



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DIRECCIÓN DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Trabajo de Tesis

Comparación de contenedores y sustratos utilizados para el crecimiento de *Citrumelo swingle* en la etapa de vivero, 2022-2023

Autores

Br. Hamilthon Javier Martínez Aguilar
Br. Santos Rafael Álvarez Morales

Asesores

MSc. Rodolfo Munguía Hernández
Ing. Jonathan José Dávila Jirón

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

Managua, Nicaragua
Marzo, 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. Heidy Corea Narváez
Presidente (Grado académico y
nombre)

Msc. Trinidad Castillo Arévalo
Secretario (Grado académico y
nombre)

Ing. Agr. Luis Ruiz Obando
Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: Managua, Nicaragua, 01 marzo del 2024

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico principalmente a Dios que me permitió culminar mis estudios, por la vida y por tantas bendiciones de cada día. También a mi padre **Medardo Álvarez Delgadillo** y mi madre **Jacinta Morales Urbina**, con esfuerzo y dedicación han logrado mi meta en todo el proceso de mi formación profesional, sin ellos no hubiera sido posible realizar este proceso durante los cinco años de preparación en la universidad Nacional Agraria.

Por sus consejos que siempre me ayudaron a crecer como profesional y a servir a quien más lo necesita, los buenos valores que siempre he puesto en práctica y lo que me han servido en todo el proceso de formación profesional, siendo de mucha importancia para el crecimiento de nuestra vida profesional como en la vida cotidiana.

Br. Santos Rafael Álvarez Morales.

DEDICATORIA

Primeramente, a **Dios** padre, **hijo** y **espíritu santo** por haberme concedido el privilegio de culminar el estudio profesional, además por otorgarme la salud, el entendimiento, la motivación en todo este proceso académico, a pesar de todo siempre me guardó y estuvo a mi lado como escudo protector.

A mi madre **Francisca Aguilar Calero**, padre **Modesto Martínez Cienfuegos**, hermana **Aricela Pahola Martínez Aguilar**, como también a **María José Amador Torrez** y **Ruth Nohemí Urbina Amador**, quiénes siempre me aconsejaron y motivaron a seguir hacia adelante.

Br. Hamilthon Javier Martínez. Aguilar

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por permitirnos la bendición de la vida, salud, sabiduría y entendimiento en todo el proceso de formación profesional.

Gracias a las autoridades de la Universidad Nacional Agraria por estudiar en tan prestigiosa universidad, por el apoyo de los cinco años de estudios, agradeciendo también a quienes han posibilitado todo este proceso de formación profesional.

A mis padres que han hecho posible lograr culminar con éxito mi carrera, a que siempre han luchado por mi para que yo pudiera culminar mis estudios universitarios, a mi tía Rosalía Delgadillo y mi prima Maribel que siempre me ayudaron en todo momento en los que yo más necesite y que siempre estuvieron pendientes de mí.

A nuestro asesor Ing. M. Sc. **Rodolfo de Jesús Munguía Hernández** por disponer de su tiempo en dirigirnos en el proceso de desarrollo de la investigación, además por compartir de sus conocimientos profesionales como facilitador de módulos.

Al ingeniero **Jonathan José Dávila Jirón** quien nos permitió la disposición de los materiales y el conocimiento técnico en campo para el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Citrumelo swingle	4
3.2. Semillero	4
3.3. Transplante al vivero	5
3.4. Desarrollo de los Portainjertos	5
3.5. Uso de sustratos	5
3.6. Uso de tubetes polipropileno negro	6
3.7. Uso de bolsas de polietileno negro	6
3.8. Manejo agronómico	6
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1. Ubicación del estudio	7
4.2. Condiciones climáticas	7
4.3. Diseño metodológico	7
4.3.1. Factor A: Tipos de contenedor	7
4.3.2. Factor B: Tipos de sustratos (S)	7
4.4. Variables evaluadas	8
4.4.1. Altura de la planta (cm)	8
4.4.2. Diámetro del tallo (mm)	8
4.4.3. Número de hojas	8
4.4.4. Área foliar (cm ²)	9

4.4.5.	Peso de biomasa por planta (g)	9
4.5.	Estimación económica	10
4.5.1.	Costo total	10
4.5.2.	Ingresos brutos	10
4.5.3.	Ingresos netos	10
4.5.4.	Relación beneficio costo	10
4.6.	Análisis de datos	10
4.7.	Manejo agronómico	11
4.7.1.	Semillero	11
4.7.2.	Elaboración de sustratos	11
4.7.3.	Transplante	12
4.7.4.	Riego	12
4.7.5.	Fertilización	12
4.7.6.	Control de maleza	13
4.7.7.	Poda	13
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
5.1.	Calidad nutrimental de los sustratos evaluados	14
5.2.	Altura del patrón (cm)	15
5.3.	Diámetro de tallo (mm)	19
5.4.	Número de hojas por planta	22
5.5.	Área foliar	25
5.6.	Biomasa por planta	28
5.7.	Análisis económico	30
VI.	CONCLUSIONES	34
VII.	RECOMENDACIONES	35
VIII.	LITERATURA CITADA	36
IX.	ANEXO	40

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Plan de fertilización del patrón <i>C. swingle</i>	12
2.	Contenido nutricional de los sustratos	14
3.	Cantidades de material requerido para el llenado de 1000 bolsas o tubetes	31
4.	Estimación económica de costos por tratamiento	33

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Comportamiento de contenedores en la variable altura de planta de <i>C. swingle</i> a los 30, 60, 90, 120, 150, 165, y 180 días después del transplante.	15
2.	Figura 2. Efecto de sustratos en la variable altura de <i>C. swingle</i> durante seis meses	17
3.	Interacción de contenedores y sustratos en la variable altura de planta <i>C. swingle</i>	18
4.	Comportamiento de contenedores en el diámetro de tallo del patrón <i>C. swingle</i>	19
5.	Efecto de sustratos en el diámetro del tallo del patrón en etapa de vivero en seis meses	20
6.	Interacción de sustratos más contenedores en la variable diámetro del tallo	21
7.	Efecto de contenedores en el número de hojas por planta del patrón <i>C. swingle</i> durante seis meses	22
8.	Efecto de sustratos en el número de hojas por planta del patrón <i>C. swingle</i> en la etapa de vivero durante seis meses	23
9.	Interacción de sustratos más contenedores en número de hojas por planta del patrón <i>C. swingle</i>	24
10.	Área foliar de las plantas de <i>C. swingle</i> en contenedores bolsa y tubete en etapa de vivero a los 180 días después del transplante.	25
11.	Área foliar de las plantas respecto al sustratos en 180 ddt	26
12.	Interacción de los tratamientos en el área foliar de las plantas a los 180 ddt	27
13.	Comportamiento de las plantas en sustratos y contenedores en biomasa <i>C. swingle</i> durante seis meses	28
14.	Efecto de sustratos en biomasa por planta en el patrón <i>C. swingle</i> durante seis meses	29
15.	Interacción de sustratos más contenedores en biomasa por planta en el patrón <i>C. swingle</i> durante seis meses	30

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Efecto de contenedores en la variable altura de la planta de <i>C. swingle</i> a los 30, 60, 90, 120, 150, 165, y 180 días después del transplante	40
2. Efecto de sustratos en la altura de la planta de <i>C. swingle</i> en etapa de vivero durante seis meses	40
3. Interacción de sustratos más contenedores en la variable altura de la planta de <i>C. swingle</i> .	40
4. Comportamiento de contenedores en el diámetro del tallo en el patrón <i>C. swingle</i> durante seis meses	41
5. Efecto de sustratos en el diámetro de tallo del patrón <i>C. swingle</i> en etapa de vivero durante seis meses.	41
6. Interacción de sustratos más contenedores en la variable diámetro del tallo <i>C. swingle</i>	42
7. Comportamiento de contenedores en el número de hojas por planta del patrón <i>C. swingle</i> durante seis meses	42
8. Efecto de sustratos en el número de hojas por planta del patrón <i>C. swingle</i> en la etapa de vivero durante seis meses	42
9. Interacción de sustratos más contenedores en número de hojas por planta del patrón <i>C. swingle</i>	43
10. Área foliar en contenedores para el crecimiento del patrón <i>C. swingle</i> en etapa de vivero a los 180 ddt	43
11. Área foliar por planta en los diferentes sustratos utilizados para su crecimiento	43
12. Interacción de contenedores y sustratos en área foliar de las plantas en los diferentes tratamientos a los 180n ddt	44
13. Comportamiento de contenedores en biomasa de las plantas <i>C. swingle</i> durante 180 días después del transplante	44
14. Efecto de sustratos en biomasa por planta en el patrón <i>C. swingle</i> a los seis meses	44
15. Interacción de sustratos más contenedores en biomasa por planta en el patrón <i>C. swingle</i> durante seis meses	45
16. Plano de campo tratamientos en contenedores	46
17. Tratamientos por contenedor	47
18. Desmalezado de plantas en tubete	47

19.	Desmalezado en bolsa	47
20.	Conteo de numero de hojas por planta	47
21.	Atomización de las plantas con fertilizantes	48
22.	Medición de altura de la planta	48
23.	Medición de diámetro del patrón	48
24.	Limpieza de la planta para el peso de biomasa	48
25.	Plantas para el peso de biomasa	49
26.	Plantas para biomasa fresca y seca	49
27.	Muestra seca de plantas	49

RESUMEN

El estudio se efectuó en el invernadero de Cítrico del Organismo Internacional Regional de Sanidad (OIRSA), ubicado en la unidad experimental Finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicado en el kilómetro 30 carretera Tipitapa, Masaya, Municipio de Nindirí, Nicaragua. Se compararon cuatro sustratos (S1 : tierra 50 % + estiércol de bovino 30 % + arena pómez 10 % + cascarilla de arroz 10 %; S2: tierra 50 % + compost 30 % + arena pómez 10 % + cascarilla de arroz 10 %; S3: tierra 50 % + Lombrihumus 30 % Kekkila de coco 10 % + cascarilla de arroz 10 % y S4: tierra 50 % + gallinaza 30 % + Kekkila de coco 10 % + arena pómez 10 %) y dos contenedores (bolsa de polietileno negro y tubetes) con diferentes porcentajes de volúmenes de materiales orgánicos e inorgánicos, estableciendo como material experimental el patrón *Citrumelo swingle*, en un arreglo en Diseño Completo al Azar (DCA). Se establecieron ocho tratamientos con 15 bolsas o tubetes con sus respectivas plántulas para un total de 120 plantas, se midieron las variables: altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, área foliar (cm²) y biomasa por planta (g), también se realizaron análisis químico y económico (relación beneficio costo) para cada uno los tratamientos. Como repuesta al análisis químico la mayor reserva de nutrientes se tuvo en el S3 y S4, en las variables evaluadas altura de la planta, diámetro del tallo y biomasa hubo similitud con los sustratos utilizados más el S2 las plantas manifestaron diferencia estadística en las variables número de hojas y área foliar, respecto a los contenedores el que mejor resultado obtuvo fue bolsa, siendo este mismo medio de cultivo donde las plantas mostraron mayor interacción, pero en términos económico el S1 es más rentable con índice de ganancia de 4.70 córdobas.

Palabra clave: plántulas, interacción, biomasa, área foliar.

ABSTRACT

The study was carried out in the Citrus greenhouse of the International Regional Health Organization (OIRSA), located in the experimental unit Finca El Plantel, property of the National Agrarian University (UNA), located at kilometer 30 Tipitapa highway, Masaya, Municipality of Nindirí, Nicaragua. Four substrates were compared (S1: soil 50% + bovine manure 30% + pumice sand 10% + rice husk 10%; S2: soil 50% + compost 30% + pumice sand 10% + rice husk 10%; S3 : soil 50% + Vermihumus 30% Coconut Kekkila 10% + rice husk 10% and S4: soil 50% + chicken manure 30% + Coconut Kekkila 10% + pumice sand 10%) and two containers (black polyethylene bag and tubes) with different percentages of volumes of organic and inorganic materials, establishing the Citrumelo swingle pattern as experimental material, in a Complete Random Design (DCA) arrangement. Eight treatments were established with 15 bags or tubes with their respective seedlings for a total of 120 plants. The variables were measured: plant height (cm), stem diameter (mm), number of leaves, leaf area (cm²) and biomass per plant (g), chemical and economic analyzes (benefit-cost ratio) were also carried out for each treatment. As a response to the chemical analysis, the largest nutrient reserve was found in S3 and S4. In the variables evaluated, plant height, stem diameter and biomass, there was similarity with the substrates used plus S2, the plants showed a statistical difference in the number variables. of leaves and leaf area, with respect to the containers, the one that obtained the best result was the bag, this same cultivation medium being where the plants showed greater interaction, but in economic terms the S1 is more profitable with a profit index of 4.70 córdobas.

Keyword: seedlings, interaction, biomass, leaf area.

I. INTRODUCCIÓN

En el año 2002, Roldan y Salazar en su publicación sobre Caracterización de la cadena de cítricos en Colombia, indicaron “que los cítricos pertenecen al género (*citrus*) de la familia de las rutáceas, habiendo varias especies entre ellas: las naranjas (*citrus sinensis*, *citrus aurantium*); los limones (*citrus limón*); las mandarinas (*citrus reticulata*, *citrus reshni*) y los pomelos (*Citrus paradisi Maef*)”, también en el documento mencionado se refieren al origen del género Citrus situandolo en el sureste de Asia y el centro de China, Filipinas y el archipiélago Indomalayo hasta Nueva Guinea, reseñando que las primeras variedades e híbridos de cítricos fueron el resultado de un largo proceso de identificación, colecta y reproducción de plantas silvestres (p.1).

Según Martínez y Munguía (2021) en "Nicaragua, los cítricos son considerados de importancia económica, dado que generan anualmente 24.5 millones de dólares, la producción está a cargo de 11 077 productores, en una superficie aproximada de 21 100 hectáreas”, la mayor extensión en área el mismo autor afirma que para “el cultivo de naranja dulce (*Citrus sinensis* L.) ocupa el 80 % (16 880 ha) de la producción total, mientras que el 10 % (2 110 ha) corresponde a mandarina (*Citrus reticulata* L.) y un 7 % (1 477 ha) a limones (*Citrus spp*)” (Martínez y Munguía, 2021, p.4).

“Del cruzamiento entre el *Pomelo Duncan* y *Poncirus trifoliata* se obtuvo el *Citrumelo swingle*, se está utilizando como patrón y ha sido estudiado a partir de 1940, llegando a ser muy popular en Florida por su alta resistencia y adaptación” (González y Tullo, 2019). También es considerado un “buen portainjerto adaptándose a los diferentes tipos de suelos tolerando al virus de la tristeza, a viroides que producen la exocortis y la cachexia o xilosporiasis y sensible a la cancrrosis, se recomienda su reproducción en viveros bajo cubierta plástica” (González y Tullo, 2019).

Según Najt *et al* (2011) han encontrado que el “portainjerto ejerce influencias en la variedad, que se manifiestan en la altura del árbol, precocidad, productividad, la calidad de los frutos, y especialmente aporta la resistencia agente externos, ya sea climáticos, fisicoquímicos del suelo o fitopatológicos.

El sustrato es la base, materia que sirve de sostén a un organismo vegetal en el cual transcurre el ciclo de la vida de la planta. Satisfaciendo las necesidades básicas de las plantas como el sostén, nutrición, protección y reserva de agua. De esta manera aportan los minerales y el agua para su desarrollo y crecimiento (Lozada, 2021).

El vivero de OIRSA ubicado en la finca experimental El Plantel, departamento de Masaya, reproducen el patrón de *C. swingle* de propagación sexual, semilla importada de EE. UU, con fines de injertar variedades de interés económico como: toronjas rojas, mandarinas, naranja y limones.

El sustrato utilizado en el vivero OIRSA para el crecimiento de patrones es una mezcla 50 % de tierra, 30 % estiércol de bovino + 10 % cascarilla de arroz + 10 % arena pómez, en el cual se ha trabajado desde hace 6 años y ahora surge la necesidad de probar el efecto del sustrato versus otras alternativas de mezclas de sustratos, así disponer del mismo o se toma la decisión de otro sustrato confiable para el crecimiento y desarrollo de la planta *C. swingle* en etapa de vivero.

En la etapa de crecimiento de las plantas en vivero, se ha utilizado comúnmente la bolsa polietileno a diferentes dimensiones (8 x 12 pulgadas), es de interés en esta investigación comparar la respuesta agronómica con respecto al contenedor tubete de polipropileno (4.92 pulgadas) entregado al vivero recientemente, así mismo, es evidente que la composición de los sustratos ejerce efecto sobre el crecimiento de las plantas, en consecuencia este experimento permitirá evaluar la mejor respuesta de las plantas, estas deberán presentar a los seis meses las características deseables para tomarse en cuenta para su posible injertación.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Comparar dos contenedores (tubetes de polipropileno y bolsas de polietileno) y cuatro tipos de sustratos utilizados en vivero durante el crecimiento vegetativo de la especie *Citrumelo swingle*.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el contenido nutricional de los sustratos utilizados para el crecimiento vegetativo de *Citrumelo swingle* en la etapa de vivero.
- Definir el contenedor y sustrato utilizado en la reproducción de patrones que presente el mejor crecimiento vegetativo.
- Determinar los costos de producción de plantas de *C. swingle* según el tipo de contenedores y sustratos.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Citrumelo swingle

González y Tullo (2019), mencionan que es un híbrido obtenido por el cruzamiento del pomelo *Duncan* y *P. trifoliata* dando como resultado diversidad de variedades de *Citrumelo*, el más conocido es *C. swingle*. Fue creado en Florida (EE. UU), se experimentó en California bajo el código CPB 4475. Hoy en día se lo conoce por ambas denominaciones.

Larico Cruz, (2015) demostró que el comportamiento de *C. swingle* en vivero es excelente, plantas formadas con poca tendencia a ramificar, uniformes y de buen desarrollo, resistencia al virus de la tristeza y a los viroides que producen la exocortis y la cachexia o xilosporosis, nemátodos y *Phytophthora sp*, además retrasa en la maduración del fruto, ideal para variedades de media temporada o tardías, en la variedad injertada resulta un árbol pequeño, precoz, productivo, fruta mediana a grande, calidad buena y corto periodo de cosecha (p. 18).

La reproducción sexual se lleva a cabo por medio de semillas en donde si hay fusión de células sexuales o sea que las plantas resultantes de esta unión pueden mostrar una transformación o variación de los caracteres hereditarios de la planta que les dio origen. En este caso es muy común la segregación (Hernández, 1991, p. 7).

3.2. Semillero

El semillero se construye elevando una capa de suelo a 15 o 20 cm de altura, la que es rodeada de preferencia con bambú. Las dimensiones pueden ser de 1.0 m a 1.2 m de ancho. La longitud dependerá del área a sembrarse. Si se construyen varios semilleros, hay que dejar unos 60 cm, entre ambos, para permitir el paso de trabajadores para su labor diaria. El suelo utilizado en la construcción del semillero debe ser de textura areno-arcillosa o franca, fértil, porosa y rica en materia orgánica bien descompuesta y nivelado para evitar encharcamientos de acuerdo al (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2018).

La siembra en invernadero tiene ventajas sobre los otros sistemas, ya que facilita el control de factores que intervienen como la temperatura, la nutrición, la germinación y la humedad, su desventaja es que requiere una mayor inversión inicial respecto a otros métodos, esto puede ser efectivo para aquellas empresas en viveros permanentes (Hernández, 1991). p. 15).

3.3. Trasplante al vivero

Según Irigoyen y Cruz, (2005), el trasplante se debe hacer cuando las plantas tengan entre 5 y 10 centímetros de altura y que posean un buen sistema radicular y se omite el trasplante cuando la semilla se siembra directamente en las bolsas. Cuando se usa este sistema de propagación, se recomienda sembrar de 1 a 2 semillas por bolsa, para luego hacer un raleo, después de sembrar, las bolsas se cubren con zacate u otra cubierta vegetal, para evitar el afloramiento de las semillas a la superficie por el salpique de agua y ayudar a conservar la humedad, cuando la plántula comienza a emerger se retira la cubierta.

3.4. Desarrollo de los Portainjertos

Según Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], 2019, los portainjertos en condiciones casa malla requieren periodo de desarrollo de 120 y 180 días, para alcanzar el diámetro de injertación de 5 a 8 mm y una altura de 20 y 30 cm, porque existen diferencias en el desarrollo del diámetro según el portainjerto además deben tener el desarrollo homogéneo, con crecimiento recto y sin ramificaciones.

3.5. Uso de sustratos

Según AGROSAVIA (2019), es importante utilizar sustrato previamente desinfectado con buenas características de fertilidad, combinando tres elementos como suelo, cascarilla de arroz y abono orgánico, en lo posible con adición de micorrizas (se aplican entre 5 y 20 g por planta). Debe ser poroso o suelto para que permita el desarrollo de las raíces, con retención de humedad suficiente y sin mucha carga de sales que generen deficiencias nutricionales.

Según Rucks *et al*, (2004), la condición física de un suelo determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.

“En todo caso la recomendación estándar es efectuar una mezcla por volumen 1/3 de materia orgánica, más un 1/3 cáscara de arroz compostada y 1/3 arena fina lavada, más una fórmula completa de fertilizante y cal dolomítica, si es necesario para corregir la acidez. Aunque lo ideal es hacer un análisis físico químico del sustrato antes de usarlo” (Soto et al., 2020).

Según, Medrano (2014), la preparación del suelo se debe realizar en el área del vivero, con la finalidad de dejar el sustrato homogéneo, la utilización de arena, gallinaza y una parte de tierra del lugar por ser más accesible permite reducir los costos.

3.6. Uso de tubetes polipropileno negro

Es un cono plástico de color negro, de 14.5 cm de largo y con un orificio superior de 3 cm de diámetro y otro en la parte inferior de 1.5 cm de diámetro. En este cono, la planta se desarrolla suspendida sobre el suelo utilizando una estructura plástica como soporte (bandejas) o estructuras metálicas en forma de camas (mallas), de modo que se produce la poda de raíces por luz y aire. Esta tecnología de tubetes también se aplica en la producción de plantas ornamentales y frutales. La principal ventaja de esta tecnología es que garantizan una perfecta formación de las raíces de las plántulas. (Sebastián, 2016)

3.7. Uso de bolsas de polietileno negro

Para el presente estudio en el vivero OIRSA (Finca El Plantel) se utilizaron bolsas de 8 × 12 pulgadas, bolsas de polietileno en las que se pueden depositan ocho libras de sustrato, en la mayoría de los viveros que reproducen árboles de especies cultivables, ornamentales, medicinales utilizan este tipo de material debido al fácil uso, tienen diferentes medidas según el desarrollo de los vegetales, además el OIRSA diseña sus propias bolsas con las medidas que ellos requieren para el desarrollo de patrones de cítricos.

3.8. Manejo agronómico

AGROSAVIA (2019), afirma que a los ocho días después de realizado el trasplante se recomienda la primera fertilización líquida dirigida al sustrato, con un fertilizante compuesto a base de nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O), según las fichas técnicas de los productos, se recomienda realizar al menos una fertilización mensual para favorecer el desarrollo de las plantas en condiciones adecuadas.

El autor anterior señala, “para la aplicación del riego, es necesario monitorear el contenido de humedad de los sustratos, manteniéndolos a capacidad de campo. Se recomienda utilizar el sistema por goteo, con goteros auto compensados de 2 a 4 litros por hora; el tiempo de riego dependerá del sustrato utilizado y del desarrollo de la planta”.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se efectuó en el invernadero de Cítrico manejado por Organismo Internacional Regional de Sanidad (OIRSA), ubicado en la unidad experimental Finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA), localizado en el kilómetro 30 carretera Tipitapa- Masaya, Municipio de Nindirí, en las coordenadas geográficas 12° 06' 57'' latitud Norte y 86° 05' 10'' longitud Oeste, con una altitud de 100 metros sobre el nivel del mar.

4.2. Condiciones climáticas

Durante los seis meses de investigación de octubre 2022 a abril 2023, se registraron temperaturas promedio máximas de 31 °C y mínimas de 22 °C, con precipitación de 13.34 mm durante el periodo de estudio según la estación meteorológica Finca El Plantel.

4.3. Diseño metodológico

El experimento consistió en comparar cuatro tipos de sustratos con diferentes porcentajes de materiales orgánicos e inorgánicos para valorar el crecimiento vegetativo del patrón *C. swingle* mediante el uso de contenedores bolsas de polietileno y tubetes de polipropileno negro. Se estableció un experimento Bifactorial (2 x 4) con ocho tratamientos en un arreglo en Diseño Completo al Azar (DCA), cada tratamiento estuvo constituido por quince plántulas o réplicas.

4.3.1. Factor A: Tipos de contenedor

A1: Bolsa de polietileno negro de 8 x 12 pulgadas (3,672 cm³).

A2: Tubete de material Polipropileno de 7.98 pulgadas de altura (714 cm³) de color negro con adición UV al 3 %, para evitar los efectos de la incidencia de los rayos solares.

4.3.2. Factor B: Tipos de sustratos (S)

S1: tierra 50 % + estiércol de bovino 30 % + arena pómez 10 % + cascarilla de arroz 10 % (se consideró el tratamiento testigo debido a que en el vivero se utiliza esta composición porcentual)

S2: tierra 50 % + compost 30 % + arena pómez 10 % + cascarilla de arroz 10 %

S3: tierra 50 % + Lombrhumus 30 % + Kekkila® 10 % +cascarilla de arroz 10 %

S4: tierra 50 % + gallinaza 30 % + Kekkila® 10 % + arena pómez 10 %

Por cada tratamiento se establecieron 15 bolsas y tubetes con su respectiva plántula de *C. swingle*, considerada cada unidad experimental, se requirieron para todo el experimento un total de 120 plantas (60 por contenedor). Cada una de las plantas fueron seleccionadas al azar para cada tratamiento, mediante el uso del método de las tarjetas.

4.4. Variables evaluadas

Se midieron las variables altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas a los 30, 60, 90, 120, 150, 165 y 180 ddt, también se tomó en cuenta las variables área foliar (cm²) y peso de biomasa por planta desde su transplante en contenedores (bolsa y tubete) y al finalizar etapa de campo donde las plantas permanecieron seis meses en vivero, además se tomó en cuenta el manejo agronómico, las plantas de cada tratamiento recibieron riego, fertilización, desmalezados, entre otras prácticas, a continuación, se describen cada una de ellas y el procedimiento realizado para su medición.

4.4.1. Altura de la planta (cm)

Con una cinta métrica se tomó la altura de las 120 plantas desde la base de la del tallo hasta la yema terminal efectuándose por tratamiento.

4.4.2. Diámetro del tallo (mm)

Se procedió a medir con vernier el diámetro del tallo de las 120 planta a 3 cm de altura de la base del tallo. A los 165 y 180 días del transplante adicionalmente se midió a 35 cm de altura de la base del tallo para determinar si alcanzaban el diámetro mínimo de 0.5 mm, que son medidas adecuadas para injertación.

4.4.3. Número de hojas

Se realizó el conteo de hojas cada mes en las 120 plantas en estudio, posteriormente se consideró como hoja, aquellas que se encontraban completamente extendidas en su posición normal.

4.4.4. Área foliar (cm²)

Al momento del transplante como línea base de estudio se seleccionaron al azar 10 plántulas provenientes del semillero, para la medición inicial del área foliar, se contabilizó el número de hoja de cada planta seleccionada, posteriormente se colocaron entre hojas de un libro para obtener una lámina sin ondulaciones y facilitar el escaneo de las mismas y mediante la herramienta ImageJ se obtuvo el área foliar por planta.

Al final del estudio se realizó el segundo momento de evaluación a los 180 ddt y consistió en seleccionar al azar cinco plantas por tratamiento y de cada planta se cortaron un par de hojas para un total de 10 hojas por tratamiento, se hizo el mismo procedimiento para obtener el área foliar.

4.4.5. Peso de biomasa por planta (g)

Al momento del transplante se procedió a extraer del semillero una muestra aleatoria de 10 plantas las que fueron tomadas como punto inicial de la medición de esta variable, las que se pesaron de manera grupal en balanza digital, con el peso total inicial se dividió entre el número de plantas para obtener un promedio peso fresco por planta. Fueron secadas por sus partes hojas, tallos y raíces de manera separadas en horno a 65 °C, hasta peso constante.

Al final el estudio se determinó la biomasa de cinco plantas por tratamiento a los 180 ddt seleccionadas al azar. A cada planta con ayuda de una tijera de podar se procedió al corte de raíz, tallo y hoja, registrando por separado el peso fresco.

Posteriormente se envolvieron en papel y seguidamente se llevaron a laboratorio donde se depositaron en el horno a una temperatura de 70 °C y se dejó por 72 horas, cuando las muestras estaban en estado seco se pesaron y se obtuvo el peso seco por cada parte de la planta.

4.5. Estimación económica

4.5.1. Costo total

Este proceso se realizó mediante la suma del valor total de los insumos, materiales y mano de obra implementada en el proceso de preparación de sustratos, establecimiento y crecimiento de las plantas en etapa de vivero en términos de 180 días.

4.5.2. Ingresos brutos

En este proceso se realizó mediante la sumatoria de la venta de mil plantas sin injertar por tratamiento con un valor considerado por OIRSA de 1.50 dólar el patrón.

4.5.3. Ingresos netos

Representa la ganancia una vez que se efectuó las liquidaciones del gasto total de todo el proceso de operaciones, en este caso la etapa de campo de la investigación.

4.5.4. Relación beneficio costo

Este proceso se realizó utilizando los ingresos totales de venta entre los costos totales de inversión para determinar el índice de ganancia por tratamiento y estimar la rentabilidad del uso de diferentes sustratos y contenedores en el crecimiento del patrón *C. swingle*.

4.6. Análisis de datos

Se organizó las bases de datos con ayuda del software Excel 2019 en la que se incluyeron todas las variables descritas. Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y separación de media de Tukey al 5 % de error con el programa estadístico SAS, con la intención de identificar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados en variable de altura, diámetro del tallo, área foliar y biomasa fresca y seca. El modelo estadístico correspondiente al diseño experimental utilizado fue un Modelo aditivo lineal para el Diseño completo al azar (DCA).

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \sigma_j + (\tau\sigma)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$i = 1, 2$ niveles de contenedores

$j = 1, 2$ niveles de sustratos

k = k-ésimo observación

Y_{ijk} = es el i-ésimo nivel de contenedores en la j-ésimo nivel de sustrato de la k-ésimo observación

μ = representa la media general de los tratamientos

τ_i = Efecto del i-ésimo contenedor

σ_j = el efecto del j-ésimo sustrato

$(\tau\sigma)_{ij}$ = efecto en el i-ésimo contenedor del j-ésimo sustrato

ϵ_{ijk} = error experimental

4.7. Manejo agronómico

El manejo agronómico del experimento en el interior del vivero se ejecutó conforme al itinerario técnico establecido por el OIRSA, para las operaciones en las áreas de semillero, plantas productoras de yema, patrones e injertos.

4.7.1. Semillero

Previamente a la siembra, se dejó reposar la semilla por 24 horas en agua para suavizar los tegumentos acelerando el proceso de germinación, se procedió a la siembra en un bancal de 6 m de largo por 1.20 m de ancho en pequeños orificios de tres cm de profundidad, utilizando únicamente sustrato de arena pómez, el cual pasó por un proceso desinfección con fungicida fosetil alumin[®] a dosis de 50 g en 20 l de agua aplicado con regadera.

4.7.2. Elaboración de sustratos

El compost y el humus de lombriz se obtuvieron del área de la finca Las Mercedes (Managua) propiedad de la Universidad Nacional Agraria, utilizando pala y zaranda, se procedió a separar los organismos vivos (lombrices) y partes vegetativas gruesas que aún no estaban descompuestos, el material se depositó en sacos hasta su utilización.

De la granja avícola vecina a la finca El Plantel de la Universidad Nacional Agraria, se obtuvieron seis sacos de gallinaza y fueron trasladados al vivero OIRSA.

La Cascarilla de arroz, kekkila[®], piedra pómez y estiércol de bovino fueron proporcionados en el vivero OIRSA.

Del área cercana al vivero utilizando rastrillo se procedió a la limpieza del área, además con una pala se extrajo tierra fértil de la capa superficial de aproximadamente a 25 cm de profundidad, seguidamente se tamizó en una zaranda metálica y lo obtenido se depositó en sacos y trasladado al área de mezcla de sustratos.

Una vez recolectado los materiales para la preparación de los sustratos, se realizó la incorporación de materiales, en una homogenizadora manual se mezcló cada sustrato por separado, una vez mezclado los sustratos se desinfectó con agua caliente evitando futuras afectaciones de plagas insectiles y enfermedades, se dejó reposar por 4 horas y se procedió al llenado de contenedores (bolsa, tubete).

4.7.3. Transplante

Cada una de las plantas fueron seleccionadas al azar para cada tratamiento mediante uso del método de las tarjetas y se ubicaron en los contenedores. Se realizó el transplante a los 60 días después de la siembra en el semillero, cuando habían alcanzado 10 cm de altura y cinco hojas promedio por planta.

4.7.4. Riego

Se aplicó riego por microaspersión efectuándose día por medio durante el experimento, para la reducción del estrés y mejorar el movimiento de los nutrientes en la solución del agua, además mantener el crecimiento del patrón en la etapa de vivero

4.7.5. Fertilización

Se utilizaron fertilizantes sintético y orgánico para estimular la planta en el proceso metabólico, como se muestra en Cuadro 1:

Cuadro 1. Plan de fertilización del patrón C. swingle en etapa de vivero

No.	Fuente, dosis y forma de aplicación	Frecuencia de aplicación (octubre 2022 – abril 2023)
1	Aminoleat 20-20-20 [®] +EM + NPK 18-46-0 [®] aplicado al Drench	Mensual
2	Plasma vegetal [®] , aplicado de forma foliar	Cada 15 días

4.7.6. Control de maleza

El manejo de arvenses se realizó de forma manual efectuándose cada mes durante los seis meses de evaluación del ensayo, minimizando la competitividad por luz, agua, y nutrientes.

4.7.7. Poda

En el cuarto y quinto mes, mediante el uso de una tijera de podar se realizó el corte de todas aquellas ramas no deseadas en las plantas, favoreciendo al crecimiento homogéneo del patrón.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Calidad nutrimental de los sustratos evaluados

En el análisis químico realizado a los sustratos en la reproducción de *C. swingle* se obtuvo que en materia orgánica el S3 fue de 17.04 % y S4 de 10.49 %, los contenidos de nitrógeno el S3 fue de 0.60 %, y S4 0.52 %, mientras que el fósforo el S4 dio 95.40 ppm, el S1 con 37.82 ppm y el S3 obtuvo un 32.69 ppm. La capacidad de intercambio catiónico los sustratos S3 dio 51.19, S1 con 42.66 y S4 obtuvo 42.26 en meq por 100 g de suelo (Cuadro 2), los S3 y S4 presentaron mayores reservas en los elementos mencionados, esto se debió al contenido de materia orgánica presente en las mezclas, mientras que el S1 y S2 presentó menos reserva de nutrientes (Cuadro 2).

Cuadro 1. Contenido nutricional de los sustratos utilizados en la investigación

Variables	S1	S2	S3	S4
Materia orgánica (%)	7.55	3.81	17.04	10.49
Nitrógeno total (%)	0.28	0.17	0.60	0.52
Fósforo (ppm)	37.82	15.46	32.69	95,40
Potasio (meq por 100 g de suelo)	1.74	2.17	3.46	3.60
Capacidad de intercambio catiónico (meq en 100 g de suelo)	42.66	25.40	51.19	42.26

ppm: partes por millón, meq: miequivalente

Intagri (2016), encontró un 0.9 % de nitrógeno en las compostas, pasando por un proceso de maduración previo a su incorporación al campo, con la desventaja de que se pierde alta cantidad y disponibilidad de nitrógeno, técnicos de campo optan por aplicaciones de abonos orgánicos fresco, lo que es más recomendado evitando la pérdida de nitrógeno disponible.

Según Román y Martínez *et al* (2013), el compost contiene elementos en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes sintéticos. Una de las ventajas del compost es que se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación. Este mismo estudio afirma que el Nitrógeno, (1% - 4%) es el motor del crecimiento de la planta ya que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas. El Fósforo, (0,1% - 0,4%) de reserva juega un papel importante en la transferencia de energía, por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis. El

fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde el pH limita su disponibilidad, favoreciendo la fijación. El potasio, (1% - 4%) de reserva es vital en la síntesis de carbohidratos, proteínas, estructura de la planta y bien suministradas con potasio sufren menos de enfermedades.

Estrada (2005), indicó que el uso de la gallinaza como abono orgánico es la opción más viable para su empleo, tanto que constituye una forma de reciclaje natural por su bajo costo. Pero el uso de gallinaza fresca puede producir efectos adversos al suelo y a las plantas, se recomienda descomponer antes de su uso.

5.2. Altura del patrón (cm)

En la variable altura de la planta para el factor contenedor bolsa mostró diferencias significativas favorables al contenedor bolsa, finalizando con un crecimiento de 82.48 cm de altura, mientras que el contenedor tubete logro una altura de 51.36 cm, lo que implica una diferencia de 31.12 cm (Figura 1 Anexo 1).

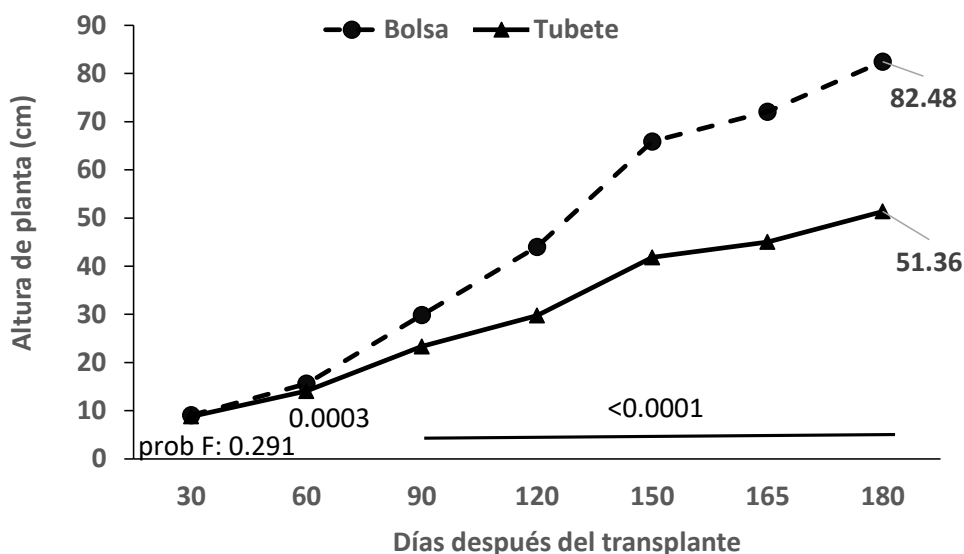


Figura 1. Comportamiento de contenedores en la variable altura de planta de *C. swingle* a los 30, 60, 90, 120, 150, 165, y 180 días después del transplante.

A los 180 ddt bolsa mostró un mayor crecimiento, mientras que en Tubete las plantas no presentaron el mismo crecimiento debido al poco volumen de sustrato y espacio que representaba el recipiente. En los primeros dos meses estadísticamente ambos

contenedores muestran similitud debido a que las plántulas aún tenían porte pequeño y no demandaban mucho espacio y sustrato.

"La descripción del crecimiento de las plantas es importante para conocer las características de la dinámica de evolución de una especie y para analizar la influencia de diferentes factores sobre el desarrollo de esta. En los últimos años se ha trabajado mucho en la aplicación de diferentes funciones matemáticas para describir el crecimiento en diferentes cultivos como: papa, cítricos, tomate, café y caña de azúcar" (López *et al.*, 2003).

Arango *et al.*, (2010) afirmaron que el "patrón debe crecer recto y sin ramificaciones para ser injertado a 30 cm de altura, como medida preventiva contra *Phytophthora* y en el caso de Cuba esta distancia se acorta entre los 20 y 25 cm de altura. Cuando el 70 % de las plantas de una sección alcanzan un diámetro entre 5 y 8 mm a la altura propuesta para el injerto (lo cual ocurre aproximadamente entre 120 y 150 días después del trasplante), se procede a efectuar la injertación en los patrones que han sido previamente fertilizados con nitrógeno" (p - 18).

Este mayor crecimiento de la parte aérea facilitó el aumento del nivel de reservas de la planta y el incremento de su capacidad fotosintética, características ambas relacionadas directamente con la supervivencia y, sobre todo, con el crecimiento de plantas durante su periodo de establecimiento, Gutiérrez (como citó en Centeno *et al.*, (2016), menciona "que el tamaño de bolsa que más se utiliza para la propagación de cítricos es el de 6 x 12 pulgadas, una planta de cítricos puede ser injertado a 35 o 40 cm de altura a partir del cuello de la planta y cuando alcanza 70 a 80 cm de altura el patrón, se debe tener en cuenta el patrón utilizado debido a que influye la genética en el crecimiento del mismo" (p. 34).

En el efecto de los tipos de sustratos en la variable altura de planta, a los 30 y 60 ddt se presentaron diferencias estadísticas entre los sustratos favoreciendo al S2 y S3, mientras que a los 120 ddt hubo diferencias estadísticas en el sustrato S1 (tierra 50 % + estiércol de bovino 30 % + cascarilla de arroz 10 % + arena pómez 10 %) y S3 fueron superiores. A partir de los 150, 165 y 180 ddt no hubo diferencias estadísticas significativas entre los sustratos, alcanzando alturas entre 64.43 y 70.17 cm que corresponden con plantas de buen porte. (Figura 2, Anexo 2).

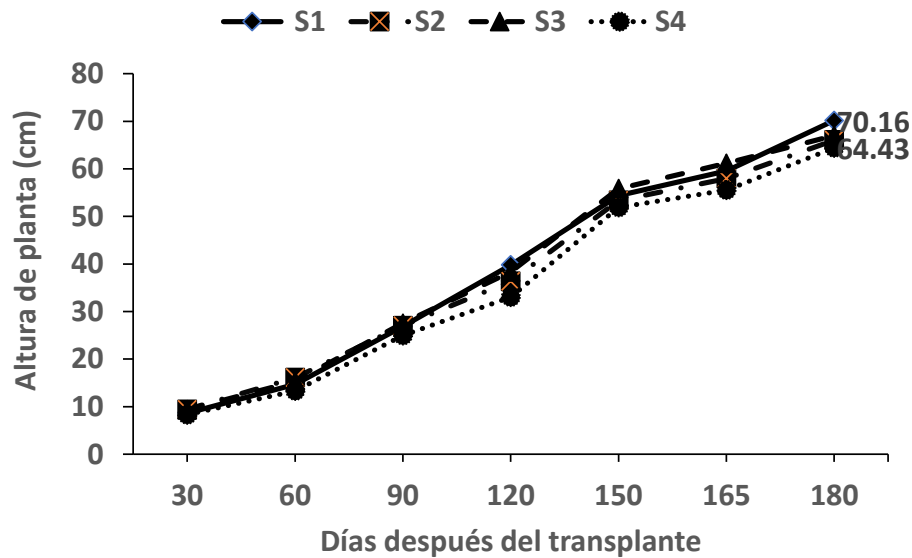


Figura 2. Efecto de sustratos en la variable altura de *C. swingle* durante seis meses

De acuerdo con Pérez Castillo (2022), la aplicación de gallinaza a las plantas incrementó 59,11 cm de altura comparado con el tratamiento testigo, con aplicación de humus las plantas incrementan en 37,69 cm y con bocashi crecieron en 30,89 cm y con el tratamiento testigo se obtuvieron plantas pequeñas.

Arévalo *et al.*, (2004), reafirmó lo indicado anteriormente por Pérez Castillo. el éxito del desarrollo de las plantas, depende de las reservas nutritivas del sustrato a usar en el vivero; el segundo factor, se debe a la proporción de Materia Orgánica donde resulta mejor, utilizar proporciones intermedias, ya que se logra mejor tamaño de planta, por el contrario, proporciones bajas da como resultado plantas de menor porte, debido que la concentración de macro y micronutrientes no satisface la demanda de la plantación.

En la interacción contenedores y tipos de sustratos en la altura de planta a los 30 y 60 ddt son estadísticamente similares con un crecimiento homogéneo, a partir de la los 90 ddt hasta los 180 ddt hubo diferencia estadística, la interacción del S1, S2, S3 y S4 son estadísticamente similares, se observa que bolsa fue mayor que tubete independientemente del tipo de sustrato utilizado (Gráfico 3, anexo 3).

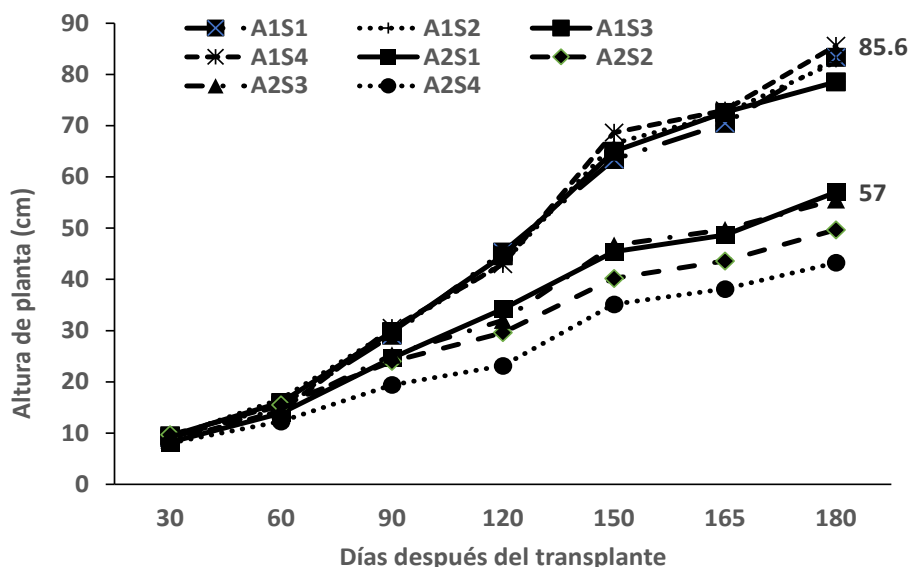


Figura 3. Interacción de contenedores y sustratos en la variable altura de planta *C. swingle*

Este resultado se debió a que el contenedor bolsa tiene mayor volumen ($3,672 \text{ cm}^3$) y por lo tanto tiene mayor cantidad de sustrato para el desarrollo de las raíces, lo que contribuyó a un mayor incremento de altura en el patrón de cítrico. En cuanto al contenedor tubete contiene menor volumen (714 cm^3), lo cual desarrolló sistema radical pobre y de poca longevidad lo que afectó al crecimiento del patrón, no pudiendo alcanzar el estándar de injertación, habiendo quedado demostrado que el contenedor bolsa fue mejor que el contenedor tubete, para el cumplimiento de *C. swingle* en etapa de vivero.

Según Fernández (2020), al efectuar “el análisis de la interacción sustrato por contenedor mediante la prueba de Tukey, encontró diferencia significativa en la longitud de tallo al utilizar abono colmatado - bolsa y abono colmatado – tubete, con promedios de 26.55 y 13.55 cm; respectivamente”.

5.3. Diámetro de tallo (mm)

En la variable diámetro de tallo en contenedores bolsa y tubete las plantas mostraron diferencias significativas entre contenedores, las plantas en bolsa superaron a las plantas en tubete con 3.79 mm de diámetro basal a los 180 días, se debió a la cantidad de sustrato que contuvo o el contenedor bolsa (3,672 cm³) y tubete (714 cm³), mediante esta diferencia de volumen las plantas desarrollaron un mejor sistema radicular, crecimiento más vigoroso, determinando que el contenedor bolsa es mayormente eficiente (Figura 4, Anexo 4).

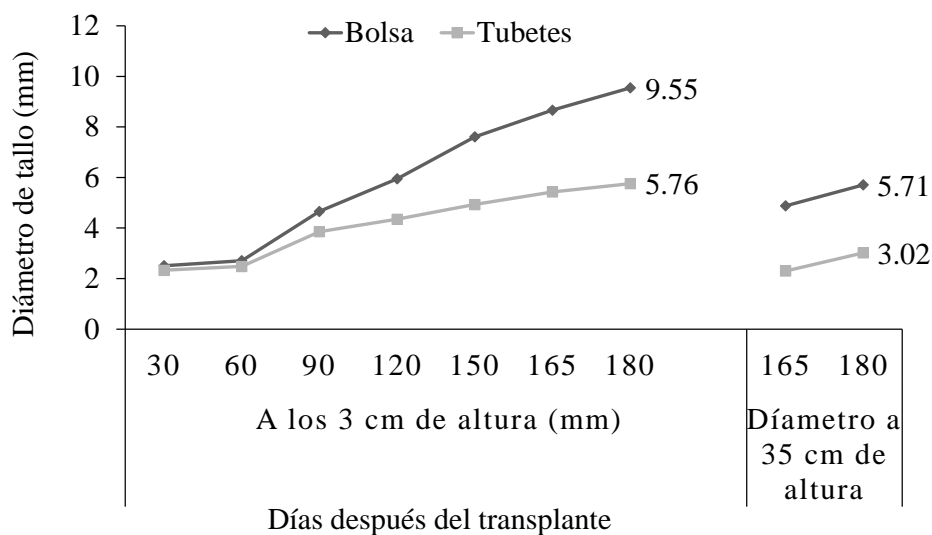


Figura 4. Comportamiento de contenedores en el diámetro de tallo del patrón *C. swingle*

Como parte del estudio se midió el diámetro del tallo de las plantas de ambos contenedores a los 165 y 180 ddt a 35 cm de altura con la finalidad de determinar el diámetro mínimo a injertar el patrón, obteniendo como resultados diferencia significativa entre contenedores (bolsa y tubete). A partir de los 165 ddt las plantas del contenedor bolsa alcanzó 4.88 mm y a los 180 ddt con 5.71 mm de diámetro lográndose concretar el grosor adecuado para tomar en cuenta la injertación, mientras que el diámetro de la planta en tubete fue de 3.02 mm en la última medición (Figura 4, Anexo 4).

Según investigación realizada por Quispe Gutiérrez (2019), encontró a los 120 días que el portainjerto *C. swingle* registró mayor altura y diámetro, utilizando bolsas grandes de (7 x 16) y bolsas medianas (8 x 13) pulgadas, este mismo autor utilizó como parámetro medir la

parte media del tallo a partir del cuello del portainjerto para determinar si presentaron el diámetro requerido para la injertación, además este estudio se desarrolló en 120 días para que las plantas expresaran el diámetro de injertación de (5 mm)., el contenedor bolsa 8 x 12 pulgada registró media de crecimiento menor (44.01 cm) respecto a la media del contenedor de mayor tamaño (61.87 cm) a los 120 ddt.

Al compararse los sustratos mediante la variable diámetro del tallo a los 30, 60, 90, 150, 165 y 180 ddt mostraron diferencias estadísticas, si bien el sustrato más sobresaliente fue el S3 seguido del S1, S2 y S4,(anexo 5) por otro lado, a los 165 ddt se determinó el diámetro de las plantas a 35 cm de altura de la base del tallo para comprobar el diámetro mínimo para injertar, habiendo comportamiento similares en los S1, S2 y S3 pero diferentes estadísticamente al S4, pero a los 180 ddt las plantas alcanzaron diámetros similares en los diferentes sustratos utilizados, quedando demostrado que las plantas se aproximaron al diámetro esperado de 5 mm, el cual se toma en cuenta como parámetro de injertación en patrones de cítricos (Figura 5, Anexo 5).

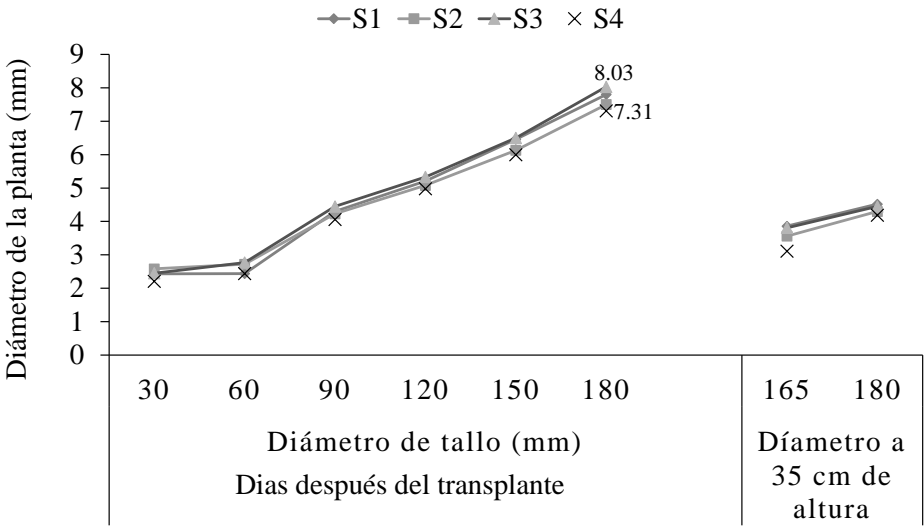


Figura 5. Efecto de sustratos en el diámetro del tallo del patrón en etapa de vivero en seis meses

Pérez Castillo (2022), encontró para el diámetro basal del tallo de la planta a los 198 ddt, se encontró que la gallinaza estadísticamente obtuvo el mayor diámetro por planta (8,44 mm) seguido por humus de lombriz (6,87 mm). Este efecto se debió a la reserva de Nitrógeno, Fósforo y Potasio que disponían los sustratos (p, 28).

En el estudio realizado por Valenzuela, (2019), al aumentar la dosis de sustratos se incrementó el diámetro del tallo, mientras que el testigo presentó menor diámetro de tallo (7.50 milímetros) y mostró diferencia estadística significativa con las plantas tratadas con 40 y 60 g de sustrato micorrizados que presentan 8, y 8.35 mm de diámetro. este análisis se realizó al séptimo mes de haberse inoculado las micorrizas en el sustrato (p.29).

En la interacción de contenedores y sustratos en la variable diámetro del tallo en la planta *C. swingle* mostró que el diámetro del tallo a los 30 y 90 ddt son estadísticamente similares en las interacciones sustratos y contenedores. A los 60, 120, 150, 165 y 180 ddt estadísticamente los tratamientos son diferentes entre contenedores, los tratamientos que contenían bolsas fueron superiores estadísticamente que los tratamientos en tubete, a pesar de usarse los mismos componentes de sustratos en ambos contenedores, el tamaño de ellos contribuyó a que las plantas pudieran desarrollarse mejor (Figura 6).

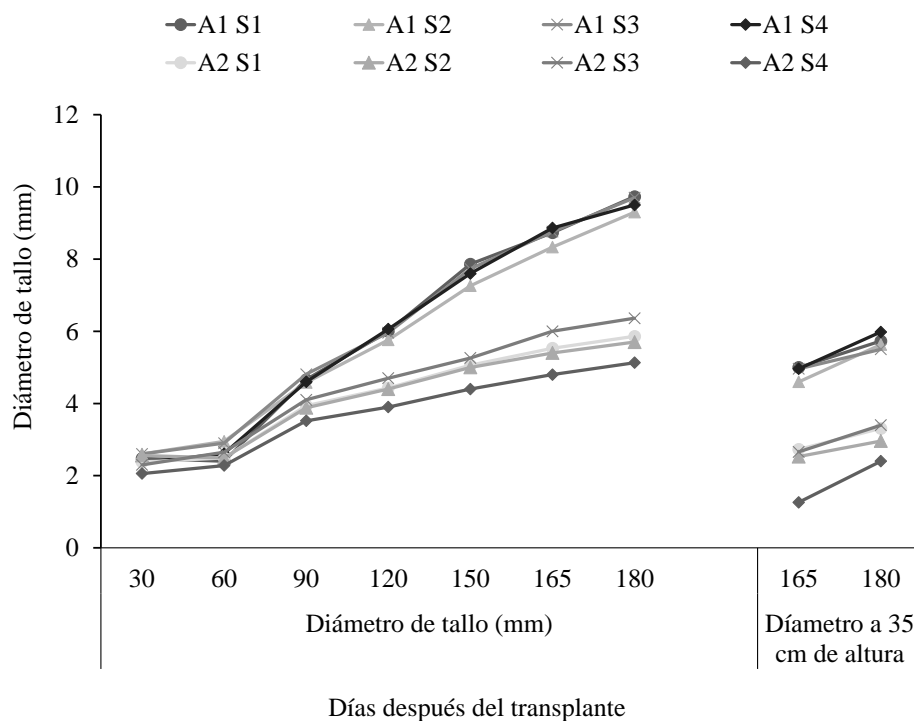


Figura 6. Interacción de sustratos más contenedores en la variable diámetro del tallo

5.4. Número de hojas por planta

En la variable número de hojas por planta según el tipo de contenedores, se encontró que hay diferencias estadísticas en todas las evaluaciones a los 180 ddt se contabilizaron 47.86 hojas por plantas en bolsa, y en el contenedor tubete 35.20 hojas por planta (Figura 7, Anexo 7).

El mayor número de hojas por planta en el contenedor bolsas se debió a una mayor absorción de nutrientes, más adaptación del patrón por el desarrollo de raíces, lo que proporcionó un mejor crecimiento de las plantas, al contrario, las plantas en el contenedor tubete mostró menor desarrollo debido a que no tenía suficiente espacio para desarrollarse debido al factor antes mencionado.

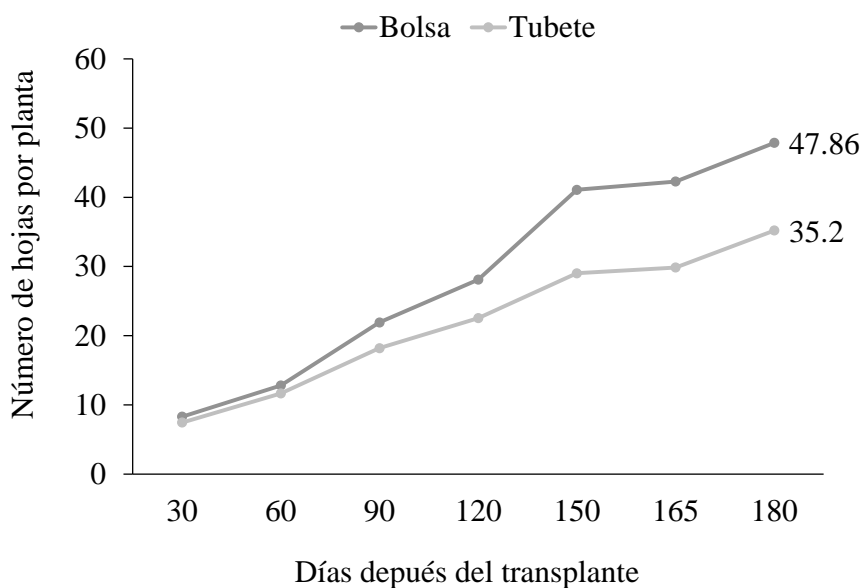


Figura 7. Efecto de contenedores en el número de hojas por planta de *C. swingle* durante seis meses

“Las hojas son órganos generalmente aplanados derivados de un meristemo caulinar apical, son los órganos fotosintéticos por excelencia de las plantas gracias a la enorme cantidad de cloroplastos que poseen sus células. Además, las hojas son las principales responsables de controlar la transpiración para evitar la pérdida excesiva de agua” (Megías *et al.*, 2023).

Gutiérrez (2019) reportó resultados similares con diferencias en el número de hojas, confirmando que el efecto principal es por el tamaño de bolsa y por la interacción de la bolsa y el patrón (portainjerto), con una media de 40.8 hojas por planta. También resaltaron la

importancia de las proporciones utilizadas, la M.O. y gallinaza (7:3) ocupó el primer lugar con 36,35 hojas por planta, el segundo resultado es de tierra agrícola y abono (8:2) con 35,49 hojas por planta, diferenciándose estadísticamente de las demás fuentes de M.O., mientras que las fuentes de M.O., gallinaza y no se obtuvo diferencias estadísticas a un nivel de abonamiento ($p = 39$).

Los efectos de los sustratos en el número de las hojas a los 30, 60 y 90 ddt no mostraron diferencias estadísticas, a los 120 ddt las plantas del S1 y S3 fueron similares entre sí, pero diferentes al S2 y S4, respecto a los 150 ddt el S2 y S3 mostraron similitud y diferentes al S1 y S4, continuando con la discusión de los datos a los 180 ddt hubo diferencias estadísticas en el número de hojas donde el S2 fue superior con 43.43 hojas por plantas, seguido por el S3 (42.39) y S1 (41.20) hojas, mientras que el S4 alcanzó menor número de hojas (39.46). Lo que demuestra que todos los sustratos obtuvieron buenos resultados en el contenedor bolsa, los que pueden ser utilizados para el crecimiento y desarrollo en plantas de cítricos bajo condiciones de viveros (Figura 8. Anexo 8).

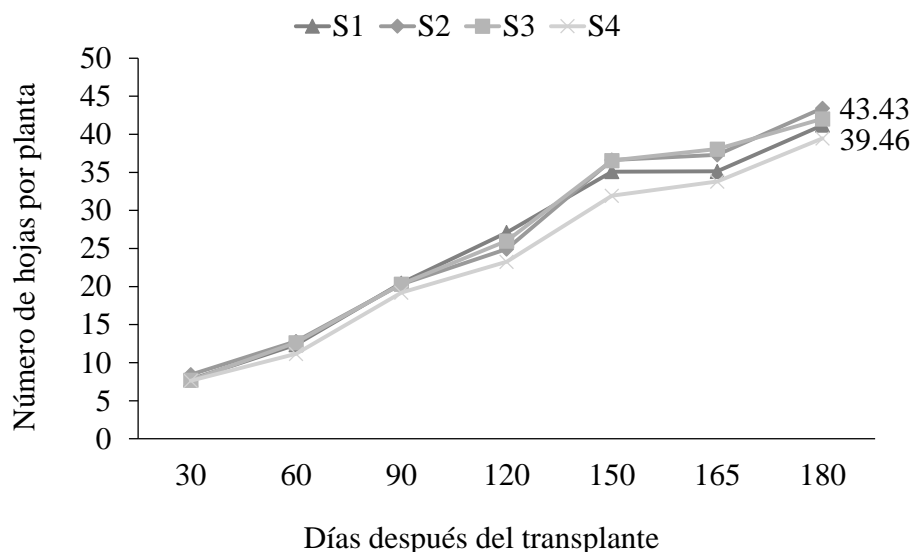


Figura 8. Efecto de sustratos en el número de hojas por planta del patrón *C. swingle* en la etapa de vivero durante seis meses.

En la interacción de contenedores y sustratos, a los 60 y 90 ddt no hubo diferencias significativas, sin embargo, de los 120 ddt hasta 180 ddt, el análisis de varianza realizado determinó diferencias significativas con los siguientes resultados: el contenedor bolsa más sustratos S3 se contabilizaron un promedio de hojas de 45.60 y S2 con 49.73 hojas por

plantas, por el contrario el contenedor tubete con S4 produjo un total de 30.73 hojas mientras que con S3 se obtuvo 38.46 hojas por planta (Figura 9).

Este comportamiento se debió a que el contenedor bolsa el espacio fue mayor por lo tanto hubo mayor absorción de nutrientes y mejor desarrollo del patrón, mientras que en el contenedor tubete las interacciones influyeron más lentamente, el crecimiento fue menor debido al poco espacio que tenían para que el patrón pudiera desarrollar las raíces y hubiera un mayor número de hojas, por tanto, se observa en la (Figura 9) una diferencia entre el contenedor bolsa con respecto al contenedor tubete.

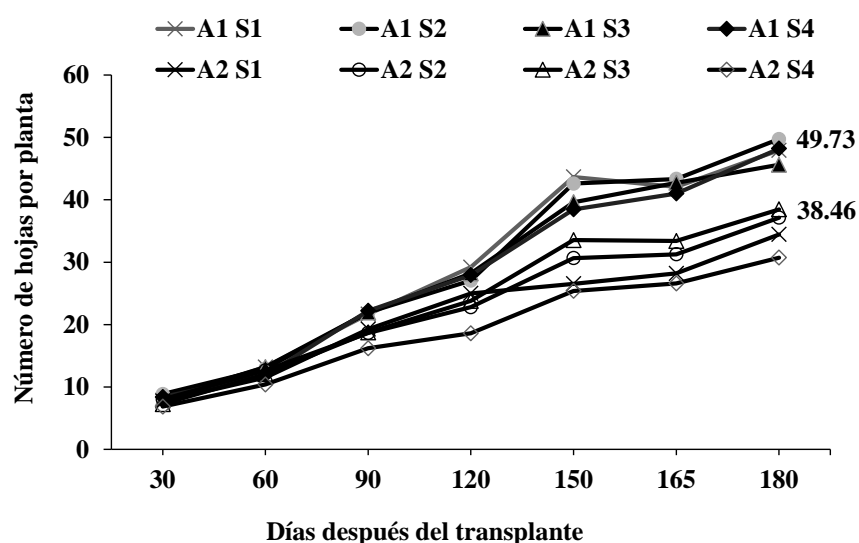


Figura 9. Interacción de sustratos más contenedores en número de hojas por planta de *C. swingle*

Otro hallazgo reportado por Pérez Castillo (2022), fue “el mejor sustrato es la gallinaza, resultante mayor altura, diámetro de tallo, número de hojas, este comportamiento lo explica aduciendo un buen contenido de materia orgánica, mayor contenido de nutrientes como P_2O_5 , Ca, Mg, Na, K, y Zn”, lo que favorece la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento y desarrollo de plantas.

Arévalo *et al.*, (2004), obtuvo similares resultados, el primer factor de éxito en el desarrollo de los plántones, depende de la riqueza nutritiva del sustrato a usar en los viveros; el segundo factor, se debe a la proporción de M.O., donde resulta mejor, utilizar proporciones 80 % de suelo agrícola y el 20 % de abono orgánicos (gallinaza, humus

de lombriz y bocashi) ya que se logra mejor tamaño de planta, por el contrario proporciones bajas da como resultado plantas de menor porte, debido a la baja concentración de macro y micronutrientes; también es debido a la disponibilidad de los nutrientes a la solución suelos (p. 24).

5.5. Área foliar

En la variable área foliar para el factor contenedores hubo diferencias estadísticas (Prob F: <0.0001), el contenedor bolsa superó al contenedor tubete (Figura 10, Anexo 10). Este comportamiento agronómico se debió a un mayor desarrollo vegetativo en el patrón de *C. swingle* debido al mayor volumen contenido de sustrato en las bolsas, por lo tanto, las plantas absorbieron más nutrientes a través de su sistema radical bien desarrollado, al contrario, paso con el patrón establecidos en el contenedor tubete no presentaron el crecimiento óptimo, por lo que, afecto en al tamaño de las hojas y número de hojas en cada planta.

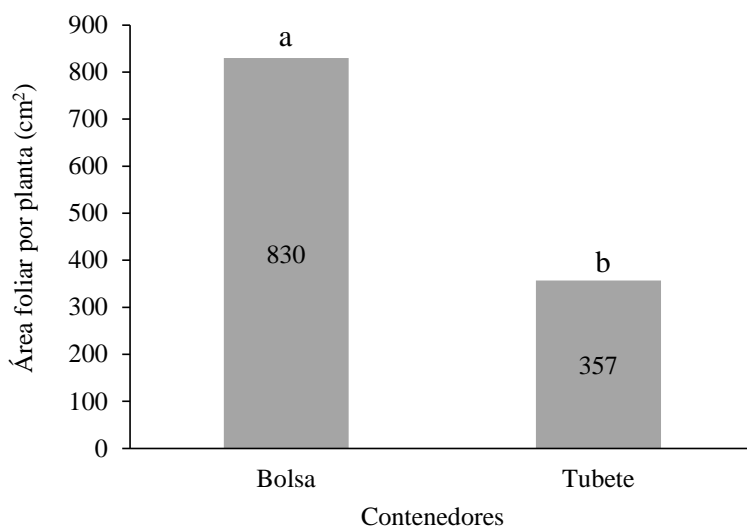


Figura 10. Área foliar de las plantas de *C. swingle* en contenedores bolsa y tubete en etapa de vivero a los 180 días después del transplante.

De acuerdo con Montoya, *et al.*, (2017), se ha comprobado que el área foliar es una variable relacionada directa o indirectamente con los procesos de crecimiento vegetativo, tasa de desarrollo, eficiencia fotosintética, evapotranspiración, uso de nutrientes y agua. En el

proceso de producción de la planta, la superficie foliar disponible está relacionada con la asimilación del carbono durante su ciclo de vida.

Según Pérez Castillo (2022), “la mayor área foliar fue el sustrato gallinaza con un valor de (695.77 cm²) durante 198 ddt, seguido por el sustrato humus de lombriz (488. 33 cm²)” demostrando que “el sustrato gallinaza, fue superior en reserva de nutrientes de M.O. (42.92 %), P (4.23 %) y K (1.79 %)”, los resultados de este estudio muestran similitudes con la composición de los sustratos gallinaza (S2) y lombrihumuz (S1) donde las plantas evaluadas obtuvieron mayor área foliar transcurrido 180 días después del trasplante.

La variable área foliar para el factor sustratos hubo diferencias estadísticas (Prob F: <0.0001), la mayor área foliar se registró en el S2 con 630 cm² seguido por S1 (601 cm²) y S3 (580 cm²), indicando que estos sustratos mencionados hubo mayores reservas de nutrientes disponibles para la planta, mientras que el S4 quedo afectado por el uso de gallinaza no bien descompuesta y su poca disponibilidad de nutriente en el transcurso del tiempo de 180 ddt afecto el crecimiento de las plantas.

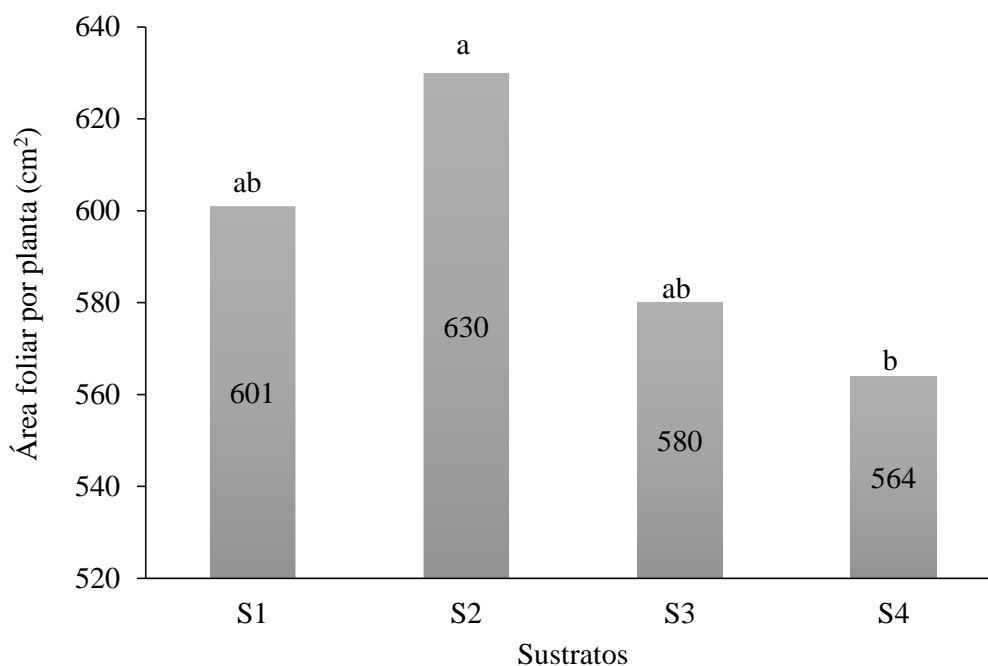


Figura 11. Área foliar de las plantas respecto al sustratos en 180 ddt

Arrieta, *et al.*, (2014), encontraron que el "área foliar de Limón '*Volkameriano*' fue de (188 cm²) superior a *Citrango 'Carrizo'* que a su vez superó a *Citrumelo 'Swingle'*. lo cual explica el sobresaliente vigor de este portainjerto, debido al mayor lamina fotosintético", las plantas de *C. swingle* obtuvieron mayor área foliar en los diferentes sustratos y contenedores utilizados respecto a las tres variedades de limón expuesta por Arrieta.

En la interacción del uso contenedores y sustrato en la área foliar hubo diferencias significativas (Prob F: <0.0001), siendo los tratamientos en bolsa que mostraron mayor interacción donde las plantas desarrollaron una mayor lamina foliar, quedando reflejado que en el S2 (907 cm²) y S3 (885 cm²) se dieron la mayor área foliar (Figura 12), respecto a la interacción en tubete fue menor, dado efecto se debió a que las plantas a partir del cuarto mes mostraron un déficit en el crecimiento del patrón, circunstancia que se atribuye al poco espacio del contenedor tubete el cual la planta se encontró limitada en sustratos y en nutrientes.

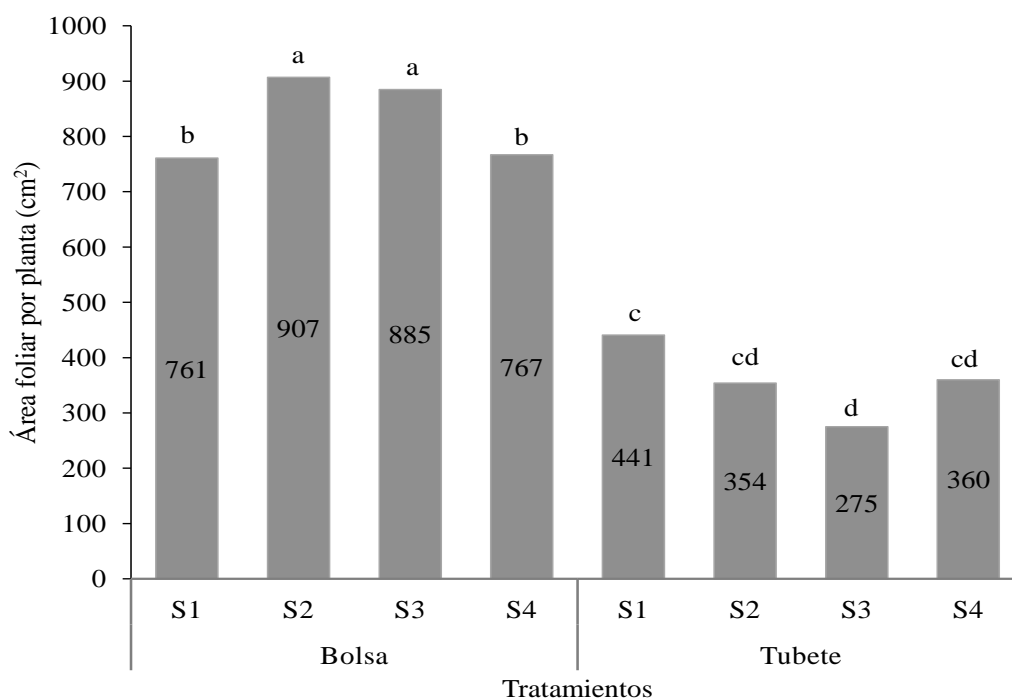


Figura 12. Interacción de los tratamientos en el área foliar de la planta a los 180 ddt

5.6. Biomasa por planta

En la variable de biomasa por planta se tomaron en cuenta biomasa fresca de raíz, tallo, hojas y biomasa total y peso de biomasa seca de raíz tallo, hojas y biomasa total por contenedor, donde mostraron diferencias significativas para el contenedor bolsa registró mayores pesos (Figura 13).

Resultados similares coinciden con los reportados por Osorio, *et al.*, (2017) en Medellín, Colombia afirman que el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*) utilizando diferentes tamaños de contenedor. Donde la mayor biomasa total por planta se dio en contenedores de tubete de 45 y 70 cm de altura, con peso promedio de 20,97 g y menor biomasa en contenedor pequeño de 25 cm de altura. Este crecimiento diferencial se puede atribuir al mayor y significativo desarrollo de la raíz, dado el volumen del contendor, factor que también favoreció a las plantas del contenedor bolsa y afecto el crecimiento y desarrollo de la planta *C. swingle* en contenedor tubete (p. 5).

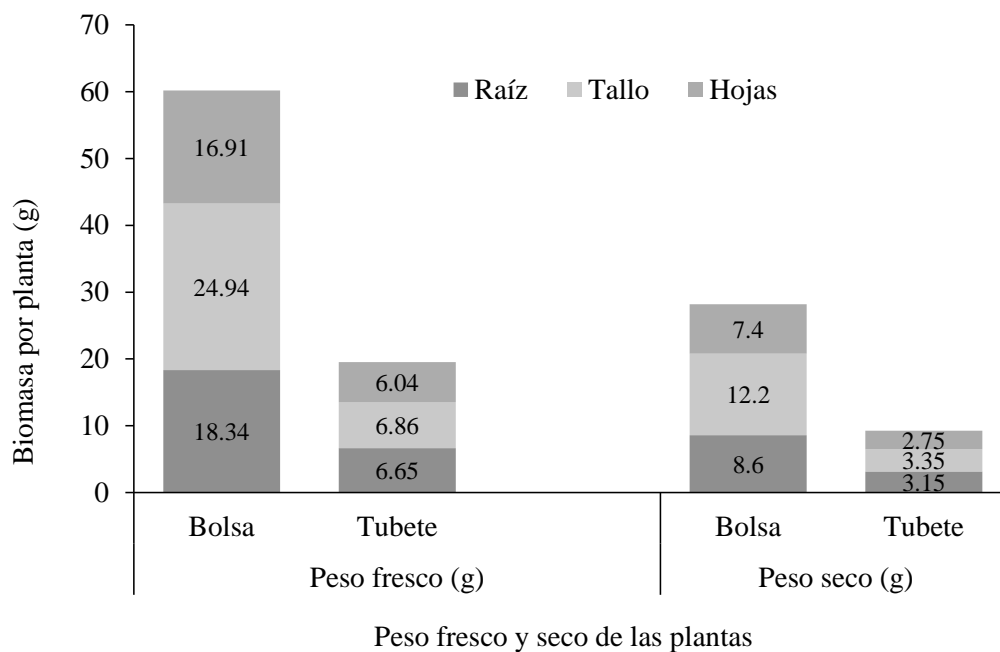


Figura 13. Comportamiento de las plantas en sustratos y contenedores en biomasa *C. swingle* durante seis meses

En el análisis estadístico de la variable peso de biomasa fresco y seco de las plantas en los diferentes sustratos y contenedores, en los resultados obtenidos en peso fresco de raíz y hoja del S1, S3 y peso seco de hojas del S1, S3 estadísticamente son similares diferenciándose al peso fresco de raíz y hoja del S2 y S4 y peso seco de hojas en el S2 y S4 (Figura 14).

Respecto al peso fresco del tallo no se encontraron diferencias significativas, habiendo una homogeneidad en biomasa de las plantas en los sustratos utilizados, la parte del tallo es la que aportó mayor biomasa fresca y seca (Figura 14). El efecto de los sustratos utilizados, el peso total fresco el S1 y S3 son similares y diferente al S2 y S4, en cuanto la mayor biomasa por sustratos fue S2 con 43.94 g seguido S3, S1 y menor biomasa S4 (32.19 g), sin embargo, en peso seco total no hubo diferencia estadística (Anexo 14).

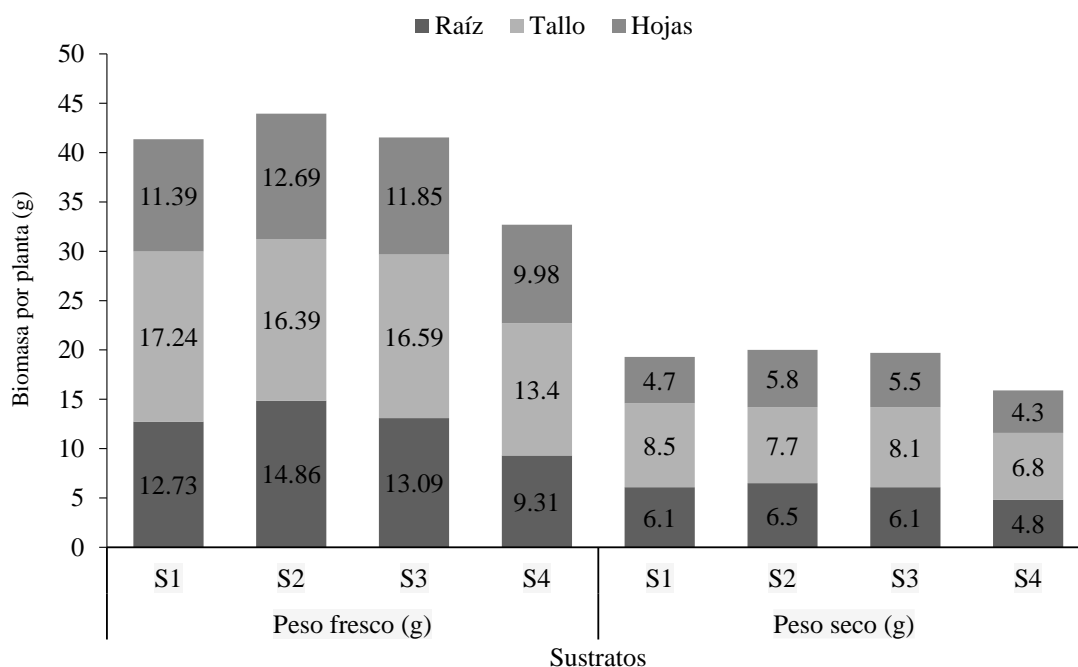


Figura 14. Efecto de sustratos en biomasa por planta en el patrón *C. swingle* durante seis meses

En el estudio realizado por Pacheco (2022), obtuvo "mayor peso fresco y seco de las raíces por planta del patrón Zutano con sustrato de la nueva formulación arena de cerro 50 % + suelo agrícola 20 % + turba 10 % + compost 10% + humus de lombriz 10%", determinando que "los componentes de dicha formulación mejoran las características físicas y químicas del

sustrato, logrando un mayor desarrollo radicular y de masa foliar, hecho que ha generado un mayor crecimiento de la planta" (p. 36).

En la interacción de sustrato más contenedor el incremento de biomasa por planta en los tratamientos con bolsa fue similar, más los tratamientos en tubete no mostraron diferencias estadísticas entre ellos, mediante este resultado se comprueba a mayor tamaño de contenedor y volumen de sustrato sean utilizados habrá incremento de biomasa por planta, sin embargo, las plantas del contenedor bolsa obtuvieron mejor interacción con los sustratos utilizados.

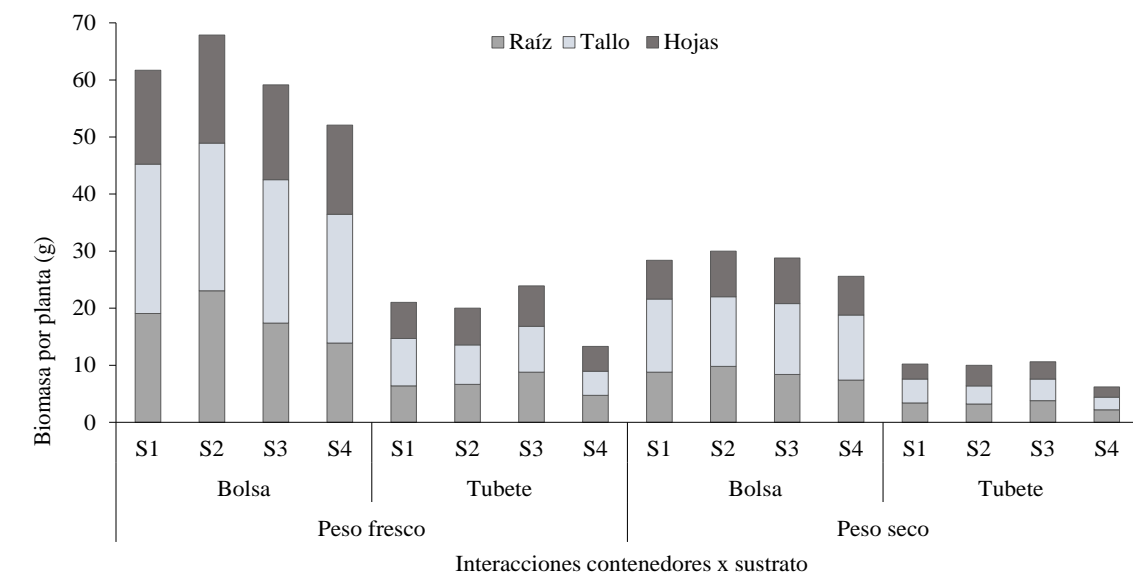


Figura 15. Interacción de sustratos más contenedores en biomasa por planta en el patrón *C. swingle* durante seis meses

El estudio publicado por Maldonado (2010) en México, utilizando tubete de 19 cm de largo con 4 cm de diámetro, para el desarrollo de portainjertos de cítricos, utilizando diferente sustratos y soluciones nutritivas, se obtuvo que *C. swingle* presentó mayores promedios para las variables, altura del tallo, diámetro de cuello de raíz, área foliar, biomasa fresca y seca, excepto para el número de hoja donde fueron mejores mandarino y cleopatra, quedando demostrado que *C. swingle* es un excelente portainjerto, adaptándose a medios de crecimientos medianos (p. 57).

5.7. Análisis económico

Según la cámara de comercio de Málaga, (2023), el “análisis económico es un proceso de investigación y planificación de la información contable que afecta a la rentabilidad de la

empresa con la finalidad de ejecutar un diagnóstico y poder tomar decisiones financieras que contribuyan al éxito del proyecto”.

Este mismo autor, manifiesta que “el análisis económico constituye una herramienta eficaz para interpretar las condiciones económicas tanto internas como externas que enfrenta la empresa, una óptima planificación financiera, permite tomar decisiones estratégicas fundamentadas en áreas como la inversión, la expansión, la financiación y la gestión de costes”.

En el Cuadro 3. Se describen los materiales y los insumos en kilogramos que se requieren para el llenado de 1000 bolsas o de 1000 tubetes, donde está dividido por material que se usó para obtener las proporciones de cada uno de los sustratos que se definieron en el proceso metodológico para el estudio del crecimiento de la planta *C. swingle* en etapa de vivero en las diferentes calidades de sustratos.

Cuadro 3. Cantidades de material requerido para el llenado de 1000 bolsas o tubetes

Concepto	Para el llenado de Bolsas				Para el llenado de Tubetes			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Tubetes (unidades)	-	-	-	-	1000	1000	1000	1000
Bolsas (unidades)	1000	1000	1000	1000	-	-	-	-
Estiércol de bovino (kg)	1091	-	-	-	113	-	-	-
Cascarilla de arroz (kg)	364	364	364	-	38	38	38	-
Tierra (kg)	1818	1818	1818	1818	195	195	195	195
Arena pómez (kg)	363	363	-	363	38	38	-	38
Compost (kg)	-	1091	-	-	-	113	-	-
Lombrihumus (kg)	-	-	1091	-	-	113	-	-
Gallinaza (kg)	-	-	-	1091	-	-	-	113
Kekkila (kg)	-	-	363	363	-	-	38	38
Aminoleat (lt)	1	1	1	1	1	1	1	1

Concepto	Para el llenado de Bolsas				Para el llenado de Tubetes			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
18 – 46 – 00 (kg)	10	10	10	10	10	10	10	10
Semilla(g)	44	44	44	44	44	44	44	44

En el cuadro 4. Se realizó la sumatoria de costo total de inversión por tratamiento, donde el sustrato S3 y S4 fueron los que demandaron mayor inversión, factor que influyó fue la incorporación de kekkila, aunque es un material de buena calidad nutricional, pero interfirió en maximizar ganancia por cada Córdoba invertido.

Dado el caso se puede optar por el cambio del material para minimizar el costo total de inversión y así asegurar una estabilidad. Con los ingresos netos de cada tratamiento de bolsas S1 (45 275), S2 (42 095), S3 (13 863) S4 (17 843) y tubete S1 (45,6220) S2 (43 735), S3 (42 575) Y S4 (42 808) fueron dividido con los costos totales, el resultado indicó que hubo un mayor índice de ganancia en el tratamiento de tubete S1 (5.11) córdobas y tratamiento de bolsa con S1 (4.88) córdobas, seguido por S2 el contenedor tubete con (4.04) córdobas y bolsa (3.38) córdobas, los sustratos que menos ganancia obtuvieron fue S3 (0.34) y S4 (0.48) córdobas en contenedor bolsa, este efecto se debió al valor de obtención del material kekkila.

En cambio, con el contenedor tubete se obtuvieron índices de ganancias favorables que se mantuvieron de (5.11) el más alto (3.55) córdobas el más bajo, pero en este medio de cultivo las plantas no crecieron satisfactoriamente, resultaron plantas de baja calidad, dónde el diámetro esperado a los 35 cm de altura no se alcanzó el diámetro mínimo que se toma en cuenta para injertar el patrón, habría que de dejar las plantas por *más* tiempo para alcanzar el diámetro requerido de (5 mm).

Cuadro 4. Estimación económica de costos por tratamiento

Concepto	Para el llenado de Bolsas				Para el llenado de Tubetes			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Tubetes (C\$)	-	-	-	-	5,000	5,000	5,000	5,000
Bolsas (C\$)	960	960	960	960	-	-	-	-
Estiércol de bovino (C\$)	1,440	-	-	-	149	-	-	-
Cascarilla de arroz (C\$)	720	720	720	-	74	74	74	-
Tierra (C\$)	1,600	1,600	1,600	1,600	193	193	193	193
Arena pómez (C\$)	640	640	-	640	66	66	-	66
Compost (C\$)	-	4,320	-	-	-	467	-	-
Lombrihumus (C\$)	-	-	4,320	-	-	467	-	-
Gallinaza (C\$)	-	-	-	720	-	-	-	75
Kekkila (C\$)	-	-	28,872	28,872	-	-	2,960	2,960
Mano de obra (C\$)	600	600	600	600	300	300	300	300
Transporte (C\$)	200	500	500	200	200	500	500	200
18 – 46 – 00 (C\$)	300	300	300	300	300	300	300	300
Aminoleat (C\$)	600	600	600	600	600	600	600	600
Semilla (C\$)	1,521	1,521	1,521	1,521	1,521	1,521	1,521	1,521
Mano obra aplicaciones (C\$)	184	184	184	184	184	184	184	184
Manejo de malezas (C\$)	500	500	500	500	333	333	333	333
Costo Total (C\$)	9,265	12,445	40,677	36,697	8,920	10,805	11,965	11,732
Ingresos brutos (C\$)	54,540	54,540	54,540	54,540	54,540	54,540	54,540	54,540
Ingresos netos (C\$)	45,275	42,095	13,863	17,843	45,622	43,735	42,575	42,808
Relación B/C	4.88	3.38	0.34	0.48	5.11	4.04	3.55	3.64

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que el sustrato tierra, lombrihumus, cascarilla de arroz y Kekila (50:30:10:10) y el sustrato tierra, gallinaza, arena pómez y Kekila (50:30:10:10) contenían los mayores porcentajes de reserva de nutrientes en materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y capacidad de intercambio catiónico.

El mejor sustrato en el desempeño del crecimiento vegetativo de la planta fue el sustrato tierra, compost, arena pómez y cascarilla de arroz (50:30:10:10), logrando excelente respuesta en las variables número de hojas, área foliar y biomasa fresca total. Además, el contenedor bolsa utilizado en vivero obtuvo plantas de *C. swingle* con mayor crecimiento en las variables altura de planta, diámetro del tallo y área foliar a los 180 días después del transplante.

El análisis económico (costo/beneficio) de los sustratos evaluados, el mejor balance fue el sustrato tierra, estiércol bovino, cascarilla de arroz y arena pómez (50:30:10:10) en cada córdoba invertido se obtuvo un índice de ganancia de 4.88 córdobas y respecto al contenedor tubete las ganancias fueron más altas por lo que los gastos fueron menores, pero no se obtuvieron los resultados esperados a los 180 ddt para que pudieran ser injertados.

VII. RECOMENDACIONES

Para los productores de plantas frutales bajo vivero, utilizar bolsas de tamaños de 8 x 12 pulgadas a más grande para que las plantas desarrollen de forma adecuada sin causar estrés además para que las plantas logren el crecimiento en menor tiempo.

Dentro los sustratos de tomar en cuenta a futura investigaciones para el crecimiento de plantas frutales son sustratos sustrato dos y sustrato uno, debido a que son más rentable.

Se recomienda al productor de plántulas utilizar tubetes de mayor volumen, que le permitirá mayor desarrollo al sistema radicular y además puede reutilizarse los tubetes reduciendo los costos de la plantación.

VIII. LITERATURA CITADA

- AGROSAVIA, 2019. *Recomendaciones para la producción de plantas de cítricos para viveros con condiciones protegidas de casa de malla.* https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36790/Ver_documento_36790.pdf?sequence=1
- Anónimo. (e.f.). *Guía técnica de semilleros y viveros frutales.* http://repiica.iica.int/docs/B0507e/B0507e_22.html
- Arango, E., Capote, M., Morera, S., & Clemente, J. (2010). Viveros protegidos de cítricos. Manejo Técnico. *Taller Regional sobre Viveros de Cítricos. La Habana, Cuba.* <http://riacnet.net/wp-content/uploads/2014/11/Conf-4-Viveros-protegidos.pdf>
- Arévalo, G.; Zúñiga, C.; Arévalo, A., y Adriazola, J. (2004). Cacao, manejo integrado del cultivo cacao y transferencia de tecnología en la amazonia peruana. Edit. Arévalo, G. E. Perú. 24 p.
- Arrieta, B., Villegas, Á., Rodríguez, M., Luna, G. (2014). Desarrollo en vivero de portainjerto de cítricos con mal formación de raíz. *Chapingo Serie Horticultura* 20(1). <https://revistas.chapingo.mx/horticultura/?section=articles&subsec=issues&numero=166&articulo=1670>
- Cámara de comercio de Málaga (2023), análisis económico de una empresa <https://www.master-malaga.com/economia/analisis-economico-empresa>
- Delgado Cruzalegui, C. P. (2021). *Efecto de los abonos orgánicos en la producción de dos variedades de café (Coffe arábica) a nivel de invernadero en el distrito de Bagua Grande, Amazonas* 2019. <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/2348/Delgado%20Cruzalegui%20Chenier%20Pepe.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Estrada, M. (2005) Manejo y procesamiento de la gallinaza, *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 2, núm. 1, Antioquia Colombia. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>
- Fernández Huamán, D. (2020). Inoculantes micorrícicos, sustratos y contenedores en la producción de plántones de algarrobo (*Prosopis* sp.) en Vivero de Alta Tecnología de Canaán 2750 msnm, Ayacucho. [Tesis de Ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de San Cristobal, Huamanca]. 82 p.
- González, L. y Tullo, C. (2011). *Guía técnica cultivo de cítricos.* https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf
- Gutiérrez, Quispe. C. (2019). *Influencia del tamaño de bolsas en el crecimiento y desarrollo de patrones de cítricos en el vivero de la E.P.* [Tesis de pregrado, Universidad nacional de San Cristóbal de Huamanga Ingeniería Agroforestal, 580 msnm – Pichari, Cusco]. Archivo digital. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3531/1/TESIS_AF08_Qui.pdf

- Hernández, D. (1991), *guía para viveros de cítricos*.
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0734.pdf>
- INATEC, (2018). Manual del protagonista, cultivo de frutales (p. 48)
https://www.tecnacional.edu.ni/media/Cultivos_de_frutales.compressed.pdf
- Intagri (2016), Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales
<https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimientales>
- Irigoyen Napoleón, J., y Cruz Vela, M. A. (2005). *Guía técnica de semilleros y viveros frutales*.
https://books.google.com.ni/books?id=75WwwF2OC_kC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Larico Cruz, R. R. (2015). Compatibilidad de patrones y yemas en injerto de cítricos en Echarati La Convención-Cusco.
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/138/253T20150043.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López C, y Herrera Y., (2018) propuesta para el aprovechamiento de lodos del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Estelí, I semestre 2017.
<https://repositorio.unan.edu.ni/9385/>
- López, M., Sospedra, R., Corona., Valdez, E y Gonzales, I, (2003). Comportamiento del crecimiento en altura de *Hibiscus elatus* Sw cultivada en contenedores. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(2): 131-135, 2003.
[tesis\comportamiento de crecimiento en altura de hibiscus elatus.pdf](https://tesis.comportamiento.de.crecimiento.en.altura.de.hibiscus.elatus.pdf)
- Lozada, I (2021). La importancia de los sustratos.
<https://alibiohome.com.mx/blogs/noticias/la-importancia-de-los-sustratos>
- Maldonado Peralta, M. D. L. A. (2010). Desarrollo de plántulas de portainjertos cítricos, en tubetes con diferentes sustratos y soluciones nutritivas.
<http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/253>
- Martínez González, G. A., & Munguía Hernández, N. U. (2021). *Uso de cuatro técnicas de injertación en dos patrones trifoliata, y su efecto en el prendimiento de yemas de lima Tahiti (citrus latifolia L.), Masaya, 2021* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria). <https://repositorio.una.edu.ni/4461/1/tnf02m385.pdf>
- Martínez, P.F. y Roca, D. (2011). Sustratos para el cultivo sin suelo. Materiales, propiedades y manejo. Flórez R., V.J. (Ed.). Bogotá: [Editorial Universidad Nacional de Colombia]. p.37
https://www.researchgate.net/profile/Dolors_Roca/publication/237100771_Sustratos_para_el_cultivo_sin_suelo_Materiales_propiedades_y_manejo/links/0deec51b8657d36d7e000000/Sustratos-para-el-cultivo-sin-suelo-Materiales-propiedades-y-manejo.pdf
- Medrano Aruquipa, H. F. (2014). *Evaluación de cinco portainjertos en la multiplicación de dos especies en cítricos naranja (Citrus sinensis) y mandarina (Citrus reticulata) en condiciones de vivero en la Estación Experimental de Sapecho-La Paz* (Doctoral dissertation).

- Megías M, Molist P, Pombal MA. (2023). Atlas de histología vegetal y animal. <http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>. Consultado
- Montoya O. J., Cámara O. A. (1996). La planta y el vivero forestal. Madrid - España. Mundi Prensas.
- Montoya, E., Hernández, J., Unigarro, C., Flores, C. (2017). Estimación del área foliar en café Variedad Castillo a libre exposición y su relación con la producción. Cenicafé 68, (1). https://www.researchgate.net/publication/318085784_ESTIMACION_DEL AREA_FOLIAR_EN_CAFE_VARIEDAD_CASTILLO_R_A_LIBRE_EXPOSICION_Y_SU_RELACION_CON_LA_PRODUCCION
- Najt, E; Arjona, C; Ojer, M; Reginato, G; Weibel, A (2011). Portainjertos y calidad de plantas. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120287/Portainjertos.pdf>
- Napoleón, J., Cruz, M (2005). Guía técnica de semilleros y viveros frutales. Santa Tecla, El Salvador. P – 22. <http://repiica.iica.int/docs/B0507e/B0507e.pdf>
- Osorio, M. A., Leiva, E. I., & Ramírez, R. (2017). Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. Revista de Ciencias Agrícolas, 34(2), 73-82.
- Pacheco Ramírez, M. P. (2022). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento del patrón zutano (*Persea americana* Mill) en condiciones de vivero en Supe. <http://repositorio.unjpsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7503>
- Pérez Castillo, L. D. (2022). Efecto de tres abonos orgánicos en el crecimiento de plantones de Citrus Jambhiri lush (limón rugoso) fase de vivero, Tingo María. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2354/TS_LDPC_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Quispe Gutiérrez, C. (2019). Influencia del tamaño de bolsas en el crecimiento y desarrollo de patrones de cítricos en el vivero de la EP Ingeniería Agroforestal, 580 msnm-Pichari, Cusco. https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3531/1/TESIS%20AF08_Qui.pdf
- Rucks, L. Garcia, F. Kaplán, A. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo*. Uruguay. <https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Roldan, D y Salazar, M. (2002). La cadena de cítricos en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Documento de trabajo No. 16. Bogotá, Colombia. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7314/BVE19029585e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Román, P., Martínez, M., y Pantoja, A. (2013), Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina, Santiago de Chile. <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>
- Sebastián. (2016). *Evaluar la multiplicación de cedro colorado en dos alternativas tecnológicas de producción; jiffys y tubetes, comparando con la producción tradicional de macetas para contribuir a la propagación más eficaz de la especie.* (p -

8).https://docplayer.es/203755789-Hipotesis-objetivos-objetivo-general.html-show_full_text

- Soto, M., E, E, Ganimedes, J., Cabrera, F., Juan, C., Brina, R., y Luque, O. (2020). Viveros de cítricos protegidos (vcp) para la producción de plantas certificadas libres de enfermedades y plagas en Venezuela: una propuesta (p - 33) https://petroglifosrevistacritica.org.ve/wp-content/rep/2020_0302.pdf.
- Valenzuela Nolasco, L. (2019). Evaluación de diferentes dosis de sustrato micorrizado en plántones de mandarina cleopatra *Citrus reshni* hort. ex tan. y limón rugoso *Citrus jambhiri* l., en condiciones de vivero, en la zona de Satipo–Perú. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6515/T010_70344858_T.pdf?sequence=1&isAllowed

IX. ANEXO

Anexo 1. Efecto de contenedores en la variable altura de la planta de *C. swingle* a los 30, 60, 90, 120, 150, 165, y 180 días después del trasplante

Contenedor	Días después del trasplante						
	30	60	90	120	150	165	180
Bolsa	9.07	15.61 a	29.86 a	44.01 a	65.90 a	72.10 a	82.48 a
Tubete	8.80	14.09 b	23.32 b	29.75 b	41.85 b	45.03 b	51.36 b
P>F	0.2910	0.0003	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Anexo 2. Efecto de sustratos en la altura de la planta de *C. swingle* en etapa de vivero durante seis meses

Sustrato	Días después del trasplante						
	30	60	90	120	150	165	180
S1	8.63 ab	14.67 ab	26.86	39.78 a	54.40	59.56	70.16
S2	9.42 a	16.09 a	27.00	36.36 ab	53.36	57.96	66.06
S3	9.37 a	15.34 a	27.54	38.33 a	55.83	61.16	67.03
S4	8.33 b	13.31 b	24.96	33.05 b	51.90	55.56	64.43
P>F	0.0041	< 0.0001	0.1142	0.0002	0.3697	0.0769	0.0769

Anexo 3. Interacción de sustratos más contenedores en la variable altura de la planta de *C. swingle*.

Tratamientos	Días después del trasplante						
	30	60	90	120	150	165	180
a1 S1	9.06	15.45	29.08 abc	45.33 a	63.40 a	70.46 a	83.33 a
a1 S2	9.17	16.68	30.03 ab	43.12 a	66.53 a	72.33 a	82.46 a
a1 S3	9.46	15.98	29.82 ab	44.63 a	65.00 a	72.60 a	78.53 a
a1 S4	8.60	14.35	30.53 a	42.96 a	68.66 a	73.00 a	85.60 a

a2 S1	8.20	13.88	24.64 cd	34.23 b	45.40 b	48.66 b	57.00 b
a2 S2	9.67	15.51	23.98 de	29.60 bc	40.20 bc	43.60 bc	49.66 bc
a2 S3	9.28	14.70	25.26 bcd	32.03 b	46.66 b	49.73 b	55.53 b
a2 S4	8.06	12.26	19.40 e	23.13 c	35.13 c	38.13 c	43.26 c
P>F	0.2635	0.8529	0.0100	0.0283	0.0020	0.0134	0.0003

Anexo 4. Comportamiento de contenedores en el diámetro del tallo en el patrón *C. swingle* durante seis meses

Factor A	Diámetro de tallo (mm)								
	30	60	90	120	150	165	D a 35 165	180	D a 35 cm 180
Bolsa	2.51 a	2.71 a	4.66 a	5.95 a	7.61 a	8.67 a	4.88 a	9.55 a	5.71 a
Tubete	2.33 b	2.48 b	3.86 b	4.35 b	4.93 b	5.43 b	2.30 b	5.76 b	3.02 b
P>F	0.0145	0.0012	<0.0001	<0	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
				.0001					

Anexo 5. Efecto de sustratos en el diámetro de tallo del patrón *C. swingle* en etapa de vivero durante seis meses.

Factor B	Diámetro de tallo (mm)					Diámetro a los 35 cm de altura (días después del trasplante)	
	90 ddt	120 ddt	150 ddt	165ddt	180ddt	165	180
S1	4.30ab	5.21	6.46a	7.13ab	7.80 ab	3.86 a	4.52
S2	4.23ab	5.08	6.13ab	6.86b	7.50 bc	3.56 a	4.30
S3	4.45a	5.33	6.50a	7.38a	8.03 a	3.81 a	4.45
S4	4.06b	4.98	6.0b	6.83b	7.31 c	3.11 b	4.19
P>F	0.0022	0.0581	0.0013	0.0092	0.0008	<.0001	0.4077

Anexo 6. Interacción de sustratos más contenedores en la variable diámetro del tallo *C. swingle*

Tratamientos	Diámetro de tallo (mm)							Diámetro del tallo (mm)	
	30 ddt	60 ddt	90 ddt	120 ddt	150 ddt	165 ddt	180 ddt	D a 35 cm 165 ddt	D a 35 cm 180 ddt
a1 S1	2.48	2.40 c	4.66	6.00 a	7.86 a	8.73 a	9.73 a	5 a	5.73 a
a1 S2	2.60	2.95 a	2.60	5.76 a	7.26 a	8.33 a	9.30 a	4.60 a	5.63 a
a1 S3	2.60	2.90 ab	4.81	5.96 a	5.26 a	6.00 a	9.70 a	4.96 a	5.5 a
a1 S4	2.36	2.61 abe	4.60	6.06 a	7.60 a	8.86 a	9.50 a	4.96 a	5.98 a
a2 S1	2.38	2.49 bc	3.94	4.43 bc	5.06 b	5.53 bc	5.86 bc	2.73 b	3.31 bc
a2 S2	2.56	2.49 bc	3.88	4.40 bc	5.00 bc	5.40 bc	5.70 bc	2.53 b	2.96 bc
a2 S3	2.30	2.65 abc	4.10	4.70 b	5.26 b	6.00 b	6.36 b	2.66 b	3.4 b
a2 S4	2.06	2.28 c	3.52	3.90 c	4.40 c	4.80 c	5.13 c	1.26 c	2.4 c
P>F	0.4604	0.0460	0.1811	0.0054	0.0118	0.0024	0.0383	<.0001	0.0058

Anexo 7. Comportamiento de contenedores en el número de hojas por planta del patrón *C. swingle* durante seis meses

Factor A	Número de hojas por plantas						
	30 ddt	60 ddt	90 ddt	120 ddt	150 ddt	165	180 ddt
Bolsa	8.31 a	12.81 a	21.93 a	28.10 a	41.08 a	42.28 a	47.86 a
Tubete	7.46 b	11.66 b	18.21 b	22.55 b	29.03 b	29.86 b	35.20 b
P>F	0.0027	0.0004	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Anexo 8. Efecto de sustratos en el número de hojas por planta del patrón *C. swingle* en la etapa de vivero durante seis meses

Factor B	Número de hojas por plantas						
	30 ddt	60 ddt	90 ddt	120 ddt	150 ddt	165 ddt	180 ddt
S1	7.80 a	12.36 a	20.46 a	27.10 a	35.10 ab	35.13 ab	41.20 ab
S2	8.43 a	12.80 a	20.30 a	24.93 ab	36.63 a	37.30 ab	43.43 a
S3	7.70 a	12.63 a	20.33 a	26.00 a	36.56 a	38.06 a	42.03 ab
S4	7.63 a	11.16 b	19.20 a	23.26 b	31.93 b	33.80 b	39.46 b
P>F	0.1596	0.0015	0.3998	0.0021	0.0187	0.0189	0.0382

Anexo 9. Interacción de sustratos más contenedores en número de hojas por planta del patrón *C. swingle*

Factor B	Número de hojas por planta (mm)						
	30 ddt	60 ddt	90 ddt	120 ddt	150 ddt	165 ddt	180 ddt
a1 S1	7.86	13.20	21.66	29.20 a	43.66 a	42.06	47.93 a
a1 S2	8.86	12.93	21.93	27.06 abc	42.60 a	43.33	49.73 a
a1 S3	8.13	13.20	21.93	28.20 ab	39.60 ab	42.73	45.60 a
a1 S4	8.40	11.93	22.20	27.93 ab	38.46 ab	41.00	48.20 a
a2 S1	7.73	11.53	19.26	25.00 abc	26.53 cd	28.20	34.46 bc
a2 S2	8.00	12.66	18.66	22.80 cd	30.66 cd	31.26	37.13 b
a2 S3	7.26	12.06	18.73	23.80 bc	33.53 bc	33.40	38.46 b
a2 S4	6.86	10.40	16.20	18.60 d	25.40 d	26.60	30.73 c
P>F	0.3678	0.3955	0.1564	0.0293	0.0132	0.3227	0.0036

Anexo 10. Área foliar en contenedores para el crecimiento del patrón *C. swingle* en etapa de vivero a los 180 ddt.

Factor A	Área foliar
Bolsa	830 a
Tubete	357 b
P>F	<.0001

Anexo 11. Área foliar por planta en los diferentes sustratos utilizados para su crecimiento.

Factor B	Área foliar
S1	601 ab
S2	630 a
S3	580 ab
S4	564 b
P>F	<.0001

Anexo 12. Interacción de contenedores y sustratos en área foliar de las plantas en los diferentes tratamientos a los 180 ddt

Factor B	Área foliar
S1 Bolsa	761 b
S2 Bolsa	907 a
S3 Bolsa	885 a
S4 Bolsa	767 b
S1 Tubete	441 c
S2 Tubete	354 cd
S3 Tubete	275 d
S4 Tubete	360 cd
P>F	<.0001

Anexo 13. Comportamiento de contenedores en biomasa de las plantas *C. swingle* durante 180 días después del transplante

Factor A	Peso fresco			Peso seco			Peso fresco total (g)	Peso seco total (g)
	Raíz	Tallo	Hoja	Raíz	Tallo	Hoja	fresco	Seco
Bolsa	18.34 a	24.94 a	16.91 a	8.60 a	12.20 a	7.40 a	60.20 a	28.20 a
Tubete	6.65 b	6.86 b	6.04 b	3.15 b	3.35 b	2.75 b	19.56 b	9.25 b
P>F	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Anexo 14. Efecto de sustratos en biomasa por planta en el patrón *C. swingle* a los seis meses

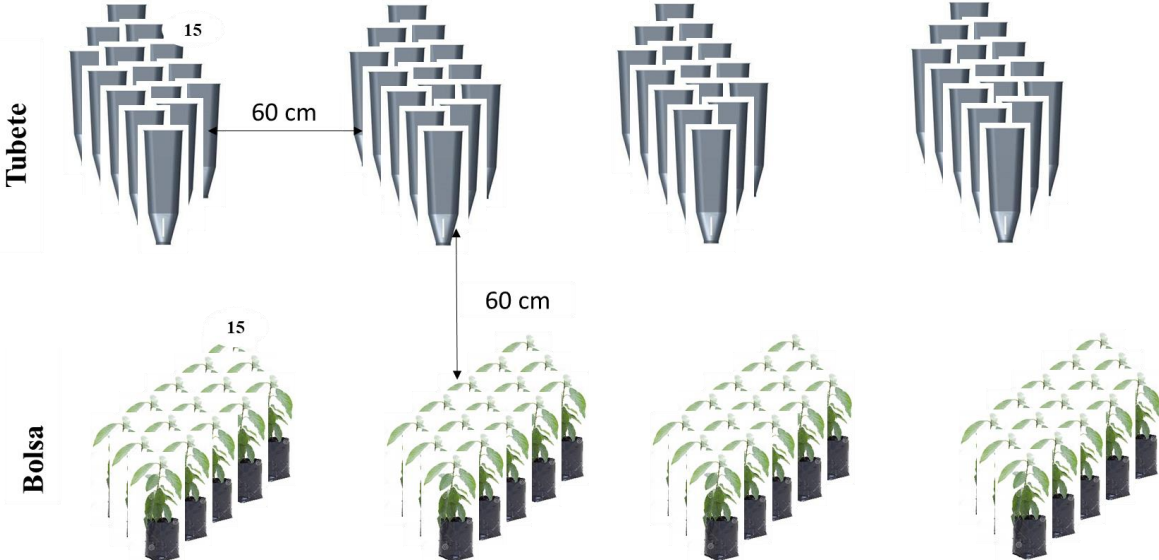
Factor B	Peso fresco			Peso seco			Peso total (g) fresco	Peso total (g) Seco
	Raíz	Tallo	Hoja	Raíz	Tallo	Hoja		
S1	12.73 ab	17.24	11.39 ab	6.10	8.50	4.70 ab	41.36 ab	19.30
S2	14.86 a	16.39	12.69 a	6.50	7.70	5.80 a	43.94 a	20.00
S3	13.09 ab	16.59	11.85 ab	6.10	8.10	5.50 ab	41.53 ab	19.70

S4	9.31 b	13.40	9.98 b	4.80	6.80	4.30 b	32.69 b	15.90
P>F	0.0099	0.2127	0.0180	0.1532	0.4680	0.0198	0.0222	0.1995

Anexos 15. Interacción de sustratos más contenedores en biomasa por planta en el patrón *C. swingle* durante seis meses

Factor B	Peso fresco			Peso seco			Peso total (g)	Peso total (g)
	Raíz	Tallo	Hoja	Raíz	Tallo	Hoja	fresco	Seco
a1 S1	19.07	26.18	16.46	8.80	12.80	6.80	61.71	28.40
a1 S2	23.06	25.88	18.94	9.80	12.20	8.00	67.88	30.00
a1 S3	17.38	25.14	16.62	8.40	12.40	8.00	59.14	28.80
a1 S4	13.88	22.58	15.62	7.40	11.40	6.80	52.08	25.60
a2 S1	6.40	8.30	6.32	3.40	4.20	2.60	21.02	10.20
a2 S2	6.66	6.90	6.44	3.20	3.20	3.60	20.00	10.00
a2 S3	8.80	8.04	7.08	3.80	3.80	3.00	23.92	10.60
a2 S4	4.74	4.22	4.34	2.20	2.20	1.80	13.30	6.20
P>F	0.0608	0.9676	0.2958	0.6190	0.9903	0.8013	0.3754	0.9642

Anexo 16. Plano de campo de tratamientos en contenedores





Anexo 17. Tratamientos por contenedor



Anexo 18. Desmalezado de plantas en tubete



Anexo 19. Desmalezado en bolsa



Anexo 20. Conteo de numero de hojas por planta



Anexo 21. Atomización de las plantas con fertilizantes



Anexo 22. Medición de altura de la planta



Anexo 23. Medición de diámetro del patrón



Anexo 24. Limpieza de la planta para el peso de biomasa



Anexo 25. Plantas para el peso de biomasa



Anexo 26. Plantas para biomasa fresca y seca



Anexo 27. Muestra seca de plantas