



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

**Crecimiento de los patrones de cítricos *Citrang*
carrizo y *Flying dragon* por efecto de la nutrición
sintética y biológica en etapa de vivero**

Autores

Br. Carlos Leandro Martínez Marengo
Br. Yader Ricardo Méndez Martínez

Asesores

MSc. Rodolfo de Jesús Munguía Hernández
Ing. Agr. Jonathan José Dávila Jirón

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2024

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por la Dirección de Ciencias Agrícolas como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Roberto Carlos Larios
González
Presidente

Ing. Jhonston Zeledón
Secretario

MSc. Luis Enrique Irías Benavidez
Vocal

Lugar y fecha: Managua, Nicaragua, 04/Diciembre/2024

DEDICATORIA

Dedicado con todo mi amor:

A Dios, primeramente, por su infinita bondad, por guiarme en el camino de la luz, por darme fuerzas, salud, sabidurías y derramar grandes bendiciones sobre mí.

En reconocimiento por el sacrificio y apoyo brindado por mis padres: Carlos Vidal Martínez Zepeda y Paula Lizet Marengo Herrera, durante los años de formación profesional, que a pesar de las adversidades siempre me inculcaron los deseos de superación y valores que hoy me definen como una persona llena de educación.

A la memoria de mi abuela y segunda Madre Ramona Herrera quien descansa en la eternidad con la satisfacción de que sus buenos consejos me han hecho un profesional lleno de valores, por su infinito apoyo incondicional, por ser parte fundamental en mi desarrollo personal enseñándome la humildad como la base del éxito.

A mis hermanos Massiel Abigail Martínez Marengo y Marcos Vidal Martínez Marengo quienes han sido apoyo fundamental e inspiración.

Br. Carlos Leandro Martínez Marengo

A Dios por permitirnos salud, inteligencia y sabiduría para poder culminar nuestros estudios con tiempo y forma.

A mis familiares, especialmente a mis padres Yader David Méndez Rodríguez y Dina Meraris Martínez a mis hermanos y abuelos, Orbelina Noemí Rodríguez, María del Rosario Madariaga y Felipe Martínez.

Br. Yader Ricardo Méndez Martínez

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por su infinita misericordia, bondad, bendiciones durante este proceso de formación, por la salud y por permitirme culminar mis estudios.

Agradezco de gran manera a mis padres Carlos Vidal Martínez Zepeda y Paula Lizet Marengo Herrera, por el apoyo incondicional, los buenos consejos, los valores que me inculcaron desde muy temprana edad, les agradezco por el sacrificio que hacen para que mi formación sea posible.

A nuestros asesores M. Sc. Rodillo Munguía Hernández e ing. Jonathan Dávila Jirón, por brindarnos conocimientos tan útiles para nuestra formación, por el tiempo dedicado, por la paciencia durante la elaboración y redacción de este documento y por todas las orientaciones dada durante el proceso de investigación.

A las autoridades y docentes en general de la Universidad Nacional Agraria por hacer posible la formación de muchos profesionales y por su cooperación en mi proceso de formación.

Br. Carlos Leandro Martínez Marengo

Primeramente, agradezco a Dios por darme vida, salud y disciplina para culminar mis estudios, a nuestros padres, hermanos y abuelos por su apoyo en todos los momentos difíciles de nuestra carrera universitaria.

Agradezco de manera especial a mis padres Yader David Méndez Rodríguez, Dina Meraris Martínez, a mis abuelos Orbelina Noemí Rodríguez, María del Rosario Madariaga y Felipe Martínez por darme apoyo incondicional en el transcurso de mis cinco años como universitario.

A nuestros asesores M. Sc. Rodillo Munguía Hernández e ing. Jonathan Dávila Jirón, ya que ellos nos dedicaron gran parte de su tiempo y de sus conocimientos profesional, su tiempo, disponibilidad para darnos orientaciones sobre la redacción del documento y la proporción de herramientas para apoyarnos en el transcurso de toma de datos y aplicaciones requeridas por los críticos de nuestra investigación.

A los docentes de la Universidad Nacional Agraria que nos acompañaron impartiendo sus conocimientos durante todo el periodo académico.

Br. Yader Ricardo Méndez Martínez

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Importancia de los cítricos a nivel mundial	4
3.2 Importancia de los cítricos a nivel Nacional	4
3.3 Manejo reproductivo de árboles frutales (Cítricos)	5
3.4 Importancia de la selección de patrones	6
3.5 Descripción de los patrones	6
3.6 Nutrientes esenciales requerido por las plantas	7
3.7 Las micorrizas y su importancia en la nutrición vegetal	8
3.8 Las Trichoderma y su importancia en la nutrición vegetal	10
3.9 Fertilizantes sintéticos y su uso en la agricultura	12
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	15

4.1	Ubicación del estudio	15
4.2	Diseño experimental	15
4.2.1.	Descripción de los tratamientos	16
4.3	Manejo del ensayo y metodología	18
4.3.1.	Germinación de la semilla de los patrones	18
4.3.2.	Sustrato de las bolsas de vivero	19
4.3.3.	Trasplante de plántulas a bolsas	19
4.3.4.	Riego	19
4.3.5.	Manejo de plagas	20
4.3.6.	Manejo de enfermedades	20
4.3.7.	Control de malezas	21
4.4	Variables evaluadas	21
4.4.1.	Altura de la planta (cm):	21
4.4.2.	Diámetro del tallo (mm):	21
4.4.3.	Número de hojas:	22
4.4.4.	Área foliar por planta (cm ²)	22
4.4.5.	Longitud máxima de raíces por planta (cm)	23
4.4.6.	Materia seca por planta (g)	24
4.4.7.	Contenido de nitrógeno (g por planta) en la materia seca.	24
4.5	Recolección de datos	25
4.6	Análisis de datos	25
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1	Comportamiento de la altura de la planta por efecto de la especie y nutrición	26
5.1.1.	Altura de planta (cm)	26
5.1.2.	Altura de planta (cm) por efecto de los niveles de nutrición	27
5.1.3.	Altura de la planta (cm) por interacción patrón – nutrición	28
5.2	Comportamiento del diámetro del tallo por efecto de la especie y la nutrición	30
5.2.1.	Diámetro del tallo (mm) por especie	30
5.2.2.	Diámetro de la planta por efecto de los niveles nutrición	31
5.2.3.	Diámetro de la planta (mm) por interacción	32
5.3	Comportamiento del número de hojas por efecto de la especie y la nutrición	33
5.3.1.	Numero de hojas por especies.	33
5.3.2.	Numero de hojas por efecto de los niveles nutrición	34
5.3.3.	Número de hojas en la interacción.	35
5.4	Comportamiento del Área foliar (cm ²) por efecto de la especie y la nutrición	36
5.4.1.	Área foliar por especie.	36
5.4.2.	Área foliar (cm ²) por efecto de los niveles de nutrición.	37
5.4.3.	Área foliar (cm ²) por interacción	38

5.5	Comportamiento de la longitud de la raíz por efecto de la especie y la nutrición	39
5.5.1.	Longitud de la raíz	39
5.5.2.	Longitud de la raíz por interacción patrón – nutrición	40
5.6	Comportamiento de la materia seca por plantas (g) por efecto de especie y la nutrición	41
5.6.1.	Materia seca (g) por especie	41
5.6.2.	Materia seca (g) por efecto de los niveles de nutrición	42
5.6.3.	Materia seca (g) por interacción patrón – nutrición.	43
5.7	Contenido de nitrógeno (g) por efecto de la especie y la nutrición	44
5.7.1.	Contenido de nitrógenos (g) por especie	44
5.7.2.	Contenido de nitrógeno por interacción patrón – nutrición.	45
VI.	CONCLUSIONES	47
VII.	RECOMENDACIONES	48
VIII.	LITERATURA CITADA	49
IX.	ANEXOS	51

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Áreas cultivadas por cítricos por departamentos en Nicaragua.	5
2.	Dosis de la fertilización sintética y biológica según fuente y momento de aplicación	16
3.	Descripción de los tratamientos	17

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Ubicación geográfica del vivero de cítricos manejado por el OIRSA área experimental en la finca El Plantel, Masaya	155
2 Plano de campo del diseño experimental	166
3 Control químico de plagas	20
4 Medición altura de la planta	21
5 Medición del área foliar usando imageJ	23
6 Medición de longitud de la raíz	23
7 Aplicación de productos fertilizantes	24
8 Medición de variable diámetro del tallo	25
9 Comportamiento del crecimiento en la altura de los patrones evaluado	26
10 Comportamiento del crecimiento de la altura por efecto de los niveles de nutrición evaluados	288
11 Comportamiento del crecimiento de la altura de la interacción patrón – nutrición	299
12 Comportamiento del diámetro en los patrones evaluados	30
13 Comportamiento del diámetro por efecto de los niveles de nutrición evaluado	311
14 Comportamiento del diámetro por efecto de la interacción patrón – nutrición	322
15 Comportamiento en el número de hojas según la especie	33
16 Comportamiento del número de hojas por efecto de los niveles de nutrición	34
17 Comportamiento del número de hojas por efecto de la interacción patrón – nutrición	35
18 Comportamiento del área foliar según la especie	36
19 Efecto del área foliar por efecto de los niveles de nutrición	37
20 Comportamiento del área foliar por interacción patrón – nutrición	39
21 Longitud de raíces por efecto de especie y niveles de nutrición	40
22 Longitud de raíces por interacción patrón – nutrición	41
23 Respuesta de la materia fresca (pf) y materia seca (ps) por especie en gramos	42

24	Respuesta de la materia fresca (pf) y materia seca (ps) por planta y componentes a la nutrición en gramos	43
25	Respuesta de la materia fresca (pf) y materia seca (ps) por planta y componentes según especie y la nutrición en gramos	44
26	Contenido de nitrógeno en la materia seca por especies y niveles de nutrición	45
27	Contenido de nitrógeno por efecto de la interacción patrón – nutrición	46

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Análisis de varianza de Altura de planta por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt	51
2.	Análisis de varianza de diámetro del tallo por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt	52
3.	Análisis de varianza de numero de hojas por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt	52
4.	Análisis de varianza de área foliar por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt	53
5	Análisis de varianza de contenido de nitrógeno por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt	53

RESUMEN

El estudio se realizó en el invernadero de cítricos del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), ubicado en la finca El Plantel de la Universidad Nacional Agraria. Se evaluó la respuesta agronómica del crecimiento y desarrollo de los patrones Citrange carrizo y Flying dragon bajo nutrición sintética y biológica, analizando un total de 12 tratamientos por patrón, con 25 unidades experimentales por tratamiento. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial, donde el factor A correspondió a los patrones y el factor B a seis dosis de fertilizantes. Las variables evaluadas fueron altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, área foliar, longitud de raíces y contenido de nitrógeno. En la altura de planta, la interacción no fue significativa a los 30 y 60 días después del trasplante (ddt), pero altamente significativa a los 205 ddt ($p < 0.0001$), destacando Citrange carrizo + b5 con 74.26 cm. En diámetro del tallo, la interacción fue altamente significativa ($p = 0.0001$), logrando Citrange carrizo + b5 el mejor resultado con 8 mm. Para el número de hojas, no hubo diferencias significativas a los 30 ddt, pero a partir de los 120 ddt sí ($p = 0.0001$), con Citrange carrizo + b5 alcanzando un promedio de 37.15 hojas. El área foliar fue altamente significativa ($p < 0.0001$), siendo mayor en Citrange carrizo con 149 g N + 118 g P + 40 g K en interacción con b1, obteniendo 42.61 cm², 202 cm² y 359.68 cm² en diferentes mediciones. El mayor contenido de nitrógeno se registró en Citrange carrizo + b6 con la misma dosis de fertilización más 5 g de Trichoderma al trasplante, alcanzando un promedio de 3.67 g, lo que demuestra la influencia de la combinación nutricional en el desarrollo vegetal.

Palabras clave: variables, bifactorial, interacción, fertilizantes.

ABSTRACT

The study was conducted in the citrus greenhouse of the Regional International Organization for Agricultural Health (OIRSA), located at the El Plantel farm of the National Agrarian University. The agronomic response of growth and development of the rootstocks Citrange carrizo and Flying dragon under synthetic and biological nutrition was evaluated, analyzing a total of 12 treatments per rootstock, with 25 experimental units per treatment. A Completely Randomized Design (CRD) with a bifactorial arrangement was used, where factor A corresponded to the rootstocks and factor B to six fertilizer doses. The evaluated variables were plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, root length, and nitrogen content. For plant height, the interaction was not significant at 30 and 60 days after transplanting (DAT) but was highly significant at 205 DAT ($p < 0.0001$), with Citrange carrizo + b5 reaching 74.26 cm. For stem diameter, the interaction was highly significant ($p = 0.0001$), with Citrange carrizo + b5 obtaining the best result at 8 mm. Regarding the number of leaves, no significant differences were found at 30 DAT, but from 120 DAT onwards, significant differences were observed ($p = 0.0001$), with Citrange carrizo + b5 reaching an average of 37.15 leaves. Leaf area was highly significant ($p < 0.0001$), being higher in Citrange carrizo with 149 g N + 118 g P + 40 g K in interaction with b1, obtaining 42.61 cm², 202 cm², and 359.68 cm² in different measurements. The highest nitrogen content was recorded in Citrange carrizo + b6 with the same fertilizer dose plus 5 g of Trichoderma at transplanting, reaching an average of 3.67 g, demonstrating the influence of nutritional combinations on plant development.

Keywords: variables, bifactorial, interaction, fertilizers.

I. INTRODUCCIÓN

La propagación de las plantas es el proceso mediante el cual se obtienen nuevos individuos a partir de una planta madre, ya sea por reproducción sexual o asexual. La reproducción sexual ocurre mediante la formación y germinación de semillas, lo que permite la recombinación genética y la variabilidad en las nuevas plantas. En contraste, la propagación asexual se basa en el uso de estructuras vegetativas como estacas, injertos o rizomas, garantizando que los descendientes sean genéticamente idénticos a la planta original. Este método es ampliamente utilizado en la agricultura y horticultura para preservar características deseadas en cultivos comerciales.

Para lograr la multiplicación de las plantas, se emplean diversas técnicas de propagación. La propagación sexual ocurre mediante semillas, lo que permite la variabilidad genética y, en algunos casos, proporciona plantas adecuadas para usarse como portainjertos.

Por otro lado, la propagación asexual se realiza utilizando estructuras vegetativas, como esquejes, estolones o injertos, garantizando que los nuevos individuos conserven las características genéticas de la planta madre. (Santamaría, 2021).

Los patrones de cítricos ayudan a mejorar la producción de frutas, sanas y de buena calidad, desempeñándose como una planta con excelentes características fenológicas, éste ayuda al injerto en la absorción de macro y micronutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, contribuyen a la resistencia al ataque de plagas y enfermedades puesto que tienen factores de carácter genéticos que los hacen toleraste a problemas biológicos y ambientales (Medina y Ancillo, 2014).

En la literatura científica, el término "púa" se define como un fragmento de tejido meristemático que contiene una yema seleccionada por su alta actividad celular y hormonal, lo que favorece su desarrollo. Por otro lado, el "patrón" o "portainjerto" es la estructura que proporciona soporte y nutrientes a la púa, permitiendo su integración y crecimiento. Dependiendo de su origen, los patrones pueden clasificarse en seminales, cuando provienen de semillas, o clonales, cuando se obtienen mediante técnicas de propagación vegetativa como estacas o acodos

Según Gamarra (2022), la técnica del injerto implica la conexión de una planta con raíces (patrón) y una parte de otra planta (como la yema o injerto), formando una simbiosis artificial que permite la interacción entre ambas. Este procedimiento ofrece varias ventajas para los agricultores, tales como la creación de nuevas variedades a partir de yemas seleccionadas, la preservación de las características de la planta madre, y la reducción del tiempo para la floración y la producción de frutos. También favorece la uniformidad, alta productividad y calidad de los cultivos. En cuanto a los nutrientes, es fundamental mantenerlos en el suelo del vivero y el sustrato de los envases a través de la reposición continua, que se realiza mediante diversos programas de fertilización.

La investigación se llevó a cabo en el invernadero de OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria), situado en la finca El Plantel, propiedad de la UNA, con el fin de comparar la respuesta agronómica de los patrones Citrange carrizo y Flying dragon a la nutrición sintética y biológica en la etapa de vivero.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Comparar la respuesta agronómica del crecimiento y desarrollo de los patrones *Citrango carrizo* y *Flying dragon* por efecto de la nutrición sintética y biológica para lograr en menor tiempo la injertación.

2.2 Objetivos específicos

Evaluar la respuesta en el crecimiento y desarrollo de los patrones por efecto de la nutrición sintética y biológica en etapa de vivero.

Definir la combinación de insumos fertilizantes sintéticos y biológicos que permiten una mejor respuesta agronómica de los patrones de cítrico *Citrango carrizo* y *Flying dragon*.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Importancia de los cítricos a nivel mundial

A nivel mundial, las especies cítricas de mayor producción son la naranja, el limón y la mandarina. Según Acevedo y Lira (2021), “son los frutales más importantes; su cultivo y consumo se extiende a los cinco continentes, siendo explotados comercialmente en todos aquellos países donde las condiciones climáticas son óptimas para su desarrollo” (p. 5).

Asimismo, estos autores afirman que “en el mundo se destinan 8.7 millones de hectáreas a su cultivo, con una producción que alcanza los 122.3 millones de toneladas, de las cuales el 56.4 % corresponde a naranjas” (p. 56).

3.2 Importancia de los cítricos a nivel Nacional

Los cítricos representan un pilar fundamental en la agricultura nacional, tanto por su aporte a la economía como por su valor nutricional y demanda en el mercado. Su producción garantiza el abastecimiento interno de frutas esenciales como naranjas, limones, mandarinas y toronjas, que forman parte de la dieta diaria de la población.

Desde el punto de vista económico, el cultivo de cítricos genera empleo en diversas etapas de la cadena productiva, desde la siembra y el mantenimiento de las plantaciones hasta la cosecha y comercialización. Además, su exportación representa una fuente de divisas para el país, fortaleciendo el sector agrícola.

Según Martínez y Álvarez (2024), afirma que:

en Nicaragua los cítricos tienen una gran importancia económica, ya que esta industria genera anualmente 24.5 millones de dólares. La producción está en manos de 11,077 productores, quienes cultivan aproximadamente 21,100 hectáreas. De esta superficie, el 80 % (16,880 ha) corresponde a la naranja dulce (*Citrus sinensis* L.), el 10 % (2,110 ha) a la mandarina (*Citrus reticulata* L.) y el 7 % (1,477 ha) a los limones (*Citrus* spp.).

En términos ambientales, los cítricos contribuyen a la conservación del suelo y la biodiversidad, ya que pueden ser cultivados en sistemas agroforestales sostenibles. Asimismo, su producción

permite el desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas enfocadas en la mejora de la calidad del fruto y la eficiencia en el manejo agronómico.

El consumo de cítricos es clave para la salud pública debido a su alto contenido de vitamina C y antioxidantes, los cuales fortalecen el sistema inmunológico y previenen diversas enfermedades. Por esta razón, su producción y distribución juegan un papel relevante en la seguridad alimentaria del país.

Cuadro 1. Áreas cultivadas por cítricos por departamentos en Nicaragua

Departamento	Área (ha)	Departamento	Área ha
Rio San Juan	2 309.74	Rivas	314.81
Masaya	1 553.96	León	311.50
Carazo	1 002.44	Granada	308.38
RACCS	648.20	Chinandega	240.64
Matagalpa	483.11	Madriz	191.68
Jinotega	391.45	Nueva Segovia	168.08
Boaco	385.75	Estelí	168.17
RACCN	368.49	Chontales	149.18
Managua	330.43		
Total			4 460.07

RACCS: Región Atlántico Sur, RACCN: Región atlántico Norte.

Fuente : (Gladys et al 2012, p.24)

Gladys et al. (2012) señala que, según los datos del IV Censo Nacional Agropecuario de Nicaragua (CENAGRO), el cultivo de cítricos se encuentra presente en todos los departamentos del país. No obstante, las mayores áreas de producción se localizan en Río San Juan, Masaya y Carazo.

3.3 Manejo reproductivo de árboles frutales (Cítricos)

En el manejo de especies frutales leñosas, se recomienda utilizar árboles formados por dos individuos genéticamente complementarios: la variedad y el patrón. En este sentido, Acevedo y Lira (2021) afirman que “las plantas cítricas deben injertarse, combinando dos especies o

variedades, para obtener ejemplares de mayor calidad. En la citricultura mundial, se emplean diversos tipos de patrones, seleccionados a partir de investigaciones realizadas a lo largo del tiempo, con el fin de lograr una adaptación ecológica óptima en cada región” (p. 31).

3.4 Importancia de la selección de patrones

Acevedo y Lira (2021) destaca que:

La importancia de seleccionar un patrón adecuado, ya que este influye en la productividad del cultivo, el tamaño del fruto y el vigor de la planta. Además, la elección del patrón también determina la resistencia del árbol a factores ambientales como sequía, frío, salinidad y alcalinidad.

La interacción entre el injerto y el patrón juega un papel clave en la capacidad del árbol para enfrentar plagas y enfermedades.

3.5 Descripción de los patrones

El **Citrango Carrizo** es un patrón cítrico híbrido obtenido del cruce entre *Poncirus trifoliata* y *Citrus sinensis*, lo que le confiere características únicas en vigor y adaptación. Se desarrolla con un crecimiento vertical sostenido, alcanzando un tamaño medio a grande. Sus espinas, ubicadas de manera horizontal, y sus hojas trifoliadas de color verde oscuro le otorgan una apariencia robusta y resistente. Este patrón destaca por su elevada tolerancia a suelos con alto contenido de caliza activa, así como por su capacidad para soportar condiciones adversas, como la asfixia radicular. Además, su resistencia a enfermedades como la gomosis (*Phytophthora spp.*), el virus de la tristeza, la psoriasis, la xyloporosis y el *woody gall* (agallas en el tejido nervial) lo convierte en una opción ideal para el cultivo comercial. Asimismo, muestra una notable resistencia al nematodo *Radopholus similis*, lo que lo hace un patrón confiable para diversas variedades injertadas, mejorando su productividad y estabilidad en campo.

Por su parte, el Flying Dragon es una mutación natural de *Poncirus trifoliata*, originaria de las regiones templadas del centro-norte de China.

Según Martínez y Munguía, 2021, afirma que:

Flying Dragon es una variedad de Poncirus trifoliata L., originaria de la región centro-norte de China. Se caracteriza por su crecimiento esbelto pero tortuoso, con ramas y espinas torcidas y curvas. Sus hojas trifoliadas son caducas. Una de sus particularidades es su efecto enanizante, además de su resistencia al frío y a la salinidad. Sin embargo, no es tolerante a la alcalinidad. (p.9)

Su desarrollo es distintivo debido a su crecimiento lento y tortuoso, con ramas enredadas y espinas curvadas que le confieren un porte ornamental y singular. Sus hojas trifoliadas caducas le permiten adaptarse a climas fríos, y su sistema radicular bien estructurado proporciona resistencia a la salinidad. Sin embargo, presenta limitaciones en su tolerancia a suelos alcalinos. Una de sus principales ventajas agronómicas es su capacidad enanizante, lo que lo hace ideal para huertos de alta densidad y cultivos en espacios reducidos. Su uso como patrón en cítricos mejora la eficiencia en la producción y facilita las labores de manejo en el campo.

Ambos patrones representan alternativas valiosas en la citricultura, cada uno con propiedades específicas que permiten optimizar la producción y adaptación de los cultivos a diversas condiciones ambientales y del suelo.

3.6 Nutrientes esenciales requerido por las plantas

Los nutrientes esenciales son elementos químicos indispensables para el crecimiento, desarrollo y supervivencia de las plantas, ya que sin ellos no pueden completar su ciclo de vida. Se dividen en macronutrientes, que son necesarios en grandes cantidades, como nitrógeno, fósforo y potasio, y micronutrientes, que se requieren en menor proporción, como hierro, zinc y manganeso. Para que un nutriente sea considerado esencial, debe cumplir tres criterios: su ausencia impide que la planta complete su ciclo de vida, su función no puede ser sustituida por otro elemento y debe participar directamente en la estructura o metabolismo de la planta. Estos nutrientes provienen del suelo, el agua y el aire, y son absorbidos principalmente por las raíces o, en algunos casos, por las hojas en forma de compuestos inorgánicos.

Mengel y Kirby (2000) explican que las plantas superiores requieren exclusivamente nutrientes inorgánicos para su desarrollo, a diferencia de los animales y muchos microorganismos que también necesitan compuestos orgánicos. Para que un elemento sea considerado esencial en la nutrición vegetal, debe cumplir tres condiciones: su ausencia impide que la planta complete su ciclo de vida, su deficiencia afecta únicamente a ese elemento y tiene una función directa en la fisiología de la planta, ya sea como componente de un metabolito esencial o como parte de un sistema enzimático necesario para su desarrollo.

Para Loli (2011) afirma que:

Las plantas requieren de nutrientes que provienen de la atmósfera, por lo que necesitan estar expuestas a la luz para realizar una mayor fotosíntesis. Este proceso demanda nutrientes, los cuales se desplazan con el agua tanto fuera como dentro de la planta. Por ello, el crecimiento y desarrollo de los cítricos dependen de: oxígeno, para la respiración y absorción de nutrientes; y agua, para el transporte de nutrientes dentro y fuera de la planta. (p. 3)

Acevedo y Lira (2021) explican que:

El nitrógeno es un macronutriente fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas. A través del uso de fertilizantes enriquecidos con isótopos estables de ^{15}N , se ha podido determinar la cantidad adecuada de fertilizante para su aplicación en los cultivos. De acuerdo con los estudios realizados, cuando las plantas alcanzan su capacidad máxima de absorción de nitrógeno, el excedente permanece en el suelo y puede lixiviarse. Los resultados obtenidos indican que una aplicación eficiente de este nutriente en el arroz puede generar un ahorro del 30 % en fertilizantes, reducir en un 20 % las pérdidas al medioambiente y, al mismo tiempo, mejorar el rendimiento del cultivo. (p.18)

3.7 Las micorrizas y su importancia en la nutrición vegetal

Las micorrizas son asociaciones simbióticas entre hongos del suelo y las raíces de la mayoría de las plantas. Esta relación beneficia tanto al hongo como a la planta, ya que el primero recibe compuestos orgánicos producidos en la fotosíntesis, mientras que la planta mejora su capacidad

para absorber nutrientes esenciales, especialmente fósforo (P), nitrógeno (N) y otros minerales presentes en el suelo en formas poco disponibles.

Existen diferentes tipos de micorrizas, siendo las más comunes las ectomicorrizas y las endomicorrizas (o micorrizas arbusculares). Las ectomicorrizas forman una estructura alrededor de las raíces sin penetrarlas profundamente, mientras que las endomicorrizas establecen una conexión más estrecha al penetrar las células corticales de la raíz, formando estructuras especializadas como arbuscúlos y vesículas. Estas estructuras facilitan el intercambio de nutrientes y mejoran la eficiencia en la absorción de agua y minerales.

Las micorrizas desempeñan un papel fundamental en la nutrición vegetal, al establecer una relación simbiótica con las raíces de las plantas.

Según Acevedo y Lira (2021), estos hongos reciben compuestos carbonados provenientes de la planta, mientras que, a cambio, incrementan la absorción de nutrientes, promoviendo su crecimiento y desarrollo. Esta interacción es clave para mejorar la eficiencia en la captación de elementos esenciales como el fósforo y el nitrógeno, que frecuentemente se encuentran en formas poco disponibles en el suelo.

La simbiosis micorrízica es fundamental para el desarrollo de las plantas, ya que depende de la actividad del micelio externo del hongo. Este micelio tiene una capacidad superior para absorber nutrientes del suelo, lo que beneficia tanto el crecimiento radicular como la nutrición de la planta. Las plantas micorrizadas generalmente muestran un desarrollo mucho más rápido que aquellas que no tienen esta relación simbiótica. Además de facilitar la absorción de nutrientes, los hongos micorrízicos regulan la concentración de estos elementos, evitando que sean absorbidos en exceso, lo que podría afectar el metabolismo vegetal.

Más allá de mejorar la nutrición, las micorrizas inducen cambios fisiológicos importantes en las plantas, como el aumento de la tasa fotosintética y la redistribución del carbono hacia las raíces. Esto fortalece el sistema radicular, permitiendo que la planta explore el suelo de manera más eficiente en busca de agua y nutrientes. El uso de hongos micorrízicos es crucial en la agricultura

sostenible, ya que ayuda a regenerar suelos degradados, mejora la productividad de los cultivos y mantiene la estabilidad de los ecosistemas. Desde un punto de vista económico, estos hongos permiten un uso más eficiente de los fertilizantes, reduciendo así los costos de producción. Además, a nivel social, su implementación promueve el desarrollo rural mediante el uso de inóculos nativos, favoreciendo la creación de agroecosistemas sostenibles.

En resumen, la simbiosis micorrícica no solo optimiza la nutrición y el crecimiento vegetal, sino que también juega un papel crucial en la conservación del suelo y la sostenibilidad agrícola. Su estudio y aplicación continúan siendo áreas clave para mejorar los sistemas productivos y reducir el impacto ambiental en la agricultura.

3.8 Las *Trichoderma* y su importancia en la nutrición vegetal

Las *Trichoderma* son un género de hongos que desempeñan un papel crucial en la nutrición y el desarrollo de las plantas. Estos hongos se encuentran comúnmente en el suelo y tienen una relación simbiótica con las raíces de las plantas, lo que les permite promover el crecimiento vegetal de diversas maneras. Una de sus funciones principales es ayudar a la planta a absorber nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio, que son fundamentales para su desarrollo.

Además de su acción en la nutrición, las *Trichoderma* también actúan como agentes de control biológico, protegiendo a las plantas contra patógenos del suelo, como hongos y bacterias dañinas. Esto se debe a que las *Trichoderma* producen compuestos que inhiben el crecimiento de estos patógenos, lo que reduce la incidencia de enfermedades en las plantas. Esta acción protectora, junto con su capacidad para mejorar la absorción de nutrientes, contribuye a un sistema radicular más fuerte y saludable.

La presencia de *Trichoderma* en el suelo también mejora la estructura del sustrato, favoreciendo una mayor aireación y mejorando la retención de agua. Esto es especialmente importante en suelos compactos o en condiciones de estrés hídrico. En resumen, las *Trichoderma* no solo son esenciales para la nutrición vegetal, sino que también promueven la

salud y el bienestar general de las plantas, haciéndolas más resistentes a enfermedades y condiciones adversas.

Según Acevedo y Lira (2021), el hongo *Trichoderma* es capaz de aprovechar los nutrientes de otros hongos patógenos, ya sea compitiendo con ellos o degradándolos (p.9). Además, se alimenta de materia orgánica en descomposición, lo que favorece su desarrollo en suelos donde se incorporan enmiendas orgánicas y compost. Para su germinación, requiere de condiciones de humedad adecuadas y, debido a su rápido crecimiento, logra establecerse eficazmente en el suelo, contribuyendo al control de enfermedades que afectan a los cultivos.

El hongo *Trichoderma* es un organismo natural del suelo, que se adapta tanto a condiciones aeróbicas como anaeróbicas. Es conocido por su comportamiento saprófito, al descomponer materia orgánica, o parásito, al atacar otros organismos. Algunas especies de *Trichoderma* son *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, y *T. hamatum*.

La eficacia de las cepas de *Trichoderma* como agentes biológicos de control radica en su alta tasa reproductiva, resistencia a condiciones ambientales adversas y su habilidad para utilizar eficientemente los nutrientes. Estas cepas también modifican la rizósfera y muestran agresividad frente a hongos patógenos, favoreciendo la promoción del crecimiento de las plantas y activando mecanismos de defensa en ellas.

El control biológico ejercido por *Trichoderma* ocurre a través de varios mecanismos, como la competencia por espacio y nutrientes con los patógenos, la producción de antibióticos que inhiben el crecimiento de hongos dañinos, la inactivación de las enzimas utilizadas por los patógenos para invadir las plantas, el cambio en las condiciones ambientales para favorecer el crecimiento de las plantas, la producción de compuestos que estimulan su desarrollo y el micoparasitismo, en el que el hongo se alimenta de los patógenos. Estos mecanismos convierten a *Trichoderma* en una herramienta eficaz para proteger los cultivos y mejorar su crecimiento.

3.9 Fertilizantes sintéticos y su uso en la agricultura

Los fertilizantes sintéticos son productos elaborados artificialmente para enriquecer el suelo con nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio. A diferencia de los fertilizantes orgánicos, que provienen de fuentes naturales como compost o estiércol, los sintéticos se crean a través de procesos químicos en fábricas.

Estos fertilizantes se utilizan principalmente para mejorar el rendimiento de los cultivos al asegurar que las plantas reciban los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, especialmente cuando los suelos son pobres en estos elementos. El uso de fertilizantes sintéticos tiene la ventaja de ser rápido y efectivo, ya que liberan nutrientes de forma inmediata para las plantas.

Sin embargo, su uso excesivo puede tener efectos negativos en el medio ambiente, como la contaminación de fuentes de agua debido a la lixiviación de los nutrientes, y la alteración de la biodiversidad del suelo, ya que pueden afectar a microorganismos beneficiosos. Además, el uso prolongado de fertilizantes sintéticos puede llevar a la dependencia de estos productos, disminuyendo la capacidad natural del suelo para mantener su fertilidad. Por ello, es importante aplicar estos fertilizantes de manera controlada y responsable, integrando prácticas agrícolas sostenibles.

Según Bravo, (2020) señala que:

La urea es un fertilizante químico de origen orgánico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46 %), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno. (p.32)

Los fertilizantes sintéticos son productos elaborados artificialmente para enriquecer el suelo con nutrientes esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio. A diferencia de los fertilizantes orgánicos, que provienen de fuentes naturales como compost o estiércol, los sintéticos se crean a través de procesos químicos en fábricas.

Estos fertilizantes se utilizan principalmente para mejorar el rendimiento de los cultivos al asegurar que las plantas reciban los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo, especialmente cuando los suelos son pobres en estos elementos. El uso de fertilizantes sintéticos tiene la ventaja de ser rápido y efectivo, ya que liberan nutrientes de forma inmediata para las plantas.

No obstante, el uso desmedido de fertilizantes sintéticos puede generar impactos negativos en el entorno natural, como la contaminación de cuerpos de agua por la lixiviación de nutrientes y la afectación de la biodiversidad del suelo, ya que puede alterar la actividad de microorganismos benéficos. Asimismo, su aplicación prolongada puede generar una dependencia de estos insumos, disminuyendo la capacidad del suelo para conservar su fertilidad de manera natural. Por esta razón, es fundamental emplearlos de forma controlada y complementarlos con prácticas agrícolas sostenibles.

El fertilizante completo es una mezcla de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), elementos esenciales para el desarrollo de las plantas, ya que contribuyen a su crecimiento y producción de frutos.

Según la Idrogo, (2019), afirma que:

El nitrógeno (N) es fundamental para el crecimiento de las plantas, constituyendo entre el 1% y el 4% de su extracto seco. Este nutriente se absorbe del suelo en forma de nitrato (NO_3) o amonio (NH_4^+). En la planta, el nitrógeno se combina con los productos del metabolismo de los carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas, siendo un componente esencial en todos los procesos de desarrollo y rendimiento vegetal. Además, un suministro adecuado de nitrógeno favorece la absorción de otros nutrientes (p. 8). Por otro lado, el fósforo (P), que representa entre el 0.1% y el 0.4% del extracto seco de la planta, es crucial para la transferencia de energía y, por tanto, para la fotosíntesis y otros procesos bioquímicos. Es indispensable para la diferenciación celular y el desarrollo de los tejidos en los puntos de crecimiento de la planta. Sin embargo, el fósforo suele ser deficiente en la mayoría de los suelos, especialmente aquellos donde la fijación limita su disponibilidad (p. 9). Finalmente, el potasio (K), que constituye entre el 1% y el 4% del extracto seco de la planta, desempeña múltiples funciones, como

activar más de 60 enzimas que regulan la vida vegetal. Es esencial para la síntesis de carbohidratos y proteínas, además de mejorar el régimen hídrico de la planta, aumentando su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas con niveles adecuados de potasio también son menos propensas a enfermedades (p. 12).

El plasma vegetal, es una suspensión concentrada de calcio para reforzar todos los tejidos vegetales. Sustituye a fertilizantes cálcicos convencionales (nitratos, cloruros o sulfatos) por su baja salinidad y alta estabilidad en cualquier tipo de suelo. Un detalle sobresaliente de la vida en el plasma vegetal es la capacidad que proporciona a las células vivas para tomar sustancias del ambiente y usarlas ya sea para la síntesis de sus componentes celulares o como fuente de energía. La nutrición mediante el plasma vegetal puede definirse como el suministro y la absorción de compuestos químicos necesarios para el crecimiento y el metabolismo de plantas en desarrollo (Mengel y Kirby, 2000, p.11)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en el invernadero de cítricos de OIRSA, situado en la unidad experimental Finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Esta finca está localizada en el kilómetro 30 de la carretera Tipitapa – Masaya, en el municipio de Nindirí, y se encuentra en las coordenadas geográficas 12° 06' 57" de latitud norte y 86° 05' 10" de longitud oeste (Martínez y Álvarez, 2024).

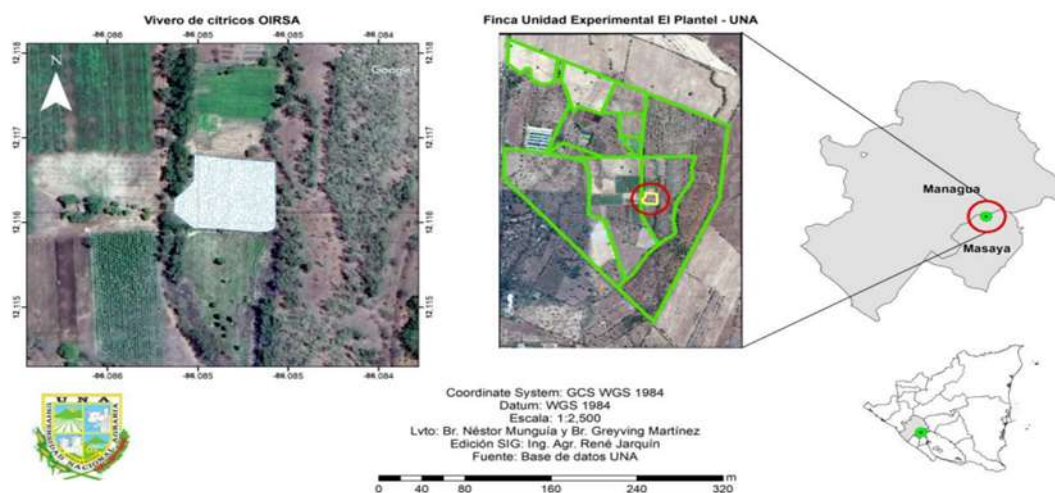


Figura 1. Ubicación geográfica del vivero de cítricos manejado por el OIRSA área experimental en la finca El Plantel, Masaya.

4.2 Diseño experimental

Esta investigación es del tipo experimental con enfoque cuantitativo. Se estableció un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial, siendo el factor A los Patrones de cítrico *Citrangue carrizo* *Flyng dragón* y el factor B la nutrición sintética y biológica.

La combinación de los factores de estudio conformó los tratamientos para un total de 12, en los que se evaluaron utilizando 25 unidades experimentales por tratamiento. Cada unidad experimental estuvo constituida de bolsa de polietileno negro conteniendo sustrato y una planta del patrón correspondiente.

En la **Figura 2** se detalla el esquema de la organización en campo de los tratamientos y sus unidades experimentales.

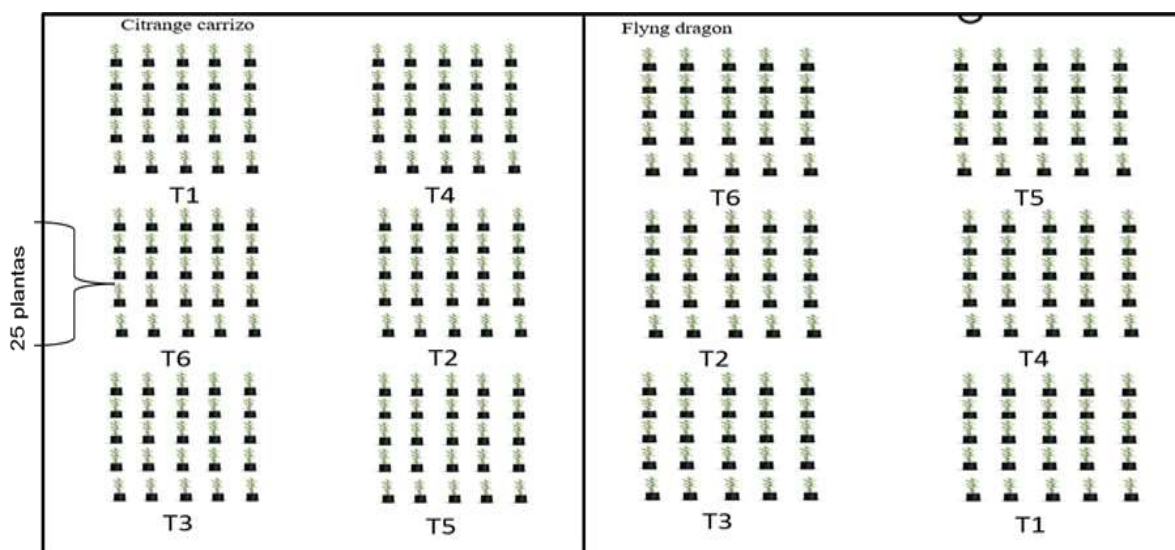


Figura 2. Plano de campo del diseño experimental.

4.2.1. Descripción de los tratamientos

En el **Cuadro 2**, se describen los factores de estudio.

Cuadro 2. Dosis de la fertilización sintética y biológica según fuente y momento de aplicación

	Elementos	Dosis (g)	Fuentes	Momento de aplicación
Factor B				
b1	N	148.82	15-15-15, 18-46-00,	Una aplicación mensual por 6 meses de cada fertilizante
	P	118.2	20-20-20	
	K	40.2	(aminoleaf), urea 46 %	
b2	N	176.38	15-15-15, 18-46-00,	Una aplicación mensual por 6 meses de cada fertilizante
	P	139.59	20-20-20	
	K	45.64		

(aminoleaf), urea 46				
%				
b3	N	59.94	15-15-15, 18-46-00,	Una aplicación mensual por 6 meses de cada fertilizante
	P	98.08	20-20-20	
	K	35.43	(aminoleaf),	
b4	N	15	20-20-20 (aminoleaf)	Una aplicación mensual por 6 meses
	P	15		
	K	15		
		5	Micorrizas	Al momento del transplante

Factor B	Elementos	Dosis (g)	Fuentes	Momento de aplicación
b5	N	15	20-20-20 (aminoleaf)	Una aplicación mensual por 6 meses
	P	15		
	K	15		
b6	N	148.82	15-15-15, 18-46-00,	Una aplicación mensual por 6 meses de cada fertilizante
	P	118.2	20-20-20	
	K	40.2	(aminoleaf), urea 46	
		25	Trichoderma	Al momento del transplante de cada fertilizante

En el Cuadro 3, se establecen las interacciones entre los factores en estudio originando un total de 12 tratamientos.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos

No	Patrón	Fertilización	Interacción	Descripción
1	a1= <i>Citrange carrizo</i>	b1	a1xb1	<i>Citrange carrizo</i> + b1
2		b2	a1xb2	<i>Citrange carrizo</i> + b2
3		b3	a1xb3	<i>Citrange carrizo</i> + b3

4		b4	a1xb4	<i>Citrango carrizo+ b4</i>
5		b5	a1xb5	<i>Citrango carrizo+ b5</i>
6		b6	a1xb6	<i>Citrango carrizo+ b6</i>
7	a2= <i>Flyng</i>	b1	a2xb1	<i>Flyng dragón + b1</i>
8	<i>dragón</i>	b2	a2xb2	<i>Flyng dragón + b2</i>
9		b3	a2xb3	<i>Flyng dragón + b3</i>
10		b4	a2xb4	<i>Flyng dragón + b4</i>
11		b5	a2xb5	<i>Flyng dragón + b5</i>
12		b6	a2xb6	<i>Flyng dragón + b6</i>

4.3 Manejo del ensayo y metodología

El manejo agronómico del ensayo se llevó a cabo siguiendo los protocolos establecidos por el OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) dentro del vivero. Para ello, se cumplió con las directrices proporcionadas por el encargado de las actividades de manejo en el campo, asegurando que todas las prácticas estuvieran alineadas con los estándares de producción recomendados. (Martínez y Munguía, 2021)

4.3.1. Germinación de la semilla de los patrones

Para facilitar el proceso de germinación, las semillas empleadas en la siembra de patrones fueron sumergidas en agua durante un período de 24 horas, con el propósito de ablandar sus tegumentos y favorecer su desarrollo inicial. Posteriormente, se sometieron a un tratamiento de desinfección utilizando una mezcla de 20 litros de agua con 50 gramos de Metilbenzimidazol-2-il carbamato en suspensión concentrada (SC). Esta solución se aplicó durante cinco minutos con la finalidad de eliminar posibles patógenos y prevenir su propagación (Martínez y Munguía, 2021).

El proceso de siembra se llevó a cabo en bancos de cultivo con medidas de 6 metros de largo por 1.2 metros de ancho, empleando exclusivamente arena pómez como sustrato, dentro de un ambiente controlado de invernadero. Para ello, se realizaron perforaciones de aproximadamente dos centímetros de profundidad, manteniendo una separación de cinco centímetros entre cada

una. En cada orificio se depositó una semilla, que luego fue cubierta con la misma arena para conservar la humedad necesaria para su germinación (Martínez y Munguía, 2021).

4.3.2. Sustrato de las bolsas de vivero

Según Martínez y Munguía (2021), la preparación del sustrato requirió la combinación de distintos componentes en proporciones específicas, integrando un 50 % de tierra agrícola, 30 % de estiércol bovino compostado, 10 % de arena pómez y 10 % de cascarilla de arroz. Para garantizar un nivel adecuado de humedad del 70 %, la mezcla recibió riego continuo durante cinco días.

Como parte del proceso de desinfección del sustrato y control de posibles plagas y enfermedades del suelo, se incorporaron 50 gramos por metro cuadrado de Dazomet en su forma granulada (GR). Posteriormente, la mezcla fue cubierta con una lámina de plástico negro y permaneció así durante 21 días para favorecer la descomposición de materia orgánica y la eliminación de patógenos. Tras este período, se retiró la cobertura para permitir su aireación. Finalmente, la composición obtenida se utilizó para llenar bolsas de polietileno con dimensiones de 8 pulgadas de ancho y 12 pulgadas de largo, preparándolas para el proceso de siembra.

.

4.3.3. Trasplante de plántulas a bolsas

Según Martínez y Munguía (2021), a los 45 días después de la siembra de la semilla de los patrones en los bancos de germinación, se realizó una poda de la raíz pivotante de cada planta. Esta poda consistió en cortar aproximadamente 2 cm de longitud de la raíz, con el objetivo de prevenir el torcimiento de la raíz durante el trasplante.

4.3.4. Riego

El sistema de riego implementado consistió en microaspersión, empleando microaspersores diseñados para suministrar un caudal de 40 litros por hora. La programación del riego se estableció con una frecuencia de aplicación cada dos días, asegurando una duración de una hora

en cada sesión de riego para mantener la humedad adecuada en el sustrato (Martínez y Munguía, 2021).

4.3.5. Manejo de plagas

Martínez y Munguía (2021) señalan que el control de plagas insectiles se llevó a cabo mediante aplicaciones preventivas contra los ácaros blancos (*Polyphagotarsonemus latus*). Para ello, se asperjó tanto el haz como el envés de las hojas utilizando una bomba de mochila con capacidad de 20 litros. Entre los productos empleados se incluyen: Avermectina ® EC en una concentración de 30 ml por cada 20 litros de agua, con aplicaciones foliares quincenales; Lamdacialotrina Tiametoxan ® SC a razón de 10 ml por 20 litros de agua con aplicaciones mensuales; Clorpirifos 18 ® SC en dosis de 40 ml por 20 litros de agua con aplicación mensual; e Imidacloprid Vecol 350 ® SC en la misma dosis y frecuencia, aplicado mediante aspersión foliar.



Figura 3. Control químico de plagas.

4.3.6. Manejo de enfermedades

Con el propósito de evitar daños por antracnosis (*Colletotrichum spp*), se aplicó al sustrato el fungicida Fosetil-Aluminio ® en una dosis de 20 gramos disueltos en 20 litros de agua. Esta aplicación se llevó a cabo con una bomba de mochila cada 15 días, asegurando una distribución uniforme del producto en el área tratada (Martínez y Munguía, 2021).

4.3.7. Control de malezas

El control de malezas se realizó de forma manual cada 15 días durante toda la etapa de campo del ensayo, asegurando la eliminación de plantas competidoras que pudieran afectar el crecimiento de las plantas de patrón. Esta práctica consistió en la remoción física de las malezas, evitando el uso de herbicidas y contribuyendo al manejo sostenible del cultivo (Martínez y Munguía (2021).

4.4 Variables evaluadas

La información de las variables se registró durante la etapa de campo que duró aproximadamente seis meses. A continuación, se describe las variables y el procedimiento que se realizó para su medición.

4.4.1. Altura de la planta (cm):

Se utilizó una cinta métrica y se midió desde la base del tallo a ras del suelo hasta el ápice del crecimiento apical de la rama (figura 3), la medición de esta variable se realizó a partir del trasplante de los árboles y posteriormente cada 15 días durante seis meses.



Figura 4. Medición altura de la planta.

4.4.2. Diámetro del tallo (mm):

Se utilizó un vernier y se midió el grosor de la base del tallo a una altura de 5 cm del suelo, la medición de esta variable se realizó a partir del trasplante de los árboles y posteriormente cada 15 días.

4.4.3. Número de hojas:

Se contabilizó el número de hojas desarrolladas por planta, la medición de esta variable se realizó a partir del trasplante de los árboles y posteriormente cada 15 días.

4.4.4. Área foliar por planta (cm²)

Se seleccionaron 10 hojas por tratamiento en cinco plantas seleccionadas y se procedió a su escaneo para determinar el área foliar promedio de cada hoja utilizando el software imageJ, posteriormente con el promedio obtenido se multiplicó con el número de hojas por planta, se realizó esta actividad a los dos, cuatro y seis meses después del trasplante.

En la Figura 5 se puede observar parte del procedimiento de la medición del área foliar usando el programa imageJ. Se tuvo que escanear en una impresora las hojas seleccionadas junto con una regla que sirve como escala en el programa.

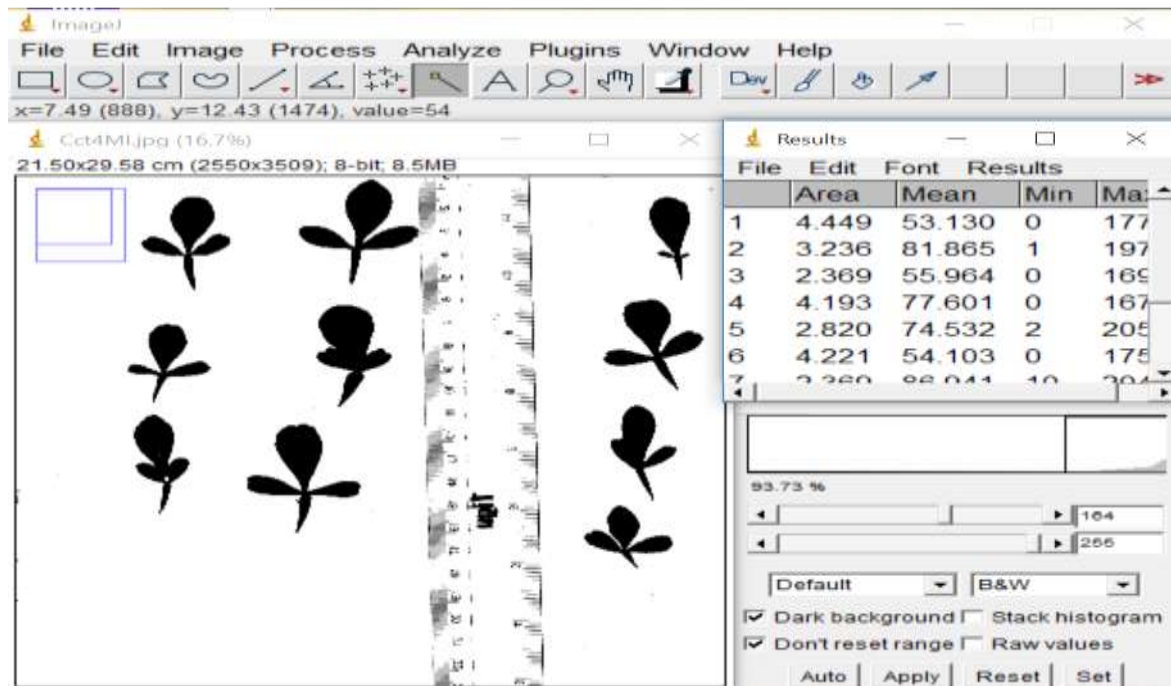


Figura 5. Medición del área foliar usando imageJ.

4.4.5. Longitud máxima de raíces por planta (cm)

Se tomaron 10 plantas previamente seleccionadas para medir la longitud de las raíces con una cintra métrica al finalizar el ensayo (Figura 4).



Figura 6. Medición de longitud de la raíz.

4.4.6. Materia seca por planta (g)

Se seleccionaron 10 plantas de cada patrón extraídas con todo y raíz, se procedió a separar las hojas, tallos y raíces por planta y se pesaron en una balanza de 0.5 g de precisión, realizada esta acción se identificó las muestras para luego ser llevada al laboratorio para su secado en horno 65 °C por un tiempo de 5 días hasta peso constante y posteriormente se pesó la materia seca al finalizar el ensayo.

4.4.7. Contenido de nitrógeno (g por planta) en la materia seca.

De las 10 plantas secadas por tratamiento se conformó una muestra compuesta por hojas, tallos y raíces por cada uno de los patrones, se enviaron al laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria, para determinar el contenido de nitrógeno en cada uno de los componentes vegetales.



Figura 7. Aplicación de productos fertilizantes.

4.5 Recolección de datos

La recolección de datos de las variables de crecimientos y desarrollo se realizó según lo definido en la descripción de las variables, se diseñaron hojas de registro de datos para su anotación, con ello se crearon bases de datos de manera organizada y disponible para el uso de un programa estadístico para el análisis.



Figura 8. Medición de variable diámetro del tallo.

4.6 Análisis de datos

Los datos obtenidos en campo se integraron en una base de datos en Excel, posteriormente se analizaron las variables con ayuda de un programa estadístico o InfoStat versión estudiantil, se aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias usando DUNCAN con una probabilidad de error del 5 % con el objetivo de determinar diferencias significativas o no entre los tratamientos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Comportamiento de la altura de la planta por efecto de la especie y nutrición

5.1.1. Altura de planta (cm)

La altura es una característica fisiológica fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Según Acevedo y Lira (2021), es una variable de fácil medición en la que intervienen diversos factores como la luz, la humedad, la temperatura y la disponibilidad de nutrientes. La altura ideal de cada especie se encuentra dentro de un rango determinado por los éxitos obtenidos en las plantaciones.

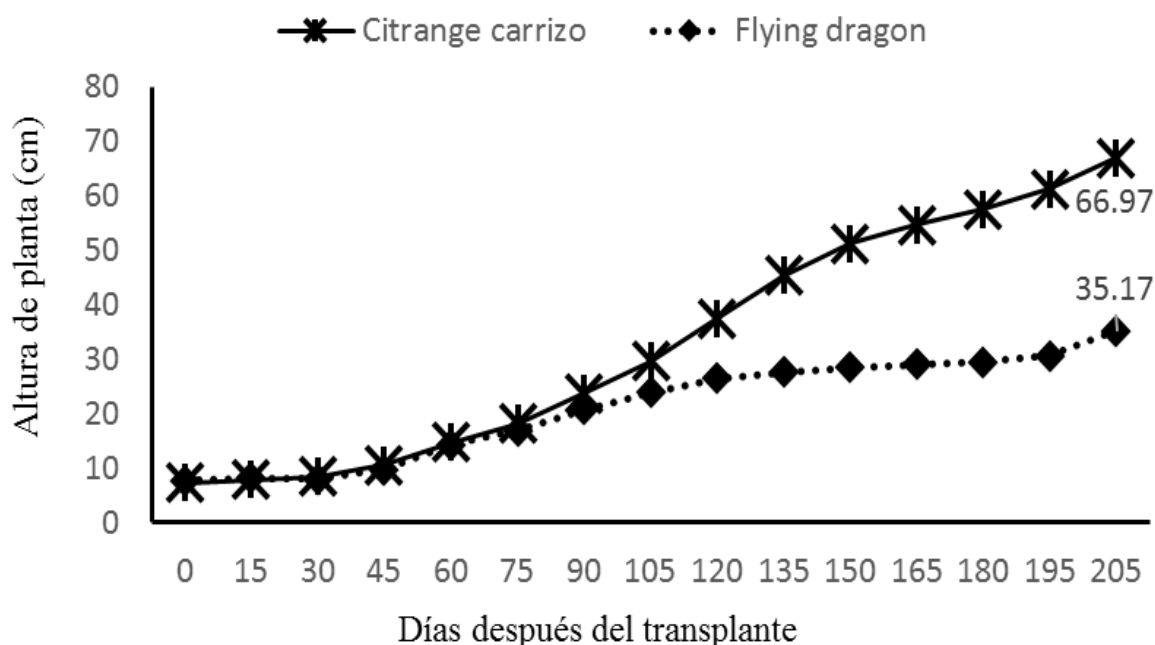


Figura 9. Comportamiento del crecimiento en la altura de los patrones evaluado.

El análisis de varianza a los 75 días después del transplante resultó ser estadísticamente significativo (0.0201), favoreciendo el crecimiento para el patrón *C carrizo*, en las subsiguientes mediciones hasta los 205 días el resultado estadístico de los datos dio diferencias altamente

significativas (<0.0001) en donde el crecimiento en altura del *C. carrizo* fue superior (66.97 cm), al final del experimento representó un 90.41 % mayor que *F. dragon* (Figura 9).

El comportamiento mostrado en el crecimiento del patrón *C. carrizo* alcanzó la altura deseada para la injertación (35 cm) en un menor tiempo, que de acuerdo a los resultados ocurre a los 120 días después del trasplante (ddt), mientras que *F. dragon* lo logra hasta los 205 ddt. Esto se debe a que *C. carrizo* es un árbol con crecimiento erecto, vigoroso, mientras el patrón *F. dragón* es un árbol de crecimiento tortuoso, donde la morfología de las ramas y espinas son torcidas y curvas, con tallo undulado.

Los resultados demuestran que el comportamiento de *C. carrizo* en crecimiento y desarrollo en comparación con *F. dragon* es favorable en el menor tiempo en que alcanza la altura adecuada para realizar la injertación, por lo tanto, permite disminuir el periodo del manejo del patrón en el vivero en etapa de crecimiento, evitando mayores gastos agronómicos.

Según Arrieta-Ramos et al., (2014) determinaron en su investigación en etapa de vivero bajo condiciones tropicales, que el patrón *C. carrizo* y Citrumelo 'Swingle' logran alcanzar alturas de 73 cm y 71 cm respectivamente a los 300 días después del trasplante. De acuerdo con esta información *C. carrizo* crece a 0.24 cm, al compararse con el obtenido en este estudio en el que se registra un crecimiento diario de 0.32 cm, lo que evidencia mayor vigor de las plantas.

De acuerdo con Fischer et al., (2014) debido a que en las raíces ocurren varios de los procesos fisiológicos vitales para la planta, la temperatura de la zona radical tiene efecto sobre el crecimiento y desarrollo; dependiendo del origen de estas en zonas tropicales generalmente se desarrollan mejor entre 20 °C y 25 °C; el crecimiento de las raíces a menudo está limitado por la temperatura de la rizosfera.

5.1.2. Altura de planta (cm) por efecto de los niveles de nutrición

El análisis de varianza demuestra que a los 45 ddt, los resultados fueron estadísticamente diferentes (0.0392), mientras que en el resto de las mediciones hasta al final de la investigación (205 ddt) fue no significativo (0.167), en donde el tratamiento b5 (15g N-15g P-15g K) obtuvo

el promedio más alto de altura con 54.1 cm, mientras que, el tratamiento b4 obtuvo el valor más bajo con 49.10 cm, en comparación con el resto de los tratamientos. (Figura 10).

El comportamiento mostrado por el crecimiento de altura de los patrones hasta los 205 ddt, no muestra una diferencia estadística con respecto a la influencia que los diferentes niveles de nutrición provocan en las plantas de los patrones evaluados, se puede decir entonces que el crecimiento de ellos, como su respuesta agronómica es normal (Figura 10.).

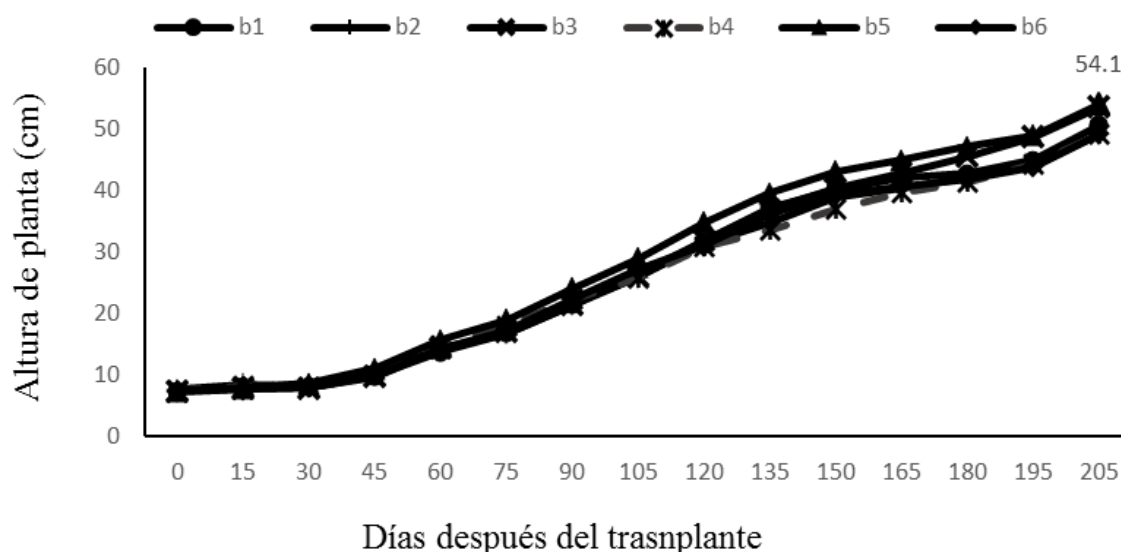


Figura10. Comportamiento del crecimiento de la altura por efecto de los niveles de nutrición evaluados.

5.1.3. Altura de la planta (cm) por interacción patrón – nutrición

Los resultados determinados por el análisis de varianza a la interacción patrón – nutrición demuestran que a los 30 días después del trasplante ($p = 0.2195$) y 60 ($p = 0.0896$) días fueron no significativos, mientras que en el resto de las mediciones hasta los 205 ddt resultaron ser altamente significativos (<0.0001). El patrón *C. carrizo* en interacción con el nivel de nutriente b5 (15g N-15g P-15g K) obtuvieron un promedio de crecimiento de 74.26 cm siendo superior en comparación con el resto de las interacciones, mientras que *F. dragón* en interacción con el nivel nutrición b6 alcanzo un promedio de 37.05 cm de altura (Figura 11).

Se puede observar en la Figura 11 el efecto en el crecimiento del patrón *C. carrizo* y *F. dragon* se debe a la genética de cada especie dado en la diferenciación de la altura alcanzada independientemente de los niveles de nutriente aplicados, sin embargo, se muestra que el factor niveles de nutrición aporta efectos en el crecimiento del *C. carrizo* donde el nivel b5 (15g N-15g P-15g K) tuvo una mejor respuesta en el crecimiento a partir de los 105 días, mientras que patrón *F. dragón* demuestra que los niveles de nutriente no ejercen influencia en la altura de la planta.

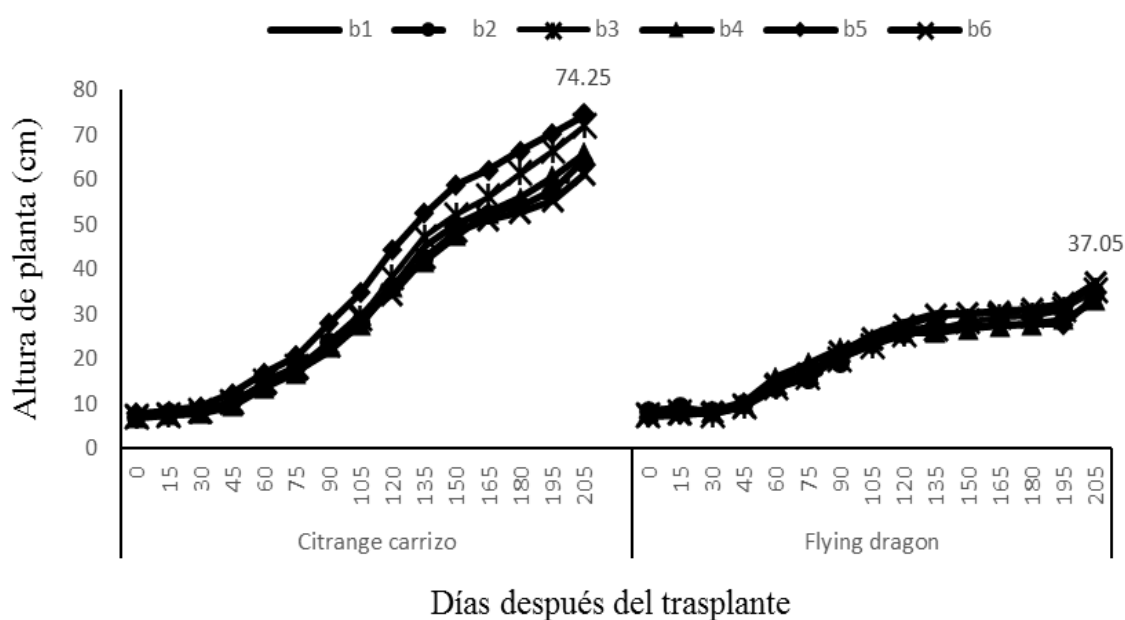


Figura 11. Comportamiento del crecimiento de la altura de la interacción patrón – nutrición.

De acuerdo con Días-chouza (2019) el crecimiento lento del patrón *F. dragon* corresponde a las características genéticas que este posee al ser un patrón enanizante, debido a su porte de crecimiento de tallo adulado con ramas torcidas.

5.2 Comportamiento del diámetro del tallo por efecto de la especie y la nutrición

5.2.1. Diámetro del tallo (mm) por especie

De acuerdo con los resultados obtenidos para la variable diámetro del tallo, se determinó que el patrón C. carrizo obtuvo mayor diámetro al final de la investigación en comparación con el patrón F. dragón, ya que a los 205 días después del trasplante (ddt) el patrón C. Carrizo alcanzó un promedio de 7.37 mm de diámetro, mientras que el patrón F. Dragon logra un promedio de 6.54 mm de diámetro a los 205 (ddt) (figura 12).

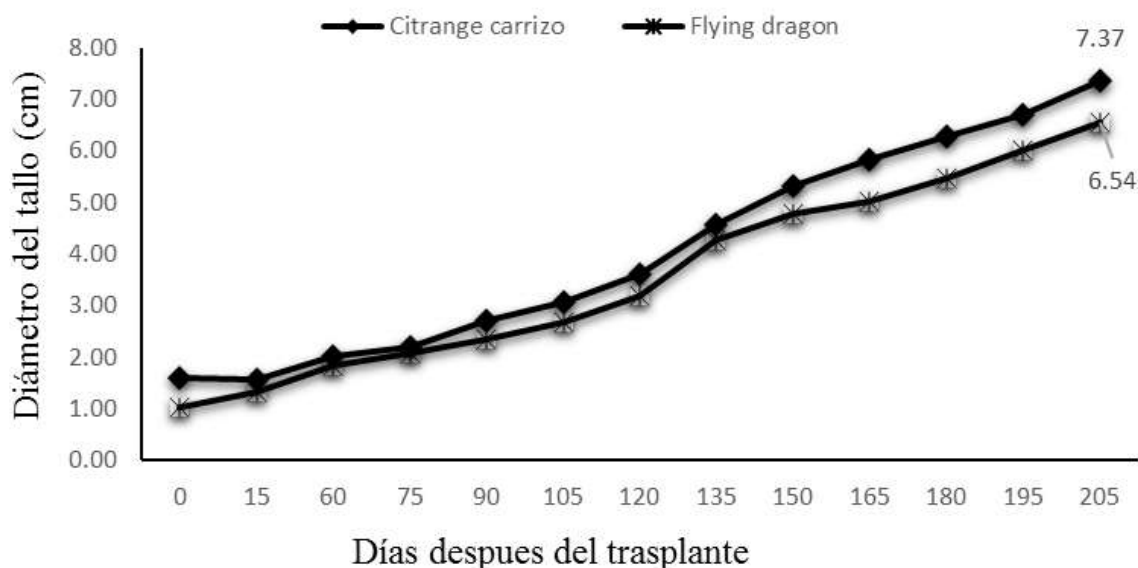


Figura 12. Comportamiento del diámetro en los patrones evaluados.

En cuanto a los resultados del análisis de varianza a los 75 días después del trasplante, fue altamente significativo (<0.0001), y desde los 90 a los 205 días luego del trasplante mostraron diferencias altamente significativas (<0.0001) entre los patrones evaluados, siendo el patrón C. carrizo el que obtuvo los mayores promedios de diámetro.

De acuerdo con la investigación de Arrieta-Ramos et al., (2014), realizaron en condiciones subtropicales, describen que, el patrón C. carrizo logra alcanzar un diámetro de 5.89 mm a los 300 días después del trasplante. Si comparamos este dato con la presente investigación la cual se realiza en condiciones tropicales, el patrón C. carrizo obtuvo un diámetro de 6.26 a los 180 días después del trasplante, se puede decir que las condiciones climáticas generan una gran influencia en el crecimiento y desarrollo del patrón.

5.2.2. Diámetro de la planta por efecto de los niveles nutrición

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto a la variable diámetro del tallo por efecto de los niveles de nutrición, el análisis de varianza a los 75 ddt fue significativo (0.0011), sin embargo, a partir de los 150 hasta los 205 ddt, el análisis estadístico fue no significativo. Al final de las mediciones el tratamiento b5 (15g N-15g P-15g K) obtuvo un mayor diámetro alcanzando un promedio de 7.23 mm, seguido del tratamiento b3 con 7 mm. Los diferentes niveles de nutrición muestran una eficiencia similar en cuanto al efecto en el diámetro del tallo de los patrones evaluados (figura 13).

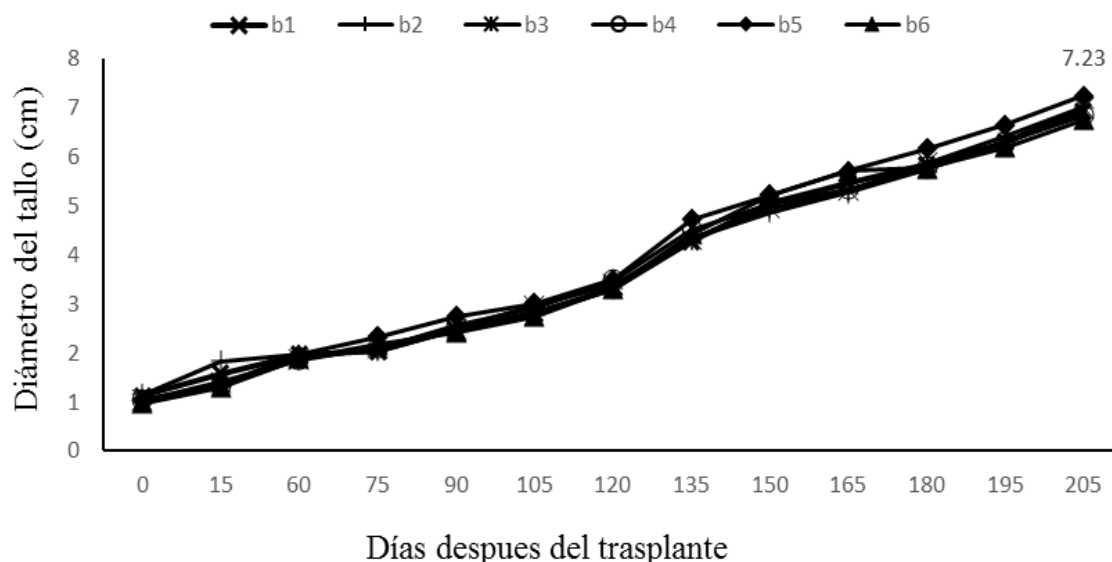


Figura 13. Comportamiento del diámetro por efecto de los niveles de nutrición evaluado.

Se puede observar en la Figura 13 que los niveles de nutrición no ejercen influencias sobre el comportamiento del diámetro de los patrones evaluados, debido a que, no muestra una diferencia estadística hasta los 205 ddt, lo que determina que tanto el crecimiento en diámetro de los patrones como la respuesta agronómica es normal.

5.2.3. Diámetro de la planta (mm) por interacción

Se puede determinar que desde el día cero hasta 205 ddt hay diferencias altamente significativas (0.0001) por efecto de la interacción patrón dosis; resulta que a los 75 ddt la interacción formada por el patrón *C. carrizo* y el nivel de nutrición b5 (15g N-15g P-15g K) obtuvieron los mayores promedios de diámetro del tallo (8 mm) y continua así hasta llegar a los 205 ddt, mientras que el patrón *F. dragon* en interacción con el nivel b6 (149 g N – 118 g P – 40 g k – 25 g *trichoderma*) alcanzo un promedio de (6.7 mm) de diámetro a los 205 ddt (Figura 14).

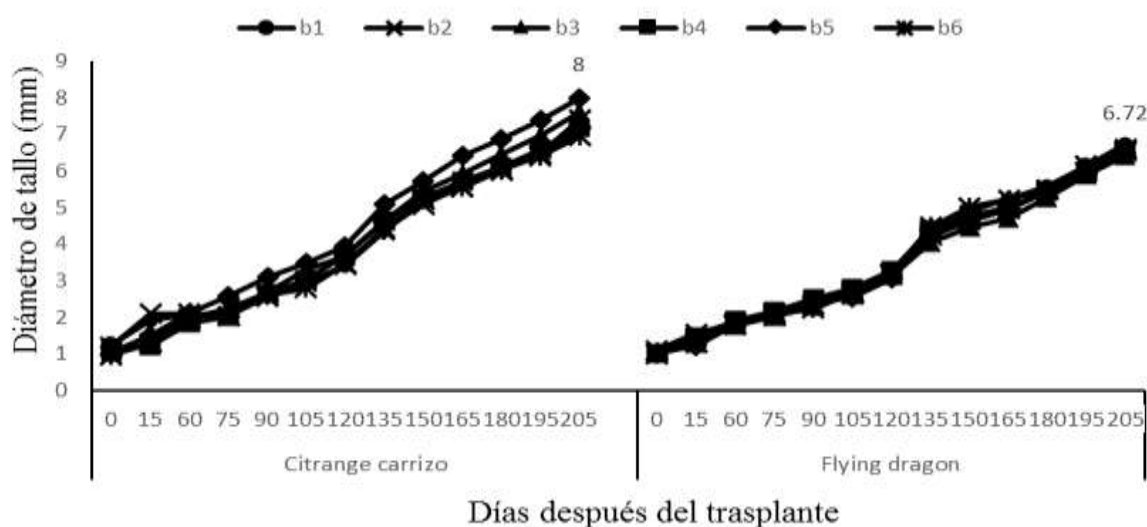


Figura 14. Comportamiento del diámetro por efecto de la interacción patrón – nutrición.

5.3 Comportamiento del número de hojas por efecto de la especie y la nutrición

5.3.1. Numero de hojas por especies.

Las hojas son órganos vegetales especializados principalmente en la fotosíntesis. Reciben agua y nutrientes del tallo, utilizando la energía proveniente de la luz solar para convertirlos en fotosintatos. Estos compuestos, en forma de hidratos de carbono, son transportados a diferentes partes de la planta para su uso o almacenamiento. Además, en este proceso, las hojas facilitan el intercambio de gases a través de estructuras denominadas estomas, que permiten la captación de CO₂, esencial para la fotosíntesis (Troiani et al., 2017).

En cuanto a los resultados del análisis de varianza realizados a los 75 ddt y posteriormente de los 90 a los 205 ddt, fueron altamente significativas (<0.0001) entre los patrones evaluados, siendo *F. Dragon* que mostro mayor número de hojas de los cero hasta los 150 ddt mientras que *C. carrizo* supera a *F. Dragon* de los 165 ddt en adelante (Figura 15).

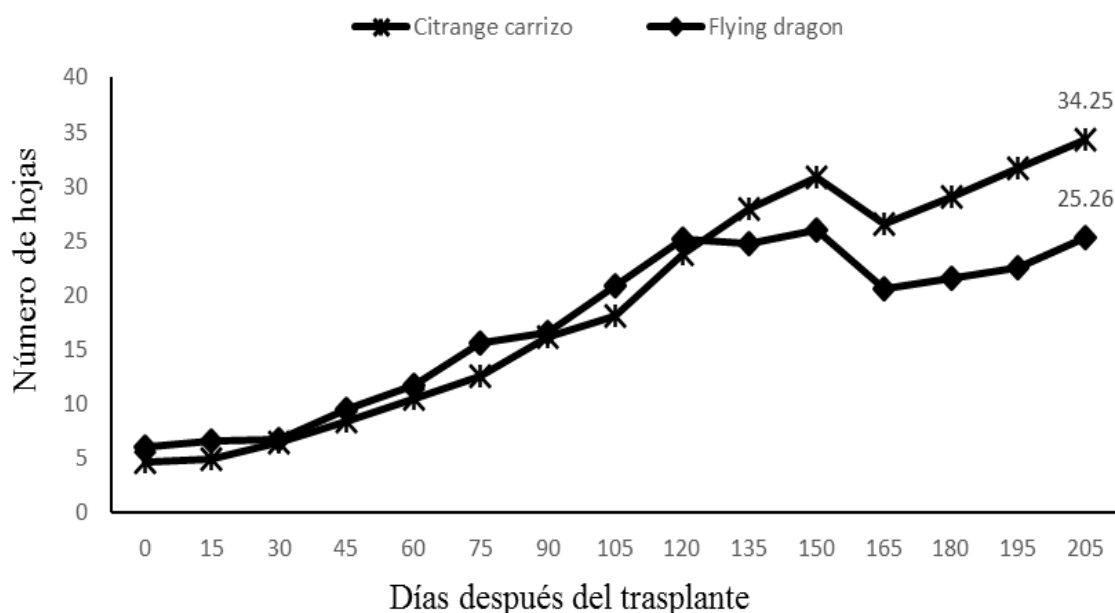


Figura 15. Comportamiento en el número de hojas según la especie.

5.3.2. Número de hojas por efecto de los niveles nutrición

Al finalizar el estudio a los 205 ddt, los niveles de nutrición evaluados al ser estadísticamente no significativo el número de hojas contabilizados fue similar, oscilando entre 28.75 a 30.75 hojas por planta en promedio (figura 16).

Según Orduz-Rodríguez (2003) en su evaluación de patrones de cítricos en suelos ácidos en condiciones (tropicales) de viveros detalla que, el patrón *C. carrizo* produce una cantidad de 44 hojas por planta a los 270 ddt. Si comparamos este dato con la presente investigación la cual se realiza en condiciones tropicales, el patrón *C. carrizo* obtuvo un total de 35 hojas por planta a los 205 días después del trasplante, se puede decir que de cierta manera las condiciones climáticas generan una influencia en cuanto al crecimiento y desarrollo del patrón en condiciones de vivero.

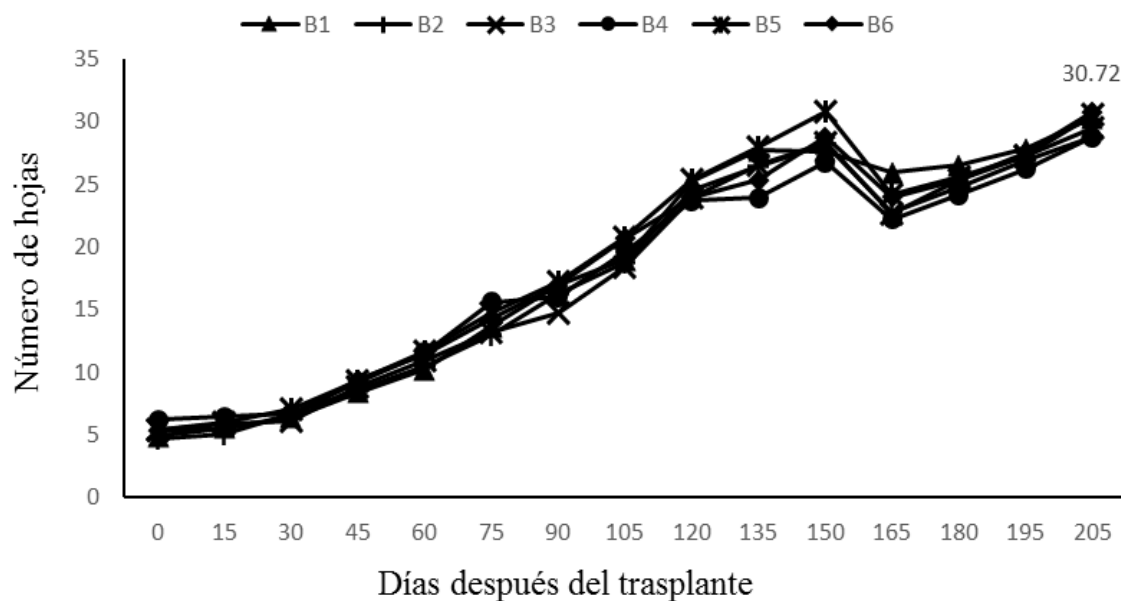


Figura 16. Comportamiento del número de hojas por efecto de los niveles de nutrición.

5.3.3. Número de hojas en la interacción.

Desde los 0 ddt a los 30 ddt no se observaron diferencias estadísticas (0.2272), a partir de los 45 ddt los resultados fueron altamente significativos ($p = 0.0001$), en base al análisis de separación de media resulta que de los cero días a los 75 ddt la interacción formada por el patrón *F. dragon* y el nivel de nutrición b4 (15 g N + 15 g P + 15 g K + micorriza) obtuvieron los mejores promedios de numero de hojas, sin embargo de los 120 ddt hasta el final de las mediciones la interacción *C. carrizo* y el nivel de nutrición b5 (15 g N + 15 g P + 15 g K) superaron el número de hojas en comparación a las demás interacciones evaluadas llegando a un máximo promedio de 37.15 hojas por planta (Figura 17).

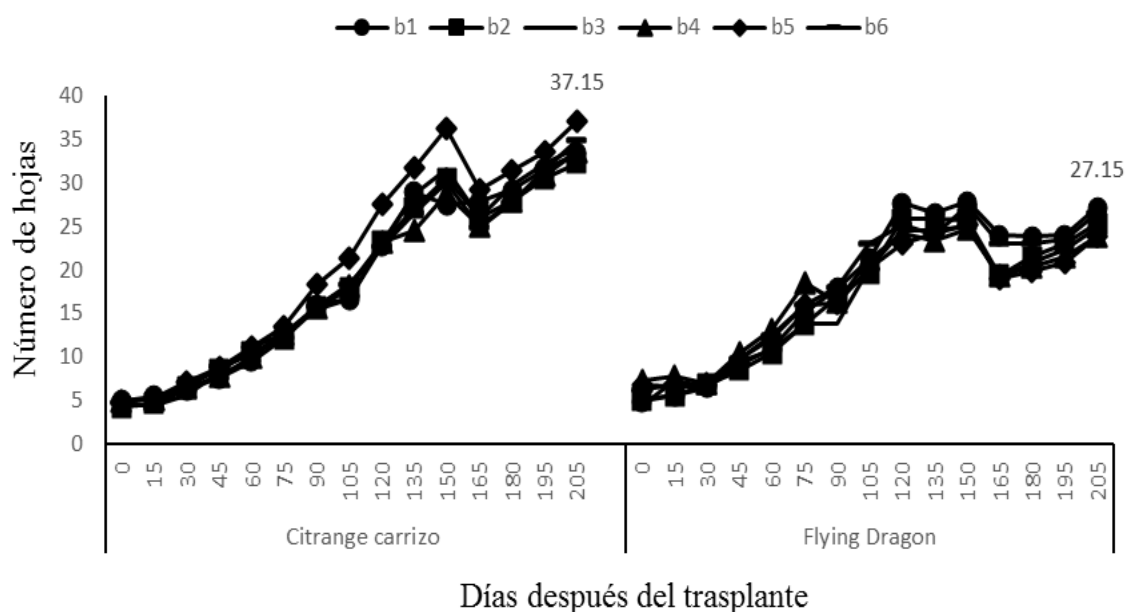


Figura 17. Comportamiento del número de hojas por efecto de la interacción patrón – nutrición.

5.4 Comportamiento del Área foliar (cm²) por efecto de la especie y la nutrición

5.4.1. Área foliar por especie.

A través de un análisis de varianza a los 60, 135 y 205 ddt se determinó que, los resultados estadísticos fueron altamente significativos ($<.0001$) favoreciendo en área foliar al patrón *C. carrizo* en las tres mediciones realizadas correspondiente durante el ensayo (36.04 cm²), (172.65 cm²) y (313.01 cm²) respectivamente siendo superior que *F. dragon* al final del estudio en 375.76 % (Figura 18).

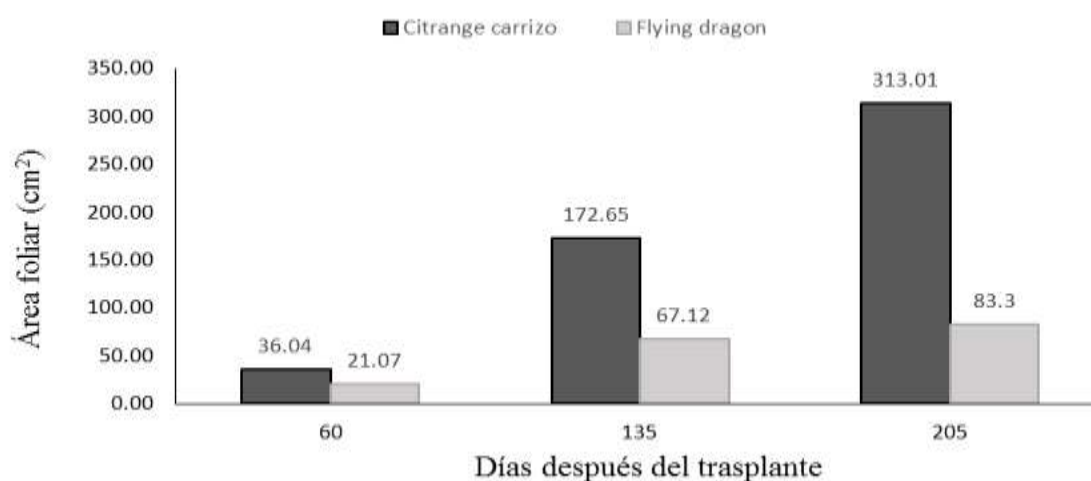


Figura 18. Comportamiento del área foliar según la especie.

Los resultados mostrados en la Figura 18, pueden atribuirse a las diferencias dadas por las características genéticas de cada patrón ya que, *C. carrizo* al ser un árbol de crecimiento erecto tiende a desarrollar mayor biomasa siendo notable en la altura del tallo, variable que ejerce una influencia significativa en la producción de follaje (Figura 9), mientras *F. dragon* no logra esta tendencia debido a su hábito de crecimiento que se caracteriza por ser lento, con tallo tortuoso, lo que genera menos producción de hojas (Figura 15).

Ambos patrones por sus características mencionadas transmiten esta influencia en la variedad injertada, tal como es reportado por Martínez y Munguía (2021) donde *C. carrizo* influyo como patrón en una mayor producción de área foliar a la variedad *Citrus latifolia* L. (Lima persa) que *F. dragon*.

5.4.2. Área foliar (cm²) por efecto de los niveles de nutrición.

Los resultados obtenidos a través del análisis de varianza demuestran que las mediciones realizadas a los 60, 135 y 205 días después del trasplante para los niveles de nutrición fueron altamente significativo (<0.0001), siendo el nivel de nutrición b1(231.08 cm²) el que obtuvo los promedios más altos, seguido de b6 (217.9 cm²) al final del ensayo (Figura 19).

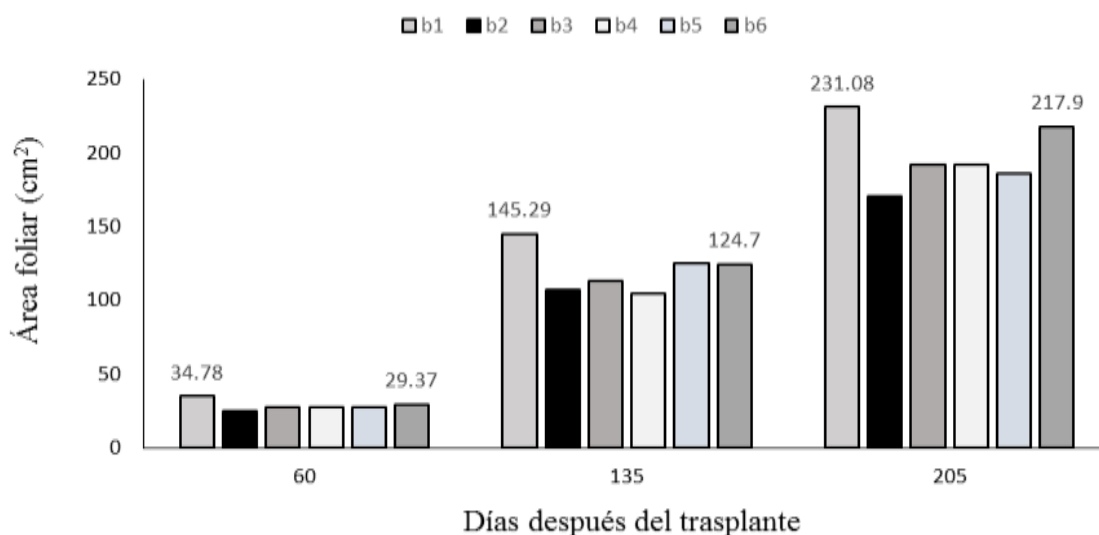


Figura 19. Efecto del área foliar por efecto de los niveles de nutrición.

En la Figura 19 se puede observar que tanto el nivel de nutrición b1 (149 g N + 118 g P + 40 g k) seguido de b6 obtuvieron los promedios más alto, ambos niveles presentan la misma cantidad de nutrientes a diferencias que b6 (149 g N + 118 g P + 40 g k + 25 g *trichoderma*), lo que pudo generar una influencia positiva en el crecimiento de las plantas.

Los beneficios de *Trichoderma* en el crecimiento de las plantas son diversos. Uno de los principales efectos es la estimulación en la producción de fitohormonas por parte de las propias plantas, además de las que sintetiza el propio hongo. También favorece la generación de vitaminas, mejora la absorción y el transporte de nutrientes, y potencia el desarrollo de las raíces. Igualmente, se ha observado que *Trichoderma* contribuye al metabolismo de los carbohidratos y a una mayor eficiencia en la fotosíntesis (Andrade-Hoyos et al., 2023).

5.4.3. Área foliar (cm²) por interacción

Al aplicar el análisis de varianza se pudo determinar que, para la interacción patrón - nutrición a los 60, 136 y 205 ddt, fue altamente significativa (<0.0001) siendo la interacción *C. carrizo* y el nivel de nutrición b1 (149 g N + 118 g P + 40 g k) que obtuvo los mejores promedios con 42.61 cm², 202 cm² y 359.68 cm² respectivamente, seguido de la interacción *C. carrizo* y b6 (149 g N + 118 g P + 40 g k + 25 g *Trichoderma*) a los 205 ddt. De igual manera la interacción con *F. dragon* respondió de manera positiva con el nivel de nutrición b1 seguido de b6 (149 g N + 118 g P + 40 g k + 25 g *Trichoderma*), sin embargo, las interacciones con *C. carrizo* superaron en 158.04 %, 228.06 % y 351.01 % en las mediciones realizadas a los 60, 135 y 205 ddt respectivamente a las interacciones entre *F. dragon* y los niveles de nutrientes (Figura 20).

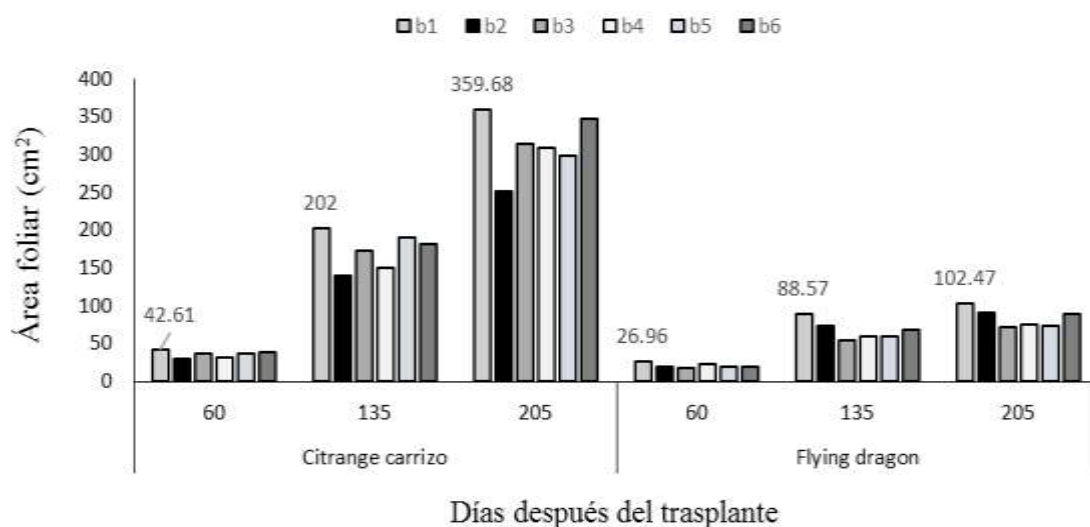


Figura 20. Comportamiento del área foliar por interacción patrón – nutrición.

5.5 Comportamiento de la longitud de la raíz por efecto de la especie y la nutrición

5.5.1. Longitud de la raíz

Basado en el análisis estadístico a los 205 ddt, el crecimiento de las raíces según los promedios obtenidos para ambos patrones el cual fue relativamente similares, siendo estadísticamente no significativo (0.4369) donde *C. carrizo* y *F. dragón* obtuvieron promedios de 7.71 cm y de 7.54 cm respectivamente (figura 21).

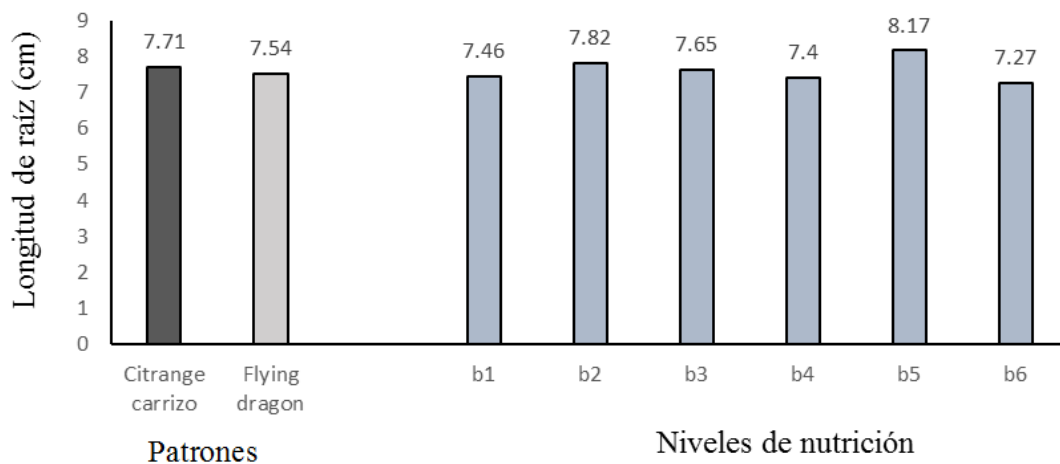


Figura 21. Longitud de raíces por efecto de especie y niveles de nutrición.

En cuanto al análisis de varianza para los niveles de nutrición a los 205 días después del trasplante, fue estadísticamente no significativo (0.2169), sin embargo, el nivel de nutrición b5 (15 g N + 15 g P + 15 g K) obtuvo el promedio más alto con 8.17 cm, se puede decir que los diferentes niveles de nutrición ejercen una influencia similar en el crecimiento de las raíces de ambos patrones (figura 21).

5.5.2. Longitud de la raíz por interacción patrón – nutrición

La interacción patrón – nutrición demuestra que a los 205 ddt existen diferencias significativas (0.0002), la interacción formada por el patrón *C. carrizo* y el nivel de nutrición b2 (176 g N + 140 g P + 46 g K) obtuvieron los mayores promedios de longitud de raíces (8.91 cm) mientras que *F. dragon* obtuvo una mejor respuesta a la interacción con el nivel de nutrición b5 (15 g N + 15 g P + 15 g K) obteniendo promedio de 8.4 cm, (Figura 22).

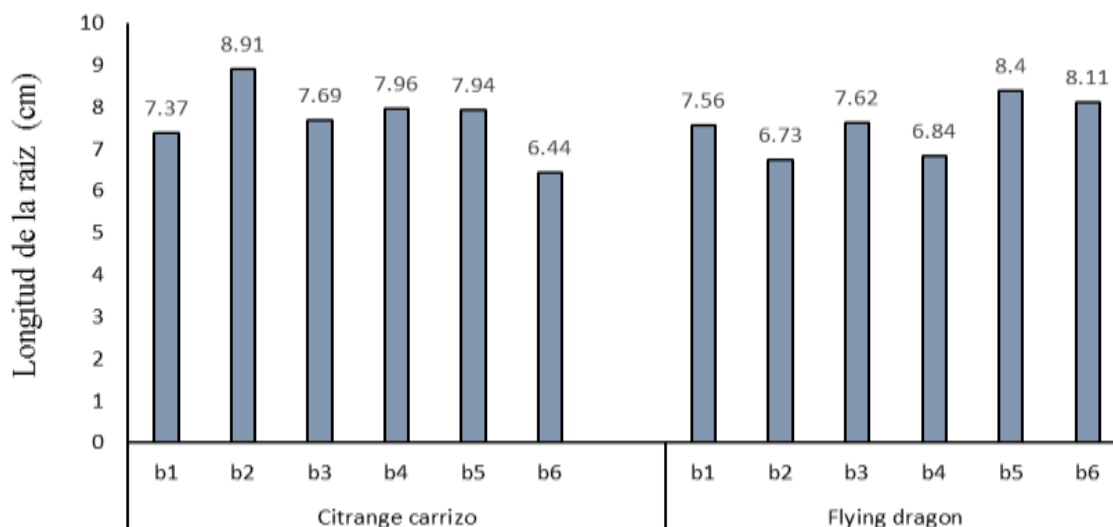


Figura 22. Longitud de raíces por interacción patrón – nutrición

5.6 Comportamiento de la materia seca por plantas (g) por efecto de especie y la nutrición

5.6.1. Materia seca (g) por especie

Según los resultados determinados a través del análisis de varianza se observan diferencias altamente significativas ($<.0001$) en cuanto al peso de la materia seca por planta, en la figura 13 se observa que, *C. carrizo* supera en 263.24 % al patrón *F. dragon* en el peso de biomasa fresca correspondientes, mientras que en la biomasa seca (Figura 23) *C. carrizo* supera en 240.81 % a *F. dragon*, mientras que en la biomasa seca se consideran los componentes raíz, tallo y hojas.

La diferencia observada en el peso de materia fresca y seca entre los dos patrones corresponde a las características genéticas de cada uno, en donde *F. dragon* al ser un porta injerto enanizante tiene un desarrollo menor en el crecimiento en altura y en materia fresca y seca tal como se muestra en los resultados en comparación con el *C. carrizo*, el cual tiene un crecimiento más vigoroso y por lo tanto alcanza mayor altura y producción de materia fresca y seca (Figura 9).

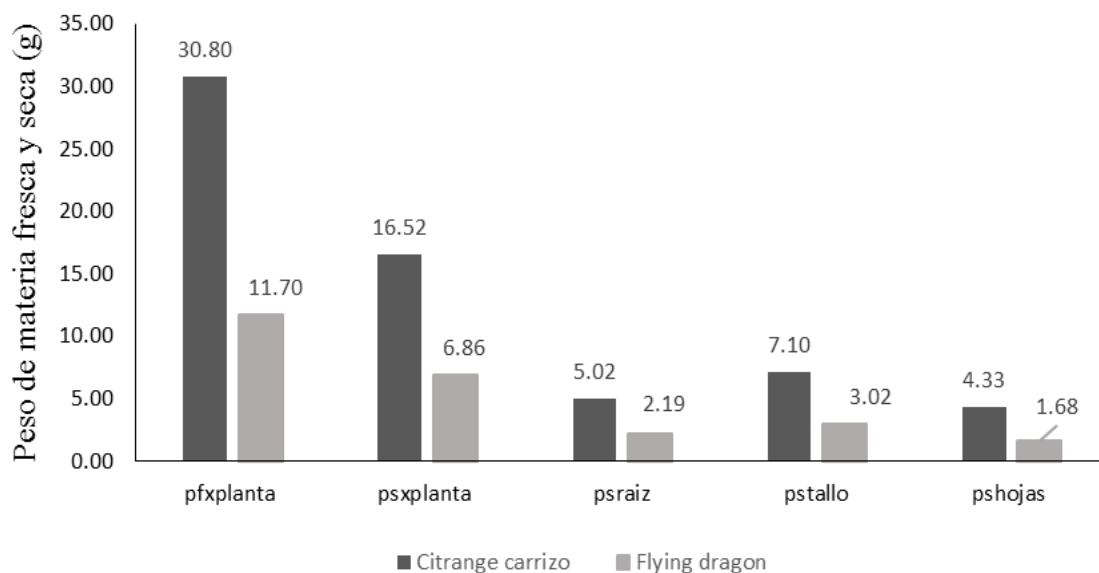


Figura 23. Respuesta de la materia fresca (pf) y materia seca (ps) por especie en gramos

5.6.2. Materia seca (g) por efecto de los niveles de nutrición

A través del análisis de varianza realizados a las variables peso de materia fresca y seca, se obtuvieron diferencias estadísticas (0.0207, 0.0108) respectivamente, entre los niveles de nutrición. En tanto el análisis de separación de media determina que el nivel de nutrición b5 (15 g N + 15 g P + 15 g K) superó y se ubicó en la categoría A con respecto a los demás tratamientos, en segundo lugar, o categoría B el tratamiento b3.

Al realizar el análisis no se existe diferencias (0.133) para el componente raíz en la variable peso de materia seca por planta, lo que indica, que los distintos niveles de nutrición no ejercen una influencia en este componente, mientras que, en los componentes tallos y hojas (0.016, 0.0166 respectivamente) estas mismas variables muestran similar tendencias en el resultado del nivel b3 y b5 que las variables peso de la materia fresca (pfxplanta) y seca (psxplanta), por lo que se ubican en una categoría superior al resto de los tratamientos (Figura 24).

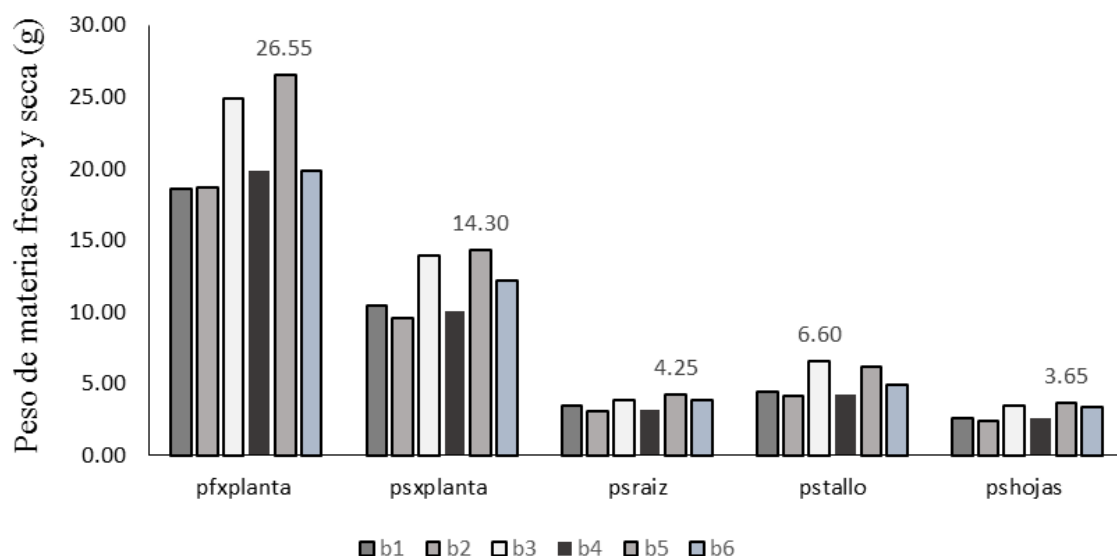


Figura 24. Respuesta de la materia fresca (pf) y materia seca (ps) por planta y componentes a la nutrición en gramos.

5.6.3. Materia seca (g) por interacción patrón – nutrición.

A los 205 días después del transplante se obtuvo mayor peso de la materia fresca (pfxplanta) y peso de la materia seca (psxplanta) donde el nivel de nutrición b5 (15 g N + 15 g P + 15 g K) en interacción con el patrón *C. carrizo*, obtuvo los promedios más alto con 40 .8 g y 22.1 g respectivamente.

El patrón *F. dragon* obtuvo mejor respuesta al interactuar con el nivel de nutrición b6 (149 g N + 118 g P + 40 g k + 25 g *Trichoderma*) demostrado en las variables peso de la materia fresca (pfxplanta) y peso de la materia seca (psxplanta) con promedios de 13.2 g y 8.9 g respectivamente en comparación con los demás niveles de nutrición (Figura 25).

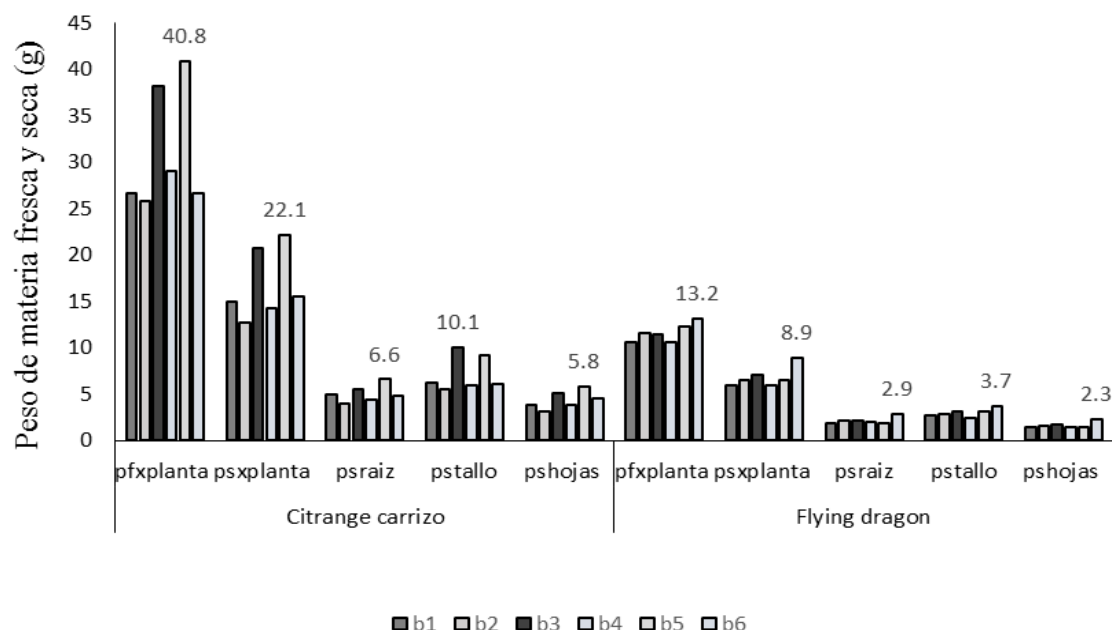


Figura 25. Respuesta de la materia fresca (pf) y materia seca (ps) por planta y componentes según especie y la nutrición en gramos

5.7 Contenido de nitrógeno (g) por efecto de la especie y la nutrición

5.7.1. Contenido de nitrógenos (g) por especie

Se determinó a partir del análisis de varianza que, el contenido de nitrógeno para ambos patrones demostró diferencias estadísticas altamente significativas (<0.0001), siendo *C. carrizo* el que obtuvo los mayores promedios con 2.78 g, mientras *F. dragon* obtuvo un promedio de 2.64 g, esto puede estar determinado por la producción de biomasa donde *C. carrizo* supera a *F. dragon*, (Figura 26).

El análisis estadístico para el contenido de nitrógeno determino que, existe diferencias altamente significativas (<0.0001) entre los niveles de nutrición evaluados siendo el nivel b6 el que demostró mejor respuesta en ambos patrones con un promedio de 3.535 g, este resultado fue obtenido debido a que el nivel b6 en combinación con trichoderma posee el mayor contenido de nutrientes en comparación con los demás niveles de nutrición evaluado.

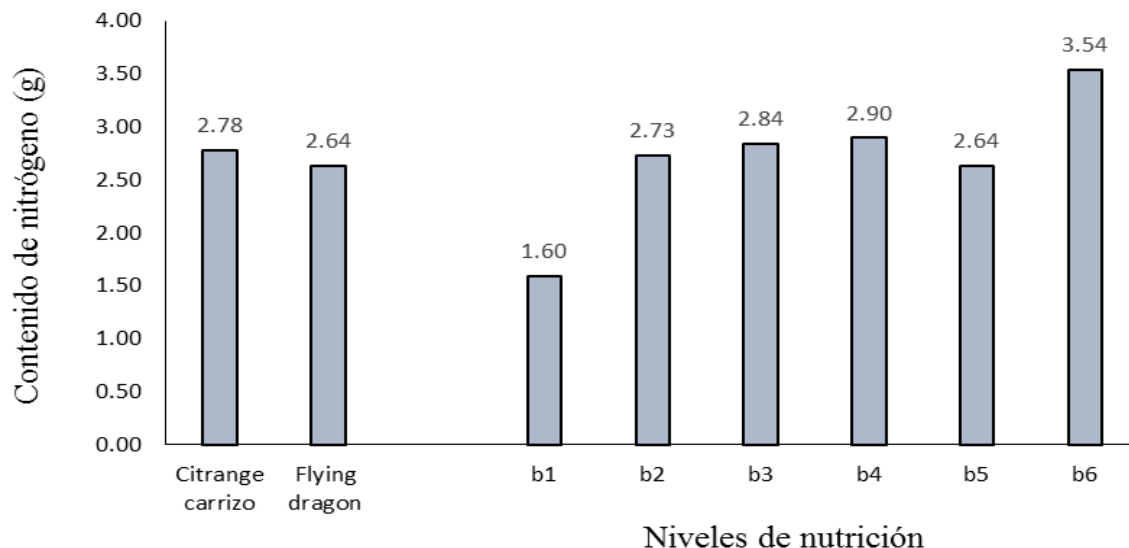


Figura 26. Contenido de nitrógeno en la materia seca por especies y niveles de nutrición.

5.7.2. Contenido de nitrógeno por interacción patrón – nutrición.

Basado en el análisis de varianza se determinó que la interacción patrón – nutrición, presentó diferencias estadísticas altamente significativas (<0.0001), siendo la internación *C. carrizo* – b6 la que obtuvo el promedio más alto con 3.67 g, (Figura 27) y superior al resto de los tratamientos ubicándose en la categoría A, seguido de la interacción *F. dragon* – b6 ubicándose en la categoría B. la característica del nivel de nutrición b6 es que tiene incorporado 15-15-15 + Urea (46 % N) + Aminoleat (20-20-20) + Trichoderma, sin embargo, la interacción de *C. carrizo* o *F. dragon* con el b1 tuvieron la respuesta más baja en la variable contenido de nitrógeno en la materia seca.

El nivel de nutrición b1 se caracteriza por tener los mismos componentes de nutrientes que el b6 excepto que no se incorpora Trichoderma, por lo que el comportamiento en los resultados se debe a la contribución para el nivel b6 por el papel que juega el organismo biológico en el proceso de mineralización de los nutrientes en el suelo obteniendo mayor disponibilidad aumentando los contenidos de nitrógeno en la planta. Se puede observar que ambos patrones

respondieron de forma positiva al nivel de nutrición b6, debido a que este contiene mayor cantidad de nutrientes en comparación con los demás niveles de nutrición (Figura 27).

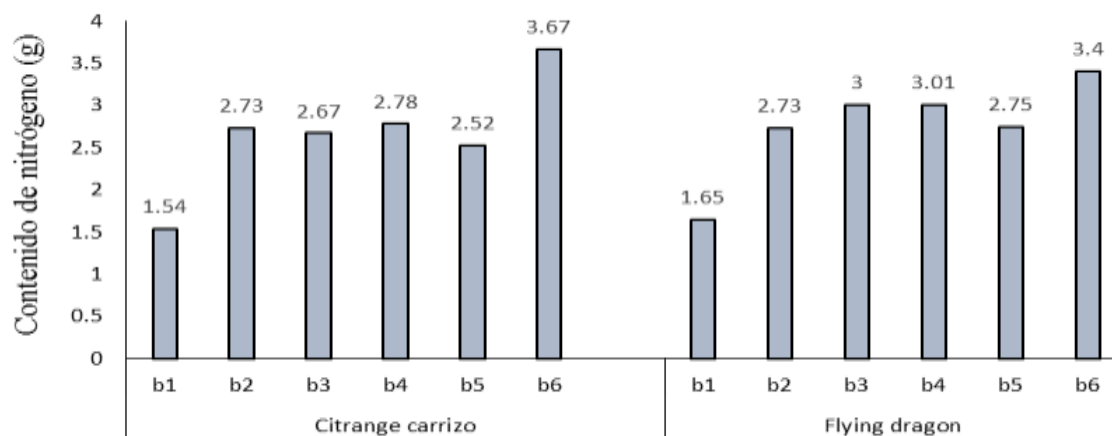


Figura 27. Contenido de nitrógeno por efecto de la interacción patrón – nutrición.

El análisis demuestra que los niveles de nutrición ejercen influencia en la concentración de nitrógeno de los patrones evaluados, también se observa que, el nivel b6 el cual contiene trichoderma respondió positivamente, por lo tanto, se puede decir que Trichoderma aumenta la capacidad de adsorción de nitrógeno en los patrones evaluados.

VI. CONCLUSIONES

El nivel de nutrición b5 (15 g N + 15 g P + 15 g K) obtuvo los mejores promedios estadísticos en las variables de crecimiento de la altura, diámetro del tallo, número de hojas, longitud de la raíz y materia seca por planta. Sin embargo, en las variables contenido de nitrógeno y área foliar mostraron la mejor respuesta en los niveles de nutrientes b6 (149 g N + 118 g P + 40 g k + 25 g *Trichoderma*) y b1 (149 g N + 118 g P + 40 g k) respectivamente.

El patrón *C. carrizo* supero a *F. dragon* en todas las variables evaluadas debido al rápido crecimiento y desarrollo que este tiene, el cual está asociado a las características genética de la especie lográndose los parámetros deseados para la injertación en un menor tiempo.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar *C. carrizo* con una dosis de fertilización de 15 g N + 15 g P + 15 g K con el portador aminoleaf, de forma edáfica una vez al mes durante 6 meses para obtener patrones vigorosos con las características adecuadas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Acevedo Acuña, B. O., y Lira Castellon, J. R. (2021). *Uso eficiente del nitrógeno en el patrón Citrange Carrizo bajo aplicación de 15N y asociado con microorganismos de la rizosfera en condición de vivero, 2019-2020*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.una.edu.ni/4391/1/tnp34a174.pdf
- Andrade-Hoyos, P., Rivera-Jiménez, M. N., Landero-Valenzuela, N., Silva-Rojas, H. V., Martínez-Salgado, S. J., y Romero-Arenas, O. (2023). Ecological and biological benefits of the cosmopolitan fungus *Trichoderma* spp. in agriculture: A perspective in the Mexican countryside. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(4), 366–377. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.06.005>
- Arrieta-Ramos, B. G., Villegas-Monter, Á., De Las Nieves Rodríguez-Mendoza, M., & Luna-Esquivel, G. (2014). Desarrollo en vivero de portainjertos de Cítricos. Con malformación de raíz. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 20(1), 29–39. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2012.06.034>
- Bravo Alcívar, M.C (2020). Evaluación de bioestimulantes como sustitutos parciales de fertilización nitrogenada en producción ecológica de maíz (*Zea mays* L.) [Tesis de Ingeniería, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Institucional. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2557/1/TESIS%20Y%20URKUND%20%20BRAVO%20ALCIVAR.pdf?cv=1
- Días-chouza, sadán. (2019). Evaluación de patrones trifoliados para cítricos en las condiciones de la empresa ARIMAO en Comanayagua, Cienfuegos. [Universidad de Matanzas]. <https://rein.umcc.cu/handle/123456789/837>
- Fischer, G., Torres, F., y Torres, J. (2014). Efecto de la temperatura del suelo sobre la planta. 1. Crecimiento y desarrollo. *Revista Comalfi*, 24(3), 78–92. <https://www.researchgate.net/publication/257069715>
- Gamarra Valenzuela, P.M (2022). *Principales tipos de injertos que se practican en plantas de cítricos, en Ecuador* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Babahoyo] . chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11335/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000186.pdf?cv=1&isAllowed=y&sequence=1
- Gladys, B. M., Zeledón, D. C., Arauz, P., Ramón, B., Noguera, E., y Rodriguez, M. (2012). *Informe Final IV Censo Nacional Agropecuario*. <https://www.inide.gob.ni/docs/Cenagro/INFIVCENAGRO/IVCENAGROINFORME/assets/common/downloads/Informe%20Final%20IV%20CENAGRO.pdf>
- Idrogo Vásquez, B.G (2019). *Efecto del npk del suelo y el piso altitudinal en la acidez del mucílago del cacao criollo (theobroma cacao l.) en el distrito de copallín, bagua, Amazonas* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de

- Amazonas]. Repositorio Institucional. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3256/Idrogo%20V%c3%a1squez%20Guillermo.pdf?cv=1&isAllowed=y&sequence=1
- Loli Figueroa, O. (2011). *Guía técnica curso taller Fertilización de cítricos*. https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Citricos/fertilizacion_de_citricos.pdf
- Martínez Aguilar., H.J y Álvarez Morales., S.R. (2024). *Comparación de contenedores y sustratos utilizados para el crecimiento de Citrumelo swingle en la etapa de vivero, 2022-2023*[Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.una.edu.ni/4749/1/tnf08m385.pdf?cv=1
- Martínez González, G. A., y Munguía Hernández, N. U. (2021). *Uso de cuatro técnicas de injertación en dos patrones trifoliata, y sus efectos en el prendimiento de yemas de lima tahití (Citrus latifolia L.), Masaya, 2021* [Tesis de Ingeniería, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/4461/1/tnf02m385.pdf>
- Medina, A., y Ancillo, G. (2014). Cítricos ornamentales en el banco de germoplasma del IVIA. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 1(3), 163–170. <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2068.%20VI%20Jornadas%20Ib%C3%A9ricas%20de%20Horticultura%20Ornamental/Producci%C3%B3n%20Viver%C3%ADstica%20II.%20Crecimiento%20y%20desarrollo.%20Material%20vegetal%20>
- Mengel, K., y Kirkby, E. A. (2000). Principios de la nutrición vegetal. In *Instituto Internacional de la Potasa Basilea, Suiza* (4th ed.). https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/66737/mod_resource/content/2/PRINCIPIOS%20DE%20NUTRICI%C3%93N%20VEGETAL.pdf
- Ordúz-Rodríguez, J. O. (2003). Evaluación de patrones en cítricos en suelos ácidos en condiciones de vivero en el Trópico Bajo de Colombia. *ACHACAGUA*, 7(9), 24–27. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17997>
- Santamaría Solís, L. (2021). Técnicas de Reproducción Asistida. Aspectos Biotéticos. Universidad Autónoma de Madrid, 37–47. <http://aebioetica.org/revistas/2000/1/41/37.pdf>
- Troiani, H. O., Prina, A. O., Muiño, W. A., Tamame, M. A., y Beinticincio, L. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía* (Vol. 1). <https://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/botanica-morfologia-taxonomia-y-fitogeografia.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de Altura de planta por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt

fuelle de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	valor F	valor p
interacción	11	63252.8359	5750.25781	45.18	<.0001
error	227	28893.14737	127.28259		
Total	238	92145.98326			

R2: 0.686442

Anexo 2. Análisis de varianza de diámetro del tallo por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt

fuelle de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	valor F	valor p
interacción	11	57.4333333	5.2212121	7.93	<.0001
error	228	150.15	0.6585526		
Total	239	207.5833333			

R2:0.276676

Anexo 3. Análisis de varianza de numero de hojas por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt

fuelle de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	valor F	valor p
interacción	11	5308.1125	482.55568	12.48	<.0001
error	228	8813.35	38.65504		
Total	239	14121.4625			

R2:0.375890

Anexo 4. Análisis de varianza de área foliar por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt

fuelle de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	valor F	valor p
interacción	11	3329839.982	302712.726	118.05	<.0001
error	228	584666.875	2564.328		
Total	239	3914506.858			

R2:0.850641

Anexo 5. Análisis de varianza de contenido de nitrógeno por interacción patrón-nutrición a los 205 ddt

fuelle de variación	Grados de libertad	suma de cuadrados	cuadrado medio	valor F	valor p
interacción	11	41.08891667	3.73535606	3.55E+15	<.0001
error	108	0	0		
Total	119	41.08891667			

R2: 1.000000