	1239.29
2.2 Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				3.50	4.50	4.00	2.00			3.50	4.50	4.00	2.00
2.3 Valor Bruto de la Producción (S/.)				96883.75	36826.08	67692.87	6434.29			258665.00	189226.63	122414.30	2478.57
III. DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION													
3.1 Utilidad Neta Estimada				76751.72	16694.05	47560.84	-13697.74			226996.67	157558.30	90745.97	-29189.76
VI. ANALISIS ECONOMICO													
4.1 Valor Bruto de la Producción				96883.75	36826.08	67692.87	6434.29			258665.00	189226.63	122414.30	2478.57
4.2 Costo Total de la Producción				20132.03	20132.03	20132.03	20132.03			31668.33	31668.33	31668.33	31668.33
4.3 Utilidad Bruta de la Producción				76751.72	16694.05	47560.84	-13697.74			226996.67	157558.30	90745.97	-29189.76
4.4 Precio Promedio Venta (Kg.)				3.50	4.50	5.50	6.50			3.50	4.50	5.50	6.50
4.5 Costo de Producción Kg				0.73	2.46	2.69	10.76			0.43	0.75	2.53	30.05
4.6 Margen de Utilidad Unitario				2.77	2.04	2.81	-4.26			3.07	3.75	2.97	-23.55
4.7 Índice de Rentabilidad				3.81	0.83	2.36	-0.68			7.17	4.98	2.87	-0.92
4.8 Beneficio costo (B/C)				4.81	1.83	3.36	0.32			8.17	5.98	3.87	0.08

Tabla 89. Análisis de beneficio-costo de los tratamientos T₇ y T₈, con su respectiva calidad de fruto primera, segunda y tercera.

Actividad	Unidades de medida	Costo Unitario (S/)	Cantidad	Total (S/.)				Costo Unitario (S/)	Cantidad	Total (S/.)										
				T7						T8										
I. COSTOS DIRECTOS				F.Totales	F. Primera	F. Segunda	F. Tercera	F.Totales F. Primera F. Segunda F. Tercera												
1.1	Mano de obra																			
	-Limpieza de terreno	Jornal	50.00	5	250			50.00	5	250										
	-Aporcado de surcos	Jornal	50.00	45	2250			50.00	45	2250										
	-Manejo de Almacigo	Jornal	50.00	2	100			50.00	2	100										
	-Manejo de Vivero	Jornal	50.00	4	200			50.00	4	200										
	-Siembra de plántones	Jornal	50.00	10	500			50.00	10	500										
	- Manejo de malezas	Jornal	50.00	15	750			50.00	15	750										
	-Servicio de rotavapor	Hora	200.00	8	1600			0.00	0	0										
	- Aplicación de Extracto de M. oleifera	Jornal	50.00	24	1200			0.00	0	0										
	- Aplicación de Fertilizante(N-P-K)	Jornal	50.00	4	200			50.00	4	200										
	- Fumigación manual	Jornal	50.00	15	750			50.00	15	750										
	-Cosecha	Jornal	50.00	35	1750			50.00	35	1750										
	Sub- total de mano de obra				9550					6750										
1.2	Insumos																			
	-Fruto C. chinense (Aji dulce)	kg	4.00	35	140			4.00	35	140										
	-Hojas de M. oleifera (Moringa)	kg	10	144.43	1444.33			0	0.00	0.00										
	-Alcohol etílico al 96 %	L	12	1969.54	23634.45			0	0.00	0.00										
	-Urea	kg	3.18	540	1717.2			3.18	540	1717.2										
	-Super fosfato triple	kg	3.35	273	914.55			3.35	273	914.55										
	-Cloruro de potasio	kg	2.6	301	782.6			2.6	301	782.6										
	-SUSKU SC	L	50	4	200.00			50	4	200.00										
	-CURTINE-V WP	L	60	4	240.00			60	4	240.00										
	-ARISTOCRAF WG	L	50	4	200.00			50	4	200.00										
	Sub-total de insumos				29273.13					4194.35										
	- Imprevistos (15 % gastos de cultivo)				5823.47					1641.65										
	Sub-total de gastos generales				38823.13					10944.35										
	Costo total de producción				44646.60	44646.60	44646.60	44646.60		12586.00	12586.00	12586.00	12586.00							
II. VALORIZACION DE PLANTONES																				
2.1	Rendimiento potencial				57572.86	25371.79	29771.43	1807.14		27681.07	8252.14	15845.36	4856.43							
2.2	Precio Promedio de Venta (S/.x kg.)				3.50	4.50	4.00	2.00		3.50	4.50	4.00	2.00							
2.3	Valor Bruto de la Producción (S/.)				201505.00	114173.05	119085.73	3614.29		96883.75	37134.65	63381.44	9712.86							
III. DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION																				
3.1	Utilidad Neta Estimada				156858.40	69526.45	74439.13	-41032.32		84297.75	24548.64	50795.43	-2873.14							
VI. ANALISIS ECONOMICO																				
4.1	Valor Bruto de la Producción				201505.00	114173.05	119085.73	3614.29		96883.75	37134.65	63381.44	9712.86							
4.2	Costo Total de la Producción				44646.60	44646.60	44646.60	44646.60		12586.00	12586.00	12586.00	12586.00							
4.3	Utilidad Bruta de la Producción				156858.40	69526.45	74439.13	-41032.32		84297.75	24548.64	50795.43	-2873.14							
4.4	Precio Promedio Venta (Kg.)				3.50	4.50	5.50	6.50		3.50	4.50	5.50	6.50							
4.5	Costo de Producción Kg				0.78	1.76	3.00	29.21		0.45	1.53	2.29	7.09							
4.6	Margen de Utilidad Unitario				2.72	2.74	2.50	-22.71		3.05	2.97	3.21	-0.59							
4.7	Índice de Rentabilidad				3.51	1.56	1.67	-0.92		6.70	1.95	4.04	-0.23							
4.8	Beneficio costo (B/C)				4.51	2.56	2.67	0.08		7.70	2.95	5.04	0.77							



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 324-USM-MHN-2023

LA JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Elver David Nuñez Alberca**, estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ha sido estudiada y clasificada como: *Moringa oleifera* Lam. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN Brassicales

FAMILIA MORINGACEAE

GÉNERO *Moringa*

ESPECIE *Moringa oleifera* Lam.

Nombre vulgar: “Moringa”

Procedencia. Distrito de Juanjui, provincia de Mariscal Cáceres, departamento de San Martín

Determinado por Bch. Julio Torres.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 11 de diciembre de 2023

Dra. Mónica Arakaki

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Figura 35. Resultado de identificación taxonómica recibido el once de diciembre del 2023



ANÁLISIS DE SUELOS



RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				ANÁLISIS QUÍMICO							ANÁLISIS QUÍMICO										
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	pH	CE	Materia Orgánica	N	C	P	K ₂ O	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidez Cambiable	Saturación de Aluminio	
			Ao	Arc	Lo		dS/m	M.O.	total	Orgánico	disponible	Calcio	Magnesio											Potasio
			CODIGO DEL LAB.	REFERENCIA	%	%	%	1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm	CAMBIABLES			Cmol(+)/kg		%	%	%		
1	S0009-2024	M1	47.18	15.26	37.57	Franco	5.86	0.25	1.91	0.095	1.105	3.706	100.327	5.018	3.985	0.583	0.264	0.185	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.
 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 AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE AGRONOMIA

 ING. LUIS GERMAN MANSILLA MIRAYA
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María

 Ing. GILMER MILTON NEIRA TRUJILLO
 Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 36. Análisis de suelo del campo experimental antes del trasplante realizado el ocho de enero del año 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, AGUA Y ECOTOXICOLOGIA



INFORME DE ENSAYO		N°	S0009-2024
DATOS DEL SOLICITANTE ^(A)			
NOMBRES Y APELLIDOS:	ELVER DAVID NUÑEZ ALBERCA	DNI:	-
NOMBRE DE LA EMPRESA:		RUC:	-
CELULAR:	932584909	WHATSAPP:	932584909
DIRECCION LEGAL:		EMAIL:	
ENTREGADO POR:	ELVER DAVID NUÑEZ ALBERCA	TIPO DE ENTREGA	PERSONAL
DATOS DE LA MUESTRA ^(A)			
TIPO DE MUESTRA:	SUELO	CANTIDAD DE MUESTRAS:	1
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	CULTIVO ANTERIOR:	---
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	CULTIVO ACTUAL:	---
DISTRITO:	LUYANDO	CULTIVO A SEMBRAR:	---
LOCALIDAD:	NARANJILLO	PENDIENTE:	---
CASERIO:	---	EDAD DEL CULTIVO:	---
CENTRO POBLADO:	---	VARIEDAD DEL CULTIVO:	---
SECTOR:	Km6	RENDIMIENTO DEL CULTIVO:	---
COORDENADAS:	-- --	AREA DE MUESTREO:	---
MUESTREADO POR:	ELVER DAVID NUÑEZ ALBERCA	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO:	---
FECHA DE MUESTREO:		EL CULTIVO A SIDO ABONADO:	---
LOTE N°:		TIPO DE ABONO UTILIZADO:	---
DESCRIPCIÓN:	SUELO HUMEDO	PRESENTACION:	bolsa plastica
FINCA:	EDENSITO	CAMPAÑA:	---
DATOS DE LABORATORIO			
FECHA DE RECEPCION:	8/01/2024	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	10/01/2024
FECHA DE REPORTE:	15/01/2024	FECHA DE TERMINO DE ENSAYO:	12/01/2024
RECIBO ELECTRONICO N°	33157	FACTURA ELECTRONICA N°	---
HORA DE RECEPCIÓN:	11:05 a. m.	ENSAYO REALIZADO EN:	LASAE
CANTIDAD RECIBIDA:	1000 g		
CONDICIÓN DE RECEPCIÓN:	SE RECEPCIONO EN UNA BOLSA PLASTICO		
TIPO DE ENSAYO SOLICITADO: ^A	CARACTERIZACION		
RECEPCIONADO POR:	THANIA NADINNE ROSAS EDUARDO		
VALIDEZ DEL DOCUMENTO:	Este documento es válido solo para la muestra descrita		
MODALIDAD DE ENTREGA DE RESULTADO	VENDRÁ A RECOGER PERSONALMENTE		
REFERENCIA:			
^(A) Datos Proporcionados por el solicitante y/o cliente. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el solicitante y/o cliente pueda afectar la validez de los resultados.			
N°	COD SOL	COD LAB	
1	M1	S0009-2024	

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 FACULTAD DE AGRONOMIA

 DRG. LUIS GERMAN MANSILLA MINAYA
 Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Carretera Central Km 1.21
 Tingo María, Rupa Rupa,
 Leoncio Prado, Huánuco

analisisdesuelosunas@hotmail.com
 WhatsApp: 944402531

Figura 37. Rotulado del análisis de suelo



RESULTADOS DE ANÁLISIS

Fecha: 10 de enero de 2024

Nombre del cliente: Nuñez Alberca Elver David

Email: elverdavid.32@gmail.com

Muestra analizada: Extracto de Hojas de Moringa

Análisis solicitado: Fenoles, flavonoides y antocianinas

Los valores de Fenoles totales en las muestras se obtuvieron de la evaluación mediante el método espectrofotométrico Folin de Ciocalteu. Los resultados se expresan en ug equivalentes de ácido gálico/mL de muestra (ug EAG/mL). Mientras que los valores de Flavonoides totales en las muestras se obtuvieron de la evaluación mediante el método espectrofotométrico de cloruro de aluminio. La prueba se realizó por triplicado y se expresan en ug equivalentes de catequina/mL de muestra (ug EC/mL). Las antocianinas se evaluaron mediante el método de pH diferencial y los resultados se expresaron en mg equivalentes de cianidin-3-glucósido por litro de extracto.

Tabla 01. Resultados de fenoles, flavonoides y antocianinas en extracto de hojas de moringa

Análisis	R1	R2	R3	Pomedio
Fenoles (ug EAG/mL)	293.9	299.4	291.1	294.8
Flavonoides (ug EC/mL)	108.9	103.9	113.4	108.7
Antocianinas mg EC-3G/L	1.670	1.753	1.837	1.753



Ing. Darlym Reátegui Díaz
Responsable del análisis

Figura 38. Análisis de Fenoles totales, Flavonoides totales y Antocianinas.



Universidad Nacional Agraria de la Selva

Vicerrectorado de Investigación
Laboratorio Central de Investigación
Área Espectrofotometría uv-vis



RESULTADOS DE ANÁLISIS

Fecha: 03 de octubre de 2024

Nombre del cliente: Elver David Nuñez Alberca

Email: elverdavid.32@gmail.com

Muestra analizada: Ajíes

Análisis solicitado: Flavonoides y Vitamina C

Los valores de Flavonoides en las muestras se obtuvieron de la evaluación mediante el método espectrofotométrico Folin de Ciocalteu y para Vitamina C mediante el método de Diclorofenolindofenol. Los resultados se expresan en microgramos equivalentes de catequina por gramo (mg EC/g) para flavonoides y miligramos equivalentes de ácido ascórbico por gramo (mg EAA/g) para Vitamina C.

T/B	Flavonoides (mg EC/g)			
	I	II	III	IV
T1	0.370	0.363	0.360	0.396
T2	0.323	0.336	0.326	0.363
T3	0.330	0.326	0.330	0.356
T4	0.340	0.336	0.386	0.333
T5	0.366	0.346	0.333	0.340
T6	0.330	0.333	0.380	0.393
T7	0.363	0.363	0.343	0.340
T8	0.326	0.340	0.336	0.350

T/B	Vitamina C (mg EAA/g)			
	I	II	III	IV
T1	0.455	0.439	0.377	0.424
T2	0.242	0.216	0.240	0.263
T3	0.481	0.460	0.491	0.470
T4	0.108	0.123	0.103	0.113
T5	0.227	0.248	0.216	0.289
T6	0.253	0.222	0.258	0.237
T7	0.501	0.455	0.475	0.455
T8	0.434	0.424	0.413	0.393


D. Melchor Soria Ituri
Director Laboratorio Central de Investigación


Ing. Darlym Reátegui Díaz
Responsable del análisis

Figura 39. Análisis de Flavonoides y Vitamina C.



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	NUÑEZ ALBERCA ELVER DAVID	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	19/09/2024
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	19/09/2024
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	30/09/2024
MUESTRA:	AJI	RECIBO O FACTURA:	10252311
REFERENCIA:	FACULTAD DE AGRONOMIA - UNAS - TINGO MARIA	OBSERVACION:	Capsicum chinense

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				RESULTADOS EN BASE SECA		
Código	Dato	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	K (%)	Mg (%)	Fe (mg/Kg)
E24-166-1	T1 B1	94.4669	5.5331	5.3981	0.1350	2.3029	0.2073	84.0244
E24-166-2	T1 B2	94.6988	5.3012	4.9398	0.3614	2.3073	0.2017	83.3182
E24-166-3	T1 B3	94.3361	5.6639	5.2863	0.3776	2.1078	0.2090	84.7111
E24-166-4	T1 B4	94.0857	5.9143	5.5065	0.4079	2.3551	0.2102	85.3793
E24-166-5	T2 B1	94.3396	5.6604	5.2601	0.4002	2.4210	0.2375	95.2020
E24-166-6	T2 B2	93.8879	6.1121	5.8291	0.2830	2.6607	0.2457	95.1296
E24-166-7	T2 B3	92.8858	7.1142	6.7635	0.3507	2.6889	0.2233	90.8451
E24-166-8	T2 B4	93.3979	6.6021	6.4204	0.1817	2.4913	0.2269	95.4312
E24-166-9	T3 B1	93.7023	6.2977	5.9160	0.3817	3.1061	0.2747	117.3737
E24-166-10	T3 B2	93.5115	6.4885	6.1069	0.3817	3.1471	0.2915	115.6765
E24-166-11	T3 B3	93.9017	6.0983	5.7872	0.3111	3.0140	0.2819	118.5714
E24-166-12	T3 B4	93.6466	6.3534	5.9563	0.3971	3.1485	0.2797	121.3542
E24-166-13	T4 B2	93.7257	6.2743	5.2529	1.0214	3.3036	0.3063	133.7209
E24-166-14	T4 B2	94.2972	5.7028	5.4147	0.2880	3.5221	0.3449	139.1414
E24-166-15	T4 B3	93.7888	6.2112	6.0041	0.2070	3.4308	0.3557	131.3333
E24-166-16	T4 B4	95.2381	4.7619	4.5430	0.2189	3.2009	0.3705	127.7586

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

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 AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



Carretera Central Km 1.21 - Tingo María

h.yupanqui@unase.edu.pe@hotmail.com

CELULAR 944407531

Figura 40. Análisis de elementos con beneficios contenidos en el fruto T₁, T₂, T₃ y T₄.



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	NÚÑEZ ALBERCA ELVER DAVID	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	19/09/2024
PROVINCIA:	LEONCIO PRADO	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	19/09/2024
DISTRITO:	RUPA RUPA	FECHA DE REPORTE:	30/09/2024
MUESTRA:	AJI	RECIBO O FACTURA:	10252311
REFERENCIA:	FACULTAD DE AGRONOMIA - UNAS - TINGO MARIA	OBSERVACION:	<i>Capsicum chinense</i>

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS				RESULTADOS EN BASE SECA		
Código	Dato	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	K (%)	Mg (%)	Fe (mg/Kg)
E24-166-17	T5 B1	92.9757	7.0243	6.1303	0.8940	2.9680	0.2300	72.7273
E24-166-18	T5 B2	93.9927	6.0073	5.4894	0.5179	2.9698	0.2202	70.3448
E24-166-19	T5 B3	94.1588	5.8412	5.0924	0.7489	2.9646	0.2161	68.5470
E24-166-20	T5 B4	92.7905	7.2095	6.4834	0.7261	2.9449	0.1996	71.5612
E24-166-21	T6 B1	93.4230	6.5770	5.8296	0.7474	3.2142	0.2467	99.3939
E24-166-22	T6 B2	93.7787	6.2213	4.9975	1.2239	3.1713	0.2636	81.9672
E24-166-23	T6 B3	93.1969	6.8031	6.1947	0.6084	3.1147	0.2402	92.1138
E24-166-24	T6 B4	93.5326	6.4674	5.4348	1.0326	3.1191	0.2520	89.4118
E24-166-25	T7 B1	92.7338	7.2662	6.2537	1.0125	3.4807	0.2911	117.7049
E24-166-26	T7 B2	93.2705	6.7295	5.8322	0.8973	3.5831	0.2754	102.4800
E24-166-27	T7 B3	93.1674	6.8326	6.0734	0.7592	3.3137	0.2826	119.5617
E24-166-28	T7 B4	92.9338	7.0662	6.3059	0.7603	3.3433	0.3008	103.6709
E24-166-29	T8 B1	94.8875	5.1125	4.3967	0.7157	5.3157	0.4467	163.6000
E24-166-30	T8 B2	95.1130	4.8870	4.2150	0.6720	5.4122	0.4878	187.7500
E24-166-31	T8 B3	94.1238	5.8762	5.2466	0.6296	5.8235	0.4043	174.2857
E24-166-32	T8 B4	93.4469	6.5531	6.0372	0.5160	5.6402	0.4621	166.8661

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

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 AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe del Laboratorio de Analisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María



analisdesuelosups@hotmail.com

CELULAR 944407531

Figura 41. Análisis de elementos con beneficios contenidos en el fruto T₅, T₆, T₇ y T₄.